



# **UMA INTRODUÇÃO AOS PROJETOS LUMINOTÉCNICOS PELAS METODOLOGIAS ATIVAS, À LUZ DA FÍSICA**

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE LUMINOTÉCNICA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA COM AS METODOLOGIAS ATIVAS DE EsM, IpC E PBL

**PATRICIA GOMES DE SOUZA FREITAS**

**MARTA JOÃO FRANCISCO SILVA SOUZA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA  
A APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA DE  
LUMINOTÉCNICA PARA OS  
CURSOS DE ENGENHARIA:  
UMA PROPOSTA COM AS  
METODOLOGIAS ATIVAS DE  
ESM, IPC E PBL**

Produto Educacional vinculado à dissertação ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE LUMINOTÉCNICA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA: UMA PROPOSTA COM AS METODOLOGIAS ATIVAS DE ESM, IPC E PBL

Jataí  
2017

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial desta dissertação, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

FRE/seq	<p>Freitas, Patrícia Gomes de Souza.</p> <p>Sequência didática para a aprendizagem significativa de luminotécnica para os cursos de engenharia: uma proposta com as metodologias ativas de ESM, IPC e PBL [manuscrito] / Patrícia G. de S. Freitas. -- 2017.</p> <p>72 f.; il.</p> <p>Orientadora: Prof.ª Ma. Marta João Francisco Silva Souza.</p> <p>Produto Educacional (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2017.</p> <p>Bibliografias.</p> <p>1. Ensino de engenharia. 2. Luminotécnica. 3. Metodologias ativas. 4. Aprendizagem significativa. 5. Produto Educacional – sequência didática. I. Souza, Marta João Francisco Silva. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.</p>
CDD 624.1513	

## APRESENTAÇÃO

Esta Sequência Didática é parte do desenvolvimento de uma pesquisa de mestrado em Educação para Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Jataí. GO. A pesquisa de mestrado, intitulada ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE LUMINOTÉCNICA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA: UMA PROPOSTA COM AS METODOLOGIAS ATIVAS DE ESM, IPC E PBL, buscou identificar quais as possíveis contribuições do uso de MA para a aprendizagem de Luminotécnica para alunos de Engenharia do Instituto Federal de Goiás – Câmpus Jataí. Para tal, desenvolvemos uma Sequência Didática (SD) embasada pela Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel e que originou um produto educacional aplicável ao estudo de Luminotécnica. O percurso metodológico integrou as MA de Ensino sob Medida (EsM), Instrução pelos Colegas (IpC) e Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) para uma construção progressiva de conceitos. A partir do conhecimento dos alunos, e com o uso da EsM e da IpC, estruturamos encontros com a inserção de tópicos de Física como suporte à aprendizagem de conceitos a serem utilizados como subsunçores em Luminotécnica. Seguindo, propusemos o uso da PBL para a elaboração de propostas de iluminação como aplicação dos conceitos desenvolvidos na SD. Este produto educacional contém uma orientação e estruturação para os encontros, um questionário para a sondagem de conhecimentos prévios sobre ondulatória, Tarefas de Leitura, Testes Conceituais, projeto de uma bancada – e roteiros para aulas experimentais – para o estudo de Espectroscopia de fontes de iluminação, problemas de projetos luminotécnicos para a PBL, fichas para autoavaliação, avaliação pelos pares e das MA.

## SUMÁRIO

<b>I – APRESENTAÇÃO DA SD .....</b>	<b>3</b>
<b>II – APRESENTAÇÃO DOS CONTEÚDOS .....</b>	<b>3</b>
<b>III – DURAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>IV - CRONOGRAMA.....</b>	<b>4</b>
<b>V - OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
<b>VI - ABORDAGENS METODOLÓGICAS PROPOSTAS .....</b>	<b>4</b>
<b>VI - SUMÁRIO DAS AULAS E DAS ATIVIDADES .....</b>	<b>7</b>
ENCONTRO 1. AULAS 1 E 2 – Apresentação da SD, Sondagem inicial e Aula Expositiva .....	7
PREPARAÇÃO PARA O ENCONTRO 2 .....	14
TL. TAREFAS DE LEITURA PARA O ENCONTRO 2.....	15
ENCONTRO 2. AULAS 3, 4 e 5 – Aplicação do IpC e EsM .....	18
TL. TAREFAS DE LEITURA PARA O ENCONTRO 3.....	26
ENCONTRO 3. AULAS 7, 8 e 9 – EsM e Aulas Experimentais .....	33
PREPARAÇÃO PARA O ENCONTRO 4 .....	39
TL. TAREFAS DE LEITURA PARA O ENCONTRO 4.....	40
ENCONTRO 4. AULAS 9, 10 e 11 – Aplicação EsM e IpC .....	49
ENCONTRO 5. AULAS 12 e 13 – Problemas de Luminotécnica, 1ª sessão tutorial do PBL .....	54
ENCONTRO 6. AULAS 14, 15 e 16 – Apresentação das Propostas e Avaliação – 2ª sessão tutorial do PBL.....	61
<b>ALGUNS SITES ÚTEIS.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>
<b>VII – ANEXOS.....</b>	<b>67</b>

## UMA INTRODUÇÃO AOS PROJETOS LUMINOTÉCNICOS PELAS METODOLOGIAS ATIVAS, À LUZ DA FÍSICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE LUMINOTÉCNICA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA COM AS METODOLOGIAS ATIVAS DE EsM, IpC E PBL

Acadêmica. Patrícia Gomes de Souza Freitas

### I – APRESENTAÇÃO DA SD

Esta Sequência Didática (SD) foi elaborada intencionando a aprendizagem conceitual de conteúdos relativos aos princípios necessários à compreensão de projetos luminotécnicos com a introdução de tópicos de Física, por meio da proposta de algumas Metodologias Ativas (MA).

### II – APRESENTAÇÃO DOS CONTEÚDOS

Panorama histórico e conceitos físicos a serem explorados:

- A origem da Ciência Contemporânea;
- A Transição da Física Clássica para a Física Moderna;
- A natureza e a composição da luz;
- Espectrometria;
- A Radiação do Corpo Negro.

Conceitos luminotécnicos a ser melhor compreendidos:

- A natureza e a composição da Luz;
- Luz, cores e visão;
- Índice de Reprodução de Cores;
- Temperatura de Cor Correlata;
- Propriedades psicofisiológicas da Luz;
- Elaboração de uma proposta luminotécnica

### III – DURAÇÃO

A SD está prevista para ser realizada em 6 Encontros. Estes com duração de duas e três aulas (45 minutos).

## CERTEZA, DUVIDE. NA DÚVIDA, ACREDITE!

Por Cariovaldo Almeida da Silva. (Cacá)

A ciência verdadeira, inconteste  
... soberana?

Diria, Rodrigo França:

Não, não, não ...

Não é assim que funciona.

O que Thomas, acredita

Tem David que questiona.

Normal, revolucionária

Pautada num paradigma

Tá no cerne da ciência

Contemporânea ou antiga

Paul, dúvida da ciência

Dos modelos acabados

Pois certas violações

Manipulam resultados

Para Karl as teorias

São de fato limitadas

Pode não ser verdadeira

Ou até falsificada

... colegas!

O que eu dava por certo

Já não acredito mais

Existe muita ganância

Na ciência que se faz

Se a natureza é de Deus

A Ciência é do satanás.

#### IV - CRONOGRAMA

Uma proposta de cronograma, das metodologias e recursos a serem utilizados, é apresentada a seguir.

SD . TURMA ENGENHARIA CIVIL					
	Descrição dos conteúdos e/ ou atividades	Abordagens Metodológicas	Duração (min)	Aulas*	Data
E1	Apresentação da SD, Sondagem inicial. Breve Histórico do Desenvolvimento Científico – a origem da Ciência Contemporânea e a Transição da Física Clássica para a Física Moderna.	Aula Expositiva	90	1 e 2	31/jan
E2	A natureza e a composição da luz. Luz, Cores e Visão.	IpC e EsM	135	3, 4 e 5	07/fev
E3	Espectrometria (Experimentação). Luz, Cores e Visão. Índice de Reprodução de Cores.	EsM e Experimentações 1 e 2	135	6, 7 e 8	14/fev
E4	Radiação do Corpo Negro. Quantização de energia e dualidade da natureza da luz: onda ou partícula?. Temperatura de Cor Correlata.	IpC e EsM	135	9, 10 e 11	21/fev
E5	Características Psicofisiológicas da Luz. Estudo de variáveis Luminotécnicas. O que envolve o ato de projetar iluminação? Projetos Luminotécnicos.	PBL. Seção tutorial 01	90	12 e 13	07/mar
E6	Apresentação das Propostas de Iluminação. Finalização do PBL.	PBL. Seção tutorial 02	135	14, 15 e 16	14/mar

\* A organização em unidades de 45 minutos busca viabilizar a transposição da SD para outras formas de organização de tempo de aula.

#### V - OBJETIVOS

Os objetivos foram delineados de acordo com o percurso metodológico da SD, a seguir sintetizados:

- Utilizar de uma SD em que os princípios físicos fundamentais da luz possam ser compreendidos e utilizados para a apreensão dos conceitos utilizados no estudo de iluminação;
- Impulsionar e promover a participação ativa dos estudantes no processo de construção do conhecimento científico e a aprendizagem conceitual da física aplicada aos projetos luminotécnicos.

#### VI - ABORDAGENS METODOLÓGICAS PROPOSTAS

Com base nos objetivos apresentados, foram escolhidas e propostas como abordagens pedagógicas algumas metodologias. Tais propostas – denominadas Metodologias Ativas (MA) - pressupõem que o processo de aprendizagem deve ser centrado no aluno, e este deve ser ativo na construção de seu conhecimento. Entre as MA existentes, utilizaremos as citadas, e brevemente apresentadas, a seguir:

- Ensino sob Medida (EsM) ou Just-in-Time Teaching (VIEIRA (2014));
- Instrução pelos Colegas (IpC) ou Peer Instruction (MAZUR (2015); VIEIRA (2014));

- Aprendizagem Baseada em Problemas ou Problem Based Learning (PBL) (RIBEIRO, 2005).

A metodologia de Ensino sob Medida intenciona promover a responsabilidade dos estudantes sobre seu aprendizado, e ainda revelar as dificuldades prévias destes. Proposta por Gregor Novak e parceiros de pesquisa na década de 1990, esta metodologia proporciona um conhecimento antecipado ao professor das deficiências conceituais dos alunos, e com base nessas, é possível desenvolver um ensino personalizado para aqueles alunos (VIEIRA, 2014). Segundo Vieira (2014, p. 23),

O Ensino sob Medida pode ser dividido em dois momentos principais: atividades pré-aula, que consistem na resolução de problemas preparatórios para as aulas; e aulas expositivas interativas. Durante as aulas os alunos são divididos em grupos e resolvem problemas de maneira colaborativa.

O Método de Instrução por Colegas proposto pelo professor Eric Mazur em aulas na Universidade de Harvard nos Estados Unidos, objetiva, prioritariamente, promover o engajamento dos estudantes com o processo de aprendizagem e que esses possam compreender os conceitos estudados de modo mais significativo (MAZUR, 2015). De modo sintetizado, mas com clareza, Vieira (2014, p. 15) apresenta o método:

Em linhas gerais, o Método Peer Instruction pode ser caracterizado por dois momentos: o estudo prévio dos conceitos principais referentes a uma determinada unidade didática e pela divisão da aula em sequências de exposições dialogadas, feitas pelo professor, e a apresentação de questões conceituais aos alunos, utilizadas para suscitar discussões entre eles. Nos períodos anterior e posterior às discussões, os alunos apresentam suas respostas, quer com o uso de cartões coloridos e/ou numerados quer com o uso de dispositivos eletrônicos, fornecendo assim, ao professor, um feedback sobre a compreensão que eles têm sobre os tópicos em discussão.

A teoria da Aprendizagem Baseada em Problemas foi proposta em McMaster no Canadá na década de 1960 (RIBEIRO, 2005) e se caracteriza pelo uso de situações-problema da vida cotidiana ao estimular a criticidade e habilidades de solução de problemas e a aprendizagem de conceitos fundamentais. A PBL pode ser resumida como a apresentação de situações-problema hipotéticas, na qual grupos de alunos devem buscar uma solução a partir de procedimentos especificados pela metodologia da técnica. Tais problemáticas, ainda que em forma de hipóteses, devem ser as mais próximas possíveis dos problemas encontrados nos cotidianos profissionais. Segundo Ribeiro (2005, p.10) a Aprendizagem Baseada em Problemas se define como:



Uma metodologia de ensino-aprendizagem colaborativa, construtivista e contextualizada, na qual situações-problema são utilizadas para iniciar, direcionar e motivar a aprendizagem de conceitos, teorias e o desenvolvimento de habilidades e atitudes no contexto de sala de aula, isto é, sem a necessidade de conceber disciplinas especificamente para esse fim.

## VI - SUMÁRIO DAS AULAS E DAS ATIVIDADES

### ENCONTRO 1. AULAS 1 E 2 – Apresentação da SD, Sondagem inicial e Aula Expositiva

---

**Conteúdo.** Breve Histórico do Desenvolvimento Científico a partir do modelo atômico – a origem da Ciência Contemporânea e a Transição da Física Clássica para a Física Moderna.

**Local.** Sala de aula

**Recursos didáticos necessários.** Datashow, computador.

Inicialmente o professor fará uma breve apresentação dos assuntos que serão estudados e sua adequação aos conteúdos programáticos em curso, bem como uma visão geral da SD e das MA a serem utilizadas.

Com a intenção de motivar a participação e estimular a curiosidade dos alunos ao conhecimento dos estudos de iluminação, será apresentado com o uso de projeção em slides um texto do capítulo introdutório do livro *Projetos de Iluminação* (TREGENZA E LOE, 2015) – intitulado *A Observação da Luz* – mostrado no final deste encontro, e imagens que ilustrem essa introdução. Estão previstos 30 minutos para essa exposição. A apresentação<sup>1</sup> no Prezi do Encontro 1 (E1) está disponível no endereço eletrônico<sup>2</sup> <<https://goo.gl/l3BB1l>>.

Logo após o professor realiza a apresentação da proposta da SD para apreciação dos estudantes. Inicialmente, será feita uma abertura para comentários e sugestões de possíveis alterações das atividades a serem desenvolvidas pelos alunos. Se uma quantidade significativa de alunos julgar pertinente a(s) sugestão(ões), o professor deverá avaliar a possibilidade de efetivá-las na SD. Caso aconteça(m), tal(is) alteração(ões) será(ão) implementada(s) e apresentada(s) pelo professor, no início do Encontro 2 (E2).

A sondagem começará com o professor pedindo aos alunos que relatem informalmente o que conhecem a respeito do tema que iniciaremos os estudos. Após alguns poucos minutos de exposição desses conhecimentos pelos alunos, estes deverão responder às questões (objetivas e discursivas) apresentadas para a sondagem dos

---

<sup>1</sup> Em todos os encontros, fizemos o *download* dos arquivos das apresentações antes das aulas, uma vez que os arquivos gerados ficam grandes em função das imagens e recursos visuais, e demandam.

<sup>2</sup> Para os endereços de *internet* que listaremos nesta seção, utilizamos para simplificação dos textos, o encurtador de endereços (*url*) *Google URL Shortner*. A ferramenta é de uso gratuito, disponível em <<https://goo.gl/>>.

conhecimentos prévios a respeito dos princípios ondulatórios da luz, que são básicos à compreensão das grandezas de iluminação. O questionário intenciona mostrar ao professor qual o entendimento dos alunos sobre o tema que será estudado a partir da aula seguinte.

Os dados coletados no questionário poderão ainda, ser utilizados como um instrumento complementar de avaliação, sobre o conteúdo apreendido ao final da SD proposta. Estima-se que sejam utilizados cerca de 50 minutos para esta etapa. As questões foram elaboradas com base no questionário de verificação de entendimento conceitual (McKAGAN et al, 2010).

Para aplicação das MA propostas, será necessário o uso de uma plataforma de comunicação remota e armazenamento de dados em nuvem – envio e recebimento das atividades – sugere-se o Dropbox© ou o Google Drive©. Para tal, os alunos deverão preencher uma lista contendo seus nomes e emails, e respondendo ainda se utilizam smartphones e se possuem acesso à internet, fora do ambiente escolar. Estes emails serão utilizados para envio dos convites virtuais de cadastros destas plataformas de comunicação e armazenamento, pelo professor. Utilizando a configuração escolhida o professor irá compartilhar com todos os alunos da turma uma pasta de arquivos digitais contendo os textos e as atividades da disciplina. A organização ou elaboração do material será de responsabilidade do professor, com base na bibliografia da disciplina de Instalações Elétricas e desta SD.

Cada aluno, após confirmar o convite e cadastro, deverá criar uma pasta individual e a compartilhar com o professor para que este possa acompanhar o desenvolvimento do trabalho individual dos alunos e para possibilitar um feedback das aulas presenciais, interagir e registrar suas contribuições e participações. Caso as respostas identifiquem outra plataforma de compartilhamento mais comum entre os alunos, deve-se adotar a plataforma por eles utilizada.

### BREVE APRESENTAÇÃO DAS METODOLOGIAS ATIVAS – IpC e EsM

O professor irá explicar – em linhas gerais – as metodologias IpC e EsM que serão utilizadas nas aulas seguintes. Ao final desta seção, é apresentado um organograma estruturado por (ARAÚJO; MAZUR, 2013) que será apresentado aos alunos, ilustrando os passos de uso dessa metodologia.

A metodologia prevê a aplicação de Testes Conceituais (TC) acerca do conteúdo estudado. Como artefato de coleta de dados de resposta aos TC - necessário à execução da metodologia - será utilizado um aplicativo para smartphones (ou plataforma digital de acesso à internet) gratuito e disponível para instalação em qualquer dos dois

sistemas operacionais para telefonia celular mais usados no Brasil – plataformas de sistemas operacionais Android© e IOS©. Recomenda-se o uso do Plickers©.

O uso de cartões resposta disponibilizado pelo Plickers©, se mostra uma alternativa viável sob o ponto de vista de implantação e funcionalidade. Nessa plataforma, apenas o professor necessita de instalação do aplicativo, que lê, identifica e constrói relatórios em tempo real, para que se acompanhe as respostas dos alunos. Os cartões de resposta são impressos a partir do site do aplicativo. Possui algumas opções de personalização em relação ao perfil da turma. No site, o professor cadastra as turmas, incluindo seus alunos e atribuindo a cada um deles um código para os cartões resposta serem relacionados. As questões são previamente cadastradas pelo professor, e após, são escolhidas as que irão compor o teste. É possível usar imagens nas questões, e escolher entre questões de múltipla escolha ou alternativas verdadeiras ou falsas. Evite usar imagens de grande formato ou textos longos, pois durante ambos, reduzem o tamanho da fonte na exposição dos TC.

Como alternativa o Socrative© pode ser utilizado diretamente nos computadores através de acesso direto ao site, caso alguém não possua smartphone ou, que mesmo possuindo, não faça questão de instalar. O Socrative© é um software gratuito em que o professor cadastra as questões, e os alunos têm acesso via internet à uma sala de aula virtual, para que respondam aos testes. O professor então, tem acesso pela tela do computador ou celular, em tempo real, às estatísticas de respostas dos alunos, para que possa proceder a aplicação da metodologia.

