



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Sociedade Brasileira de Física
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

PRODUTO EDUCACIONAL

Por: Rafaella Cruz Ferreira

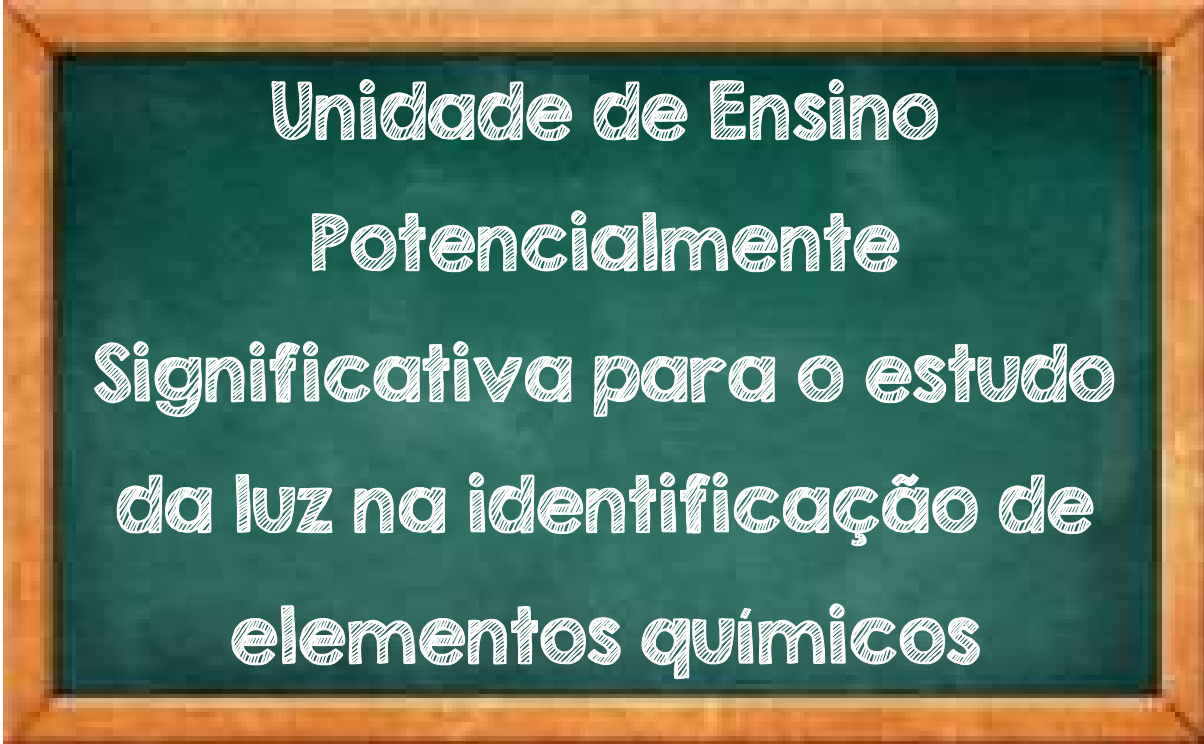
Orientador: Wander Gomes Ney

Campos dos Goytacazes/RJ

2019, 1



Produto Educacional



**Unidade de Ensino
Potencialmente
Significativa para o estudo
da luz na identificação de
elementos químicos**




Material do Professor

Por: Rafaella Cruz Ferreira

Orientador: Wander Gomes Ney





Caro professor,


este material foi estruturado como uma sequência didática, com enfoque interdisciplinar entre as áreas da Química e da Física, ancorada numa Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com o intuito de subsidiar a aprendizagem de conceitos relativos à espectroscopia em nível médio na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A UEPS aqui desenvolvida é composta por oito etapas investigativas e a sequência de atividades nela encontrada visa favorecer a utilização de diversas estratégias e ferramentas didáticas, dentre as quais se destacam: mapas conceituais, estudo de caso interdisciplinar, vídeos, atividades experimentais, aulas expositivas dialogadas, simulações computacionais interativas e aplicativos móveis.

A elaboração deste material foi realizada em comum acordo com as habilidades e competências encontradas no Currículo Mínimo das disciplinas de Química e de Física do Estado do Rio de Janeiro voltado para o público da EJA, alinhadas com o tema “luz na identificação de elementos químicos”. No entanto, considera-se que a sua aplicabilidade pode ser estendida a outras modalidades de ensino, como por exemplo, o nível médio regular.

Convém destacar que o produto didático aqui descrito fez parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 34 do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense).

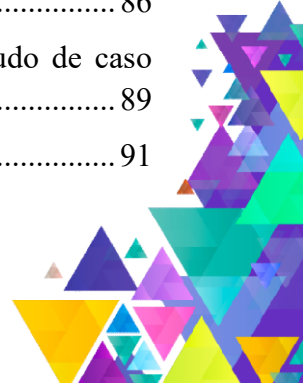
Rafaella Cruz Ferreira
Contato: rafaellacruzferreira@gmail.com







SUMÁRIO

Para início de conversa... O que é uma UEPS?.....	4
Proposta de UEPS para o estudo da luz na identificação de elementos químicos	7
1ª Etapa Investigativa: Questionário Inicial	11
Instruções de aplicação	12
Apêndice 1 – Questionário <i>Em busca dos subsunçores</i>	14
Apêndice 2 – <i>Slides</i> do questionário inicial.....	18
Apêndice 3 – Ficha Gabarito	21
2ª Etapa Investigativa: Estudo de Caso	24
Instruções de aplicação	26
Apêndice 4 – Estudo de caso <i>Descobrindo os “ingredientes” que compõe o Sol</i>	29
3ª Etapa Investigativa: Aula expositiva dialogada e utilização do aplicativo <i>Plickers</i>	31
Instruções de aplicação	32
Apêndice 5 – Texto introdutório sobre o Sol.....	34
Apêndice 6 – <i>Slides</i> da etapa investigativa 3	37
Apêndice 7 – Texto de apoio para o experimento <i>Enxergando o invisível</i>	42
Apêndice 8 – Tutorial do aplicativo <i>online Plickers</i>	44
Apêndice 9 – Sessão <i>Vamos exercitar a mente?</i>	61
4ª Etapa Investigativa: Aula expositiva dialogada e introdução à elaboração de mapas conceituais	63
Instruções de aplicação	65
Apêndice 10 – Breve introdução com vídeo sobre espectro eletromagnético	70
Apêndice 11 – <i>Slides</i> da etapa investigativa 4	72
Apêndice 12 – Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 4.....	76
Apêndice 13 – Moldes para o experimento <i>Disco de Newton</i>	86
Apêndice 14 – Gabarito das sessões <i>Agora é sua vez!</i> e das questões do estudo de caso interdisciplinar	89
Apêndice 15 – Texto de apoio para elaboração de mapas conceituais	91





5ª Etapa Investigativa: Aula experimental com roteiro avaliativo	94
Instruções de aplicação	95
Apêndice 16 – Roteiro experimental avaliativo do experimento <i>Teste da Chama</i>	97
6ª Etapa Investigativa: Aprofundando conhecimentos sobre espectros.....	100
Instruções de aplicação	101
Apêndice 17 – Atividade <i>Hora da revisão!</i>	104
Apêndice 18 – Gabarito da atividade <i>Hora da revisão!</i>	107
Apêndice 19 – <i>Slides</i> da etapa investigativa 6	110
Apêndice 20 – Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 6.....	113
Apêndice 21 – Espectros de emissão dos elementos químicos.....	120
Apêndice 22 – Espectros das estrelas fictícias.....	122
Apêndice 23 – Gabarito da atividade <i>Escrito nas estrelas</i>	124
7ª Etapa Investigativa: Aula expositiva dialogada e encerramento do conteúdo	126
Instruções de aplicação	127
Apêndice 24 – Atividade <i>Para Pensar...</i>	129
Apêndice 25 – <i>Slides</i> da etapa investigativa 7	131
Apêndice 26 – Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 7.....	134
8ª Etapa Investigativa: Elaboração de mapa conceitual e avaliação somativa individual online.....	140
Instruções de aplicação	141
Apêndice 27 – Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 8.....	143
Apêndice 28 – Avaliação somativa individual	145
Apêndice 29 – Avaliação das etapas investigativas das UEPS.....	155
Apêndice 30 – Gabarito da avaliação somativa individual.....	159
Apêndice 31 – Tutorial da ferramenta <i>online Google Forms</i>	161
Material do aluno	168
REFERÊNCIAS	226

Para início de conversa... O que é uma UEPS?

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é uma sequência didática fundamentada, composta por etapas, que busca a promoção da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011¹). Os princípios norteadores para construção de uma UEPS estão indicados no Quadro 1.

Quadro 1: princípios norteadores para confecção de uma UEPS.

O conhecimento prévio, ou subsunçor, é a variável isolada que mais influencia a aprendizagem significativa;
São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos;
Organizadores prévios apontam para como é possível relacionar novos conhecimentos aos subsunçores;
Situações-problema também podem funcionar como organizadores prévios;
As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade;
A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser consideradas na organização do ensino, na proposição de situações-problema e na avaliação;
A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências;
O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno;
Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, professor e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino;
A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
A aprendizagem crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés de memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais e pelo abandono de narrativa em favor de um ensino centrado no aluno.

Fonte: HILGER; GRIEBELER, 2013.

De acordo com Moreira (2011, p. 3-5), uma UEPS deve ser construída levando-se em conta os seguintes aspectos sequenciais (passos) previamente estabelecidos:

- **1º passo:** definição do tópico a ser trabalhado, identificando aspectos declarativos e procedimentais;

¹ MOREIRA, M. A. *Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS*. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review, 1(2), 43-63, 2011.

- 2º passo: criação/proposição de situações que auxiliem o aluno na externalização de seu conhecimento prévio supostamente relevante para aprendizagem significativa do conteúdo a ser trabalhado. Nesta etapa, por exemplo, podem ser utilizados questionários e mapas mentais (BUZAN; BUZAN, 1994; ONTORIA *et al.*, 2004);
- 3º passo: proposição de situações-problema que considerem o conhecimento prévio do aluno. Ainda que introdutórias, devem envolver, desde já, o tópico a ser ensinado, podendo ser propostas por meio de: simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, isto é, não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;
- 4º passo: apresentação do conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, isto é, começando com aspectos mais gerais e inclusivos, proporcionando uma visão inicial do todo e do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos. Neste momento a estratégia adotada pode ser, por exemplo, uma breve exposição seguida por atividade colaborativa em pequenos grupos e, em seguida, uma atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;
- 5º passo: retomada dos aspectos mais gerais e estruturantes do conteúdo, em uma nova apresentação, com nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. O intuito desta etapa é promover a reconciliação integradora;
- 6º passo: concluindo a unidade, deve-se dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes, porém numa perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integradora;
- 7º passo: a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência;
- 8º passo: a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa. A aprendizagem

significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Considerando-se os passos apresentados, o processo de validação da UEPS com o tema “Luz na identificação de elementos químicos” envolveu oito etapas investigativas descritas no Quadro 2, com seus respectivos objetivos e atividades realizadas. Cada etapa teve duração de 2 horas/aula de 50 minutos cada, totalizando 16 horas/aula.

Quadro 2 - Etapas investigativas da UEPS e seus respectivos objetivos e duração.

ETAPAS INVESTIGATIVAS DA UEPS		
ETAPAS INVESTIGATIVAS	OBJETIVOS	ATIVIDADES REALIZADAS
1ª Etapa Questionário inicial	<ul style="list-style-type: none"> ★ Identificar concepções prévias relevantes; ★ Incitar a curiosidade dos discentes acerca do tema espectroscopia. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Questionário inicial.
2ª Etapa Estudo de Caso	<ul style="list-style-type: none"> ★ Promover a interdisciplinaridade entre a Química e a Física; ★ Instigar os discentes a encontrarem soluções para uma situação-problema envolvendo a possibilidade de identificação da composição solar. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Estudo de caso interdisciplinar.
3ª Etapa Aula expositiva dialogada e uso do aplicativo <i>Plickers</i>	<ul style="list-style-type: none"> ★ Apresentar conteúdos introdutórios referentes ao tema espectroscopia (ondas, elementos de uma onda e espectro eletromagnético); ★ Realizar uma avaliação interativa individual dos conceitos abordados com o auxílio do aplicativo <i>Plickers</i>, proporcionando maior dinamicidade ao processo avaliativo. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Experimento: “Enxergando o invisível”; ★ Avaliação com uso do <i>Plickers</i>.
4ª Etapa Aula expositiva dialogada com elaboração de mapas conceituais	<ul style="list-style-type: none"> ★ Reconhecer as interações da radiação com a matéria; ★ Identificar a relação entre intensidade da radiação e temperatura pela lei de Stefan e a relação entre temperatura e frequência de maior emissão da radiação pela lei de deslocamento de Wien. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Exercícios sobre as leis de Stefan e de deslocamento de Wien; ★ Disco de Newton; ★ Retomada ao estudo de caso; ★ Mapa conceitual.
5ª Etapa Aula experimental com roteiro avaliativo	<ul style="list-style-type: none"> ★ Reconhecer a possibilidade de identificação de elementos químicos por meio do experimento conhecido como “teste da chama”; ★ Relacionar os resultados verificados com aplicações do cotidiano dos discentes, tais como fogos de artifício e lâmpadas fluorescentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Experimento: “Teste da chama”; ★ Roteiro avaliativo.
6ª Etapa	<ul style="list-style-type: none"> ★ Distinguir espectros contínuos e discretos, 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Atividade: “Hora

Aprofundando conhecimentos sobre espectros	além de espectros de emissão e absorção; ★ Destacar algumas importantes contribuições para a espectroscopia; ★ Identificar a composição química das estrelas, por meio da análise comparativa entre as linhas espectrais das estrelas e os espectros de emissão dos elementos químicos.	da revisão”; ★ Atividade: “Escrito nas estrelas”.
7ª Etapa Aula expositiva dialogada e encerramento do conteúdo	★ Compreender a importância histórica das investigações do espectro atômico do hidrogênio; ★ Reconhecer a solução dada por Niels Bohr e os seus postulados para explicar os espectros atômicos.	★ Atividade: “Para pensar”.
8ª Etapa Encontro Final Integrador	★ Identificar evidências que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa; ★ Realizar uma avaliação somativa individual e de uma avaliação sobre as etapas investigativas da UEPS com auxílio do formulário <i>online Google Forms</i> .	★ Mapa conceitual; ★ Avaliação somativa individual; ★ Avaliação da UEPS.