Outras alternativas são o Google Forms e os questionários no Facebook, e por fim, fichas impressas com alternativas e a exposição dos TC por projeção.

As atividades utilizadas para a preparação prévia dos alunos às aulas seguintes – denominadas Tarefas de Leitura (TL) serão disponibilizadas na pasta compartilhada com uma semana de antecedência. Será ainda reforçado aos alunos a importância de se preparar através das leituras prévias, para as atividades propostas.

O restante deste encontro será usado para que cada aluno, acesse a internet em computadores individuais do laboratório de informática e tenham acesso aos compartilhamentos e para a confirmação dos convites enviados, caso ainda não o tenham feito.

## LEVANTAMENTO DE DADOS PARA AS COMUNICAÇÕES REMOTAS

NOME \_\_\_\_\_

EMAIL \_\_\_\_\_

Já é cadastrado em uma plataforma de compartilhamento/ edição de arquivos? Se sim, qual plataforma?

Dropbox©  Google Drive©  Google Docs©  Outra. \_\_\_\_\_

Você já é usuário de uma plataforma de compartilhamento/ edição de arquivos? Se sim, qual plataforma?

Dropbox©  Google Drive©  Google Docs©  Outra. \_\_\_\_\_

Você utiliza smartphone?  Sim.  Não.

Você possui acesso à internet via smartphone fora do ambiente escolar?

Sim.  Não.

NOME \_\_\_\_\_

EMAIL \_\_\_\_\_

Já é cadastrado em uma plataforma de compartilhamento/ edição de arquivos? Se sim, qual plataforma?

Dropbox©  Google Drive©  Google Docs©  Outra. \_\_\_\_\_

Você já é usuário de uma plataforma de compartilhamento/ edição de arquivos? Se sim, qual plataforma?

Dropbox©  Google Drive©  Google Docs©  Outra. \_\_\_\_\_

Você utiliza smartphone?  Sim.  Não.

Você possui acesso à internet via smartphone fora do ambiente escolar?

Sim.  Não

NOME \_\_\_\_\_

EMAIL \_\_\_\_\_

Já é cadastrado em uma plataforma de compartilhamento/ edição de arquivos? Se sim, qual plataforma?

Dropbox©  Google Drive©  Google Docs©  Outra. \_\_\_\_\_

Você já é usuário de uma plataforma de compartilhamento/ edição de arquivos? Se sim, qual plataforma?

Dropbox©  Google Drive©  Google Docs©  Outra. \_\_\_\_\_

Você utiliza smartphone?  Sim.  Não.

Você possui acesso à internet via smartphone fora do ambiente escolar?

Sim.  Não

[IMPRIMIR CÓPIAS DE ACORDO COM A QUANTIDADE DE ALUNOS DA TURMA]

## A OBSERVAÇÃO DA LUZ - TEXTO DO LIVRO PROJETOS DE ILUMINAÇÃO (TREGENZA E LOE, 2015)

Os compositores sabem muito bem quais são os sons produzidos pela voz e pelos instrumentos. Eles conhecem suas características físicas – seu alcance, o quão fácil ou difícil é cantar ou tocar uma nota em particular. Além disso, eles têm uma boa noção do efeito que a música pode exercer nas pessoas. Poderíamos dizer o mesmo sobre atores, pintores, poetas ou qualquer outro artista. Parte do processo para se aprender a ser criativo consiste em adquirir um vocabulário de sons, palavras, imagens, qualquer que seja o meio. Ele será a linguagem por meio da qual o artista poderá se comunicar. Para o luminotécnico, a língua é feita de luminosidade e de cores em um espaço tridimensional; o nosso meio é a edificação construída. Entretanto, para compartilhar, ensinar e adquirir novas informações, utilizamos uma segunda língua: a palavra falada e escrita. Essa é a linguagem que usamos para chegar aos parâmetros que determinam o nosso trabalho. E, assim como os outros artistas, atribuímos significados especiais a algumas palavras; exemplos disso são: “luminosidade”, “claridade”, “cor” e “espaço”. Elas são equivalentes a “melodia”, “harmonia” e “ritmo” para os músicos.

Contudo, tais palavras não possuem significado para alguém que não está familiarizado com o que elas descrevem: o projetista deve ter um profundo conhecimento das lâmpadas, das janelas e dos materiais reais. Depois disso, precisamos de palavras que descrevam o que podemos observar e, em seguida, das que descrevem conceitos abstratos.

O primeiro capítulo é, portanto, um guia para se observar o mundo visível. O objetivo não é compilar uma biblioteca mental de imagens, embora isso pudesse ser útil. A nossa meta é encontrar a resposta para a pergunta: “Quais são as regras que determinam o comportamento da luz?”

*Quais são as regras que determinam o  
comportamento da luz?*

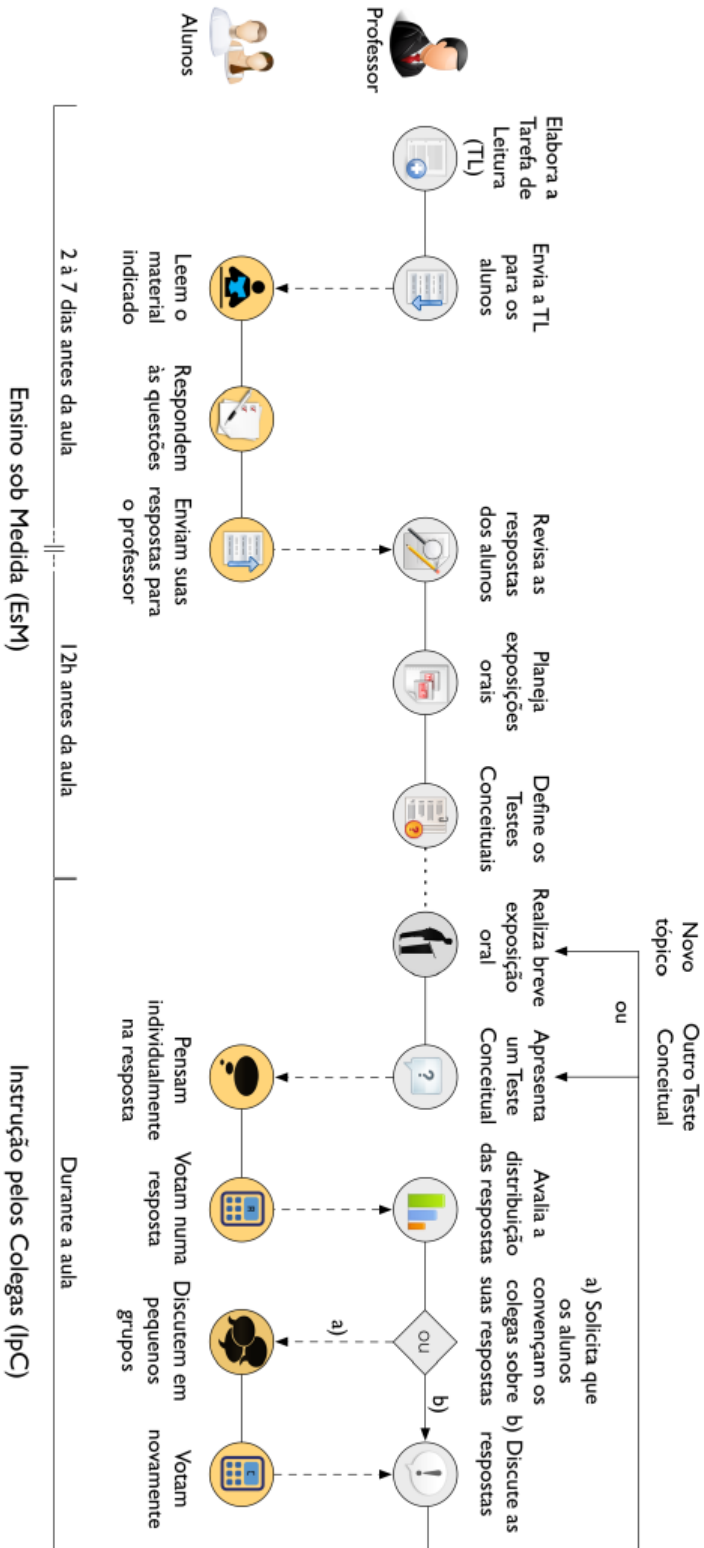
*E como elas influenciam os projetos de  
luminotécnicos?*

## **SONDAGEM DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS A RESPEITO DOS PRINCÍPIOS ONDULATÓRIOS DA LUZ**

1. O que é uma onda? Explique.
2. Defina comprimento de onda e frequência de uma onda.
3. Existe uma relação entre comprimento de onda e frequência? Se existe, qual?
4. Desenhe duas ondas senoidais de mesma amplitude e mesmo comprimento de onda, e que possuam frequências diferentes.
5. Desenhe duas ondas senoidais de mesma frequência e mesmo comprimento de onda, e que possuam amplitudes distintas.
6. O que são ondas eletromagnéticas? Cite pelo menos uma característica e um tipo de uma onda eletromagnética.
7. O que é luz?
8. O que diferencia a luz visível da radiação ultravioleta?
9. Qual a diferença entre a luz azul e a luz verde?
10. Qual a diferença entre a luz verde e a luz vermelha?

**SONDAGEM DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS A RESPEITO DOS PRINCÍPIOS ONDULATÓRIOS DA LUZ**

**SEQUÊNCIA TEMPORAL DAS AÇÕES DO PROFESSOR E DOS ALUNOS EM AULAS QUE UTILIZAM A COMBINAÇÃO DO EsM e do IpC (ARAÚJO; MAZUR, 2013)**





## PREPARAÇÃO PARA O ENCONTRO 2

---

Para o segundo encontro está prevista a utilização das metodologias EsM e IpC. Serão abordados no E2, A natureza e a composição da luz. Luz, Cores e Visão.

Com as respostas dos alunos à sondagem sobre os princípios ondulatórios da luz, será preparada a Tarefa de Leitura (TL) a ser enviada aos alunos. O professor irá organizar, disponibilizar e compatibilizar um material didático informativo e uma avaliação prévia a respeito dos temas previstos para o encontro. Ao final desta seção, segue uma sugestão de TL para o E2, que deve ser adaptada, de acordo com as dificuldades apresentadas pelos estudantes.

Os alunos deverão estudar o material disponibilizado e responder às questões prévias, e enviar as repostas ao professor, com até dois dias de antecedência do E2.

Com base nas repostas, o professor irá preparar as aulas com foco no esclarecimento das dúvidas conceituais evidenciadas nas respostas dadas nos testes prévios.

O material será compartilhado via plataforma de comunicação.

## TL. TAREFAS DE LEITURA PARA O ENCONTRO 2

### TL1. TEXTO 1

Princípios das Ondas Eletromagnéticas – Conceitos básicos de ondas e espectro eletromagnético.

Realizar o estudo do texto 1 e responder às questões abaixo. As respostas deverão ser enviadas para o professor com antecedência de até dois dias para o próximo encontro.

Para a leitura do Texto 1, acesse o endereço eletrônico a seguir, ou utilize um leitor de QR Code.

Para esta tarefa, é necessário ler o texto apenas até a seção **O espectro eletromagnético**.

<https://pt.khanacademy.org/science/physics/light-waves/introduction-to-light-waves/a/light-and-the-electromagnetic-spectrum>



1. Qual o significado de frequência em uma onda eletromagnética?
2. Qual o significado de comprimento de onda, em uma onda eletromagnética?
3. O que diferencia as ondas de som, de luz e do mar?
4. Observando a figura ilustrativa do espectro eletromagnético apresentada no texto, identifique a percepção de cor (a mais próxima possível que você conseguir identificar), associada a cada um dos comprimentos de onda a seguir.
  - a. 450nm. Cor \_\_\_\_\_
  - b. 700nm. Cor \_\_\_\_\_
  - c. 580nm. Cor \_\_\_\_\_
  - d. 520nm. Cor \_\_\_\_\_
5. Acesse o endereço eletrônico do repositório do PHET no link a seguir, ou pelo seu QR Code, pela imagem abaixo e à esquerda.

[http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string\\_pt.html](http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_pt.html)



Caso se interesse, assista breve vídeo (2:31) com o Tutorial de explicação para simulador – Ondas no link <https://www.youtube.com/watch?v=81847AqE38c> ou pelo QRCode na imagem acima, e à direita.

Explore o **Simulador Interativo de Onda numa Corda** utilizando o mouse do computador e as opções do software. Divirta-se, questione e observe as possibilidades de movimento de onda numa corda, e responda às questões seguintes.

a) Nos controles do simulador, com o uso do cursor ou do mouse, altere os valores para **Amplitude (50)**, **Frequência (20)** e **Perda de Energia (amortecimento) (0)**. Use o cursor de **Tensão** na posição **Alta**. Vamos simular duas situações. A primeira com modo **Pulso** e após um tempo no modo **Oscilador**. Aplique um pulso à onda (botão verde) e observe o movimento.

1. O que acontece com o primeiro ponto verde quando se propaga um pulso? E quando se propaga uma onda (Oscilador)? O que diferencia esses dois modos de estímulo?
2. Com base na sua observação explique a afirmação que diz que uma onda não transporta matéria, apenas energia.

b) Nos controles do simulador, com o uso do cursor ou do mouse, altere os valores para **Amplitude (50)**, **Frequência (40)** e **Perda de Energia (amortecimento) (0)**. Use o cursor de **Tensão** na posição **Alta**. Habilite a **Régua**, o **Cronômetro**, o modo **Oscilador**, e a extremidade. **Sem fim**.

Inicia a aplicação e observe o movimento. Utilizando os botões **Pausa/Play**, manipule o simulador de modo a obter suas leituras. Desse modo, calcule para a onda observada:

1. A amplitude.
2. O comprimento de onda.
3. A frequência.
4. A velocidade de propagação.

### Curiosidade. O que é o PHET?



**PhET**  
INTERACTIVE SIMULATIONS

University of Colorado  
Boulder

**SIMULAÇÕES INTERATIVAS  
EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**  
*Mais de 360 milhões de simulações distribuídas.*

Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As sims PhET baseam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.

 Entre aqui e simule

### Informações fornecidas em [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)

6. Qual o comprimento de onda de uma onda de transmissão de rádio FM cuja frequência é de 93,1MHz?
7. A visão humana enxerga todas as ondas eletromagnéticas que são emitidas pelo Sol? Explique sua resposta.
8. Como a luz é gerada?
9. O texto lido é confuso ou de difícil entendimento? ( ) Sim ( ) Não.
10. Em caso de sim, aponte as dificuldades encontradas.
11. Você gostaria que algum assunto no texto ou nessa tarefa, fosse revisto em sala de aula? ( ) Sim ( ) Não .Se sim, quais assuntos?

### TL1. TEXTO 2. Luz, Cores e Visão

- Realizar o estudo do texto 2 e responder às questões abaixo. As respostas deverão ser enviadas para o professor com antecedência de até dois dias para o próximo encontro.
- Luz e Cores.

Para a leitura do Texto 2, acesse o endereço eletrônico a seguir, ou utilize um leitor de QR Code.  
<http://www.fisica-interessante.com/fisica-ondas-cores.html>



1. O texto afirma que, segundo a Teoria das Cores, 'cor não é o mesmo que frequência vibratória da luz'. Por que?
2. Quais os fatores que influenciam na cor de um objeto?
3. O texto afirma que "Luzes coloridas são sutilmente utilizadas no comércio para distorcer nossa percepção de forma a 'melhorar' a aparência de alimentos e roupas. Explique o que você entende dessa explicação.
4. Ao final do texto é proposto um desafio: "**De que cor se vê um objeto amarelo se o colocarmos num quarto completamente escuro só com luz monocromática azul**"? Por que?
5. O texto lido é confuso ou de difícil entendimento? ( ) Sim ( ) Não.
6. Em caso de sim, aponte as dificuldades encontradas.
7. Você gostaria que algum assunto no texto ou nessa tarefa, fosse revisto em sala de aula?
8. ( ) Sim ( ) Não
9. Se sim, quais assuntos?

O envio das respostas deverá ser feito com até 2 dias de antecedência do próximo encontro, para que sejam analisadas e a aula ser preparada sob medida para as dificuldades encontradas!

Para o envio das respostas, compartilhe uma pasta via Dropbox com a professora, e coloque lá, suas respostas. Podem ser digitadas ou manuscritas e escaneadas, como preferir. Atente-se também para a autenticidade das informações. O mais relevante é construir o processo de aprendizado!



Divirta-se e conheça mais sobre o conteúdo no episódio **Escondidos na Luz!**  
 Surpreenda-se com um capítulo de **Cosmos: Uma Odisseia do Espaço-Tempo** numa narrativa interessante, científica e de visual incrível!



Vale a pipoca! ;o)

Duração 42:08



designed by freepik.com

## ENCONTRO 2. AULAS 3, 4 e 5 – Aplicação do IpC e EsM

---

**Conteúdos. A natureza e a composição da Luz. Luz, Cores e Visão.**

Local. **Sala de aula**

Recursos didáticos necessários. **Datashow, computador.**

O professor irá começar este segundo encontro atualizando aos alunos em relação alguma alteração na SD caso tenha ocorrido. A MA proposta para este encontro é o uso do IpC, que começa com uma aula expositiva breve sobre um dos conteúdos previstos, conforme apresentado por VIEIRA (2013). Serão realizadas as sequências da metodologia, uma para cada um dos conteúdos, a saber, A natureza e a composição da Luz. Luz, Cores e Visão.

Utilizando um software de apresentação será feita uma aula expositiva de 15 a 20 minutos pelo professor. Recomenda-se o uso do Prezi©. Uma aula com o conteúdo deste encontro está disponível em <<https://goo.gl/0FnwTb>>.

Seguindo, com base na aplicação da metodologia de IpC, são aplicados os TC.

Os alunos irão votar com o uso de cartões resposta (Plickers©). O professor através de um smartphone ou computador, recebe em tempo real, as respostas. Com base nos índices de acertos, o professor irá informar aos alunos os percentuais atingidos. Caso abaixo de 30%, o professor irá apresentar uma aula expositiva sobre o tema, e proceder novos testes. Se estiverem entre 30 e 70%, os alunos irão discutir em pares, em instantes depois, o teste é novamente respondido. Com base nos percentuais de acertos, faz-se ou não, uma nova explanação e dúvidas. E novamente os alunos respondem aos testes.

Se estiverem acima de 70% o professor pode optar por apresentar mais testes de aprofundamento, ou seguir a um próximo conteúdo. A quantidade de testes a ser feita dependerá da assimilação do conteúdo, baseada nas respostas aos testes.

Ao final desta seção seguem sugestões de TC para este encontro.

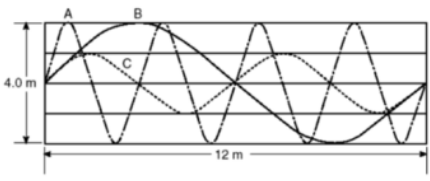
O professor finaliza reforçando a importância do estudo prévio para a aprendizagem dos estudantes e que o material da aula seguinte será disponibilizado nos moldes da dinâmica anterior a esse encontro. O encontro seguinte abordará o estudo **Espectroscopia e as fontes de luz artificial. Índice de Reprodução de Cores.**

## TC1. Os elementos de uma onda

**plickers** Library Reports Classes Live View Cards Help P. Souza

1. Natureza e composição da luz / 1. Os elementos de uma onda

(Adaptado da FATEC-SP) A figura abaixo representa três ondas que se propagam em cordas idênticas, A, B e C e estão imersas no ar e percorrem 12 metros em 2 segundos. Em relação à frequência dessas três ondas é correto afirmar que:



A A frequência da onda C mede 2 Hz, enquanto que a da onda B mede 0,5 Hz.  
 B As três ondas têm a mesma frequência, pois todas têm a mesma velocidade de propagação.  
 C A onda B é a que tem maior frequência pois seu período de oscilação é de 2 segundos.  
 D A onda A tem a maior frequência dentre as três ondas, que mede 2 Hz.

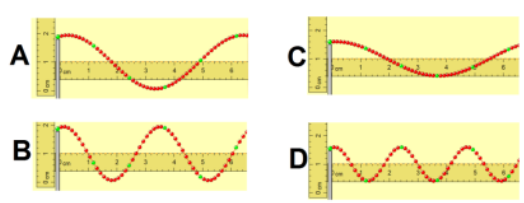
Collapse

Elétricos! ;o)  
 Demo Class

+ Add to Queue...

Elétricos! ;o)  
 Engenheiros Inovadores

(Madge) As figuras a seguir representam quatro ondas se propagando em cordas idênticas. Em qual delas o comprimento de onda é maior?



A A  
 B B  
 C C  
 D D

Collapse

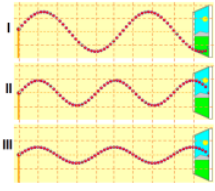
Elétricos! ;o)  
 Engenheiros Inovadores

+ Add to Queue...

## TC2. Sobre a frequência

1. Natureza e composição da luz / 2. Sobre a frequência

(Madge) A figura a seguir representa um instante em que ondas se propagam em três cordas idênticas. É correto afirmar que:

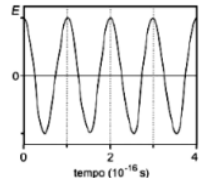


A I possui maior frequência que II.  
 B As frequências de I e III são iguais.  
 C II tem menor frequência que III.  
 D I tem menor frequência que III.

Elétricos! :o)  
 Elétricos! :o)  
 Engenheiros Inovadores

+ Add to Queue...

Em um ponto fixo do espaço, o campo elétrico de uma radiação eletromagnética tem sempre a mesma direção e oscila no tempo, como mostra o gráfico abaixo, que representa sua projeção E nessa direção fixa; E é positivo ou negativo conforme o sentido do campo. Consultando a tabela a seguir, que fornece os valores típicos de frequência f para diferentes regiões do espectro eletromagnético, e analisando o gráfico de E em função do tempo, é possível classificar essa radiação como:

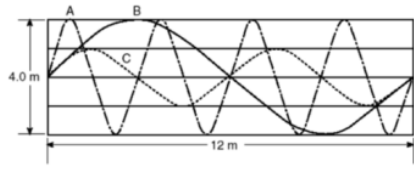


Radiação Eletromagnética	Frequência (Hz)
Rádio AM	$10^6$
Transmissão de TV (VHF)	$10^8$
Microondas	$10^{10}$
Infravermelha	$10^{12}$
Luz visível	$10^{14}$
Ultravioleta	$10^{16}$
Raios X	$10^{18}$
Raios Gamma	$10^{20}$

A Infravermelha  
 B Visível  
 C Ultravioleta  
 D Raios X

Infravermelha  
 Visível  
 Ultravioleta  
 Raios X

(Adaptado da FATEC-SP) A figura abaixo representa três ondas que se propagam em cordas idênticas, A, B e C e estão imersas no ar. Em relação ao comprimento de onda dessas três ondas é correto afirmar que:



A O comprimento de onda das ondas A e B são iguais e medem 4m.  
 B O comprimento da onda da onda B é o maior dentre as três ondas e mede 6m.  
 C O comprimento de onda da onda A é o menor dentre as três ondas e mede 3m.  
 D O comprimento de onda da onda C é menor que o da onda A e mede 2m.

Elétricos! :o)  
 Elétricos! :o)  
 Elétricos! :o)



+ Add to Queue...



### TC3. Sobre como enxergamos

**plickers** Library Reports Classes Live View Cards Help P. SOUZA

1. Natureza e composição da luz / 3. Sobre como enxergamos



(Adaptado da UFMG) Dois alunos do curso de Engenharia do IFG-Câmpus Jataí estão iluminados por uma única lâmpada. Em qual das alternativas abaixo estão CORRETAMENTE representados os feixes de luz que permitem a Patrick ver Laura?

A)  B) 

C)  D) 

A A  
 B B  
 C C  
 D D

Collapse



● Elétricos! ;o)  
 ● Engenheiros Inovadores  
 ● Engenheiros Inovadores

+ Add to Queue...

(\*Adaptado da PUC-MG) Para que possamos ver um quadro colorido exposto na parede é necessário que:

A Que os raios de luz saiam dos seus olhos e atinjam o quadro.  
 B Que a luz do ambiente seja refletida no quadro, chegue até seus olhos e seja transmitida por impulsos nervosos até o cérebro.  
 C Que o quadro seja iluminado.  
 D Que os olhos emitam raios de luz que, após atingirem o quadro, retornem ao cérebro, trazendo a informação da imagem.

Collapse

● Elétricos! ;o)  
 ● Engenheiros Inovadores

+ Add to Queue...




## TC4. Sobre os elementos de uma onda

**plickers** Library Reports Classes Live View Cards Help P. Souza



1. Natureza e composição da luz / 4. Sobre as cores e a luz

Após uma enquete, foi verificado que o time de futebol preferido dos alunos de Engenharia do IFG-Câmpus Jataí possui uma bandeira que, quando exposta à luz solar aparenta ter listras com as cores vermelho, branco e preto. Se essa bandeira for colocada no laboratório de Física, que emite apenas uma luz vermelha monocromática, os torcedores desse respeitado e querido time perceberão uma bandeira:



A tricolor, mas diferente, pois verão as cores vermelho, preto e branco, respectivamente.  
 B tricolor e igual à vista sob a luz solar.  
 C bicolor, pois verão apenas as cores vermelho e preto  
 D bicolor, pois verão apenas as cores preto e branco.

[Collapse](#)



● Elétricos! ;o)  
● Engenheiros Inovadores

---

Manoel ganhou uma camisa listrada de amarelo e branco (se vista sob a luz solar). Usando a camisa, se ele entrar no laboratório de Física que está iluminado apenas com uma lâmpada que emite luz vermelha monocromática, a camisa irá parecer:

A totalmente preta  
 B amarela e vermelha  
 C verde e vermelha  
 D preta e vermelha


[Collapse](#)

● Elétricos! ;o)  
● Elétricos! ;o)  
● Engenheiros Inovadores  
● Engenheiros Inovadores  
● Engenheiros Inovadores



---

Uma flor, quando exposta à luz do sol, parece ter a cor amarela quando você a observa. Ela parece ser amarela porque:



A absorve a luz amarela e reflete a luz solar.  
 B absorve a luz do sol e reflete a luz amarela.  
 C emite luz verde e vermelha.  
 D reflete luz solar e absorve a luz amarela.

[Collapse](#)

● Elétricos! ;o)  
● Engenheiros Inovadores

## TC5. Sobre os elementos de uma onda


plickers
Library
Reports
Classes
Live View
Cards
Help
P. Souza


1.Natureza e composição da luz / 5. Sobre a visão

**(UFES) A visão em ambientes de pouca luminosidade é feita no homem:**

- A Por todas as células fotorreceptoras.
- B Somente pelos cones, o que dá maior acuidade visual.
- C Pelos bastonetes.
- D Por bastonetes e principalmente pelos cones, pois ambos recebem estímulos luminosos.

Collapse






- Elétricos! ;o)
- Engenheiros Inovadores


+ Add to Queue...

**Os cones e os bastonetes são células fotorreceptoras responsáveis pela detecção da luz visível que incide em nossa retina. Em relação a essas células, é correto afirmar que:**

- A Os cones são responsáveis pela nossa percepção das cores. Um indivíduo normal possui cones sensíveis à luz vermelha, amarela e azul.
- B A distribuição de cones na retina não é uniforme. Na fóvea, região central da retina, existe uma maior concentração de cones azuis.
- C Os bastonetes não são capazes de diferenciar as diferentes frequências da luz, apenas sua intensidade. Daí vem o ditado: " À noite todos os gatos são..."
- D Em um indivíduo daltônico, os bastonetes, responsáveis pela visão em locais com baixa iluminação, são capazes de diferenciar apenas as cores verde e a...

Collapse






- Elétricos! ;o)
- Elétricos! ;o)
- Engenheiros Inovadores
- Engenheiros Inovadores


+ Add to Queue...

**ENEN (2009) Sabe-se que o olho humano não consegue diferenciar componentes de cores e vê apenas a cor resultante, diferentemente do ouvido, que consegue distinguir, por exemplo, dois instrumentos diferentes tocados simultaneamente. Os raios luminosos do espectro visível, que têm comprimento de onda entre 380nm e 780nm, incidem na córnea, passam pelo cristalino e são projetados na retina. Na retina, encontram-se dois tipos de fotorreceptores, os cones e os bastonetes, que convertem a cor e a intensidade da luz recebida em impulsos nervosos. Os cones distinguem as cores primárias: vermelho, verde e azul, e os bastonetes diferenciam apenas níveis de intensidade, sem separar comprimentos de onda. Os impulsos nervosos produzidos são enviados ao cérebro por meio do nervo óptico, para que se dê a percepção da imagem. O indivíduo que, por alguma deficiência, não consegue captar as informações transmitidas pelos cones, perceberá um objeto branco, iluminado apenas por luz vermelha, como:**

- A Um objeto rosa, pois haverá mistura da luz vermelha com o branco do objeto.
- B Um objeto verde, pois o olho não consegue diferenciar componentes de cores.
- C Um objeto cinza, pois os bastonetes captam luminosidade, porém não diferenciam cor.
- D Um objeto vermelho, pois a retina capta a luz refletida pelo objeto, transformando-a em vermelho.

Collapse





- Elétricos! ;o)
- Engenheiros Inovadores

+ Add to Queue...

## Fichas alternativas para a aplicação do IpC

A	B	C	D
A	B	C	D
A	B	C	D
A	B	C	D
A	B	C	D

## PREPARAÇÃO PARA O ENCONTRO 3

---

Para o terceiro encontro está prevista a utilização das metodologias EsM e aulas Experimentais. Serão abordados no E3 a **Espectroscopia e o Índice de Reprodução de Cores**.

O professor irá organizar, disponibilizar e compatibilizar um material didático informativo e uma avaliação prévia a respeito dos temas previstos para o encontro. Ao final desta seção, segue uma sugestão de TL para o E3 que pode ser utilizada, ou servir de orientação.

Os alunos deverão estudar o material disponibilizado e responder às questões prévias, e enviar as repostas ao professor, com até dois dias de antecedência do E3.

Com base nas repostas, o professor irá preparar as aulas com foco no esclarecimento das dúvidas conceituais evidenciadas nas respostas dadas nos testes prévios.

O material será compartilhado via plataforma de comunicação.

A atividade inclui uma simulação computacional no site do Phet Colorado<sup>3</sup> ([https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)).

[https://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum\\_pt.html](https://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum_pt.html)

Para as aulas experimentais segue anexo as instruções de projeto e execução de uma bancada didática para ser utilizada no E4.

---

<sup>3</sup> Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)

## TL. TAREFAS DE LEITURA PARA O ENCONTRO 3

**TL2 TEXTO 1.** ADAPTADO DE AZEVEDO (2008). Realizar o estudo do texto 1 e responder às questões abaixo. As respostas deverão ser enviadas para a professora com antecedência de até dois dias para o próximo encontro.

---

AZEVEDO, MARIA CRISTINA PATERNOSTRO STELLA DE. SITUAÇÕES DE ENSINO-APRENDIZAGEM: ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE FÍSICA A PARTIR DA TEORIA DAS SITUAÇÕES DE BROUSSEAU. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. FALCULDADE DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP).

Já vimos que a luz é na verdade uma onda eletromagnética, e sabemos também que esse tipo de onda possui várias frequências ( $\nu$ ) e comprimentos de onda ( $\lambda$ ) a ela associados. Dizemos, então, que o espectro de luz visível corresponde a um pequeno trecho do espectro eletromagnético, aquele com frequência ( $\nu$ ) compreendida entre aproximadamente entre  $3,8 \times 10^{14} \text{ Hz}$  e  $8,3 \times 10^{14} \text{ Hz}$ . Isso significa que há espectros com frequência ( $\nu$ ) fora deste intervalo, que nós não somos capazes de enxergar, como os Raios X e o Ultravioleta, ou o Infravermelho (dos quais você já deve ter ouvido falar em algum filme. Assim, a luz branca é na verdade uma junção dos diferentes espectros monocromáticos (uma única cor) que a compõem. Uma vez dispersos, esses espectros se distribuem sempre da seguinte forma, com os comprimentos de onda ( $\lambda$ ) variando de 700nm (vermelho) a 400nm (violeta):

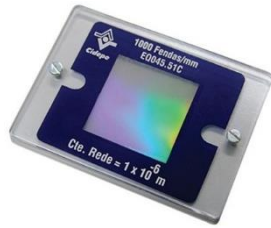
Cores	Comprimento de onda ( $\lambda$ ) [nm]	Frequência ( $\nu$ ) [ $10^{14} \text{ Hz}$ ]
Vermelho	750 a 625	4,0 a 4,8
Alaranjado	625 a 600	4,8 a 5,0
Amarelo	600 a 566	5,0 a 5,3
Verde	566 a 526	5,3 a 5,7
Azul	526 a 500	5,7 a 6,0
Anil	500 a 448	6,0 a 6,7
Violeta	448 a 400	6,7 a 7,5

Para medir seus comprimentos de onda ( $\lambda$ ), utilizamos o nanômetro (nm), ou seja,  $1 \times 10^{-9} \text{ m}$ . Desta forma, só é possível decompor a luz branca nos espectros em que é formada com o uso do espectroscópio

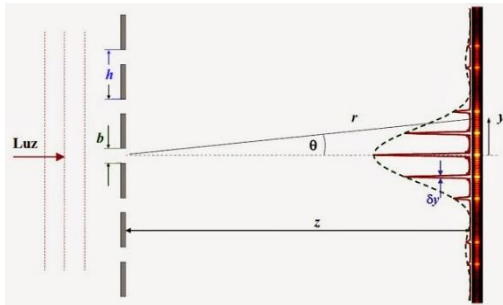
– um aparelho capaz de separar os diferentes espectros de ondas eletromagnéticas emitidos por uma fonte.

Um espectroscópio é um instrumento capaz de dispersar a luz branca emitida por uma fonte, decompondo-a nas várias cores possíveis, o que nos permite determinar os diferentes comprimentos de onda ( $\lambda$ ) que a compõem. Esse tipo de operação é possível porque o espectroscópio é construído a partir de um prisma ou de uma rede de difração.

A difração é quem permite estudarmos os fenômenos associados ao desvio que a luz sofre em sua propagação ao ultrapassar um obstáculo, como uma fenda, que esteja à sua frente. Porém, como os efeitos da difração apenas são notados quando os obstáculos (fendas) possuem dimensões comparáveis ao comprimento de onda que desejamos estudar, para que seja possível verificarmos os efeitos da difração da luz visível nós vamos precisar de fendas bem estreitas, uma vez que o comprimento de onda ( $\lambda$ ) da luz é da ordem de 500nm. É possível resolver este problema com o uso de uma rede de difração: um pedaço de vidro com muitas fendas paralelas e próximas entre si. Desta forma, a luz atravessa o espaço ocupado pelas fendas e à frente delas formam-se umas listras (que chamaremos de franjas) claras e escuras. Estas franjas, na verdade, resultam das interferências construtivas e destrutivas, representando as diferenças de caminho percorrido pelas ondas que atravessaram cada uma das fendas que provocaram essas interferências.



Rede de Difração. Fonte: Cortesia da Imagem. Cidepe.



Rede de Difração. Fonte: sites.ifi.unicamp.br

O fenômeno de **interferência construtiva** faz, é **associar cada frequência ( $\nu$ ) (ou comprimento de onda ( $\lambda$ )) da luz que passa por uma fenda, com a mesma frequência ( $\nu$ ) ou comprimento de onda ( $\lambda$ ) da luz que passa pelas outras fendas**, de forma que o espectro da cor azul que passa por uma fenda interfere construtivamente com o próprio azul que passa por outra fenda, o vermelho com o vermelho e assim por diante, destacando cada cor do espectro de forma separada.

Assim, temos a decomposição da luz branca em várias luzes coloridas, o que nos permite comparar os espectros de luz visível emitidos por tipos de fontes variadas, **como os muitos tipos de lâmpadas**. Por exemplo: se você já foi a uma pista de dança, certamente conhece os efeitos da luz negra, mas já parou para pensar em como ela funciona? Ou na diferença que existe entre a luz emitida por diferentes tipos de lâmpada, como uma lâmpada fluorescente ou de iluminação decorativa? E as lâmpadas de iluminação pública ou as de tecnologia conhecida pela sigla em inglês LED (Light Emitting Diode)?

Para responder a essas e outras perguntas, realizaremos um experimento com um espectroscópio!

Vamos voltar um pouco no tempo e avaliar a experiência das cores de Sir Isaac Newton, que isolou um raio de luz que passava por entre as frestas de sua janela, fazendo-o incidir sobre um prisma: qualquer meio transparente pode ser considerado um prisma, desde que seja isótropo (isto é, que apresente as mesmas propriedades físicas em todas as direções) e limitado por superfícies não-paralelas (por isso as figuras de primas que você vê em livros e revistas possuem sempre, aproximadamente, o mesmo formato). Um prisma também dispersa a luz, decompondo-a em suas respectivas cores de espectro eletromagnético de acordo com a frequência ( $\nu$ ) ou comprimento de onda ( $\lambda$ ) de cada cor (mas é claro que naquele tempo, Newton não fazia a menor ideia de que o motivo era qual?). Porém, aqui o fenômeno responsável pela decomposição da luz não é a difração, mas sim a refração.

Por estarmos lidando com ondas eletromagnéticas, sabemos que todos os espectros de cor componentes da luz branca se propagam no vácuo com a mesma velocidade ( $c$ ) e que ao mudarem de meio de propagação, cada componente passa a ter sua própria velocidade de propagação ( $\nu$ ), diferente uma da outra. Desta forma, ficou muito mais fácil entender o funcionamento de um prisma: **antes de atravessá-lo, todas as cores componentes da luz se propagavam na mesma direção e com a mesma velocidade, formando o mesmo ângulo de incidência com a superfície ao penetrarem no interior do prisma. Durante sua travessia pelo interior do prisma, todos os componentes da luz sofrem os efeitos da refração (devido à mudança no meio de propagação), fazendo com que cada um deles siga por uma direção diferente, graças ao ângulo de refração de cada frequência, o que gera a dispersão da luz.**



Fonte: Dreamstime.com

Vale lembrar que as ondas sofrerão ainda uma segunda refração ao sair do prisma para o ar, o que faz com que as cores se separem ainda mais.

Este é um fenômeno muito comum na natureza: o arco-íris, por exemplo, surge quando gotas d'água são iluminadas pela luz do sol, desde que essa luz incida por trás do observador (é necessário estar de costas para o sol para poder ver o arco-íris). Neste caso, as gotículas d'água em suspensão na atmosfera é que desempenharão o papel de prisma, decompondo a luz branca do sol nos espectros de cor que formam o arco-íris.