Fonte: elaboração própria.

PROPOSTA DE UEPS PARA O ESTUDO DA LUZ NA IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS

Objetivo: facilitar a aquisição de significados de conceitos necessários à compreensão da espectroscopia como um método que possibilita a identificação de elementos químicos por intermédio da luz.

Sequência (resumo)

- 1. Situação inicial (2 horas/aula):** os alunos serão incentivados a responder individualmente e de maneira gradual às perguntas presentes no questionário inicial intitulado *Em busca dos subsunçores*. À medida que as questões forem lidas sequencialmente pelo docente com o auxílio de *slides*, o aluno receberá uma ficha gabarito referente à questão com o intuito de registrar sua resposta, que será entregue ao término do registro. Convém destacar que a opção de se realizar um questionário interativo e gradativo deu-se pelo fato de que algumas questões poderiam influenciar respostas de questões anteriores, podendo induzir o aluno a modificar alguma resposta já feita, mascarando, assim, a identificação de suas concepções prévias. Esta atividade

tem como finalidade identificar concepções prévias relevantes dos discentes e incitar a curiosidade dos mesmos acerca do tema em questão.

- 2. Situações-problema (2 horas/aula):** a turma será dividida em grupos de três a quatro integrantes para leitura e discussão do estudo de caso interdisciplinar denominado *Descobrimos os “ingredientes” que compõe o Sol*. Com a finalidade de fornecer significado a novos conhecimentos, o estudo de caso funcionará como um organizador prévio com o intuito de ancorar uma nova aprendizagem e levar ao desenvolvimento de conceitos subsunçores, facilitando, deste modo, a aprendizagem subsequente. Após a leitura do estudo de caso, os discentes serão instigados a encontrar uma solução para as seguintes situações-problema:


- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?
- Como podemos descobrir a sua composição?

Ao final do debate em torno destas questões, o grupo deverá registrar suas respostas por escrito, entregando-as, posteriormente, ao professor.

- 3. Introduzindo conceitos fundamentais (2 horas/aula):** apresentação de um breve vídeo sobre o Sol da série ABC da Astronomia, com um intuito de retomar a discussão realizada em grupos sobre as questões do estudo de caso apresentado na aula anterior. Após este debate inicial, haverá exposição de alguns conteúdos introdutórios referentes ao tema *luz na identificação de elementos químicos* (tais como: ondas, elementos de uma onda e espectro eletromagnético) e apresentação do experimento *Enxergando o invisível*, com o auxílio de um controle remoto. Ao final desta etapa, será realizada uma avaliação interativa individual dos conceitos abordados com o auxílio do aplicativo *online Plickers*, a fim de proporcionar mais dinamicidade ao processo avaliativo.
- 4. Diferenciação progressiva (2 horas/aula):** com o intuito de propiciar a reconciliação integradora e reforçar os conceitos trabalhados na etapa anterior, a aula se iniciará com a apresentação de um vídeo sobre espectro eletromagnético. Posteriormente, serão abordados conteúdos mais específicos do tema em questão por meio de uma aula expositiva dialogada, na qual serão destacadas: as interações da radiação com a matéria, a relação entre intensidade da radiação e temperatura pela lei de Stefan e a relação entre temperatura e frequência de maior emissão da radiação pela lei de deslocamento de Wien. Após a exposição dos conteúdos mais específicos, haverá retomada ao estudo de caso trabalhado na segunda etapa investigativa, possibilitando

aos grupos a reformulação das respostas dadas anteriormente. Finalmente, a turma será instigada a elaborar em conjunto um mapa conceitual sobre os conceitos trabalhados até então, que deverá ser entregue ao docente.


5. **Novas situações (2 horas/aula):** realização de um experimento, conhecido como “teste da chama”, a fim de evidenciar as cores características de alguns elementos químicos quando aquecidos, relacionando esta atividade com o colorido dos fogos de artifício e com as lâmpadas utilizadas para iluminação pública. Além da observação crítica do experimento, o aluno receberá um roteiro avaliativo sobre o fenômeno para ser respondido no decorrer da aula e entregue ao final da mesma ao docente.
6. **Aprofundando conhecimentos (2 horas/aula):** promover a reconciliação integradora por meio da atividade *Hora da revisão!*, com auxílio de uma simulação interativa do *software PhET* sobre radiação de corpo negro. Após este momento de revisão, será ministrada uma aula expositiva dialogada com o objetivo de aprofundar conhecimentos sobre espectros, enfocando-se: a distinção entre espectros contínuos e discretos e entre espectros de emissão e absorção, além de importantes contribuições para a espectroscopia. Ao final da aula, a turma será dividida em grupos para realização da atividade *Escrito nas Estrelas*, com o intuito de identificar a composição química de estrelas fictícias, por meio da análise comparativa entre as linhas espectrais das estrelas e os espectros de emissão de alguns elementos químicos.
7. **Encerramento do conteúdo (2 horas/aula):** observação do espectro de diferentes fontes de luz na realização da atividade *Para pensar...*, favorecendo relações com os conteúdos vistos nas aulas anteriores e instigando os discentes a formular hipóteses para uma nova situação-problema. Após a realização desta atividade, o professor deverá encerrar o conteúdo trabalhado, por meio de uma aula expositiva sobre a solução dada por Niels Bohr e os seus postulados para explicar os espectros atômicos, destacando a importância histórica das investigações do espectro atômico do hidrogênio.
8. **Encontro final integrador (2 horas/aula):** nesta etapa, os alunos serão instigados a elaborar um mapa conceitual cooperativo retomando os conceitos abordados ao longo das aulas, com o intuito de identificar evidências que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa. Ao final desta aula, os alunos receberão dois *links* que deverão ser acessados dentro de um prazo determinado pelo docente a fim de responderem dois questionários *online*: um para realização de uma avaliação somativa



individual (com questões de Enem e de provas de vestibular) e outro para avaliação das etapas investigativas da UEPS. Vale destacar que os formulários *online* foram elaborados com auxílio da ferramenta *Google Forms*.

Duração da aplicação da UEPS: 16 horas/aula de 50 minutos cada.

Cada etapa investigativa presente resumidamente nesta sequência será apresentada detalhadamente a seguir com as devidas instruções de aplicação, objetivos da aula e atividades relacionadas. Aproveite e bom trabalho!





QUESTIONÁRIO INICIAL

Objetivos:

- Identificar concepções prévias relevantes por intermédio da aplicação de um questionário;
- Incitar a curiosidade dos discentes acerca do tema luz na identificação de elementos químicos.

ETAPA INVESTIGATIVA



➤ 1ª ETAPA INVESTIGATIVA: QUESTIONÁRIO INICIAL

Neste questionário inicial, o importante é que o professor proporcione um ambiente favorável e confortável para externalização das concepções prévias de seus alunos.

Você deve estar se perguntando: qual o sentido de se identificar concepções prévias dos alunos, ao invés de começar a aula com conteúdo propriamente dito?

Bem, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida na década de 60 por David Ausubel, “o mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe. Determine isto e ensine-o de acordo” (AUSUBEL *apud* NOVAK, 1981, p. 9).

Ou seja, a bagagem que o aluno traz consigo sobre um determinado conteúdo que será trabalhado é que irá direcionar como uma nova informação será compreendida por sua estrutura cognitiva, sendo armazenada, posteriormente, como conhecimento.

Este aspecto relevante preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz é o que David Ausubel define como *subsunçor* ou ideia-âncora. Conforme a nova informação vai se ancorando em subsunçores relevantes, interagindo com os mesmos, ocorre a aprendizagem significativa.

✓ Instruções de aplicação

Com o intuito de identificar concepções prévias relevantes dos discentes e incitar a curiosidade dos mesmos acerca do tema *luz na identificação de elementos químicos*, os alunos deverão ser instigados a responder individualmente e de maneira gradual às perguntas presentes no questionário inicial intitulado *Em busca dos subsunçores* (Apêndice 1).

A fim de proporcionar maior dinamicidade nesta atividade inicial com a turma sugere-se que o questionário seja realizado de forma interativa e gradual com auxílio de projetor para uma apresentação em *slides* (Apêndice 2) das questões.

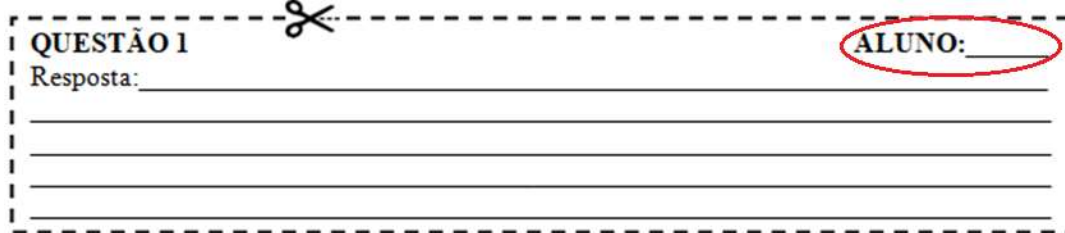
Acesse e confira os *slides* do questionário inicial por meio do *link* a seguir <<http://bit.ly/2FWYxXJ>> ou efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado!



Assim, à medida que as questões forem lidas sequencialmente pelo docente, este deverá entregar ao aluno uma ficha gabarito (Apêndice 3) referente à questão com o intuito de que o mesmo registre sua resposta, entregando-a ao término do registro.

Como o objetivo desta etapa é conhecer o que o aluno já sabe sobre o tema, é interessante que o professor, antes de iniciar a aplicação do questionário, sorteie um número aleatoriamente para identificação de cada aluno, a fim de que ele não se sinta intimidado a expor seus subsunçores. O número sorteado irá identificar cada um dos discentes que compõe a turma durante a aplicação do questionário e será anotado no campo aluno da ficha gabarito, conforme destacado na Figura 1:

Figura 1: campo para identificação do aluno na ficha gabarito.



QUESTÃO 1

Resposta: _____

ALUNO: _____

Fonte: elaboração própria.

Convém destacar que a opção de se realizar um questionário interativo e gradativo deu-se pelo fato de que algumas questões poderiam influenciar respostas de questões anteriores, podendo induzir o aluno a modificar alguma resposta já feita, mascarando, assim, a identificação de suas concepções prévias.



APÊNDICE 1

Questionário *Em busca dos subsunçores*

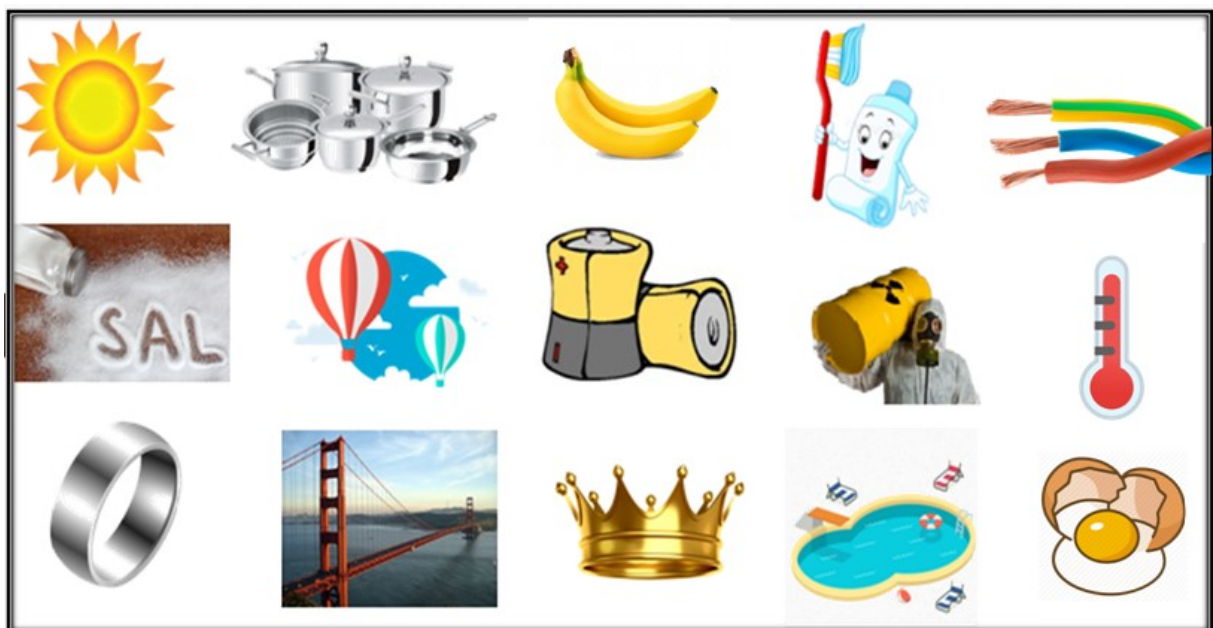
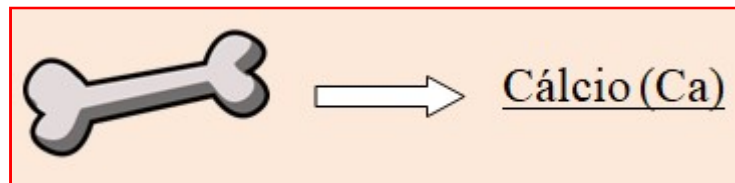


Questionário: “Em busca dos subsunçores”

1) Na sua opinião, de que todas as coisas são feitas?

2) Você acha que os átomos que existem no universo são todos iguais? Justifique.

3) Associe as imagens apresentadas com elementos químicos que podem estar presentes em sua composição, conforme mostrado no exemplo abaixo (dica: utilize sua tabela periódica para ajudar a encontrar os elementos que julgar necessário):



10) Com relação à energia do Sol:

- a) o Sol diminui sua energia enquanto brilha.
- b) o Sol aumenta sua energia enquanto brilha.
- c) o Sol não altera sua energia enquanto brilha, ou seja, sua energia se mantém constante.

11) Em sua opinião, a luz é constituída de:

- a) onda.
- b) partícula.
- c) onda e partícula.
- d) nenhuma das alternativas.
- e) não sei responder.

12) Você acredita que a luz é feita de:

- a) átomos.
- b) moléculas.
- c) pigmentos.
- d) campos elétricos e magnéticos.
- e) campo gravitacional.
- f) nenhuma das alternativas.

13) Quando enxergamos um objeto azul, significa que nossos olhos receberam:

- a) pigmentos azuis que nosso cérebro interpreta como cor azul.
- b) pigmentos brancos que nosso cérebro interpreta como cor azul.
- c) ondas com frequência correspondente ao azul que nosso cérebro interpreta como cor azul.
- d) nenhuma das alternativas.

14) Quando enxergamos um objeto verde, significa que nossos olhos receberam:

- a) pigmentos amarelos e azuis que nosso cérebro interpreta como cor verde.
- b) somente pigmentos verdes que nosso cérebro interpreta como cor verde.
- c) ondas com dois tipos de frequências (correspondentes ao azul e ao amarelo) que nosso cérebro interpreta como cor verde.
- d) ondas com frequência correspondente ao verde que nosso cérebro interpreta como cor verde.
- e) nenhuma das alternativas.



APÊNDICE 2

Slides do questionário inicial



QUESTIONÁRIO INICIAL

EM BUSCA DOS SUBSUNÇORES

Questão 1

Na sua opinião, de que todas as coisas são feitas?



Questão 2

Você acha que os átomos que existem no universo são todos iguais? Justifique.



Questão 3

Associe as imagens a seguir com elementos químicos que podem estar presentes em sua composição, conforme mostrado no exemplo abaixo:



Questão 4

Você acredita que os elementos químicos que conhecemos no planeta Terra existem em outros lugares do Universo?



Questão 5

Como você acha que é possível identificar elementos químicos em outros lugares fora da Terra?



Em todas as questões a seguir é possível (se necessário) marcar mais de uma alternativa.

Questão 6

Para você, o Sol é:

- a) uma estrela
- b) um planeta
- c) um asteróide
- d) um satélite
- e) um cometa



Questão 7

Com relação ao Sol, você acredita que ele é:

- a) () quente b) () frio



Questão 8

Para você, o Sol:

- a) sempre existiu
- b) surgiu em algum momento
- c) existirá para sempre
- d) em algum momento terá um fim



Questão 9

Você acha que o Sol emite:

- a) luz
- b) ondas invisíveis
- c) ondas visíveis
- d) átomos
- e) partículas invisíveis
- f) partículas visíveis



Questão 10



Com relação à energia do Sol:

- a) o Sol diminui sua energia enquanto brilha
- b) o Sol aumenta sua energia enquanto brilha
- c) o Sol não altera sua energia enquanto brilha, ou seja, sua energia se mantém constante

Questão 11

Em sua opinião, a luz é constituída de:

- a) onda
- b) partícula
- c) onda e partícula
- d) nenhuma das alternativas
- e) não sei responder



Questão 12

Você acredita que a luz é feita de:

- a) átomos
- b) moléculas
- c) pigmentos
- d) campos elétricos e magnéticos
- e) campo gravitacional
- f) nenhuma das alternativas



Questão 13



Quando enxergamos um objeto azul, significa que nossos olhos receberam:

- a) pigmentos azuis que nosso cérebro interpreta como cor azul
- b) pigmentos brancos que nosso cérebro interpreta como cor azul
- c) ondas com frequência correspondente ao azul que nosso cérebro interpreta como cor azul
- d) nenhuma das alternativas

Questão 14



Quando enxergamos um objeto verde, significa que nossos olhos receberam:

- a) pigmentos amarelos e azuis que nosso cérebro interpreta com cor azul
- b) somente pigmentos verdes que nosso cérebro interpreta com cor verde
- c) ondas com dois tipos de frequências (correspondentes ao azul e ao amarelo) que nosso cérebro interpreta como cor verde
- d) ondas com frequência correspondente ao verde que nosso cérebro interpreta como cor verde
- e) nenhuma das alternativas







APÊNDICE 3
Ficha Gabarito




FICHA GABARITO INDIVIDUAL

QUESTÃO 1  **ALUNO:** _____


Resposta: _____

QUESTÃO 2  **ALUNO:** _____


Resposta: _____

QUESTÃO 3  **ALUNO:** _____

Resposta: _____

QUESTÃO 4  **ALUNO:** _____

Resposta: _____

QUESTÃO 5  **ALUNO:** _____


Resposta: _____


Em todas as questões a seguir é possível (se necessário) marcar mais de uma alternativa:


 **QUESTÃO 6** **ALUNO:** _____
Resposta: A B C D E


 **QUESTÃO 7** **ALUNO:** _____
Resposta: A B


 **QUESTÃO 8** **ALUNO:** _____
Resposta: A B C D


 **QUESTÃO 9** **ALUNO:** _____
Resposta: A B C D E F

 **QUESTÃO 10** **ALUNO:** _____
Resposta: A B C

 **QUESTÃO 11** **ALUNO:** _____
Resposta: A B C D E

 **QUESTÃO 12** **ALUNO:** _____
Resposta: A B C D E F

 **QUESTÃO 13** **ALUNO:** _____
Resposta: A B C D

 **QUESTÃO 14** **ALUNO:** _____
Resposta: A B C D E



ESTUDO DE CASO

Objetivos:

- Promover a interdisciplinaridade entre a Química e a Física;
- Instigar os discentes a encontrarem soluções para uma situação-problema envolvendo a possibilidade de identificação da composição solar.

ETAPA INVESTIGATIVA



➤ 2ª ETAPA INVESTIGATIVA: ESTUDO DE CASO INTERDISCIPLINAR

O método de estudo de caso constitui-se em uma estratégia didática diferenciada focada no aluno e na construção de seu próprio conhecimento (SÁ; QUEIROZ, 2009).

O uso deste método baseia-se na instrução pelo uso de narrativas por meio do qual os discentes serão instigados a buscar escolhas para uma posterior tomada de decisões para um problema, sendo levados a se familiarizar com os personagens e a compreender o contexto no qual o caso foi desenvolvido (SILVA et al., 2011).

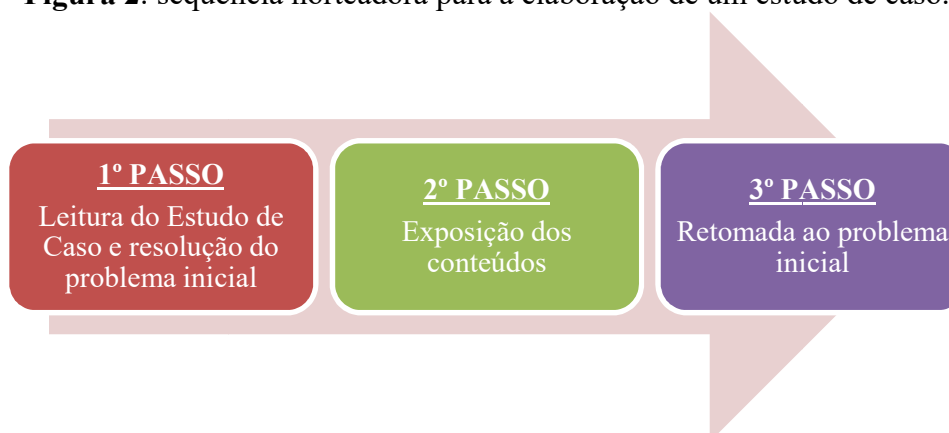
Uma justificativa para a utilização do estudo de caso reside no fato de se colocar o aluno em contato com problemas existentes no contexto real de sua área de estudo, instigando seu pensamento ativo e crítico e estimulando sua capacidade de tomada de decisões (SÁ; QUEIROZ, 2009).

Assim, para elaboração de um estudo de caso é importante que o docente esteja a par das etapas necessárias para formulá-lo, que conforme Sá e Queiroz (2009) constituem-se em:

- Selecionar devidamente o assunto central que será destacado no caso;
- Elaborar uma relação de conceitos abordados no decorrer da aplicação do caso;
- Confeccionar uma lista com os prováveis personagens do caso;
- Selecionar questões que serão discutidas em aula.

Linhares e Reis (2008) também destacam os aspectos sequenciais que direcionam um estudo de caso, conforme mostrado na Figura 2.

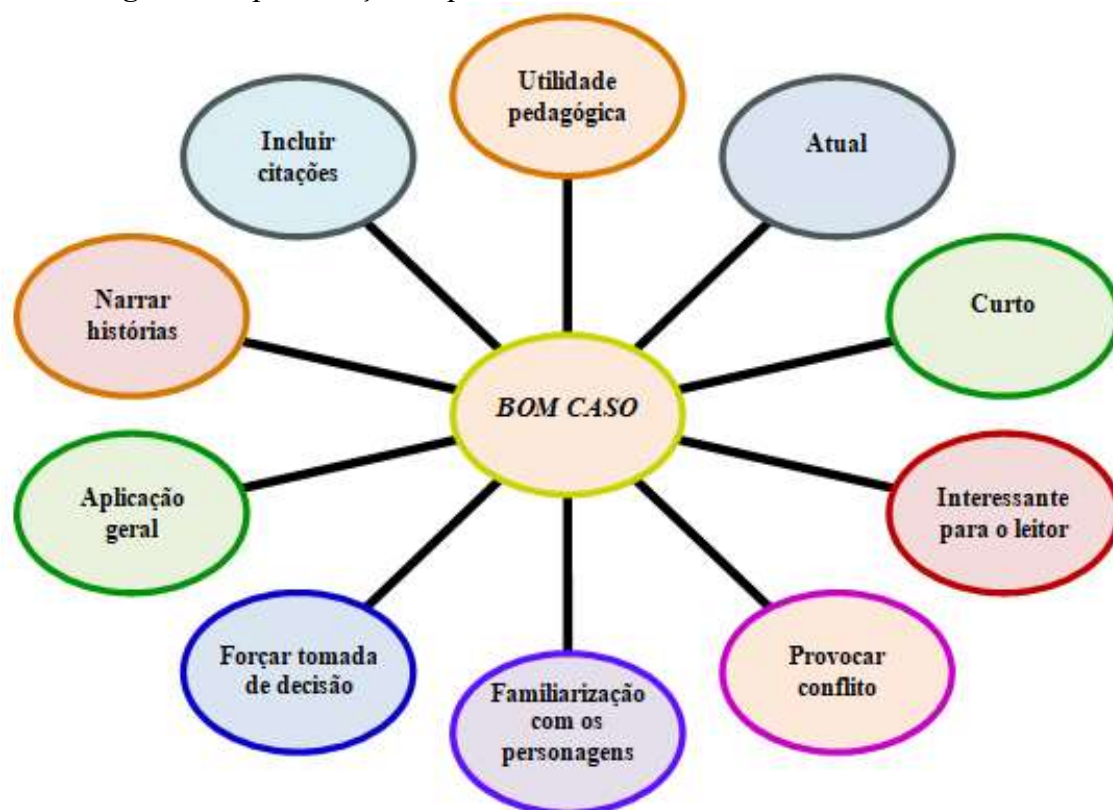
Figura 2: sequência norteadora para a elaboração de um estudo de caso.



Fonte: elaboração própria.

Além das etapas para elaboração de um estudo de caso, o docente deve estar atento às características necessárias para uma boa execução deste, como indicado na Figura 3 (HERREID, 1998):

Figura 3: representação esquemática das características de um bom caso.



Fonte: elaboração própria.

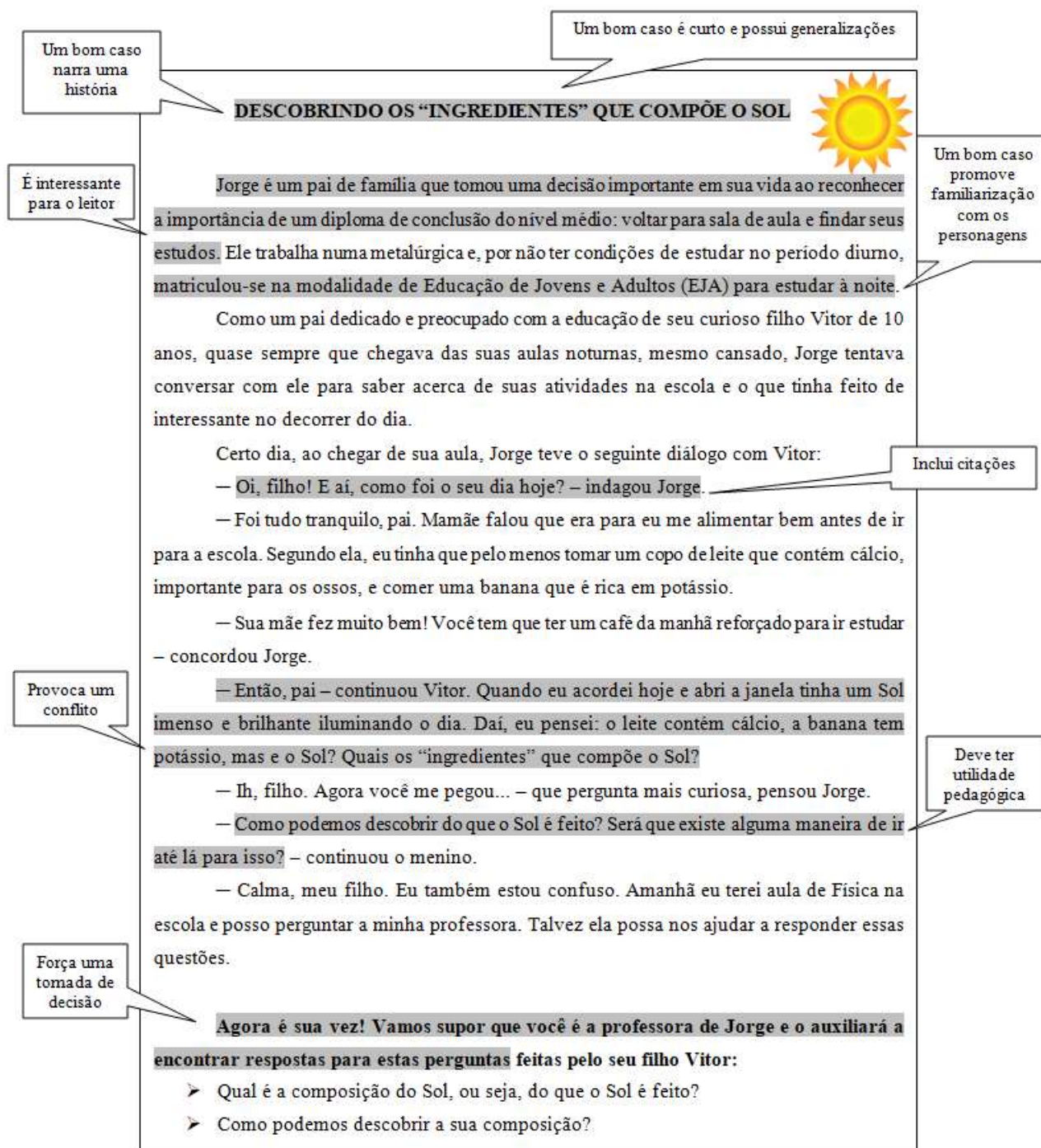
De acordo com Sá e Queiroz (2009), existem duas tipologias de classificação para estudos de caso: estudo de caso de caráter científico e sócio-científico. Contudo, atualmente, outra modalidade tem se destacado e expandido nos últimos anos: estudos de caso históricos (ALLCHIN, 2010).