Agora pense um pouco: você é capaz de responder por que o arco-íris apresenta suas cores sempre dispostas na mesma ordem? É porque ao atravessar um prisma, o espectro de cor que sofre o menor desvio de seu caminho é o vermelho, que possui a menor frequência ( $\nu$ ). Enquanto o maior desvio, portanto, é sofrido pelo violeta, possuidor da maior frequência ( $\nu$ ).

Portanto, assim como uma rede de difração, um prisma também pode ser utilizado como elemento dispersor em um espectroscópio. É mais apropriado, porém, utilizarmos a rede de difração, devido à baixa resolução apresentada pelo prisma.

Independentemente de qual seja o elemento dispersor utilizado em um espectroscópio, é necessário projetar um raio de luz para podermos visualizar a decomposição da luz. No caso do nosso experimento, isso será feito através de um pequeno corte, estreito, que chamaremos fenda. Quando a luz de uma lâmpada passar por esta fenda estreita, você verá a formação de diferentes imagens da fenda, cada uma correspondendo a uma cor. Na verdade, essas imagens coloridas irão se superpor parcialmente, formando uma única faixa colorida

que chamamos de **espectro contínuo**. Em um espectro contínuo, a passagem de uma cor para a outra não se faz bruscamente, mas de forma gradual, dando origem às tonalidades conhecidas como “sete cores do arco-íris”. Isso ocorre quando a luz que incide no espectroscópio é formada por todas as cores do espectro visível, iremos observar a formação de imagens de acordo com o número de cores que compõem essa luz, somente será observada a quantidade de cores presente na luz. Assim para algumas fontes pode acontecer de você observar cores separadas por regiões escuras formando o chamado **espectro de raias** (ou bandas).



Fonte: <http://demonstracoes.fisica.ufmg.br/demo/205/>

As fontes emissoras de luz que emitem a maior parte de sua radiação em comprimentos de onda ( $\lambda$ ) discretos, são chamadas de fontes de linhas espectrais.

As fontes de linhas espectrais podem ser usadas de várias maneiras, incluindo-se sua utilização como padrões de comprimentos de onda ( $\lambda$ ) para calibração de equipamentos ópticos. Através da análise de linhas espectrais, você facilmente será capaz de entender não apenas o funcionamento da luz negra e dos fogos de artifício, como dissemos lá atrás, mas também compreender as diferenças entre os diversos tipos de lâmpadas existentes, e o porquê de algumas delas “iluminarem mais” que outras.

Há diferentes tecnologias de fabricação e tipos de lâmpadas, como incandescentes ou fluorescentes, por exemplo, mas o que há de diferente nelas? Lâmpadas desempenham um papel importante em nosso cotidiano, são responsáveis por grande parte de nossa segurança e conforto.

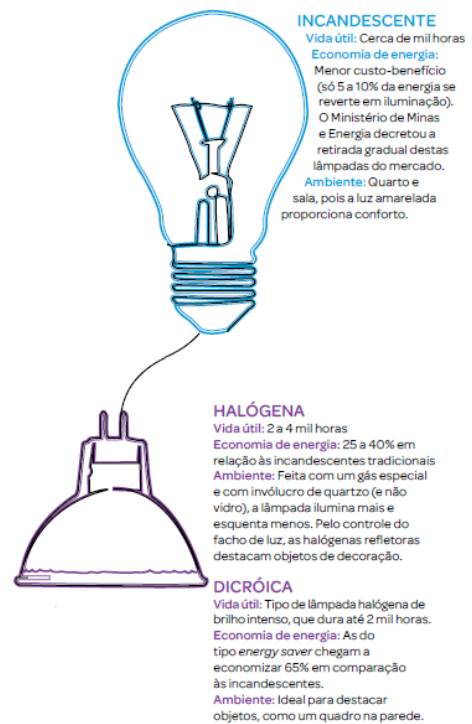
Antigamente eram chamadas de “luz elétrica” para serem diferenciadas da luz a gás, fornecida pelos lampiões (que ainda podem ser encontrados em locais afastados, onde não haja luz elétrica). Existe uma grande

variedade de lâmpadas: são vários os tamanhos, formatos e cores em que podem ser encontradas. De modo simplificado, elas se dividem, basicamente, em dois grandes grupos: **as lâmpadas de descarga elétrica em um gás e as lâmpadas incandescentes**. Ao longo de nosso estudo, o funcionamento e as características serão alvo de maior aprofundamento, no momento, vejamos algumas diferenças básicas.

Lâmpadas incandescentes são aquelas que possuem um filamento metálico em seu interior. Com a passagem de uma corrente elétrica, esse filamento se torna incandescente, emitindo luz. No interior desse tipo de lâmpada há algum gás inerte, ou mesmo vácuo, para evitar a oxidação do filamento; quando o filamento se rompe, deixa de haver a passagem da corrente e dizemos que a lâmpada “queimou”.

Essas lâmpadas utilizam filamentos de Tungstênio, que chegam a atingir 2500 °C com a passagem da corrente elétrica. No entanto, são lâmpadas que desperdiçam uma grande parcela da energia elétrica que recebem com a produção de radiação no espectro infravermelho, o que não auxilia na iluminação por não pertencer ao espectro de luz visível. Porém, o infravermelho interage fortemente com nossa pele, é ele o responsável pela sensação de calor que sentimos ao aproximar a mão de uma lâmpada acesa.

A luz emitida por lâmpadas incandescentes modifica nossa percepção da cor dos objetos, mas seria possível conseguir que emitissem uma iluminação próxima a luz solar, se a temperatura do filamento pudesse ser maior – o que é difícil de se conseguir, já que as ligas condutoras possuem o péssimo hábito de se romperem sob altas temperaturas. Além do que, mesmo que emitam um largo espectro de radiações visíveis, o pico de intensidade de emissão está na região do infravermelho, o que as torna ineficientes, e por isso foram suspensas do mercado brasileiro em 2016 as de potência superior a 25W.



Fonte: Revista Cyrella, Ano 03, 11.

Para suprir essa carência da reprodução da cor, e da limitada vida útil, foram criadas as lâmpadas halógenas – incandescentes nas quais o gás utilizado dentro dos bulbos é da família dos halogênios e prolongam a vida útil e melhoram as condições de cor – oferecendo um brilho especial à luz, sendo utilizadas em projetos de destaque ou decorativo. Apesar das melhorias, são também lâmpadas com filamento, e por tal, apresentam alto consumo de energia elétrica.

A 1ª lâmpada incandescente utilizável foi feita por Thomas Alva Edison em 1879 e as primeiras lâmpadas industriais foram fabricadas em 1881.

O outro grande grupo de lâmpadas existentes são as lâmpadas de descarga elétrica são aquelas constituídas por um tubo contendo gases ou vapores, capazes de estabelecer um arco elétrico com a passagem de corrente. Os gases mais utilizados são o Argônio, o Neônio, o Xenônio, o Hélio ou o Criptônio e os vapores como Sódio, Mercúrio e outros. Esses gases ou vapores podem estar à baixa, média ou alta pressão. As de vapor de Mercúrio, Sódio, Xenônio são alguns exemplos de lâmpadas de alta pressão.

Um tipo bem conhecido de lâmpada de descarga elétrica a baixa pressão é a lâmpada



fluorescente – podendo ser tubular ou compacta – um tipo de lâmpada em que a luz é produzida por cristais de fósforo (um pó fluorescente) que recobrem a superfície interna do tubo.

Quando a corrente elétrica passa pelo gás ele emite ondas na faixa do ultravioleta, que são absorvidas pelo pó, que as reemite numa distribuição de radiações visíveis.



Fonte: Revista Cyrella, Ano 03, 11.

Nas lâmpadas tubulares de comprimento variável, com um eletrodo de tungstênio em cada extremidade, contendo em seu interior o vapor de Mercúrio ou Argônio a baixa pressão.



Fonte: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>

São lâmpadas que emitem pouca radiação fora da faixa visível, e que por isso apresentam alto rendimento e baixo consumo de energia elétrica. Abaixo, veja o gráfico do espectro das lâmpadas fluorescentes: Já as lâmpadas de Vapor de Mercúrio e as lâmpadas de Vapor de Sódio contêm um tubo de descarga feito de quartzo para suportar elevadas temperaturas. O gás está à baixa pressão. A emissão de radiação ocorre porque, ao ligarmos a lâmpada, o gás é submetido a uma tensão fazendo com que os íons acelerem e se choquem, emitindo radiação.



Fonte: Revista Cyrella, Ano 03, 11.

Uma outra tecnologia de iluminação vem conquistando espaço no mercado produtivo e de consumo. São as lâmpadas a LED. Nesta tecnologia, um diodo emissor de luz é adequadamente polarizado com uma corrente elétrica para produzir luz. Entre as principais atratividades do LED estão a prolongada vida útil e o baixo consumo energético, aliado à versatilidade do formato da lâmpada que pode ser feita para a substituição das tecnologias anteriores. Desta forma temos lâmpadas a LED no formato de incandescentes, halógenas, fluorescentes, entre outras. Como desvantagem pode-se elencar o alto custo dos produtos e a qualidade da luz, em termos de reprodução de cores, por exemplo.

Light Emitter Diode), mesma tecnologia utilizada nos chips dos computadores, que tem a propriedade de transformar energia elétrica em luz. Tal transformação é diferente da encontrada nas lâmpadas convencionais que utilizam filamentos metálicos, radiação ultravioleta e descarga de gases, dentre outras. Nos LEDs, a transformação de energia elétrica em luz é feita na matéria, sendo, por isso, chamada de Estado sólido (Solid State). [IAR UNICAMP]

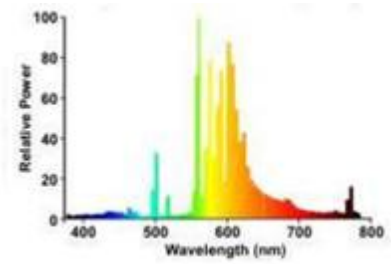
Fonte: Laboratório de Iluminação. Unicamp.  
<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/dicasemail/led/dica36.htm>



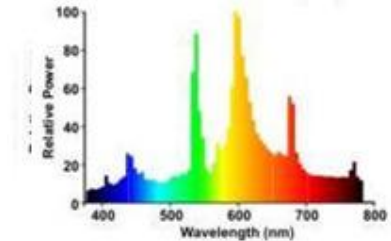
Fonte: Osram – Led Golden Dragon Plus

Há ainda tecnologias de iluminação de uso restrito como lâmpadas de indução ou a cátodo frio (por exemplo, luz neon).

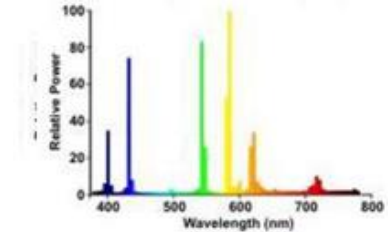
Cada gás emite radiação em frequências diferentes, como pode ser exemplificada nas figuras a seguir dos espectros:



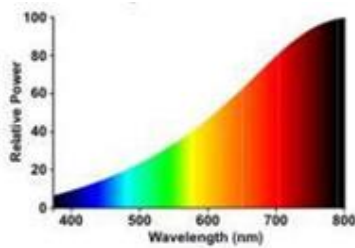
Descarga a Multivapores Metálicos



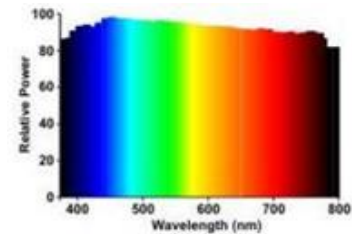
Descarga a Vapor de Mercúrio e pó fluorescente



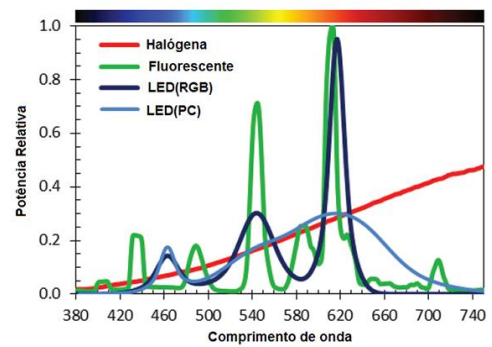
Lâmpada Incandescente



Especial Luz do Dia (D65) ((Fotografias))



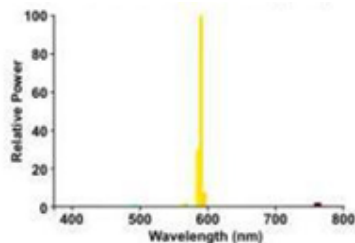
Comparativo entre alguns espectros



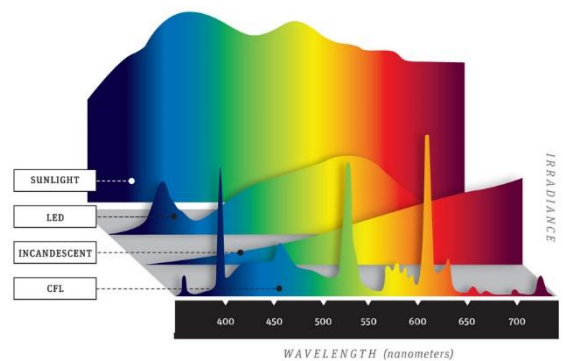
Fonte:

<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/electronica/52-artigos-diversos/8024-lampadas-de-leds-iluminacao-diferente-art1435>

Descarga a Vapor de Sódio a Baixa Pressão



Descarga a Vapor de Sódio a Alta Pressão



Fonte: Popular Mechanics

<http://www.popularmechanics.com/technology/gadgets/test>

Questões sobre a TL

---

1. O que é a espectroscopia?
2. O que é o espectro de absorção? E o de emissão?
3. Qual a importância da espectroscopia no estudo de iluminação?
4. Quanto aos tipos de lâmpadas citados no texto, há algum que você desconhece?
5. Quanto aos tipos de lâmpadas citados no texto, e sobre os quais você conhece, comente sobre que tipo de conhecimento possui (conhecimento teórico, conhecimento prático, já teve contato? Já comprou? Possui em sua casa ou ambiente de trabalho?
6. O texto lido é confuso ou de difícil entendimento? ( )Sim ( )Não.
7. Em caso de sim, aponte as dificuldades encontradas.
8. Você gostaria que algum assunto no texto ou nessa tarefa, fosse revisto em sala de aula? ( )Sim ( )Não
9. Se sim, quais assuntos?



Responda as questões via Google Forms e aproveite a formatação rápida e prática! Para responder acesse o endereço eletrônico a seguir, ou utilize um leitor de QR Code.

<https://goo.gl/XDgrl3>



### ENCONTRO 3. AULAS 7, 8 e 9 – EsM e Aulas Experimentais

---

#### **Conteúdo. Espectroscopia e as fontes de luz artificial. Índice de Reprodução de Cores**

**Local.** Laboratório de Física ou Sala de aula

**Recursos didáticos necessários.** Datashow, computador, bancada didática, lâmpadas diversas, redes de difração, canetinhas coloridas e lápis de cor.

As aulas deste encontro acontecerão, preferencialmente, no laboratório de Física, ou ainda, em uma sala com mesas em que possam ser realizadas as experimentações sobre Espectroscopia. Para este encontro foi utilizada uma banca didática. Um projeto para a execução da bancada, segue ao final deste encontro, bem como, roteiros experimentais para serem utilizados.

O professor deve levar diferentes tipos de lâmpadas comerciais, escolhidas de modo a destacar os espectros distintos e a privilegiar lâmpadas que são utilizadas em escala comercial, que façam parte do cotidiano de projetos luminotécnicos. Serão utilizadas também, canetinhas e lápis de cor para os registros dos alunos.

Iniciar com uma aula expositiva, apresentando uma visão geral sobre os tipos de lâmpadas, separados em relação ao princípio de funcionamento em três grandes grupos: de descarga, incandescentes e halógenas e estado sólido (LED). O professor irá levar vários tipos de lâmpadas representando cada uma das classificações, e deve propor aos alunos que as manipulem durante a explicação, para associarem melhor as informações que estão sendo ditas.

O professor irá retomar com alunos, na exposição, os espectros de lâmpadas mostrados na TL2. Sugere-se mostrar também imagens de espectros reais, que podem ser obtidas utilizando a combinação da rede de difração e da câmera do smartphone nos testes com a bancada.

Após a aula expositiva, o professor deve iniciar a aplicação dos dois roteiros de observação.

Afinal, os alunos deverão responder às questões do roteiro.

ADAPTADO DE AZEVEDO (2008)<sup>4</sup> – AULA EXPERIMENTAL PARA MEDIÇÃO E OBSERVAÇÃO DO ESPECTRO DE FREQUÊNCIAS DE ALGUMAS FONTES DE LUZ

NOME DO ALUNO

---

**TÓPICOS E OBJETIVOS**

Observar a decomposição da luz emitida por diferentes fontes por meio de uma rede de difração.  
Compreender os princípios da espectroscopia da luz visível.  
Observar, analisar e compreender os diferentes padrões de radiação emitidos pelas distintas tecnologias de iluminação, e sua relação com a reprodução de cores.

---

**MATERIAL**

- Bancada didática com soquete E27 para as lâmpadas
  - Alguns tipos de lâmpadas: Incandescentes, Fluorescentes Compactas Integradas e Fluorescente Tubular, Vapor de Mercúrio, Mista, Luz negra, LED, Vapor de Sódio a Alta Pressão (VSAP)
  - Base com soquete e reator específico para a lâmpada de Vapor de Mercúrio e reator específico para lâmpada de Vapor de Sódio a Alta Pressão
  - Redes de Difração
  - Lápis de cor e folha de papel para registros manuais
  - Câmera fotográfica/ Celular com Câmera (opcional)
- 

**PREPARAÇÃO**

**Inicialmente o professor deve mostrar aos alunos exemplos na forma de fotos/ imagens de espectros da luz emitida por alguns tipos de fontes luminosas.**  
**A partir destes, orientar aos alunos para que prestem atenção ao o que deve ser notado ao longo das observações a seguir, como quantidade de cores e suas variações, larguras de faixas, intervalos entre as faixas, entre outros.**  
**Pelas observações, o aluno deverá ser capaz de responder a perguntas como: A largura das faixas é uniforme? Há cores com faixas mais largas? Há intervalos entre cores?**

---

---

<sup>4</sup> AZEVEDO, MARIA CRISTINA PATERNOSTRO STELLA DE. SITUAÇÕES DE ENSINO-APRENDIZAGEM: ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE FÍSICA A PARTIR DA TEORIA DAS SITUAÇÕES DE BROUSSEAU. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. 2008. FALCULDADE DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP).

## PROCEDIMENTOS

A cada vez, acenda apenas uma fonte de luz artificial da tabela abaixo e observe com o uso da rede de difração a luz emitida. Direcione a rede de difração para a fonte, não sendo necessário olhar diretamente, ou de uma distância muito pequena. Ajuste até encontrar uma posição de observação em que você visualize “cores”. A esta sequência e composição de luzes em cores distintas chamamos espectro. É normal que você veja dois espectros – idênticos e invertidos – projetados em lados opostos da fenda.