✓ Instruções de aplicação


Inicialmente, a turma será dividida em grupos de três a quatro integrantes para leitura e discussão do estudo de caso interdisciplinar denominado *Descobrendo os “ingredientes” que compõe o Sol* (Apêndice 4), no qual o curioso menino Vitor indaga seu pai Jorge acerca da composição do Sol.

Vale destacar que o caso mencionado anteriormente, foi elaborado tomando-se como referência as características necessárias para uma boa execução deste, propostas por Herreid (1998), como pode ser observado na Figura 4:

Figura 4: características presentes no estudo de caso na perspectiva de Herreid (1998).



Fonte: elaboração própria.




Assim, com a finalidade de fornecer significado a novos conhecimentos, o estudo de caso funcionará como um organizador prévio com o intuito de ancorar uma nova aprendizagem e levar ao desenvolvimento de conceitos subsunçores, facilitando, deste modo, a aprendizagem subsequente. Conforme Ausubel, “a principal função de um organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que precisaria saber para que pudesse aprender significativamente um determinado conhecimento” (MOREIRA, 2013, p, 15).

Após a leitura do estudo de caso, os discentes serão instigados a encontrar uma solução para as seguintes situações-problema:

- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?
- Como podemos descobrir a sua composição?

Ao final do debate em torno destas questões, o grupo deverá registrar suas respostas por escrito, entregando-as, posteriormente, ao professor.

Espera-se que nas etapas investigativas 3 e 4, os alunos adquiram os subsídios teóricos necessários para que respondam adequadamente estas questões. Convém destacar que haverá retomada a essas questões na 4ª etapa investigativa, onde os alunos terão a possibilidade de fornecer novas resoluções para as situações-problema propostas.





APÊNDICE 4

Estudo de caso *Descobrimos os “ingredientes” que compõe o Sol*





DESCOBRINDO OS “INGREDIENTES” QUE COMPÕE O SOL

Jorge é um pai de família que tomou uma decisão importante em sua vida ao reconhecer a importância de um diploma de conclusão do nível médio: voltar para sala de aula e finalizar seus estudos. Ele trabalha numa metalúrgica e, por não ter condições de estudar no período diurno, matriculou-se na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) para estudar à noite.

Como um pai dedicado e preocupado com a educação de seu curioso filho Vitor de 10 anos, quase sempre que chegava das suas aulas noturnas, mesmo cansado, Jorge tentava conversar com ele para saber acerca de suas atividades na escola e o que tinha feito de interessante no decorrer do dia.

Certo dia, ao chegar de sua aula, Jorge teve o seguinte diálogo com Vitor:

— Oi, filho! E aí, como foi o seu dia hoje? – indagou Jorge.

— Foi tudo tranquilo, pai. Mamãe falou que era para eu me alimentar bem antes de ir para a escola. Segundo ela, eu tinha que pelo menos tomar um copo de leite que contém cálcio, importante para os ossos, e comer uma banana que é rica em potássio.

— Sua mãe fez muito bem! Você tem que ter um café da manhã reforçado para ir estudar – concordou Jorge.

— Então, pai – continuou Vitor. Quando eu acordei hoje e abri a janela tinha um Sol imenso e brilhante iluminando o dia. Daí, eu pensei: o leite contém cálcio, a banana tem potássio, mas e o Sol? Quais os “ingredientes” que compõe o Sol?

— Ih, filho. Agora você me pegou... – que pergunta mais curiosa, pensou Jorge.

— Como podemos descobrir do que o Sol é feito? Será que existe alguma maneira de ir até lá para isso? – continuou o menino.

— Calma, meu filho. Eu também estou confuso. Amanhã eu terei aula de Física na escola e posso perguntar a minha professora. Talvez ela possa nos ajudar a responder essas questões.

Agora é sua vez! Vamos supor que você é a professora de Jorge e o auxiliará a encontrar respostas para estas perguntas feitas pelo seu filho Vitor:

- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?
- Como podemos descobrir a sua composição?



AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO *PLICKERS*

Objetivos:

- Apresentar conteúdos introdutórios referentes ao tema luz na identificação de elementos químicos (ondas, elementos de uma onda e espectro eletromagnético);
- Realizar uma avaliação interativa individual dos conceitos abordados com o auxílio do aplicativo *Plickers*, proporcionando maior dinamicidade ao processo avaliativo.

ETAPA INVESTIGATIVA

➤ 3ª ETAPA INVESTIGATIVA: AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO *PLICKERS*

O objetivo desta etapa é apresentar conteúdos introdutórios referentes ao tema luz na identificação de elementos químicos (ondas, elementos de uma onda e espectro eletromagnético) por meio de uma aula expositiva dialogada.

É válido destacar que a programação de um conteúdo e a elaboração de um material potencialmente significativo deve considerar dois princípios fundamentais propostos pela teoria de David Ausubel: o princípio da diferenciação progressiva e o princípio da reconciliação integradora.

Diferenciação progressiva é o princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzindo os detalhes específicos necessários. [...] *Reconciliação integradora* é o princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para espurar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 30).

Levando-se em conta estes princípios, é recomendado que os conteúdos sejam sempre programados de modo a considerar primeiramente o conceito mais geral para os mais específicos (diferenciação progressiva), a fim de que, posteriormente, o aluno possa relacionar em sua estrutura cognitiva um conceito específico a um mais abrangente previamente estudado (reconciliação integradora).

✓ **Instruções de aplicação**

Para iniciar esta aula, sugere-se uma leitura dinâmica com a turma do texto *O Sol* (Apêndice 5), no qual se encontra uma “Sessão Pipoca” para apresentação de um breve vídeo sobre a estrela central de nosso sistema planetário – da série ABC da Astronomia, que retrata o princípio de funcionamento e a composição química do Sol.

A intenção dessa introdução sobre o Sol com a turma é retomar a discussão realizada em grupos sobre as questões do estudo de caso apresentado na aula anterior, além de ser um pontapé inicial para explorar o conceito de luz.

Após este debate inicial, haverá exposição de alguns conteúdos introdutórios referentes ao tema *luz na identificação de elementos químicos* (tais como: ondas, elementos

de uma onda e espectro eletromagnético), com auxílio de projetor para uma apresentação em *slides* (Apêndice 6) dos conteúdos.

Acesse e confira esta aula por meio do *link* a seguir <<http://bit.ly/2R5XhnE>> ou efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado!



Ao finalizar a exposição dos conteúdos, o professor poderá entregar à turma um texto de apoio (Apêndice 7) para a realização de um experimento simples e rápido intitulado *Enxergando o invisível*, com o auxílio de um controle remoto.

Finalmente, será realizada uma avaliação interativa individual dos conceitos abordados nesta etapa com o auxílio do aplicativo *online Plickers* (ver tutorial no Apêndice 8), a fim de proporcionar mais dinamicidade ao processo avaliativo. A utilização do aplicativo *Plickers* fica a critério do professor, podendo o mesmo realizar esta avaliação individual da forma que achar conveniente. De qualquer forma, as questões utilizadas para esta avaliação podem ser encontradas com seus respectivos gabaritos na sessão *Vamos exercitar a mente?*, localizada no Apêndice 9.



APÊNDICE 5

Texto introdutório sobre o Sol



O SOL

Você já deve ter notado que é a estrela Sol que anuncia o despertar de um novo dia! Estamos tão acostumados com este fato que raramente paramos para questionar, assim como Vitor, filho de Jorge, se perguntou: afinal, do que é feito o Sol? E como podemos identificar sua composição?

Antes de qualquer coisa, precisamos conhecer um pouco mais sobre o Sol. Para isso, acompanhe o episódio a seguir da série ABC da Astronomia.

O SOL

Duração: 00:04:12

Série: ABC DA ASTRONOMIA

Etapa de ensino: Ensino Médio



Sinopse

Conhecer o Sol não é nada fácil. É possível olhar pra ele apenas com o uso de filtros especiais. E pousar nele, nem pensar! Ele é o maior astro das nossas imediações e concentra 99,8% da massa de todo o sistema solar. Mas uma coisa é importante lembrar: ele não é uma bola de fogo. Com a evolução da tecnologia e das ferramentas de observação, nós estamos chegando mais perto com sondas e já conhecemos bem mais da nossa maior fonte de energia. O Sol produz a luz que a Terra usa para a fotossíntese, o calor que equilibra nossa temperatura planetária. Neste programa, você aprende a composição e entende como é o funcionamento do astro-rei.

Figura 5: *print screen* do vídeo sobre o Sol da série ABC da Astronomia.



Disponível em: <<https://tv.escola.org.br/tve/video/abc-da-astronomia-sol>>.

Acesso em: 08/09/2018.

O “astro-rei” Sol é a estrela central de nosso sistema planetário, sendo também o principal responsável pela manutenção da vida de todos os seres vivos na Terra.

Atualmente, sabemos que o Sol é composto principalmente por 74% de hidrogênio e 25% de hélio, além de 1% de outros elementos, como: ferro, níquel, oxigênio, silício, carbono, nitrogênio, enxofre, dentre outros.

Então, será que alguém já foi até lá e coletou algumas amostras para análise da composição solar?

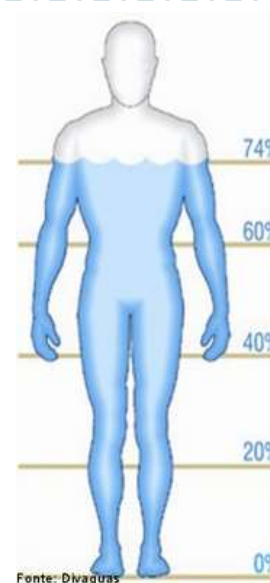
Na verdade, isso seria impossível! O Sol é tão quente que não conseguiríamos nem chegar perto dele. Para se ter uma idéia a sua superfície possui uma temperatura aproximada de 5700K ou 5427°C, tornando inviável qualquer possibilidade de receber uma visitinha humanóide! Só para se ter uma idéia, o organismo humano é constituído de aproximadamente 74% de água, que possui ponto de ebulição de 100°C. Assim, a água do nosso corpo evaporaria antes que conseguíssemos nos aproximar da superfície solar.

Mas, como ficamos sabendo sobre a composição do Sol, se não conseguimos chegar até ele?

A informação valiosa que recebemos e a partir da qual podemos compreender a composição de estrelas, como o Sol, por exemplo, é a luz. E não foi do dia para a noite que a humanidade conseguiu decodificar a informação trazida por intermédio da luz. Só que essa é uma história que você saberá mais adiante.

Por enquanto, vamos explorar nessa aula o que é a luz.

Figura 6: percentual de água no organismo humano.



Disponível em:
<<http://www.quimica.se.ed.pr.gov.br/modules/>>
Acesso em: 08/09/2018.

Acesse e confira esta aula por meio do *link* a seguir <<http://bit.ly/2R5XhnE>> ou efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado!





APÊNDICE 6

Slides da etapa investigativa 3



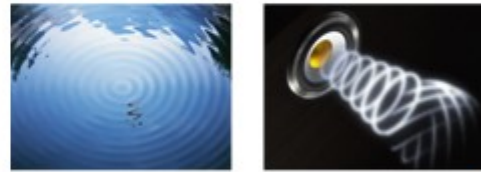
INTRODUÇÃO AO ESTUDO DAS ONDAS

Rafaela Ferreira



O QUE SÃO ONDAS?

- **Ondas** são perturbações que podem se propagar em um meio. *Exemplos:* ondas na superfície da água, o som, a luz, os raios X, dentre outros.



1

ELEMENTOS DE UMA ONDA

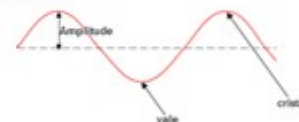
- As principais características de uma onda são:
 - Amplitude (A);
 - Comprimento de onda (λ);
 - Período (T);
 - Frequência (f);
 - Velocidade de propagação (v).



2

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- **Amplitude (A):** a amplitude de uma onda está diretamente ligada à sua intensidade, e pode ser tomada da linha média à crista ou da linha média ao vale da onda.

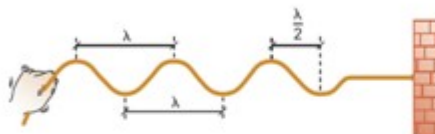


- Convém destacar que, a **crista** da onda é um dos pontos extremos de elevação; já o **vale** é um dos pontos extremos de depressão.

3

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- **Comprimento de onda (λ):** corresponde à distância entre duas cristas consecutivas ou dois vales consecutivos. No Sistema Internacional de Medidas (S.I.) sua unidade de medida é o metro (m).



4

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- **Período (T):** é definido como o tempo de duração de uma oscilação completa (ciclo), ou seja, é o tempo necessário para se obter uma repetição. No S.I. sua unidade de medida é o segundo (s).

- **Frequência (f):** corresponde ao número de repetições por segundo, medida em Hertz (Hz) ou s^{-1} . Pode ser calculada como o inverso do período T.