É importante certificar-se de que as cores visualizadas são referentes à fonte observada. Isso, para os casos em que o experimento estiver sendo realizado com a presença de alguma outra luz (luz solar, iluminação artificial do ambiente, são algumas possibilidades), além da fonte que está em observação.

## REGISTROS

A etapa de REGISTROS requer espírito científico, observação atenta. A cada observação, a tabela a seguir deve ser preenchida. Use lápis de cor para esboçar a imagem do espectro visto (não se preocupe se estiver torta).

Fontes de Luz Observadas	Espectro		Representação da Imagem observada	Cores que se destacam
	Contínuo	Discreto		
Lâmpada Incandescente				
Lâmpada Fluorescente Compacta Integrada				
Lâmpada LED tipo bulbo				
Lâmpada Fluorescente Tubular				
Lâmpada de Vapor de Mercúrio				
Lâmpada de Vapor de Sódio a Alta Pressão (durante os primeiros 2 minutos após ligada)				
Lâmpada de Vapor de Sódio a Alta Pressão (durante os primeiros 6 minutos após ligada)				
Luminária de LED RGB com difusor COR 1				
Luminária de LED RGB com difusor COR 2				

### ENCONTRO 3. ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO 2 – AULA EXPERIMENTAL. OBSERVAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE REPRODUÇÃO DE CORES A PARTIR DE DIFERENTES FONTES ARTIFICIAIS DE LUZ

---

#### NOME DO ALUNO

---

#### TÓPICOS E OBJETIVOS

Observar e analisar a reprodução de cores a partir de diferentes fontes de iluminação artificial usadas em ambientes comerciais e residenciais.

Analisar e compreender os princípios da reprodução de cores associados aos estudos em Espectrometria.

---

#### MATERIAL

- Bancada didática com soquete E27 para as lâmpadas
  - Alguns tipos de lâmpadas: Incandescentes, Fluorescentes Compactas Integradas e LED.
  - Papel cartão, gramatura 140g/m<sup>2</sup> em diferentes cores. Por exemplo azul e vermelho.
  - Câmera fotográfica/ Celular com Câmera (opcional)
- 

#### PREPARAÇÃO

Inicialmente o professor deve explicar aos alunos como serão feitas as medições. A partir destas explicações, o professor deverá chamar a atenção para o que deve ser notado ao longo das observações a seguir, como por exemplo, as variações das cores das superfícies iluminadas, em resposta às fontes de iluminação artificial. Neste experimento, utilizaremos lâmpadas fluorescentes compactas, LED e incandescentes de potência e fluxo luminoso equivalentes.

Para tal, os alunos deverão se posicionar após a parte posterior da bancada, ficando de frente para as superfícies que serão iluminadas, e sem contato visual direto com as fontes de iluminação. Isso acontecerá para que o ofuscamento causado ao ligar as lâmpadas, não interfira na adaptação visual de cada aluno, alterando as percepções de cor do experimento.

---

---

## PROCEDIMENTOS

A cada vez, acenda apenas uma fonte de luz artificial e observe a superfície de papel cartão iluminada. Neste experimento, utilizaremos lâmpadas fluorescentes compactas, LED e incandescentes de potência e fluxo luminoso equivalentes. Serão utilizadas duas cores de papel cartão, Azul e Vermelho. Desta forma, para cada uma das fontes, serão iluminados o papel Azul e o papel Vermelho. Apague a luz para a troca do papel, e aguarde cerca de 10 segundos para religar e observar a segunda cor, para que os olhos 'descansem'. Registre as percepções de cor observadas e responda às perguntas abaixo.

Troque a fonte para a próxima lâmpada. Para a próxima fonte, espere cerca de dois a três minutos para as novas observações.

É importante certificar-se de que as cores visualizadas são referentes à fonte observada. Isso, para os casos em que o experimento estiver sendo realizado com a presença de alguma outra luz (luz solar, iluminação artificial do ambiente, são algumas possibilidades), além da fonte que está em observação.

---

## REGISTROS

A etapa de REGISTROS requer espírito científico, observação atenta. Após cada observação, as questões devem ser respondidas, de acordo com a lâmpada observada. Se precisar de mais tempo para as respostas, solicite ao professor antes de iniciar outra demonstração.

---



### Lâmpada LED tipo bulbo

De acordo com a cor percebida da superfície iluminada, como você classificaria a reprodução de cores dessa fonte?

Excelente. 😊

Boa. 😊

Regular. 😐

Ruim. 😞



### Lâmpada FLUORESCENTE COMPACTA INTEGRADA (FCI)

De acordo com a cor percebida da superfície iluminada, como você classificaria a reprodução de cores dessa fonte?

Excelente. 😊

Boa. 😊

Regular. 😐

Ruim. 😞

Em comparação com a fonte anterior (LED tipo bulbo), como você classificaria a reprodução de cores desta fonte?

Melhor. 😊

Equivalente. 😊

Pior. 😐





### Lâmpada INCANDESCENTE

De acordo com a cor percebida da superfície iluminada, como você classificaria a reprodução de cores dessa fonte?

Excelente. 😊

Boa. 😊

Regular. 😐

Ruim. 😞

Em comparação com a fonte anterior (FLUORESCENTE COMPACTA INTEGRADA (FCI), como você classificaria a reprodução de cores desta fonte?

Melhor. 😊

Equivalente. 😐

Pior. 😞

Com base nos estudos, seus conhecimentos e observações sobre o a composição da luz e a espectrometria, como você explicaria a diferença entre os índices de reprodução de cada fonte artificial utilizada?

---

---

---

---

---

---

---

Se você precisasse escolher um destes tipos de lâmpada para iluminar um expositor de frutas em uma área de hortifrúti de um supermercado, qual das três tecnologias de iluminação testadas é a mais adequada? Justifique sua escolha.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## PREPARAÇÃO PARA O ENCONTRO 4

---

Para o quarto encontro está prevista a utilização das metodologias EsM e IpC. Serão abordados no E4 a **Radiação do Corpo Negro e Temperatura de Cor Correlata**.

O professor irá organizar, disponibilizar e compatibilizar um material didático informativo e uma avaliação prévia a respeito dos temas previstos para o encontro. Ao final desta seção, segue uma sugestão de TL para o E4 que pode ser utilizada, ou servir de orientação.

Os alunos deverão estudar o material disponibilizado e responder às questões prévias, e enviar as repostas ao professor, com até dois dias de antecedência do E4.

Com base nas repostas, o professor irá preparar as aulas com foco no esclarecimento das dúvidas conceituais evidenciadas nas respostas dadas nos testes prévios.

O material será compartilhado via plataforma de comunicação.

A atividade inclui uma simulação computacional no site do Phet Colorado<sup>5</sup> ([https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)).

[https://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum\\_pt.html](https://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum_pt.html)

---

<sup>5</sup> Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)

## TL. TAREFAS DE LEITURA PARA O ENCONTRO 4

**TL3 TEXTO 1.** Adaptado de – Os Fundamentos da Física – Temas Especiais - A Radiação do Corpo Negro, EDITORA MODERNA e do Trecho do Khan Academy sobre Ondas Eletromagnéticas. Realizar o estudo do texto 1 e responder às questões abaixo. As respostas deverão ser enviadas para a professora com antecedência de até dois dias para o próximo encontro.

### A RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO

Um corpo em qualquer temperatura emite radiações eletromagnéticas. Por estarem relacionadas com a temperatura em que o corpo se encontra, frequentemente são chamadas **radiações térmicas**. Por exemplo, “percebemos” a emissão de um ferro aquecido, mas não enxergamos as ondas por ele emitidas. É que em baixas temperaturas a maior taxa de emissão está na faixa do infravermelho.



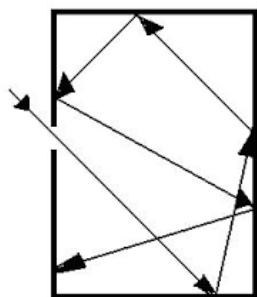
Fonte: [1] Casodecasa.com [2] Pinterest.com

Aumentando-se gradativamente a temperatura de um corpo, ele começa a emitir luz visível, de início a luz vermelha, passando a seguir para a amarela, a verde, a azul e, em altas temperaturas, a luz branca, chegando à região do ultravioleta do espectro eletromagnético.



Fonte: [3] Explorecuriosity.org [4] G1.globo.com [5]

Para o estudo das radiações emitidas foi idealizado um corpo, denominado corpo negro. O **modelo prático** mais simples de um corpo negro é o de uma pequena abertura num objeto oco (figura 6): qualquer radiação que entra vai sendo refletida e absorvida nas paredes e acaba por ser completamente absorvida. Se o objeto oco for aquecido por uma fonte de calor no seu interior, há emissão de radiação pelo orifício.



Importante!

Nesse modelo, é a abertura que constitui o corpo negro.

Fonte: [6] Velhaquantica.blogspot.com

O corpo negro absorve toda radiação que nele incide, isto é, sua absorvidade é igual a 1 ( $a = 1$ ) e sua refletividade é nula ( $r = 0$ ), decorrendo deste último fato seu nome (negro). **O corpo negro não tem cor à reflexão, mas pode ter cor à emissão.**

Todo absorvente é bom emissor. Logo, o corpo negro, além de absorvedor ideal, é também um emissor ideal. Sua emissividade é igual a 1 ( $e = 1$ ). Um corpo negro, independentemente do material com que é confeccionado, emite radiações térmicas com a mesma intensidade, a uma dada temperatura e para cada comprimento de onda. Daí decorre o uso do corpo negro para o estudo das radiações emitidas. Através do orifício tem-se a emissão de radiação por aquecimento.

Na figura 7 apresentamos dados experimentais relacionando a intensidade da radiação emitida por um corpo negro em função do comprimento de onda, a uma dada temperatura.

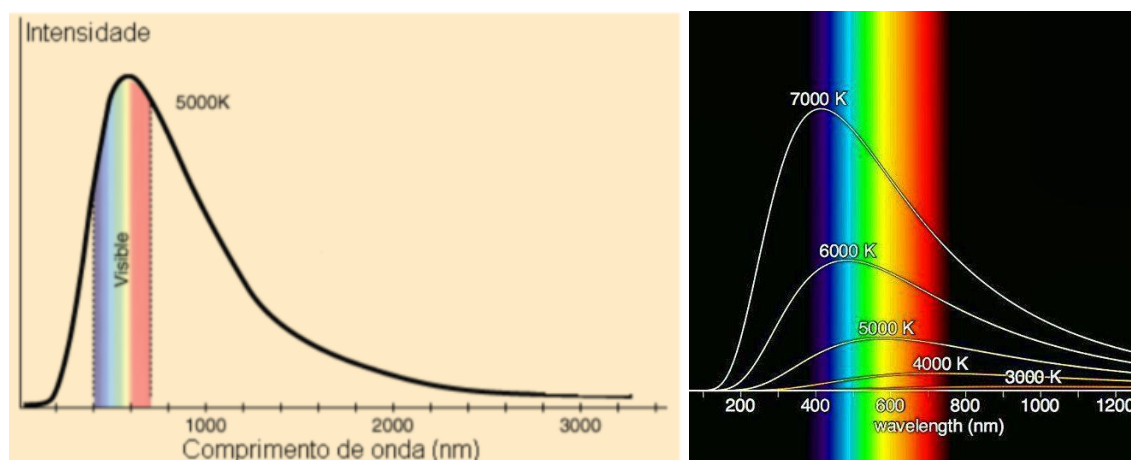


Figura 7. Gráficos da intensidade da radiação em função do comprimento de onda [7.1] Editora Moderna [7.2] Pinterest.com

Observe nos gráficos acima que, para dado comprimento de onda, a intensidade da radiação adquire valor máximo. Repetindo-se a mesma experiência para temperaturas diferentes, obtêm-se os resultados mostrados na figura 7.2.

Desses resultados concluímos que:

- **Aumentando-se a temperatura, para um dado comprimento de onda, a intensidade da radiação aumenta.**

A lei de **Stefan-Boltzmann**, aplicada ao corpo negro fornece a intensidade total  $I$  da radiação emitida:

$$I = \sigma \cdot T^4,$$

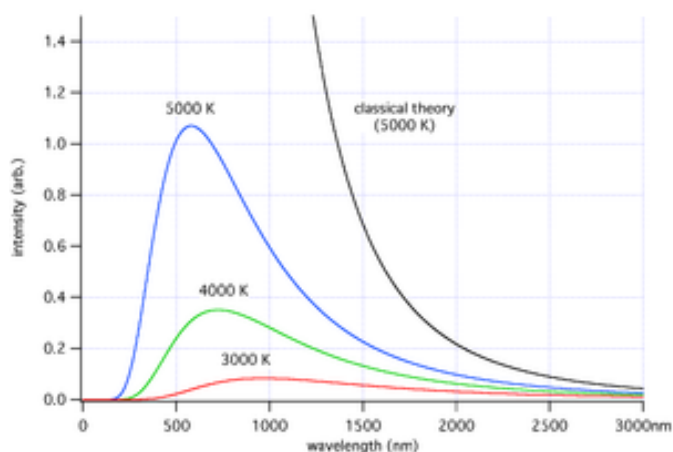
onde  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$  é a constante de **Stefan-Boltzmann**.

- **Aumentando-se a temperatura, o pico da distribuição se desloca para comprimentos de onda menores.**

De acordo com a lei de deslocamento de Wien:

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

Ao explicar por meio da teoria clássica os resultados experimentais obtidos, observou-se que, para grandes comprimentos de onda, havia certa concordância com os resultados experimentais. Entretanto, para comprimentos de onda menores havia grande discordância entre a teoria e a experiência (figura 8). Esta discordância é conhecida como “**catástrofe do ultravioleta**”.



Fonte: [8] Pinterest.com

Em dezembro de 1900, o físico alemão Max Planck apresentou à Sociedade Alemã de Física um estudo teórico a respeito da emissão de radiação de um corpo negro, deduzindo a equação que estava plenamente em acordo com os resultados experimentais. Entretanto, “para conseguir uma equação a qualquer custo”, teve que considerar a existência, na superfície do corpo negro, de cargas elétricas oscilantes que emitem energia radiante não de modo contínuo, como sugere a teoria clássica, mas sim em porções descontínuas, “partículas” que transportam, cada qual, uma quantidade de energia  $E$  bem definida. Essas “partículas” foram denominadas “**fótons**”. A energia  $E$  de cada fóton é denominada **quantum** (no plural **quanta**).

E como lemos anteriormente no texto da TL1 – Khan Academy sobre logo após os conceitos básicos das ondas eletromagnéticas ...

## Quantização de energia e a dupla natureza da luz

Nós já descrevemos como a luz viaja no espaço em forma de onda. Isso já é sabido há bastante tempo. Na verdade, o físico holandês Christiaan Huygens descreveu a natureza de onda da luz pela primeira vez já no final do século XVII. Aproximadamente 200 anos após Huygens, alguns físicos declararam que as ondas de luz e a matéria eram muito distintas entre si. De acordo com os físicos clássicos, a matéria seria composta de partículas que tinham massa e cuja posição no espaço poderia ser conhecida. Por outro lado, considerava-se que as ondas de luz tinham massa igual a zero, e que sua posição no espaço não poderia ser determinada.

Como elas eram classificadas em categorias diferentes, os cientistas não tinham um bom entendimento de como a luz e a matéria interagiam. No entanto, tudo isso mudou em 1900, quando o físico Max Planck começou a estudar os corpos negros – corpos que são aquecidos até ficarem incandescentes.



Fonte: Khan Academy. *Lava derretida emitindo radiação de corpo negro.* Imagem de cortesia de U.S. Geological Survey.

Planck descobriu que a radiação eletromagnética emitida por corpos negros não poderia ser explicada pela física clássica, que considerava que a matéria poderia absorver ou emitir qualquer grandeza de radiação eletromagnética. Planck observou que, na verdade, a matéria absorvia ou emitia energia, apenas em múltiplos de números inteiros do valor  $h\nu$ , em que  $h$  é a constante de Planck,  $6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , e  $\nu$  é a frequência da luz absorvida ou emitida. Esta foi uma descoberta chocante, pois desafiou a ideia de que a energia era contínua e que poderia ser transferida em qualquer grandeza. A realidade, descoberta por Planck, é que a energia não é contínua, mas quantizada — o que significa que ela só pode ser transferida em "pacotes" individuais (ou partículas) do tamanho  $h\nu$ . Cada um desses pacotes de energia é chamado de quantum (plural: quanta).

A descoberta de Planck sobre a radiação eletromagnética ser quantizada mudou para sempre a ideia de que a luz se comporta puramente como uma onda. Na verdade, a luz mostrou ter tanto as propriedades de onda como as propriedades de partícula.

**A solução encontrada por Planck, ao resolver a questão do corpo negro, considerando que a energia é quantizada, permitiu explicar outros conceitos físicos a nível microscópico. Por isso, a data de dezembro de 1900 é considerada o marco divisório entre a Física Clássica e a Física Quântica – a teoria física dos fenômenos microscópicos**

## O fóton

As descobertas de Planck abriram caminho para a descoberta do fóton. Um fóton é a partícula elementar, ou quantum, da luz. Como veremos em breve, os fótons podem ser absorvidos ou emitidos por átomos e moléculas. Quando um fóton é absorvido, sua energia é transferida para tal átomo ou molécula. Como a energia é quantizada, toda a energia do fóton é transferida (lembre-se de que não é possível transferir frações de quanta, que são os menores "pacotes individuais de energia" possíveis). O inverso deste processo também é verdadeiro. Quando um átomo ou molécula perde energia, ele(a) emite um fóton que carrega uma energia exatamente igual à perda de energia do átomo ou molécula. Esta mudança de energia é diretamente proporcional à frequência do fóton emitido ou absorvido. Esta relação é dada pela famosa equação de Planck:

$$E = h\nu$$

em que  $E$  é a energia do fóton absorvido ou emitido (dada em Joules, J),  $\nu$  é a frequência do fóton (dada em Hertz, Hz), e  $h$  é a constante de Planck,  $6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ .

### Exemplo: como calcular a energia de um fóton

Um fóton tem uma frequência igual a  $2,0 \times 10^{24} \text{ Hz}$ .

Qual é a energia deste fóton?

Primeiro, podemos aplicar a equação de Planck.

$$E = h\nu$$

Agora, vamos inserir o valor dado para a frequência e também o valor da constante de Planck,  $h$ , e vamos resolver.

$$E = (6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \cancel{\text{s}}) \times (2,0 \times 10^{24} \cancel{\text{ s}^{-1}}) = 1,3 \times 10^{-9} \text{ J}$$

Responda as questões via GoogleForms e aproveite a formatação rápida e prática! Para responder acesse o endereço eletrônico a seguir, ou utilize um leitor de QR Code.

<https://goo.gl/forms/n1wrQYHD6fKVu5um2>



Questões TL3. Texto 1.



**TL3 TEXTO 2.** TRECHO DE BROCKINGTON, (2005). Realizar o estudo do texto 2 e responder às questões abaixo. As respostas deverão ser enviadas para a professora com antecedência de até dois dias para o próximo encontro.

**Um breve relato histórico: das origens da “Velha Mecânica Quântica” (1900-1924) à “Verdadeira Mecânica Quântica” (1925-1927)**

Ao apresentar os resultados de seus trabalhos na Sociedade Alemã de Física, em 14 e dezembro de 1900, **Max Planck** instaurou o germe das transformações que mudariam a Física para sempre (PAIS, 1982). Por meio de uma hipótese que a ele mesmo desgostava, Planck foi capaz de explicar os resultados experimentais do **espectro de emissão da radiação do corpo negro**.