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{T}$$

5

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- Para uma melhor compreensão da relação entre frequência e período observe o exemplo a seguir:



Nesta figura, podemos observar 2 repetições por segundo. Logo, sua frequência é de 2 Hz. Para calcularmos o período utilizamos o cálculo do inverso da frequência:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2} = 0,5s$$

6

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- Vale destacar que, **quanto maior** é o período da onda, **menor** é a sua **frequência**.



Aumenta a **Frequência** →

7

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- **Velocidade de propagação (v):** é uma medida da rapidez de propagação da onda num determinado meio, ou seja, *depende do meio de propagação da onda*. Calcula-se pelo quociente entre a distância percorrida e o intervalo de tempo que demora a percorrê-la. A unidade (S.I.) da velocidade de propagação é o metro por segundo (m/s).

Em um ciclo completo, temos que:

$$\Delta S = \lambda \quad e \quad \Delta t = T$$

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T}$$

$$v = \lambda \cdot \frac{1}{T} \Rightarrow v = \lambda \cdot f$$

8

ELEMENTOS DE UMA ONDA

- **Velocidade de propagação (v)**

$$v = \lambda \cdot f$$

Velocidade de propagação [m/s] Comprimento de onda [m] Frequência [Hz]

9

NATUREZA DAS ONDAS

- Quanto à sua natureza, as **ondas** mais comuns podem ser classificadas em:

- Ondas mecânicas;
- Ondas eletromagnéticas.



10

NATUREZA DAS ONDAS

Ondas Mecânicas

- Necessitam de um meio material para se propagar. Exemplos: ondas numa corda ou na superfície da água, ondas sonoras.



Ondas Eletromagnéticas

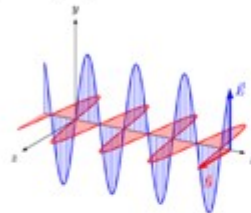
- Podem se propagar tanto no vácuo quanto em meios materiais. Exemplos: luz, microondas, ondas de rádio.



11

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

- **Ondas eletromagnéticas:** são formadas pela oscilação simultânea de um campo elétrico e de um campo magnético perpendiculares entre si.



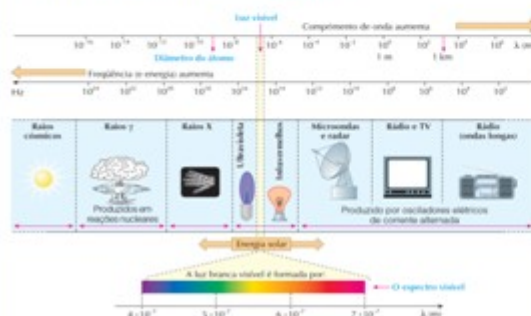
12

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

- Atualmente, é conhecida uma variedade de ondas eletromagnéticas que compõem o **espectro eletromagnético**, tais como: a luz visível, as ondas de rádio, as microondas, o infravermelho e o ultravioleta, entre outras.
- Além disso, é importante destacar que o espectro eletromagnético geralmente apresenta-se organizado de acordo com as frequências e os comprimentos de onda.

13

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- A **radiação solar** é a designação dada à energia radiante emitida pelo Sol, em particular aquela que é transmitida sob a forma de radiação eletromagnética;
- Cerca de metade desta energia é emitida como luz visível e o restante na faixa do infravermelho e como radiação ultravioleta.



14

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

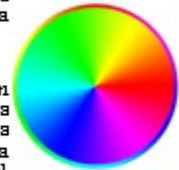
- **Luz visível:** apesar de englobar uma pequena região do espectro, a luz visível, é de suma importância para nós
- Na faixa do visível, há cores de luz que vão do vermelho ao violeta, sendo que cada cor possui um comprimento de onda e uma frequência específica.

Luz	Comprimento de onda (10 ⁻¹⁰ m)	Frequência (10 ¹⁴ Hz)
Violeta	4,0 x 4,5	6,7 x 7,5
Azul	4,5 x 5,0	6,0 x 6,7
Amarelo	5,0 x 5,5	5,7 x 6,0
Verde	5,5 x 5,7	5,3 x 5,7
Laranja	5,7 x 6,0	5,0 x 5,3
Amarelo-alaranjado	5,9 x 6,2	4,8 x 5,0
Vermelho	6,2 x 7,5	4,0 x 4,8

16

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- A sensação visual de cor que a luz visível provoca nos seres humanos está relacionada à frequência da radiação;
- Assim, ondas luminosas com comprimentos de onda diferentes provocam sensações visuais de cores diferentes (luz de menor frequência provoca a sensação visual do vermelho; já a luz com a maior frequência provoca a sensação visual do violeta).



17

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- **Radiação infravermelha (IV):** consiste em ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda localizados na região invisível do espectro logo abaixo do vermelho;
- É originada da agitação térmica das partículas que constituem os corpos, geralmente associada ao calor.

18

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- Qualquer corpo com temperatura acima do zero absoluto (-273 °C) emite radiação infravermelha;
- Mesmo objetos incandescentes emitem normalmente mais infravermelho que luz visível;
- Cerca de 60% da radiação emitida pelo Sol, por exemplo, situa-se na faixa do infravermelho.

19

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- Podemos encontrar aplicações da radiação infravermelha na Astronomia, em campos militares e na espectroscopia, em fotografias térmicas, dentre outras.

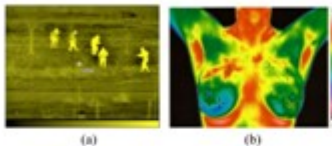


Figura 2 - Exemplos de aplicações da radiação infravermelha: (a) "visão noturna" de um campo de batalha [5] e (b) mapeamento das temperaturas de um corpo feminino para detecção de tumores na região mamária [6].

20

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- Atualmente temos contato diário com um equipamento que se utiliza da radiação infravermelha: os controles remotos de equipamentos eletrônicos
- Nessa aplicação, uma fonte de raios infravermelho localizada no controle remoto, envia uma série de flashes ao detector, localizado no aparelho que está sendo controlado, que decodifica o comando e executa a função por ele determinada.



21

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- **Radiação ultravioleta (UV):** tem comprimento de onda menor e frequência maior que da luz violeta, daí seu nome;
- De acordo com o comprimento de onda, a radiação ultravioleta é dividida em três faixas:
 - UVA;
 - UVB;
 - UVC.

22

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- **Radiação UVA:** faixa UV menos energética e que penetra profundamente na pele. Está associada ao bronzeamento, pois estimula a produção de um pigmento chamado *melanina*, responsável pelo escurecimento da pele. Por serem intensos durante todo o ano podem causar manchas, envelhecimento cutâneo e, a longo prazo, rugas, flacidez e câncer de pele pelo efeito acumulativo dos raios.

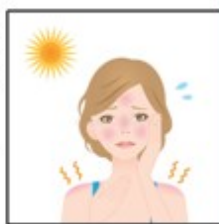


Desenvolvimento de erupções na pele por 20 anos e fica com uma aparência de não ter nascido com essas manchas que a vida.

23

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- **Radiação UVB:** são mais intensa do que os raios UVA, porém por serem parcialmente absorvidos pela camada de ozônio, atingem a pele superficialmente. Possuem maior intensidade durante o verão, podendo causar vermelhidão e queimaduras.



24

O SOL E SUAS RADIAÇÕES

- **Radiação UVC:** é o tipo de radiação mais perigosa e de maior energia. Contudo os raios UVC não atingem a superfície terrestre, uma vez que são filtrados pela camada de ozônio.



25

BENEFÍCIOS DA EXPOSIÇÃO SOLAR

- A fim de evitar danos cumulativos e irreversíveis, é **recomendável** o uso de filtro solar e a exposição **moderada ao Sol**;
- Vale destacar que a **breve exposição aos raios ultravioletas** (aproximadamente de 10 a 15 minutos pelo menos duas vezes por semana) é suficiente para a **síntese de vitamina D**, cuja principal função é *facilitar a absorção de cálcio no organismo humano*.

26

O QUE SIGNIFICA O FPS

- O **filtro** ou **protetor solar** tem a função de absorver a radiação ultravioleta que incide em nossos corpos durante os banhos de Sol;
- O Fator de Proteção Solar (FPS) é dado pela seguinte relação:

$$\text{FPS} = \frac{\text{tempo de exposição mínima para a produção de vermelhidão na pele protegida}}{\text{tempo de exposição mínima para a produção de vermelhidão na pele desprotegida}}$$

- Assim, o FPS representa o tempo a mais que a pele fica protegida.

27

O QUE SIGNIFICA O FPS

- Por exemplo: se sua pele leva cinco minutos para sofrer os efeitos do Sol, ao passar um protetor com fator de proteção solar 15, a pele demora 15 vezes mais tempo (no caso, 75 minutos) para sofrer os mesmos efeitos sem uso do protetor;
- É importante destacar que os efeitos causados pela radiação solar dependem também da tonalidade da pele;
- Um protetor com FPS 60, a princípio, protegeria a pele contra a radiação solar por quatro vezes mais tempo!

28

REFERÊNCIAS

- FEITZE, E. *Química Geral*. São Paulo: Moderna, v. 1, 6 ed., 2004.
- HAJI IDAY, D.; RESNICK, R.; WAJEEB, J. *Fundamentos da Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 8ª ed., v. 2, 2009.
- RAMALHO, F.; MICOJAU, G. F.; TOJEDO, P. A. *Os Fundamentos da Física*, 6ª edição, Vol. 2 e 3. São Paulo: Editora Moderna, 1997.
- TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Princípios de anatomia e fisiologia*, 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

29

Obrigada pela
atenção!



APÊNDICE 7

Texto de apoio para o experimento *Enxergando o invisível*



ATIVIDADE EXPERIMENTAL: "ENXERGANDO O INVISÍVEL"

Não há nada melhor que chegarmos à nossa casa depois de um longo dia, nos jogar no sofá e, com a comodidade oferecida pelo mundo moderno, ligar a TV sem precisar ir até ela, acionando-a ao apertar um único botão do controle remoto.

O que você talvez ainda não saiba, é que até mesmo nesta trivial atividade diária a radiação eletromagnética encontra-se envolvida.

A tecnologia comumente utilizada nos controles remotos de televisores é o infravermelho. A luz infravermelha, localizada no controle remoto, envia sinais (representados por códigos binários específicos) ao detector, localizado no aparelho que está sendo controlado, que decodifica o comando e executa a função por ele determinada.

No entanto, a luz infravermelha está localizada fora da faixa visível do espectro eletromagnético, impossibilitando sua visualização pelo olho humano.

Então, que tal enxergar o invisível? Nesta experiência, será possível visualizar a luz infravermelha (invisível ao olho humano) por intermédio da câmera fotográfica do aparelho celular. Para isso, é só acionar a câmera fotográfica de seu celular e aproximá-la da luz infravermelha do controle remoto. Aperte qualquer botão do controle e seja capaz de "enxergar o invisível"!

Isso é possível, pois os sensores eletrônicos digitais possuem uma sensibilidade de amplo espectro, conseguindo detectar radiações invisíveis, como a infravermelha, imperceptíveis ao olho humano. Isso acontece, pois o aparelho celular transforma a radiação infravermelha, invisível para nós, em uma luz visível.

Figura 7: imagem ilustrativa de um controle remoto.



Disponível em:
<<https://portale7.blogspot.com>>
Acesso em: 14/09/2018.



APÊNDICE 8

Tutorial do aplicativo *online Plickers*



Tutorial Plickers

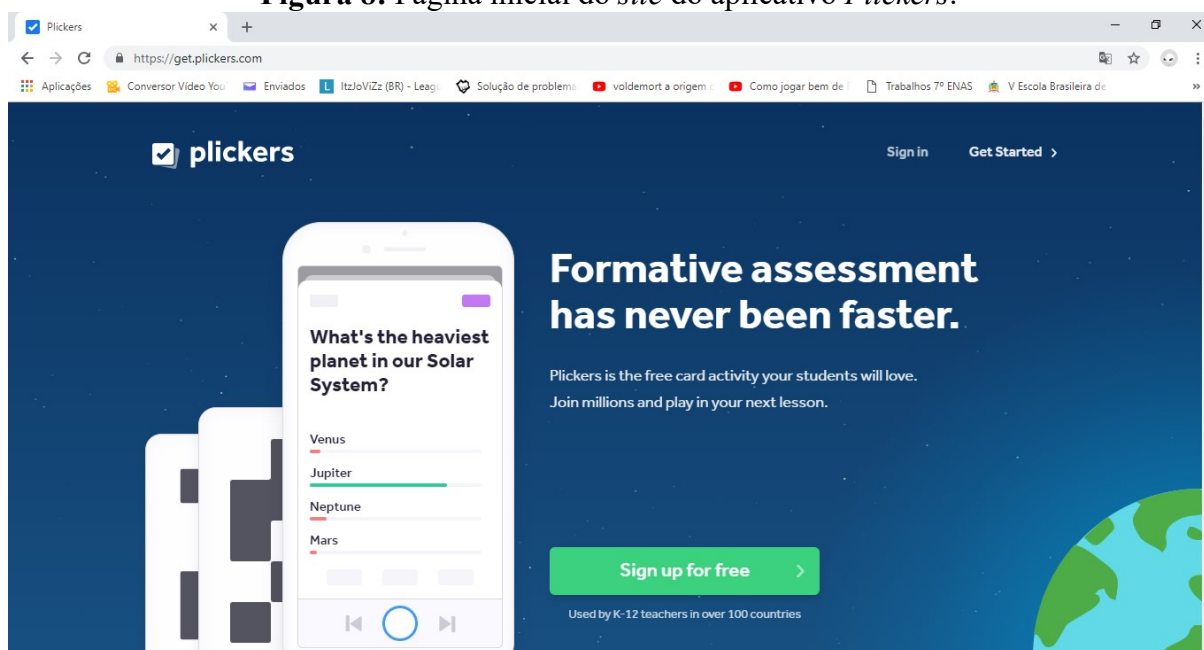
✓ Para início de conversa... O que é *Plickers*?

É um aplicativo móvel que permite a elaboração de questionários de múltipla escolha e possibilita a visualização rápida das respostas individuais fornecidas pelos alunos por intermédio de cartões individuais.

Em outras palavras, o *Plickers* pode ser uma ferramenta útil no processo avaliativo tornando-o mais dinâmico, além de possibilitar a visualização imediata das respostas dadas pelos alunos.

Para conhecer um pouco mais sobre o *Plickers*, basta acessar o endereço eletrônico <<https://www.plickers.com/>>.

Figura 8: Página inicial do *site* do aplicativo *Plickers*.



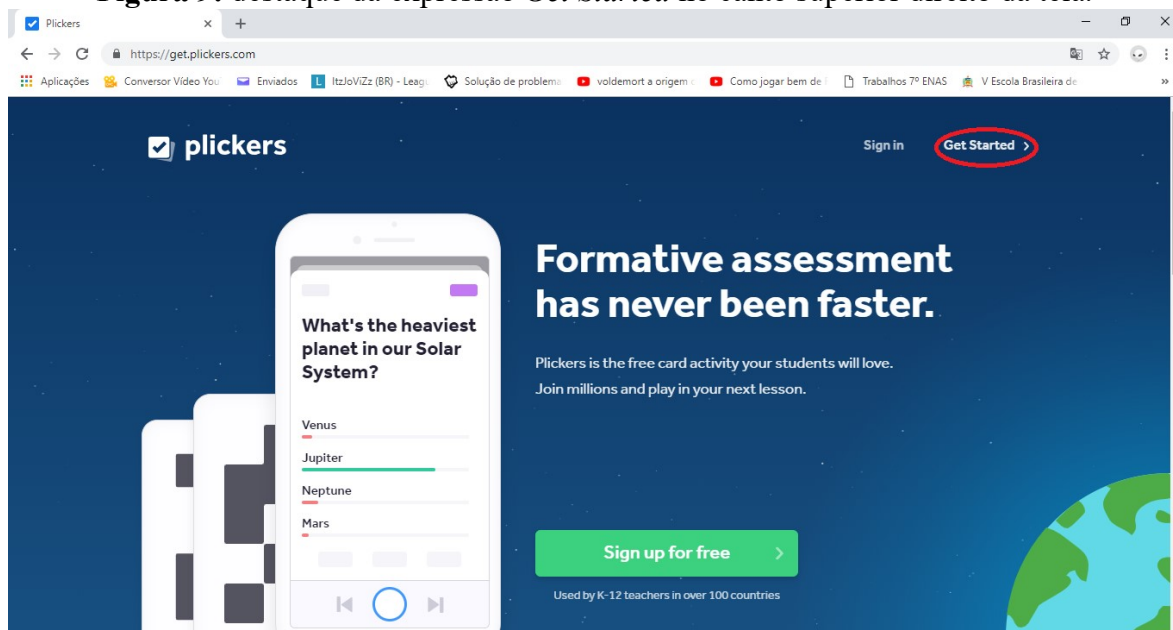
Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

✓ Como efetuar seu primeiro acesso?

Após acessar o endereço eletrônico do *Plickers* – <<https://www.plickers.com/>> – acompanhe o passo a passo a seguir para realizar o primeiro acesso ao *site*:

- 1º passo: clique no canto superior direito *Get Started*.

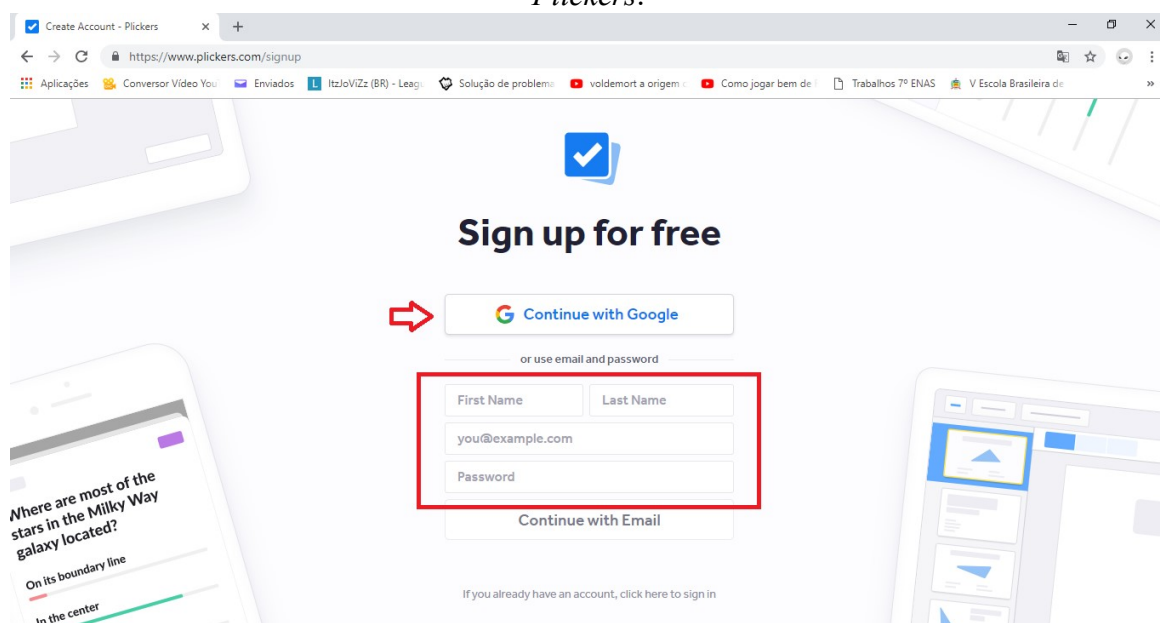
Figura 9: destaque da expressão *Get Started* no canto superior direito da tela.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

- 2º passo: o *site* oferece ao usuário dois modos de se inscrever gratuitamente no mesmo: ou utilizando uma conta *Google*; ou preenchendo os campos em branco na seguinte ordem: nome, sobrenome, email e senha.

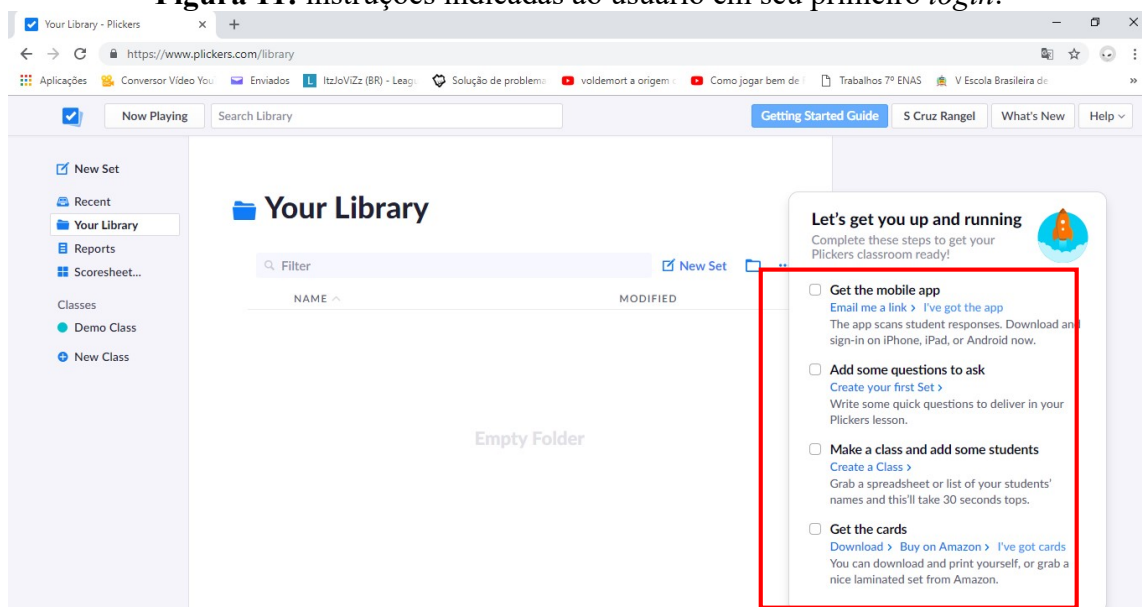
Figura 10: opções disponíveis ao usuário para inscrição gratuita no *site* do aplicativo *Plickers*.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

- **3º passo:** após efetuar seu *login*, aparecerá no lado direito da tela uma mensagem para o usuário completar as quatro etapas indicadas para preparar sua sala de aula *Plickers*.

Figura 11: instruções indicadas ao usuário em seu primeiro *login*.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

A primeira instrução dada pela mensagem é que o usuário obtenha o aplicativo para dispositivos móveis, pois o aplicativo instalado no celular será responsável por realizar a leitura das respostas dos alunos.

Na segunda instrução, a mensagem sugere que sejam criadas algumas questões com perguntas rápidas e pede para o usuário criar sua primeira lista de perguntas.

Posteriormente, é aconselhável que o usuário crie uma turma e adicione alguns alunos, podendo copiar seus nomes de uma planilha, por exemplo.

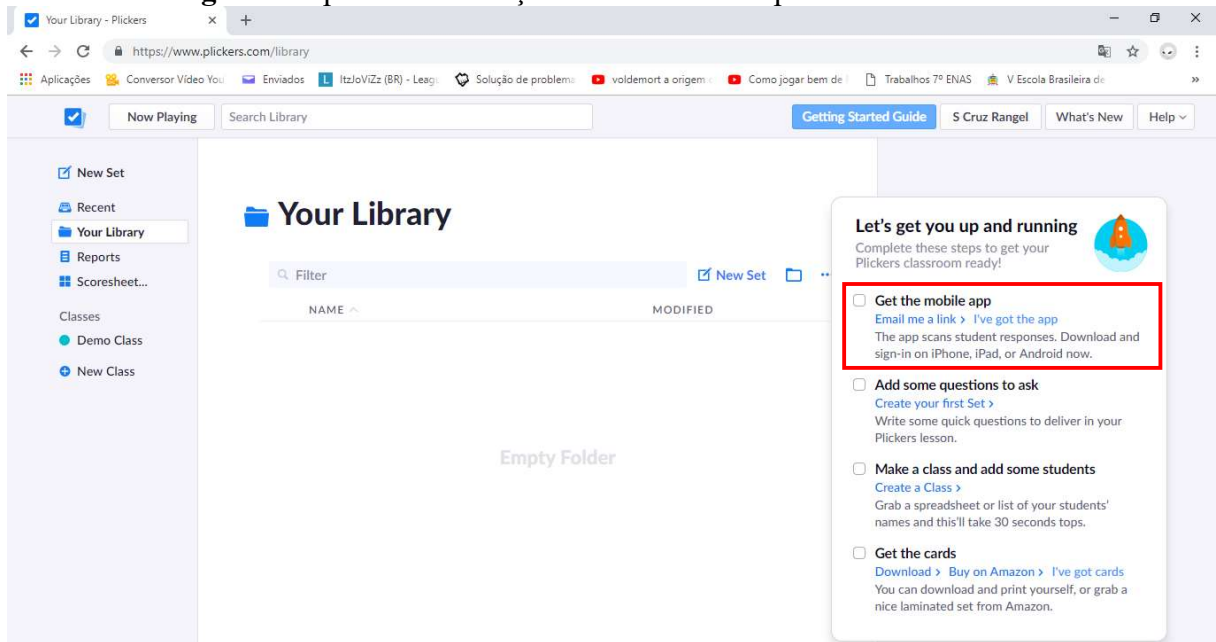
Finalmente, a mensagem recomenda que o usuário faça o *download* dos cartões individuais.

Vamos verificar separadamente cada uma dessas recomendações dadas?

✓ Instalação do aplicativo *Plickers* em seu dispositivo móvel

Para instalar o aplicativo no seu dispositivo móvel, você pode pedir que um email seja enviado para você (clcando em *Email me a link*) ou procurar em sua loja de aplicativos pelo *Plickers*.

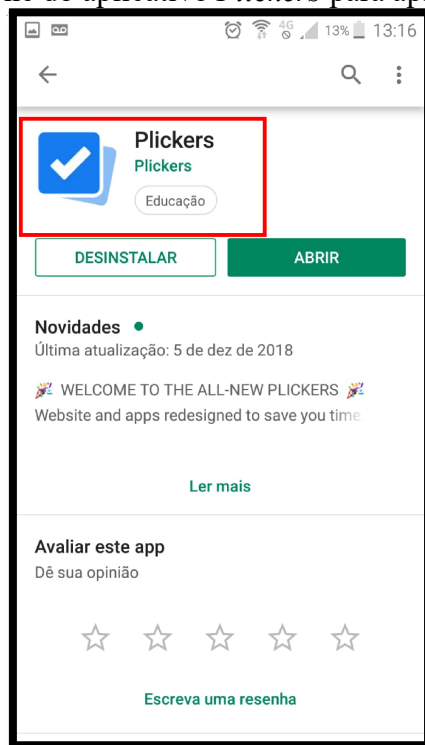
Figura 12: primeira instrução ao usuário dada pelo *site* do *Plickers*.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

O ícone do *Plickers* que deverá ser instalado em seu dispositivo móvel é mostrado na figura abaixo:

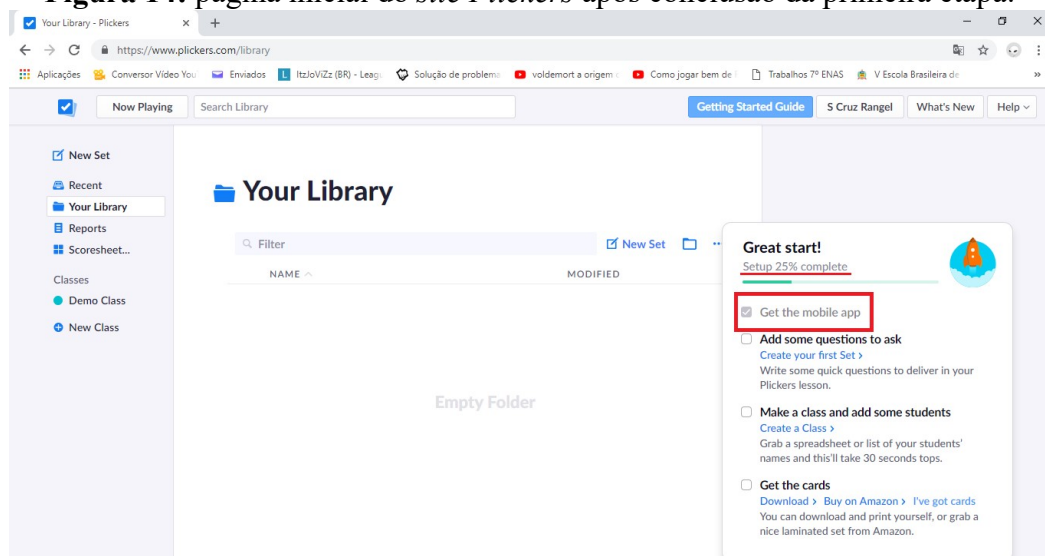
Figura 13: ícone do aplicativo *Plickers* para aplicativos móveis.