**A principal característica de um corpo negro é a absorção de toda a radiação térmica que incide sobre ele. Esse poder de absorção representa a quantidade de energia incidente absorvida, sendo que uma fração de energia é reemitida em forma de ondas eletromagnéticas. Qualquer corpo aquecido emite radiação que corresponde a uma determinada cor. Esta coloração é resultante da mistura de radiações eletromagnéticas de diferentes frequências, cada uma com sua própria intensidade. Assim, um pedaço de metal aquecido pode emitir uma luz de cor vermelha, na faixa do visível, e radiação infravermelha invisível ao olho humano. A radiação emitida por um corpo negro pode, então, ser examinada por um espectroscópio para se determinar cada intervalo de frequência que constitui essa mistura, de modo que as proporções das intensidades de cada cor podem ser medidas experimentalmente.**

Diversos resultados experimentais estavam disponíveis no final do século XIX, evidenciando como a

A principal característica de um corpo negro é a absorção de toda a radiação térmica que incide sobre ele.

energia radiante é emitida para diferentes frequências. Esses resultados levaram os físicos (G. Kirchhoff, W. Wien, Lord Rayleigh, J. Stefan, L. Boltzmann, entre outros) a buscar uma lei que regesse a emissividade do corpo negro por meio dos pilares teóricos da física até aquele momento: o eletromagnetismo, a termodinâmica e a mecânica estatística. **Contudo, as tentativas teóricas de explicar o comportamento da radiação eram incompatíveis com os resultados experimentais.** Essa discordância entre teoria-experimentação constituiu-se em um grave problema para a física do final do século XIX (JAMMER, 1966). Após inúmeras tentativas frustradas de obter os resultados experimentais conhecidos a partir de manipulações teóricas, **Planck percebeu que a radiação do corpo negro dependia apenas da temperatura de suas paredes, e não de sua natureza.** Sendo assim, lançou mão de uma hipótese *ad hoc*, considerando que as paredes do corpo negro eram constituídas de osciladores, elementos finitos de energia, responsáveis pela emissão da radiação eletromagnética. A partir de conjecturas teóricas e manipulações algébricas ele deduz a equação que iria marcá-lo para sempre como o descobridor da **lei da radiação**:

$$\mathcal{E} = h \nu$$

O que tornava a hipótese fisicamente problemática era o fato de esses osciladores poderem vibrar apenas com determinados valores de energia. De acordo com as teorias da época, esperava-se que a energia dos osciladores pudesse assumir qualquer valor, considerando-a de



forma contínua, de modo que emitissem radiação em qualquer frequência.



Fonte: Imagem com fonte não identificada (Ilegível)

Entretanto, ainda que incompatível com as teorias vigentes, foi por meio da quantização da energia por ele proposta que se obtiveram previsões teóricas em pleno acordo com os experimentos. Como não havia nada parecido naquele momento, mesmo sendo capaz de reproduzir com precisão os resultados experimentais, sua teoria não obteve tanta repercussão, até ser incorporada pelos trabalhos de Albert Einstein (JAMMER, 1974; PAIS, 1982). **Assim, em 1900, Planck soluciona o problema da radiação do corpo negro do ponto de vista teórico preliminar, mas sua solução teórica completa só foi totalmente encontrada em 1926, com a utilização da estatística quântica. Contudo, “os resultados de Planck foram, desde o início, uma fonte de inspiração e perplexidade para Einstein”** (PAIS, 1982, p.440). No artigo publicado em março de 1905, que lhe rendeu o prêmio Nobel, Einstein buscou compreender fisicamente o que Planck havia feito, pois percebia que essa formulação concordava com os dados experimentais, mas não com a teoria. Em seu artigo, ele considera a existência de imperfeições na dedução de Planck e as analisa em detalhes. **Desta maneira, ele busca estudar a radiação do corpo negro por um caminho distinto do utilizado por**

Sendo assim, sem utilizar a equação de Planck, Einstein formula a hipótese do quantum de luz a partir da relação entre a entropia da lei de radiação de Wien e o volume de um gás ideal clássico.

Einstein propôs, com profundas consequências físicas, que a ideia de quantização deveria ser estendida também às ondas eletromagnéticas, afirmando que essa quantização é uma propriedade da radiação eletromagnética livre. Ele, então, estende essa propriedade à interação da luz com a matéria.

**Planck.**

**Sendo assim, sem utilizar a equação de Planck, Einstein formula a hipótese do quantum de luz a partir da relação entre a entropia da lei de radiação de Wien e o volume de um gás ideal clássico.** Segundo Pais, sua dedução baseia-se numa mistura de física teórica clássica e de um pedaço de informação experimental que desafia a descrição em termos clássicos. A genialidade da hipótese do quantum de luz reside na intuição de escolher o pedaço correto da informação experimental e os ingredientes teóricos corretos, absolutamente simples (PAIS, 1982, p.446).

Einstein propôs, com profundas consequências físicas, que a ideia de quantização deveria ser estendida também às ondas eletromagnéticas, afirmando que essa quantização é uma propriedade da radiação eletromagnética livre. **Ele, então, estende essa propriedade à interação da luz com a matéria. Einstein propõe que a energia eletromagnética se concentra em uma pequeníssima região do espaço.** Assim, a energia seria localizada e seu valor era  $\mathcal{E} = h \nu$ , sendo  $h$  a mesma constante que aparecia no diferente contexto do problema do corpo negro. **Deste modo, sendo que “a radiação monocromática se comporta como um meio discreto constituído de quanta de energia”** (EINSTEIN apud PAIS, 1982, p. 447) surgia a conjectura do modelo corpuscular para a luz. **Considerada pelo próprio Einstein como sua única contribuição revolucionária** (PAIS, 1982 p. 445), esta hipótese

**foi, sem dúvida, sua grande audácia.**

Sua proposta foi audaciosa, pois a hipótese do quantum de luz como uma propriedade da radiação eletromagnética livre estava em desacordo com o quadro teórico do eletromagnetismo de Maxwell.

Ainda que verse sobre as propriedades da luz, este trabalho de Einstein é sempre lembrado por sua interpretação do efeito fotoelétrico. **Ao estender a quantização da radiação à interação da luz com a matéria, Einstein previu a realização de experimentos possíveis de medir alguns parâmetros do efeito fotoelétrico.** Caso sua hipótese estivesse correta, seria possível confirmar, por meio dos dados experimentais, as previsões dos resultados por ela fornecidos.

BROCKINGTON, GUILHERME. A Realidade escondida: a dualidade onda-partícula para

estudantes do Ensino Médio. Dissertação de mestrado. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. INSTITUTO DE FÍSICA, INSTITUTO DE QUÍMICA E FACULDADE DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). 2005.

Questões TL3. Texto 2.



Responda as questões via GoogleForms e aproveite a formatação rápida e prática! Para responder acesse o endereço eletrônico a seguir, **ou utilize um leitor de QR Code.**

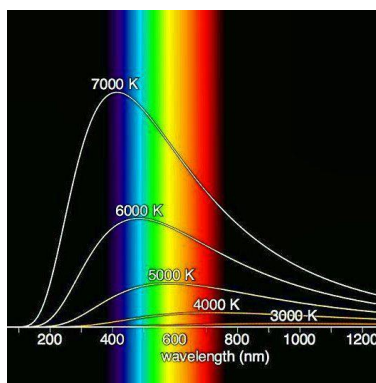
<https://goo.gl/forms/1p0ZaimOpfoELs9c2>



Questões TL3. Texto 1

1. O que diferencia a radiação térmica da radiação de luz visível?
2. Sabe-se que o corpo humano emite radiações térmicas. Há sensores utilizados em sistemas de segurança para a detecção destas radiações. Se você fosse calibrar um sensor para fazer uma leitura deste tipo de radiação, qual faixa de comprimento de onda você utilizaria para detecção de presença humana?
3. O que é um corpo negro?
4. (UFJF) Um pedaço de metal brilha com uma cor avermelhada a 1100K . Entretanto, nessa mesma temperatura, um pedaço de quartzo não brilha. Explique este fato sabendo-se que, ao contrário do metal, o quartzo é transparente à luz visível.

5. Explique o comportamento da luz, conforme as explicações da Física Clássica e da Física Moderna? No entendimento atual da ciência, a luz se comporta como onda ou como corpúsculo (partícula)?
6. De acordo com o gráfico a seguir, sabemos que a intensidade de radiação, está associada a alguns comprimentos de ondas, e é máxima nestes pontos, como pode ser visto para diferentes temperaturas. Ao amanhecer o comprimento de onda a luz solar possui uma grande quantidade de comprimentos de onda em valores próximos à 660nm, enquanto próximo ao meio-dia, é possível medir uma grande quantidade de comprimentos de onda na faixa de 480nm. Sabendo que estes valores se referem ao pico de intensidade medido, estime qual o valor da temperatura em K (Kelvin), associados e quais as cores destacadas por estes pontos?



7. O texto lido é confuso ou de difícil entendimento? ( )Sim ( )Não.
8. Em caso de sim, aponte as dificuldades encontradas.
9. Você gostaria que algum assunto no texto ou nessa tarefa, fosse revisto em sala de aula? ( )Sim ( )Não. Se sim, quais assuntos?

#### Questões TL3. Texto 2

10. Nas primeiras aulas desta Sequência Didática **Uma introdução pelas metodologias ativas aos projetos luminotécnicos à luz da física**, abordamos o desenvolvimento histórico e científico a partir do modelo atômico. No texto 2 (BROCKINGTON, 2005) é possível observar um paralelo com aquele modelo de construção do conhecimento científico. Com base nestes dois textos, como você entende que a ciência avança?
11. Como você entende a quantização da energia, proposta por Einstein, a partir das ideias de Planck?
12. Por que a ideia de Einstein sobre a energia quantizada foi tão contrária às concepções científicas da época?
13. O texto lido é confuso ou de difícil entendimento? ( )Sim ( )Não.
14. Em caso de sim, aponte as dificuldades encontradas.
15. Você gostaria que algum assunto no texto ou nessa tarefa, fosse revisto em sala de aula? ( )Sim ( )Não. 16. Se sim, quais assuntos?

## ENCONTRO 4. AULAS 9, 10 e 11 – Aplicação EsM e IpC

---

**Conteúdo. Radiação do Corpo Negro. Quantização de energia e dualidade da natureza da luz: onda ou partícula? Temperatura de Cor Correlata**

**Local.** Sala de aula

**Recursos didáticos necessários.** Datashow, computador

A MA proposta para este encontro é o uso do IpC, que começa com uma aula expositiva breve sobre um dos conteúdos previstos, conforme apresentado por VIEIRA (2013). Serão realizadas as sequências da metodologia, uma para cada um dos conteúdos, a saber, **Radiação de Corpo Negro. Noções sobre a Quantização de energia Temperatura de Cor Correlata**. Utilizando um software de apresentação será feita uma aula expositiva de 15 a 20 minutos pelo professor. Recomenda-se o uso do Prezi©. Uma sugestão, está disponível em <<https://goo.gl/As10cQ>>.

Seguindo, com base na aplicação da metodologia de IpC, são aplicados os TC.

Os alunos irão votar com o uso de cartões resposta (Plickers©). O professor através de um *smartphone* ou computador, recebe em tempo real, as respostas. Com base nos índices de acertos, o professor irá informar aos alunos os percentuais atingidos. Caso abaixo de 30%, o professor irá apresentar uma aula expositiva sobre o tema, e proceder novos testes. Se estiverem entre 30 e 70%, os alunos irão discutir em pares, em instantes depois, o teste é novamente respondido. Com base nos percentuais de acertos, faz-se ou não, uma nova explanação e dúvidas. E novamente os alunos respondem aos testes.

Se estiverem acima de 70% o professor pode optar por apresentar mais testes de aprofundamento, ou seguir a um próximo conteúdo. A quantidade de testes a ser feita dependerá da assimilação do conteúdo, baseada nas respostas aos testes.

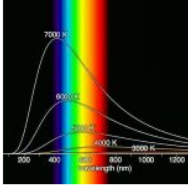
Ao final desta seção seguem sugestões de TC para este encontro.

## TC6. Quantização da energia

plickers
Library
Reports
Classes
Live View
Cards
Help
P. Souza


Sob a luz de novas explicações / 2. Física Moderna / Quantização da energia

**1. A energia de um fóton de luz amarela é:**




A menor que a de um fóton de luz vermelha.  
 B maior que a de um fóton de luz laranja.  
 C igual à de um fóton de luz verde.  
 D maior que a de um fóton de luz violeta.

[Collapse](#)



Engenheiros Inovadores



Elétricos! ;o)

Engenheiros Inovadores

+ Add to Queue...


**2. Considere as afirmações abaixo sobre a luz:**

I) A energia da luz depende da sua intensidade, quanto mais intensa ela for, maior sua energia.  
 II) A energia da luz depende da frequência, assim luzes de frequências diferentes têm energias diferentes.  
 III) A luz se comporta como onda quando se propaga, mas se comporta como partícula quando interage com a matéria.  
 IV) A luz azul tem maior energia que a luz amarela.


São corretas as afirmações:

A I e II.  
 B II e III.  
 C I, II, III.  
 D II, III e IV.

[Collapse](#)



Engenheiros Inovadores



Elétricos! ;o)


Engenheiros Inovadores

+ Add to Queue...


**3. Utilizando um controlador, aumenta a intensidade da luz emitida por uma lâmpada de cor vermelha, sem que esta cor se altere. Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que a intensidade da luz aumenta porque:**

A A frequência da luz emitida pela lâmpada aumenta  
 B O comprimento de onda da luz emitida pela lâmpada aumenta.  
 C A energia de cada fóton emitido pela lâmpada aumenta.  
 D O número de fótons emitidos pela lâmpada, a cada segundo, aumenta.

[Collapse](#)



Elétricos! ;o)




Elétricos! ;o)

Engenheiros Inovadores

+ Add to Queue...

## TC7. Radiação de Corpo Negro

 plickers
Library
Reports
Classes
Live View
Cards
Help
P. Souza

---


/ Sob a luz de novas explicações / 2. Física Moderna / Radiação de Corpo Negro

1. (UEL) A faixa de radiação eletromagnética perceptível dos seres humanos está compreendida entre o intervalo de 400 a 700 nm. Considere as afirmativas a seguir.


I - A cor é uma característica somente da luz absorvida pelos objetos;  
 II - Um corpo negro ideal absorve toda a luz incidente, não refletindo nenhuma onda eletromagnética;  
 III - A frequência de uma determinada cor (radiação eletromagnética) é sempre a mesma;  
 IV - A luz ultravioleta tem energia maior do que a luz infravermelha.

A Somente as afirmativas I e II são corretas.  
 B Somente as afirmativas II e IV são corretas.  
 C Somente as afirmativas I, III e IV são corretas.  
 D Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

[Collapse](#)



Engenheiros Inovadores




Elétricos! ;o)  
Engenheiros Inovadores


[+ Add to Queue...](#)

2. Um radiador ideal - ou também chamado corpo negro - é um corpo cuja radiação depende apenas de sua temperatura. A melhor cor para pintar um radiador, no que tange à eficiência de aquecimento é uma cor:

A preta.  
 B branca.  
 C metálica.  
 D na realidade não importa.

[Collapse](#)





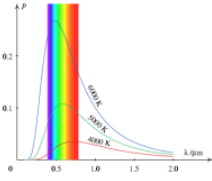
Elétricos! ;o)  
Engenheiros Inovadores  
Engenheiros Inovadores  
Engenheiros Inovadores

[+ Add to Queue...](#)

3. (UFPR) A equação que descreve o espectro de radiação emitido por um corpo negro foi descoberta por Max Planck em 1900, sendo posteriormente chamada de Lei da Radiação de Planck. Ao deduzir essa equação, Planck teve que fazer a suposição de que a energia não poderia ter um valor qualquer, mas que deveria ser um múltiplo inteiro de um valor mínimo. O gráfico abaixo mostra a intensidade relativa da radiação emitida por um corpo negro em função do comprimento de onda para três diferentes temperaturas. A região visível do espectro compreende os comprimentos de onda entre 390 nm e 780 nm, aproximadamente, que correspondem às cores entre o violeta e o vermelho.


Com base nessas informações e no gráfico a seguir, considere as seguintes afirmativas, e em seguida, assinale a alternativa correta.


I) A Lei da Radiação de Planck depende da temperatura do corpo negro e do comprimento de onda da radiação emitida.  
 II. O princípio de funcionamento de uma lâmpada incandescente pode ser explicado pela radiação de corpo negro.  
 III. Para a temperatura de 3000 K, a maior parte da radiação emitida por um corpo aquecido está na faixa do infravermelho.



A Somente a afirmativa I é verdadeira.  
 B Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.  
 C Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.  
 D As afirmativas I, II e III são verdadeiras.

[Collapse](#)





Elétricos! ;o)  
Elétricos! ;o)  
Engenheiros Inovadores  
Engenheiros Inovadores  
Engenheiros Inovadores

[+ Add to Queue...](#)

## TC8. Temperatura de Cor Correlata

**plickers** Library Reports Classes Live View Cards Help P. SOUZA


My Library / Sob a luz de novas explicações / 2. Física Moderna / Temperatura de Cor

1. Com base nos estudos que desenvolvemos acerca das características da luz e das fontes artificiais de iluminação, analise as afirmações, e a seguir, marque a opção correta:

I. A Temperatura de Cor é uma grandeza considerada apenas em alguns projetos luminotécnicos, pois pouco influencia o comportamento das pessoas que utilizam o ambiente, exceto em projetos com maior exigência estética e de maior investimento tecnológico.

II. É possível produzir diferentes Temperatura de Cor em todas as fontes de luz artificiais, uma vez que esta grandeza depende apenas da composição química dos compostos usados no gás que compõe a lâmpada.

III. As Temperaturas de Cor das lâmpadas estão associadas às radiações térmicas emitidas pelas diferentes tecnologias de iluminação. As lâmpadas incandescentes e halógenas possuem valores de Temperatura de Cor entre 2700K e 3000K, sendo consideradas cores quentes.



A Apenas as afirmações I e III estão corretas.  
 B Apenas as afirmações II e III estão corretas.  
 C Apenas a afirmação I está correta.  
 D Nenhuma das afirmações está correta.

Collapse

Elétricos! :o)  
 Elétricos! :o)  
 Elétricos! :o)  
 Engenheiros Inovadores  
 Engenheiros Inovadores

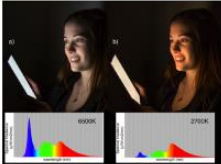
+ Add to Queue...

2. Alguns recentes estudos, evidenciam que a má qualidade do sono em adolescentes e a sonolência diurna resultante têm sido associadas a prejuízos no desempenho acadêmico e podem causar uma série de problemas como instabilidade emocional, dificuldades de aprendizagem, atraso escolar e absenteísmo (Cocachen et al., 2004; 2011; Dewald et al., 2010; Eggermont & van den Bulck, 2006). Foi sugerido que um potencial fator contribuinte para o sono deficiente dos adolescentes é o uso crescente de tecnologia de tela (por exemplo, computadores, televisões e comprimidos) nas horas anteriores ao sono (Gradisar et al., Na imprensa, Kaiser Family Foundation [KFF], 2010). A maioria das evidências mostram que a exposição à luz noturna brilhante suprime a secreção de melatonina endógena para aumentar o estado de alerta e atrasar o tempo de sono (Cajochen et al., 2005, Caco et al., 2011, Vandewalle et al., Wright E Lack, 2001, Wright et al., 2001). Com relação aos estudos enunciados e seu conhecimento a respeito da Temperatura de Cor da luz, julgue os itens abaixo.

I. Pode-se inferir que um dos mecanismos propostos para o impacto positivo da tecnologia no sono é a exposição à luz de tela brilhante.

II. A propensão para a exposição noturna à tela para suprimir a melatonina e aumentar o estado de alerta poderia explicar como tarde tecnologia de tela de noite pode afetar o sono.

III. A luz de comprimento de onda curto (por exemplo, 497 nm verde, 525 nm verde) suprime a melatonina e aumenta a vigiância, enquanto a luz de comprimento de onda longo (por exemplo, 660 nm vermelho, âmbar 595 nm) não tem efeito discernível. Esses valores de frequência estão associados à Temperatura de Cor, utilizadas nas telas.



A Apenas a afirmativa II está correta.  
 B Apenas as afirmativas II e III estão corretas.  
 C Apenas a afirmativa III está correta.  
 D Todas as afirmativas estão corretas.

Collapse

Elétricos! :o)  
 Elétricos! :o)  
 Engenheiros Inovadores

## TC8. Temperatura de Cor Correlata

 **plickers** Library Reports Classes Live View Cards Help P. SOUZA

My Library / Sob a luz de novas explicações / 2. Física Moderna / Temperatura de Cor

3. Você é um engenheiro responsável por elaborar uma proposta de iluminação para uma indústria de alimentos. Com base nos seus estudos acerca das tecnologias de iluminação incandescentes, de descarga (fluorescentes e de descarga de alta pressão), do Índice de Reprodução de Cores (IRC) e da Temperatura de Cor (TCC).

I. Por produzir alimentos, é importante que a iluminação da indústria tenha uma Alta Reprodução de Cores, e por isso, deve-se considerar no projeto a opção com o uso de lâmpadas incandescentes e halógenas em alguns setores.


II. Sabe-se que os LED's são a última tecnologia em iluminação, pois todos apresentam excelente reprodução de cores (IRC alto) e podendo ser produzidos em diferentes Temperaturas de Cor, além de serem a opção mais econômica e com maior durabilidade. Assim, variando-se as escolhas da TCC, a melhor opção para a planta industrial, é a tecnologia em LED.

III. Em um ambiente de produção industrial é exigido que se tenha foco e atenção às atividades desenvolvidas, sendo ideal portanto, que toda tecnologia de iluminação para uma fábrica tenha uma Temperatura de Cor alta, em torno de 5000K.

IV. As lâmpadas de descarga, com alta TCC podem ser consideradas para um projeto industrial. Nas opções de baixa pressão (fluorescentes tubulares) o consumo é baixo e são a melhor opção para o ambiente corporativo, escritórios e administração. Ao passo que as lâmpadas de descarga de alta pressão, são a melhor opção para o setor produtivo, pois todas possuem um alto 'pacote' de iluminação (fluxo luminoso), e possuem ótima reprodução de cores (IRC).

A Apenas as alternativas I e III estão corretas.  
 B Apenas a alternativa III está correta.  
 C Apenas as alternativas II e III estão corretas.  
 D Apenas a alternativa IV está correta.

[Collapse](#)

● Elétricos! :o)  
 ● Elétricos! :o)  
 ● Engenheiros Inovadores



## ENCONTRO 5. AULAS 12 e 13 – Problemas de Luminotécnica, 1ª sessão tutorial do PBL

---

### **Conteúdo. Luminotécnica: o que envolve o ato de projetar iluminação?**

**Local.** Sala de aula

**Recursos didáticos necessários.** Datashow, computador

Para o Encontro 5 está prevista a utilização da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). Serão abordados no encontro a **Luminotécnica**, e **O que envolve o ato de projetar iluminação?**

O professor deve iniciar a aula com uma exposição, estimulando os alunos a pensar as múltiplas variáveis a serem atendidas ao se desenvolver um projeto, para além das características técnicas. Sugerimos ao professor a exibição do vídeo com as respostas à esta pergunta, e que foi elaborado com respostas de alunos universitários, estudantes de Engenharia. O vídeo tem duração de dois minutos, é intitulado ‘O que é projetar? Que tal pensarmos?’, e está disponível no endereço <<https://goo.gl/BXJaqV>>.

Uma sugestão de aula com o uso do Prezi, está disponível em <<https://goo.gl/pNFsug>>, que inclui uma apresentação da metodologia PBL aos alunos.

O professor prosseguirá realizando uma explicação sobre a estrutura básica da metodologia PBL a ser utilizada nesta, e nas próximas aulas – Encontro 6.

A turma será dividida em grupos de 5 a 6 alunos. Cada grupo receberá um problema de uma instalação luminotécnica, a ser desenvolvido com os objetivos e parâmetros de projeto, a serem atingidos. É importante que as situações-problema, sejam o mais próximo possível de situações reais.

Serão distribuídos 2 problemas distintos, sendo que desta forma, teremos como comparar e problematizar as propostas de grupos que recebam o mesmo problema. Cada grupo, apresentará a solução de seu problema à turma. A turma irá dialogar com base no conhecimento construído ao longo do processo, promovendo um debate para a melhor solução. O professor irá prestar tutorias, bem como avaliar a interação, o comprometimento, o desenvolvimento e a participação individual dos alunos na atividade em grupo.

No PBL, os alunos irão distribuir entre eles, os papéis, e eleger, um coordenador, um relator e membros, de acordo com a estrutura de aplicação mostrada na apresentação do início desta aula. Numa próxima aplicação, é interessante que estes papéis sejam alterados.

Uma ficha referencial para organização dos dados levantados pelos alunos, nesta primeira sessão tutorial, encontra-se no final desta seção.

Ficha Referencial para o

## DESENVOLVIMENTO de SOLUÇÃO para um PROBLEMA

Adaptado de RIBEIRO (2005) e SOUZA (2011)

Definição do <b>PROBLEMA</b>			
Com relação ao <b>PROBLEMA</b>		Com relação ao <b>GRUPO</b>	
<b>IDEIAS/ HIPÓTESES</b>	<b>FATOS</b>	<b>QUESTÕES (OBJETIVOS) DE APREDIZAGEM</b>	<b>PLANO DE AÇÃO (PESQUISA)</b>
Esse espaço é destinado às ideias propostas pelos integrantes do grupo para resolver o problema. Não deve haver censura às ideias que surgirem. Devem ser anotados o maior número de ideias possíveis.	Procure, no problema, evidências para suas ideias/ hipóteses (atividade com debate no grupo).	Registre conceitos relevantes para apresentar uma solução para o problema. Neste espaço, devem ser registrados todos os conceitos que o aluno do grupo tutorial irá pesquisar na fase de estudo autônomo (individual).	Registre nesse espaço o planejamento de como o grupo irá buscar os conceitos que faltam para a solução, ou seja, como irá responder às Questões de Aprendizagem. (Como, Quem, Quando, Onde?)
<b>Coordenador</b>	<b>Relator</b>	<b>Porta-Voz</b>	<b>Membros</b>

□

## BREVE APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA – PBL

O PBL será dividido em duas sessões tutoriais, sendo a primeira neste encontro, e a segunda sessão tutorial, na aula seguinte, preferencialmente com uma semana de intervalo entre os encontros. A dinâmica de aplicação da metodologia PBL na primeira sessão é sistematizada em 7 passos que visam estruturar sua realização, conforme descritos a seguir.

### 1ª Sessão Tutorial

1º passo. Apresenta-se o problema na forma de um texto e/ou material audiovisual, constituindo a **abertura** do problema. Neste primeiro passo deve-se esclarecer os termos difíceis, para a compreensão do problema a ser resolvido.

2º passo. Neste momento deve-se, a partir da compreensão do contexto apresentado, identificar qual (is) o(s) problema(s) que necessitam de solução.

3º passo. Deve ser feita a discussão dos problemas a partir dos conhecimentos prévios do grupo. Neste momento, serão compartilhadas as informações e iniciada a elaboração de hipóteses diagnósticas para a solução do problema. Alguns textos identificam essa tempestade de ideias como um brainstorm. É importante eleger um coordenador de atividades (líder) e um relator (secretário), e à medida que sejam realizadas outras dinâmicas que estas funções sejam rotacionadas entre os alunos. O coordenador deve gestar as discussões, incitando a participação de todos. O relator deve tomar notas das discussões, hipóteses e decisões do grupo.

4º passo. O quarto passo resume as informações debatidas, esclarece e relembra a todos os problemas identificados, as hipóteses diagnósticas e as contribuições parciais, com prós e contras, de todos os elementos do grupo.

5º passo. Neste momento serão formulados os objetivos de aprendizado, que consistem em identificar e relacionar o que cada aluno deverá estudar para aprofundar os conhecimentos incompletos, a partir das hipóteses formuladas.

6º passo. Esta é a etapa de estudos individuais a respeito dos objetivos de aprendizado definidos na etapa anterior. Estes estudos ocorrerão ao longo da semana, e serão compartilhados na próxima sessão tutorial.

7º passo. Este último passo – que acontecerá no Encontro seguinte – prevê um retorno ao grupo tutorial para a rediscussão dos problemas, com a contribuição dos estudos individuais, para o **fechamento** da solução do problema.

Ao final desta seção, seguem dois problemas de iluminação com sugestão de aplicação do PBL. Os problemas foram formulados de modo a explorar a busca por uma solução que abrangesse tópicos sobre: definição, propriedades e qualidade da luz visível; influência da luz sobre as atividades biológicas humanas; tipos, classificação grandezas da luz natural e artificial; definição e uso das tecnologias de iluminação disponíveis para uso, incluindo perfil de uso, vantagens e desvantagens de operação de cada uma delas.

## Propostas de problemas para aplicação PBL aos Projetos Luminotécnicos

# SOLICITAÇÃO DE PROPOSTA DE ILUMINAÇÃO HOSPITALAR



### Diretrizes para a apresentação da proposta

Solicitamos por meio desta, junto à equipe de engenheiros deste escritório de serviços de Engenharia, uma proposta de iluminação para atendimento a um Hospital Municipal, na cidade de Jataí, localizada na região sudoeste do estado de Goiás. É necessário um estudo das tecnologias de iluminação a serem adotadas no dimensionamento dos projetos executivos, e consequente implantação. Os quantitativos serão posteriormente calculados com base na tecnologia adotada, após a aprovação da proposta apresentada. A sua equipe foi solicitado o planejamento de uma proposta luminotécnica considerando as necessidades técnicas, funcionais, psicofisiológicas e econômicas da iluminação objetivada de acordo com as especificações a seguir apresentadas.

# SOLICITAÇÃO DE PROPOSTA DE ILUMINAÇÃO HOSPITALAR

## DIRETRIZES PARA A APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

À sua equipe foi solicitado o planejamento de uma proposta luminotécnica considerando as necessidades **técnicas, funcionais, psicofisiológicas e econômicas da iluminação** objetivada, para cada um dos seguintes ambientes hospitalares:

1. Estacionamento
2. Recepção
3. Circulação
4. Consultórios Médicos
5. Capela
6. UTI e Sala de Recuperação Pós-Anestésica
7. Morgue
8. Almojarifado



# SOLICITAÇÃO DE PROPOSTA DE ILUMINAÇÃO ESTABELECIMENTO EDUCATIVO DE ATENDIMENTO INFANTIL



## Diretrizes para a apresentação da proposta

Solicitamos por meio desta, junto à equipe de engenheiros deste escritório de serviços de Engenharia, uma proposta de iluminação para atendimento a um **Estabelecimento Educativo de Atendimento Infantil – Creche João XXIII** – na cidade de Jataí, localizada na região sudoeste do estado de Goiás. É necessário um **estudo das tecnologias de iluminação** a serem adotadas no dimensionamento dos projetos executivos, e conseqüente implantação. Os quantitativos serão posteriormente calculados com base na tecnologia adotada, após a aprovação da proposta apresentada. À sua equipe foi solicitado o **planejamento de uma proposta luminotécnica** considerando as **necessidades técnicas, funcionais, psicofisiológicas e econômicas** da iluminação objetivada de acordo com as especificações a seguir apresentadas.

# SOLICITAÇÃO DE PROPOSTA DE ILUMINAÇÃO ESTABELECIMENTO EDUCATIVO DE ATENDIMENTO INFANTIL

## DIRETRIZES PARA A APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

À sua equipe foi solicitado o planejamento de uma proposta luminotécnica considerando as necessidades técnicas, funcionais, psicofisiológicas e econômicas da iluminação objetivada, para cada um dos seguintes ambientes:

1. Estacionamento
2. Recepção
3. Circulação
4. Salas de Aulas
5. Playground
6. Berçário
7. Coordenação Pedagógica
8. Cozinha



## **ENCONTRO 6. AULAS 14, 15 e 16 – Apresentação das Propostas e Avaliação – 2ª sessão tutorial do PBL**

---

### **Conteúdo. Apresentação das Propostas Luminotécnicas Desenvolvidas e Avaliação das Metodologias**

**Local.** Sala de aula

**Recursos didáticos necessários.** Datashow, computador

Neste encontro os alunos, reunidos nos grupos da aula anterior, irão continuar a discussão para o compartilhamento dos conhecimentos relevantes à solução do problema, realizando o que a metodologia classifica como 2ª Sessão Tutorial. Serão reservados cerca de 45 minutos para essa etapa. Após os estudos individuais propostos na estrutura do PBL, e realizados em ambiente extraclasse, este é um momento de troca de informações, e estabelecimento de um consenso para apresentar a solução.

Durante os debates, o professor deve circular em sala, ouvindo as dúvidas dos alunos e auxiliando com esclarecimentos conceituais. É interessante pontuar que o professor não dará respostas às perguntas, mas deverá orientar e instigar os alunos em suas reflexões, para que construam o conhecimento com base em seus debates e estudos. O professor deverá ainda, tomar notas para, a partir da observação dos grupos, buscar subsídios para avaliar a interação, o comprometimento, o desenvolvimento e participação individual dos alunos na atividade em grupo.

Após finalizada a 2ª sessão tutorial, os grupos de alunos irão apresentar à turma a solução da problematização recebida. Após a apresentação de cada grupo, a turma poderá opinar, concordar ou contrapor as soluções, com argumentação necessária a cada um dos casos.

Ao final, os alunos responderão três questionários, ainda relativos ao PBL, para que cada aluno avalie sua participação, a dos integrantes do grupo e a metodologia desenvolvida para a solução de problemas. Ao final desta seção, seguem três fichas referenciais para estas reflexões. Segue, ainda uma ficha referencial de avaliação, para avaliar o conjunto das MA desenvolvidas ao longo da SD.



Ficha Referencial para a

**AUTOAVALIAÇÃO DO ALUNO**

Adaptado de RIBEIRO (2005)



Nome do Aluno	Selecione uma Nota				Data
ATIVIDADE(S)	E	B	R	I	JUSTIFICATIVA
Contribuí com as ideias, fatos, debates, pesquisas.					
Utilizei vários recursos durante a minha INVESTIGAÇÃO/ PEQUISA.					
Ajudei a refletir sobre o problema.					
Contribuí com informações novas.					
Ajudei meu grupo a elaborar o trabalho.					
Adquiri conhecimentos novos por meio do processo de solução do problema.					

<b>E</b> EXCELENTE (8,0 A 10,0)	<b>B</b> BOM (6,0 A 7,9)	<b>R</b> REGULAR (4,0 A 4,9)	<b>I</b> INSUFICIENTE (0,0 A 3,9)
------------------------------------	-----------------------------	---------------------------------	--------------------------------------

Alguns comentários que gostaria de deixar registrados a respeito da experiência.



Ficha Referencial para a

**AVALIAÇÃO DO GRUPO.** Adaptado de RIBEIRO (2005) e SOUZA (2011)

Nome do Aluno	Data			
<b>Utilize a escala e as considerações a seguir para avaliar os outros membros do grupo</b>				
ATIVIDADES	NOME DOS INTEGRANTES DO GRUPO			JUSTIFICATIVA
Esteve presente nos encontros, veio preparado para a discussão e contribuiu para os debates em grupo?				
Fez perguntas relevantes e respondeu às perguntas dos integrantes?				
Dispôs-se a realizar tarefas fora da sala de aula e a trazer material relevante para a discussão em grupo?				
Foi um bom ouvinte e respeitou a opinião dos outros?				
Contribuiu para a organização geral do grupo e para a construção do consenso?				

E EXCELENTE (8,0 A 10,0)	B BOM (6,0 A 7,9)	R REGULAR (4,0 A 4,9)	I INSUFICIENTE (0,0 A 3,9)
-----------------------------	----------------------	--------------------------	-------------------------------

Alguns comentários a respeito do funcionamento e desempenho do Grupo.  
Use este espaço para apresentar quaisquer dificuldades encontradas pelo grupo e estratégias de superação implementadas ou passíveis de serem implementadas em grupos futuros.

└

Ficha Referencial para a

## AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA PBL

Adaptado de RIBEIRO (2005)

	E	B	R	I
Proporcionou Motivação?				
Foi relevante para o aprendizado?				
Proporcionou integração de conhecimentos?				
Foi fácil obter material de pesquisa?				
O tempo foi suficiente para as atividades?				
Como você avalia a apresentação dos produtos (projetos) desenvolvidos?				
Como você avalia o alcance dos objetivos educacionais, pela PBL?				
Cite aqui outro item que gostaria de considerar.				

E	B	R	I
EXCELENTE (8,0 A 10,0)	BOM (6,0 A 7,9)	REGULAR (4,0 A 4,9)	INSUFICIENTE (0,0 A 3,9)

Alguns comentários a respeito da Metodologia.

Use este espaço para apresentar comentários de dificuldades ou pontos positivos que queira ressaltar, e que possam ser passíveis de serem implementadas na resolução de problemas futuros (PBL).

## VII – PRODUTOS e INSTRUMENTOS AVALIATIVOS

Os instrumentos de avaliação serão produzidos a partir dos objetivos de aprendizagem traçados para cada módulo da SD. Desta forma, o professor deve elaborar uma avaliação formativa do desenvolvimento do aluno, ao longo do processo, e de forma a adequar aos objetivos da disciplina. Sugerimos que sejam consideradas as seguintes propostas:

1. Avaliação qualitativa e quantitativa, pelo professor, quanto à participação e organização dos trabalhos nas atividades presenciais e à distância.
2. Avaliação qualitativa e quantitativa, pelo professor, da participação na aplicação dos TC.

Avaliação qualitativa, pelo professor, pela observação da argumentação na apresentação das soluções de iluminação desenvolvidas para os projetos luminotécnicos propostos.

## ALGUNS SITES ÚTEIS

Bons tutoriais do Plickers!

<http://www.gema2.com.br/tecnologias--recursos>

[https://uspdigital.usp.br/apolo/apoObterAtividade?cod\\_oferecimentoatv=73360](https://uspdigital.usp.br/apolo/apoObterAtividade?cod_oferecimentoatv=73360)

<https://ticportugal16braganca.wordpress.com/2016/06/22/workshop-1-a-utilizacao-das-ferramentas-kaoot-socrative-e-plickers-aprender-e-avaliar-de-forma-ludica/>

<https://drive.google.com/file/d/0B3W88ULE9a4WZndYY1g3eHR5Y00/view>

Repositório de Imagens Gratuitas para elaboração de questões!