Fonte: elaboração própria.

Após a instalação do aplicativo em seu dispositivo móvel, automaticamente aparecerá que esta etapa se completou na página inicial do *Plickers*.

Figura 14: página inicial do site *Plickers* após conclusão da primeira etapa.

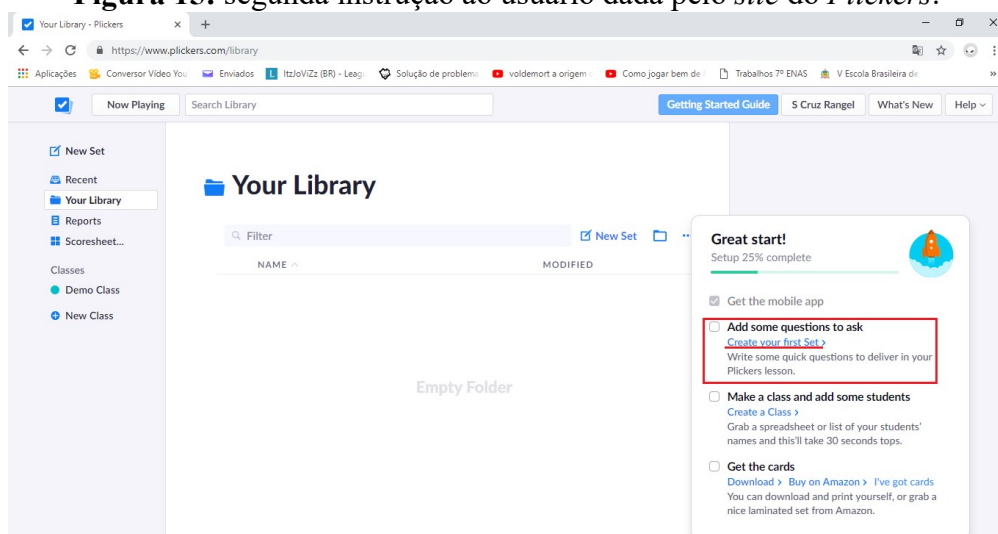


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

✓ Inserção de perguntas

Está na hora de criar sua primeira lista de perguntas. Para isso, vá até a segunda instrução mostrada na mensagem e acompanhe o procedimento sugerido ao clicar no *link Create your first Set*.

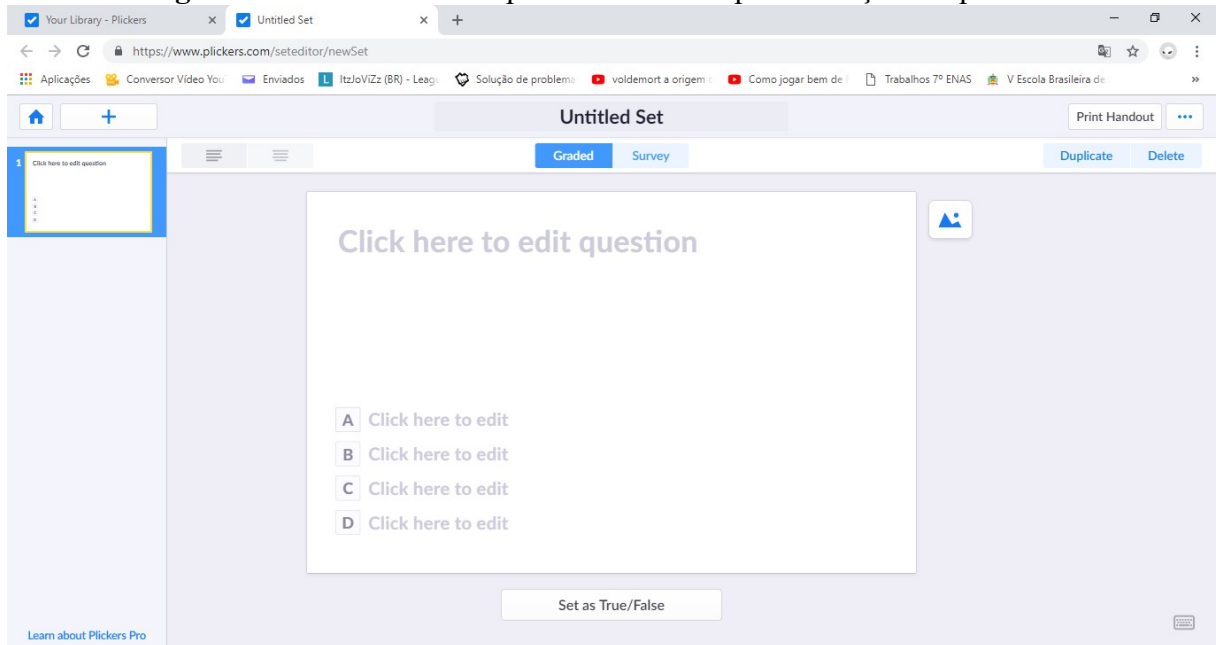
Figura 15: segunda instrução ao usuário dada pelo site do *Plickers*.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Automaticamente, o *site* abrirá uma nova aba, indicada abaixo, onde será possível editar questões:

Figura 16: nova aba aberta pelo *site Plickers* para inserção de questões.

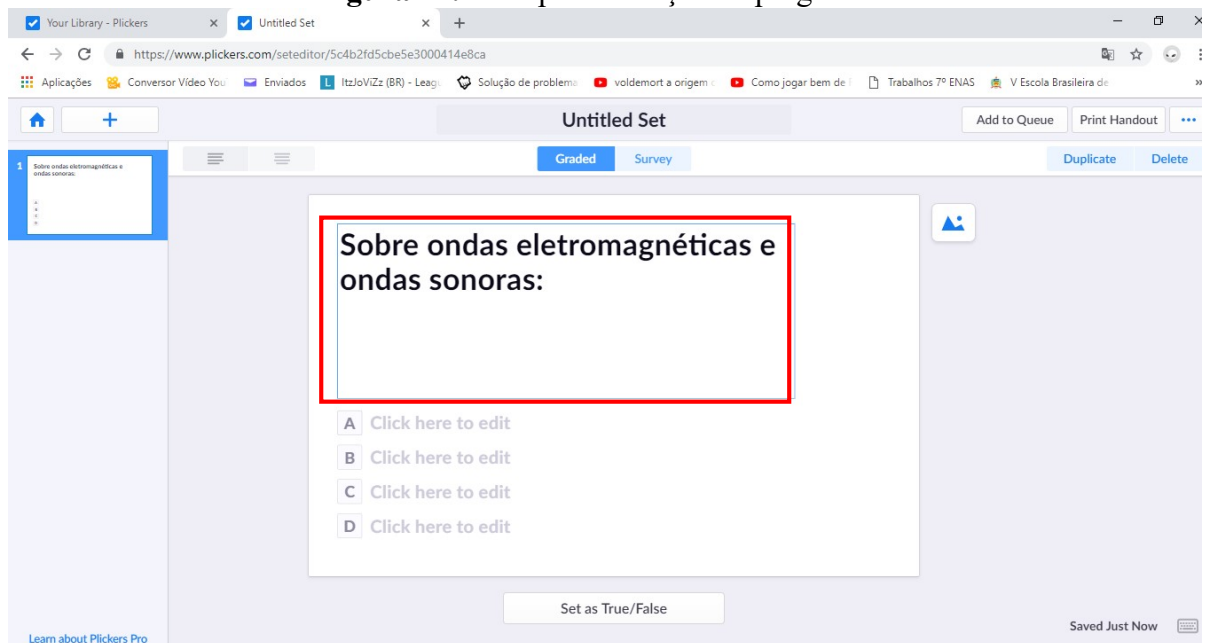


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Digite sua pergunta na caixa de texto fornecida, conforme exemplo a seguir.

Figura 17: exemplo de edição de perguntas.

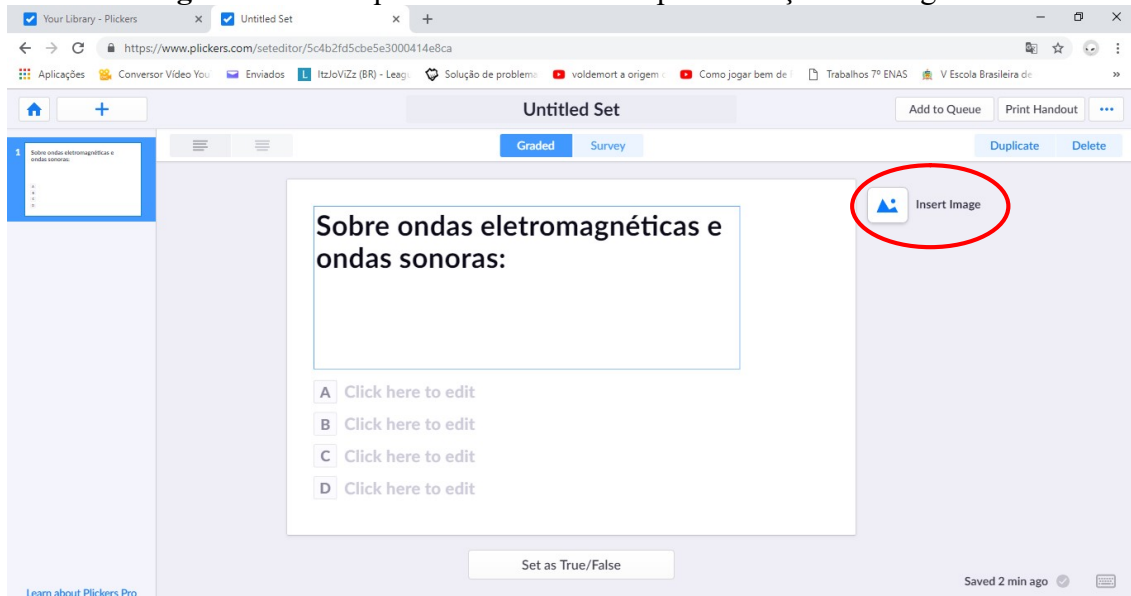


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Além da questão, você pode incluir imagens selecionando a opção *Insert Image* que aparece no canto superior direito da caixa de texto.

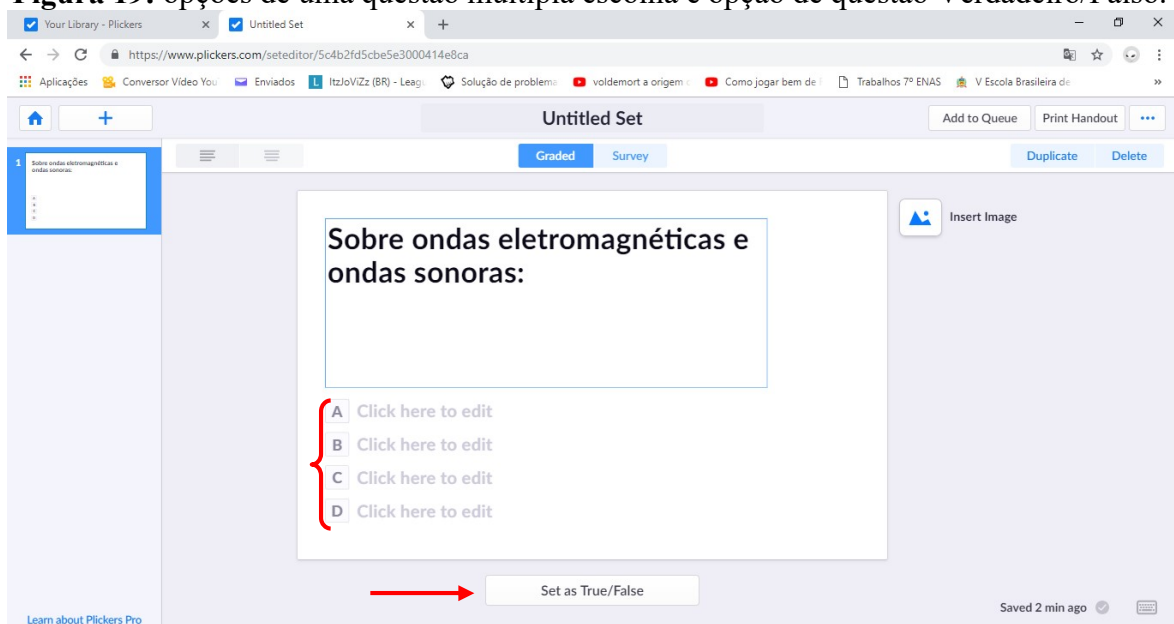
Figura 18: destaque do ícone utilizado para inserção de imagens.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Após digitar sua pergunta, ela já vem com quatro opções de múltipla escolha para você editar, ou se preferir, crie uma pergunta de Verdadeiro/Falso, clicando na opção *Set as True/False*.