<http://br.freepik.com/>

<https://unsplash.com/>

<https://pixabay.com/>

<http://www.freedigitalphotos.net/>

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362–384, 2013.

MCKAGAN, S. B.; PERKINS, K. K.; WIEMAN, C. E. Design and validation of the quantum mechanics conceptual survey. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 6, n. 2, p. 1–17, 2010.

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

RIBEIRO, L. R. DE C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. São Carlos: Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós Graduação em Educação. Universidade Federal de São Carlos, 2005.

SOUSA, S. O. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL – Problem based Learning): estratégia para o ensino e aprendizagem de algoritmos e conteúdos computacionais**. Presidente Prudente: Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. UNESP, Câmpus Presidente Prudente, 2011.

TREGENZA, P.; LOE, D. **Projeto de iluminação**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

VIEIRA, A. S. **Uma alternativa didática às aulas tradicionais: o engajamento interativo obtido por meio do uso do método Peer Instruction (Instrução Pelos Colegas)**. Porto Alegre: Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Programa de Pós Graduação em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

## VII – ANEXOS

# PROJETO DE UMA BANCADA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DE ESPECTROSCOPIA

## I – APRESENTAÇÃO

Bancada didática para a aplicação de experimentos relativos à Espectroscopia, e outras experimentações relativas ao estudo de Luminotécnica.

Visa atender às necessidades do laboratório, incorporando alimentação monofásica, com níveis de tensão compatíveis com as lâmpadas a serem utilizadas. A montagem dos experimentos, deve ser realizada com os equipamentos desenergizados para segurança dos usuários.



## II – MATERIAIS PARA A EXECUÇÃO

Quantidade	Descrição
01	Placa de MDF (Medium Density Fiberboard), (1830X2730X150) mm
06	Base tipo plafon, com soquetes em porcelana e contato metálicos em bronze
02	Conj. completo (suporte, placa e módulos) com interruptores triplos, 10A/ 250V
01	Conj. completo (suporte, placa e módulos) para tomadas tripolar, 10A/ 250V
01	Disjuntor monopolar de 10A/ 3kA e proteção adicional contra contatos indiretos através de interruptor diferencial residual 30mA
01	Reator Vapor de Sódio 70W/ 220V, Uso interno
01	Conector receptáculo AC macho padrão IEC 320 - 10 A/ 250 V
01	Conector receptáculo AC fêmea padrão IEC 320 - 10 A/ 250 V
03	Cabo 3x2,5mm <sup>2</sup> , isolado em PVC 70°. (m), PRETO
02	Cabo 1,5mm <sup>2</sup> , isolado em PVC 70°. (m), VERMELHO (FASE)
04	Cabo 1,5mm <sup>2</sup> , isolado em PVC 70°. (m), BRANCO (RETORNOS)
02	Cabo 1,5mm <sup>2</sup> , isolado em PVC 70°. (m), VERDE (CONDUTOR DE PROTEÇÃO)
20	Parafusos de rosca fina, 6mm
01	Tubo de Cola universal, 100ml
01	Fita isolante, 250V.

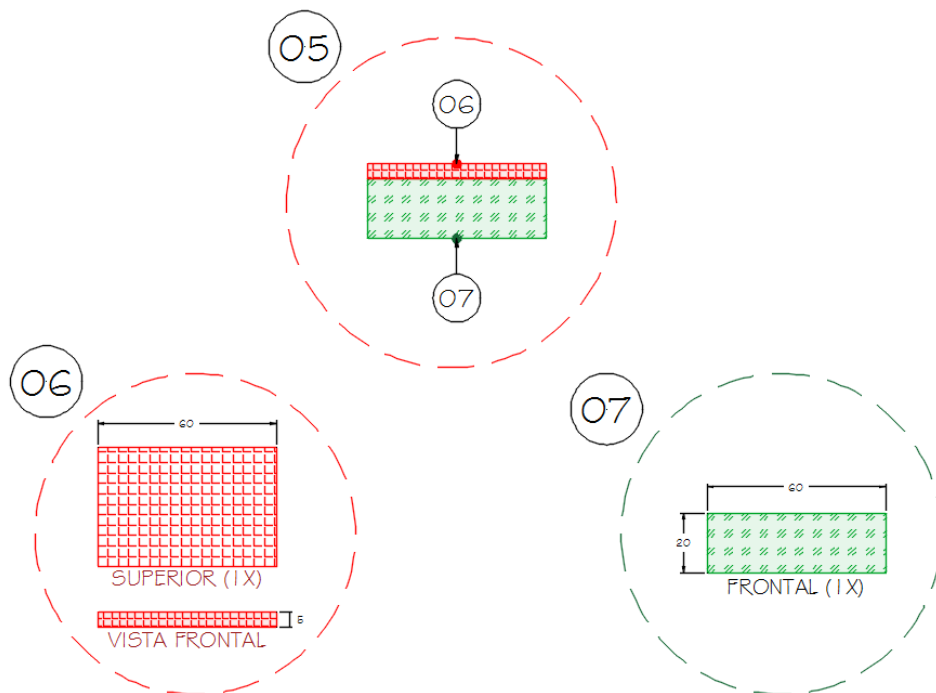
Todo o material deve possuir selo de qualidade normativa, INMETRO.

### III – PLANO DE CORTE

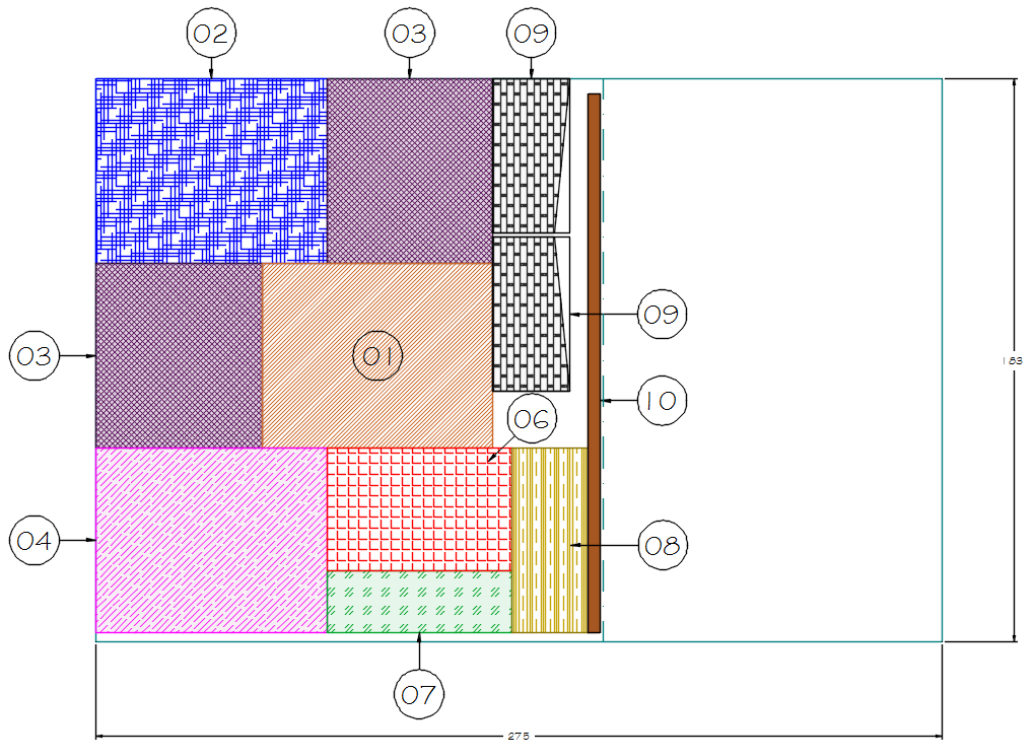
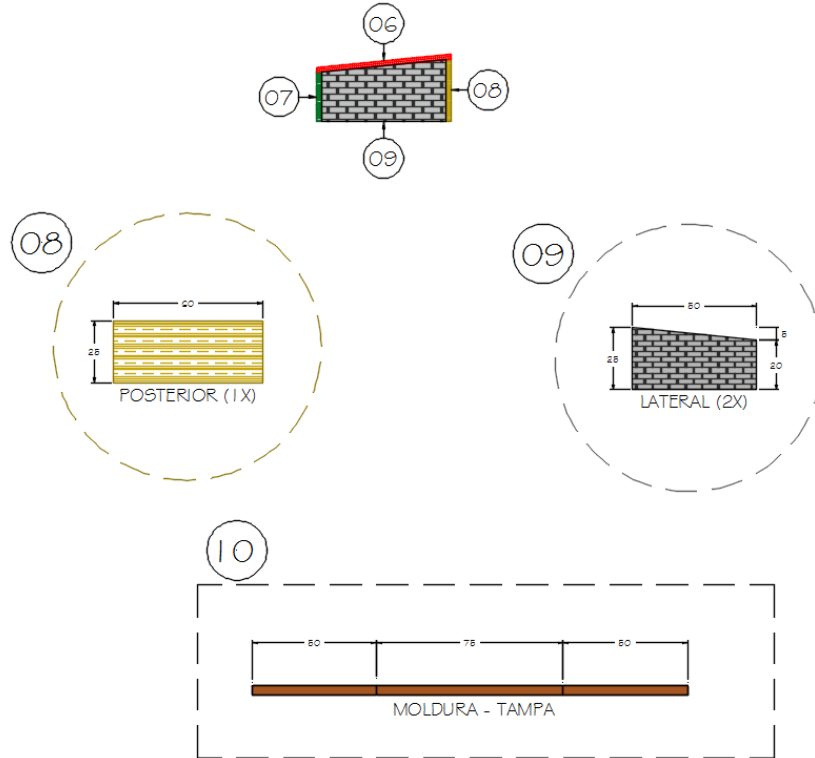
A bancada didática é composta por duas partes, sendo uma caixa desmontável, e um módulo didático fixo, com soquetes, interruptores e tomada, conforme mostrado ao final deste manual de montagem.

O plano de corte, que compõe este manual, define as medidas para corte de todas as peças para montagem da caixa externa desmontável, e do módulo didático fixo.

ESQUEMA DE CORTE E MONTAGEM DO MÓDULO DIDÁTICO  
MEDIDAS INDICADAS EM CENTÍMETROS.

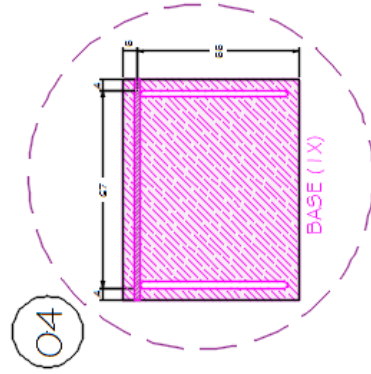
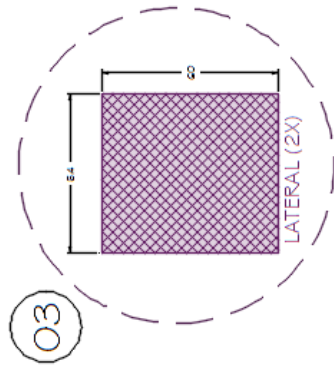
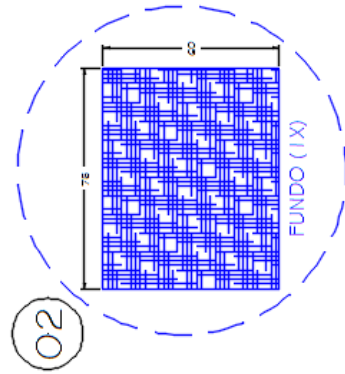
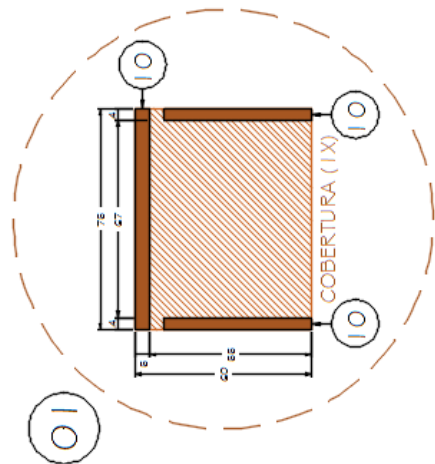
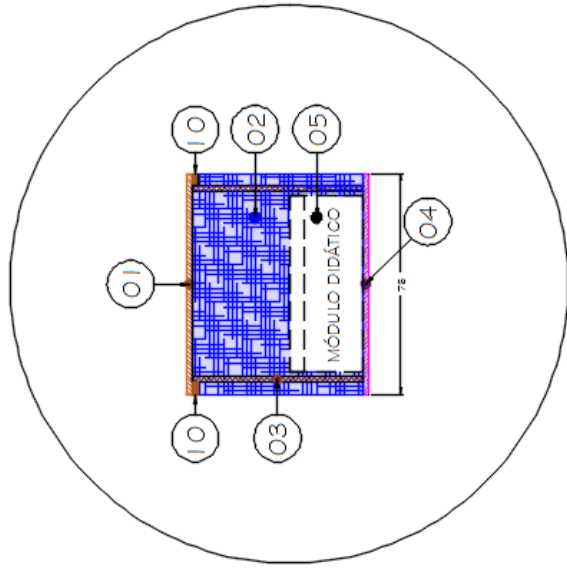


VISTA LATERAL DO MÓDULO DIDÁTICO  
MEDIDAS INDICADAS EM CENTÍMETROS.



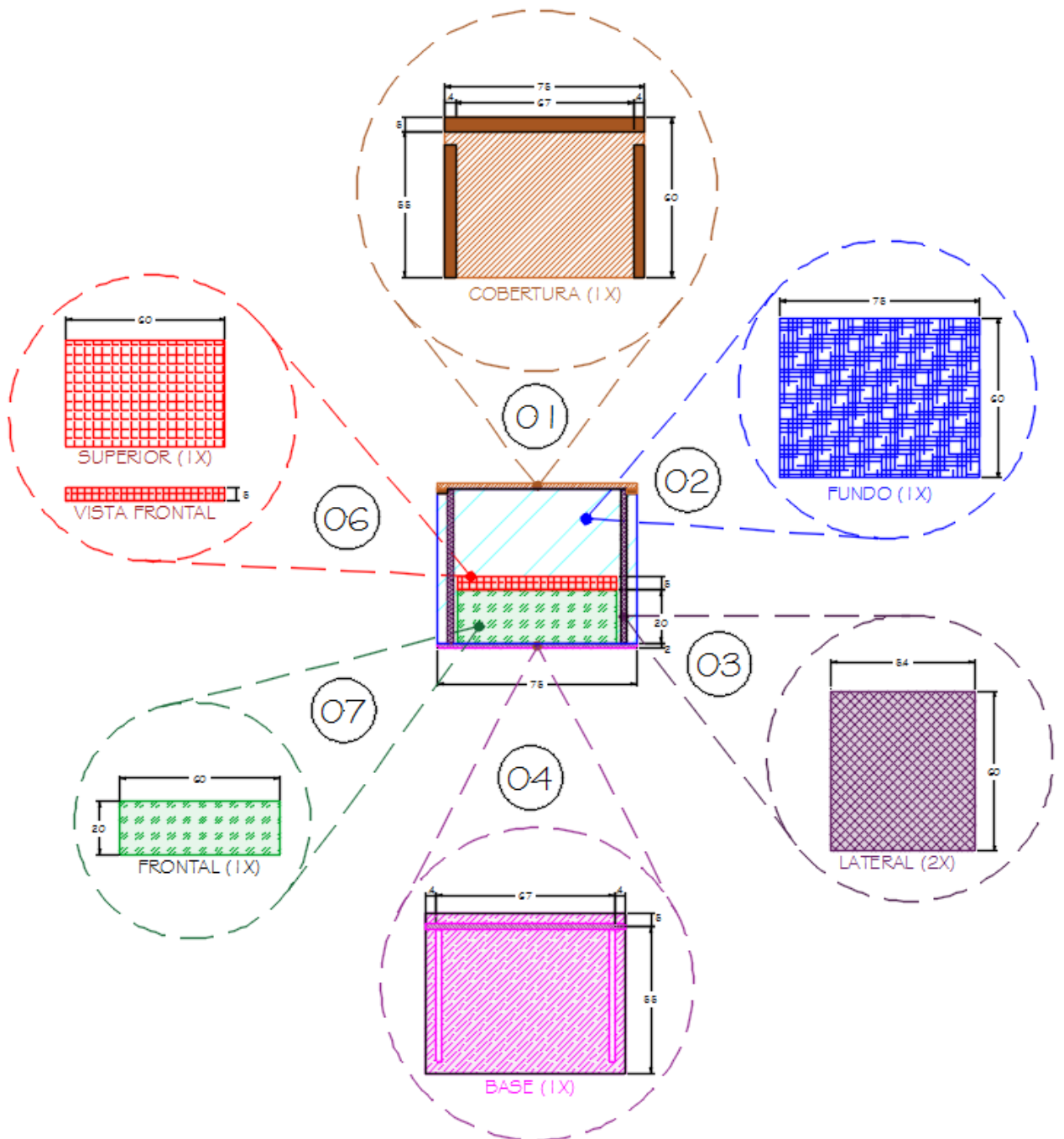


ESQUEMA DE CORTE E MONTAGEM DA CAIXA EXTERNA  
MEDIDAS INDICADAS EM CENTÍMETROS.



#### IV – PLANO DE MONTAGEM

Após a finalização dos cortes, proceder à montagem do módulo didático, conforme ilustrações no esquema de montagem. A fixação será feita por parafusos. E finalizada com cola universal.

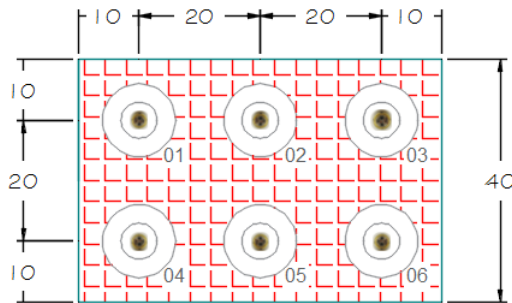


## V – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

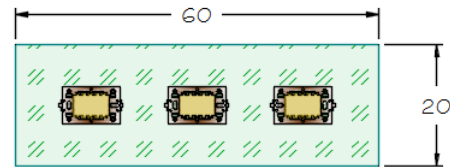
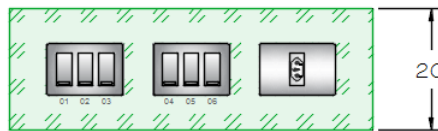
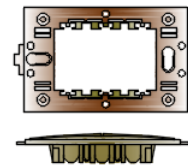
Após a montagem estrutural do módulo didático, proceder às instalações elétricas de acordo com diagrama multifilar apresentado.

Toda a montagem deve ser realizada com total desenergização, do sistema.

### ESQUEMA INSTALAÇÃO SUPERIOR. BASES COM SOQUETES E27



### PLACA SUPORTE 4"x2" SEM ESCALA



### ESQUEMA INSTALAÇÃO FRONTAL. INTERRUPTORES

### ESQUEMA INSTALAÇÃO FRONTAL. SUPORTE PARA INTERRUPTORES

## ESQUEMA DE LIGAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