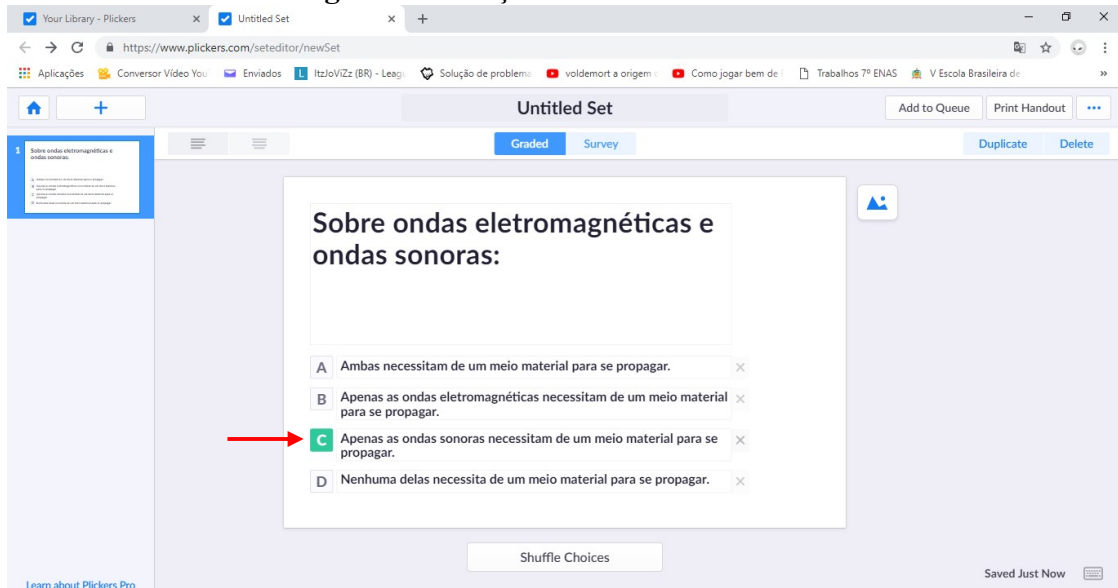
Figura 19: opções de uma questão múltipla escolha e opção de questão Verdadeiro/Falso.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Não se esqueça de indicar a alternativa correta, que aparecerá na cor verde.

Figura 20: seleção de alternativa correta.

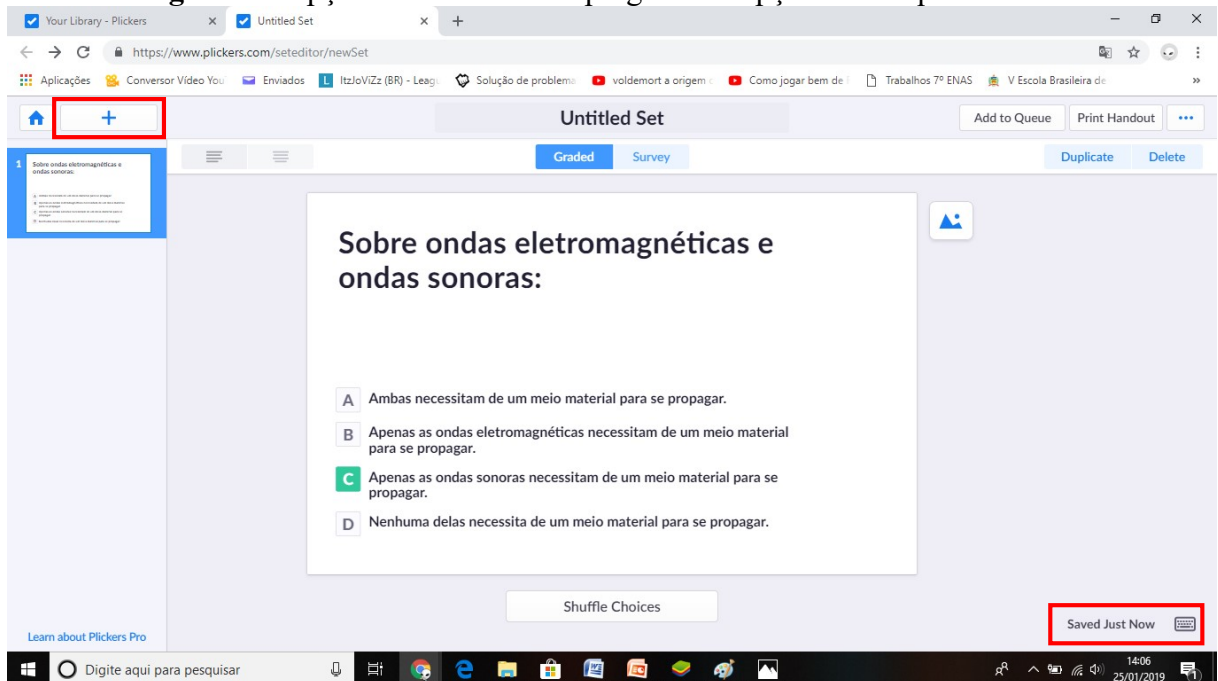


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Quando finalizar este procedimento, salve sua pergunta clicando na opção **Saved Just Now** (localizada no canto inferior direito) ou clique na opção **+** (localizada no canto superior esquerdo) para adicionar novas perguntas.

Figura 21: opção adicionar novas perguntas e opção salvar questionário.

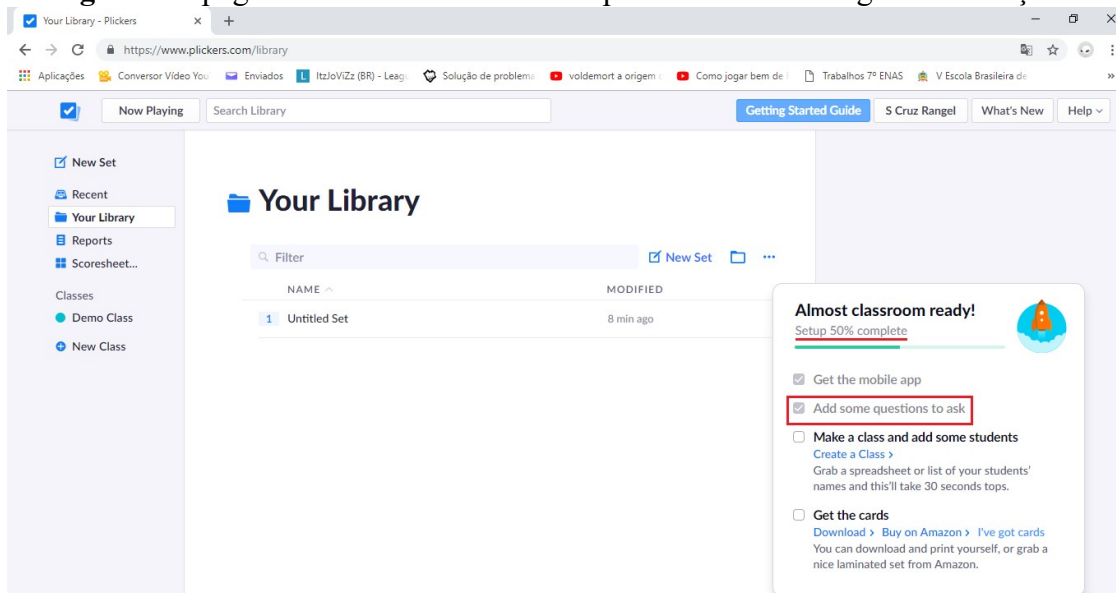


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Ao retornar à página inicial da sua conta *Plickers*, aparecerá que você já completou esta etapa e está quase pronto para aula. Sua barra de progresso terá aumentado para 50%.

Figura 22: página inicial do site *Plickers* após conclusão da segunda instrução.



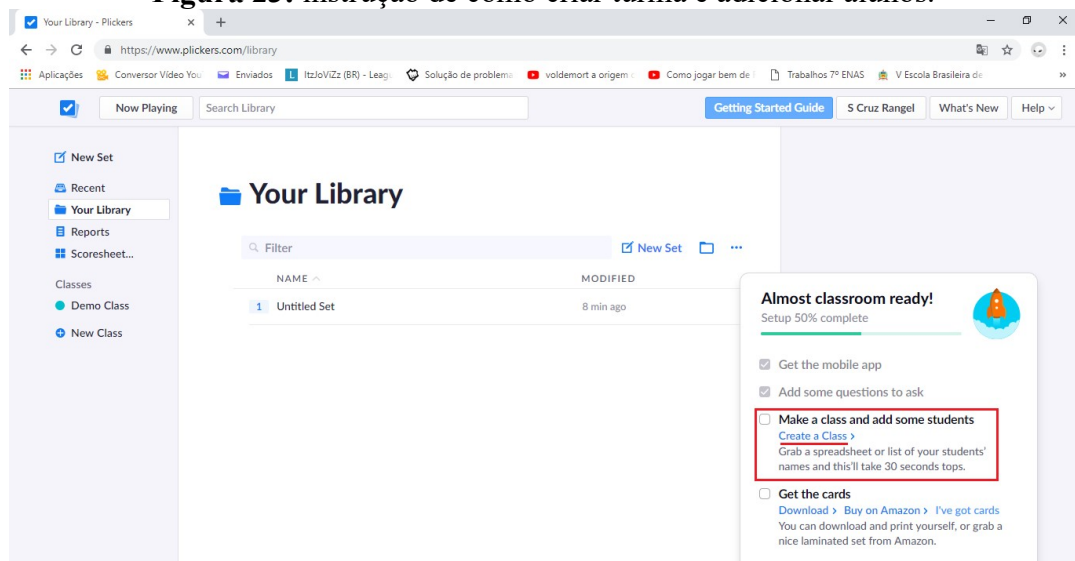
Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

✓ Criação de turmas

Crie sua turma e adicione alguns alunos, sendo possível copiar seus nomes de uma planilha, por exemplo. Para isso, vá até a opção *Create a Class*.

Figura 23: instrução de como criar turma e adicionar alunos.

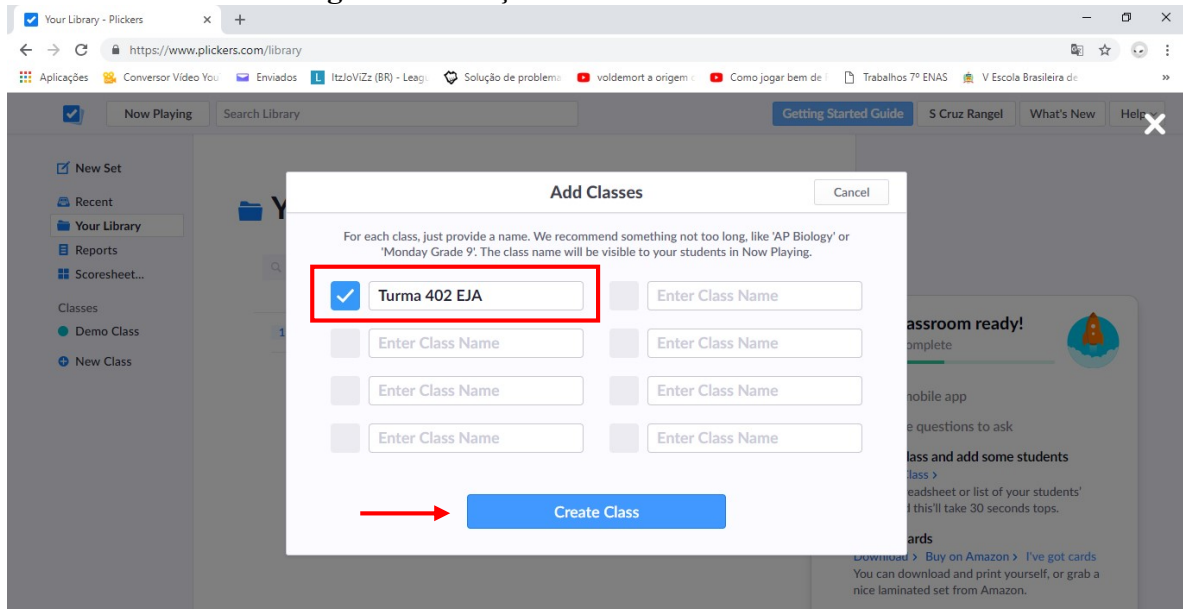


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Ao selecionar a opção **Create a Class**, aparecerá na tela várias caixas de texto com a palavra *Enter Class Name*. Clique em uma delas, adicione o nome da turma que você deseja criar, como mostrado no exemplo abaixo, e selecione a opção **Create Class**.

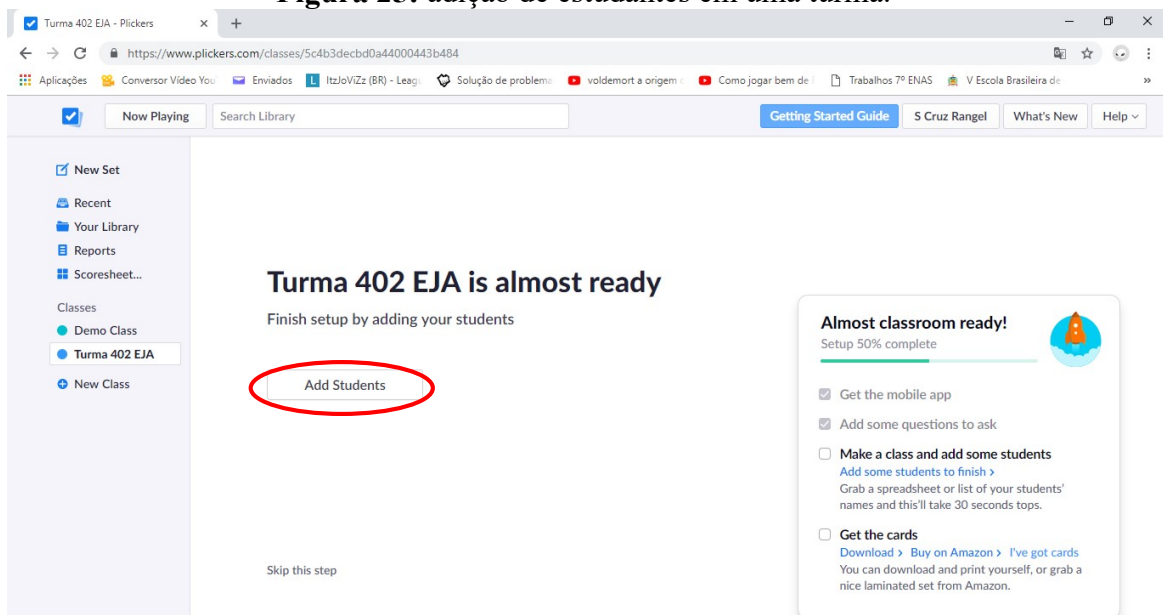
Figura 24: criação de turmas no site Plickers.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Após a criação da turma, aparecerá a opção **Add Students**, para que os alunos sejam adicionados à turma.

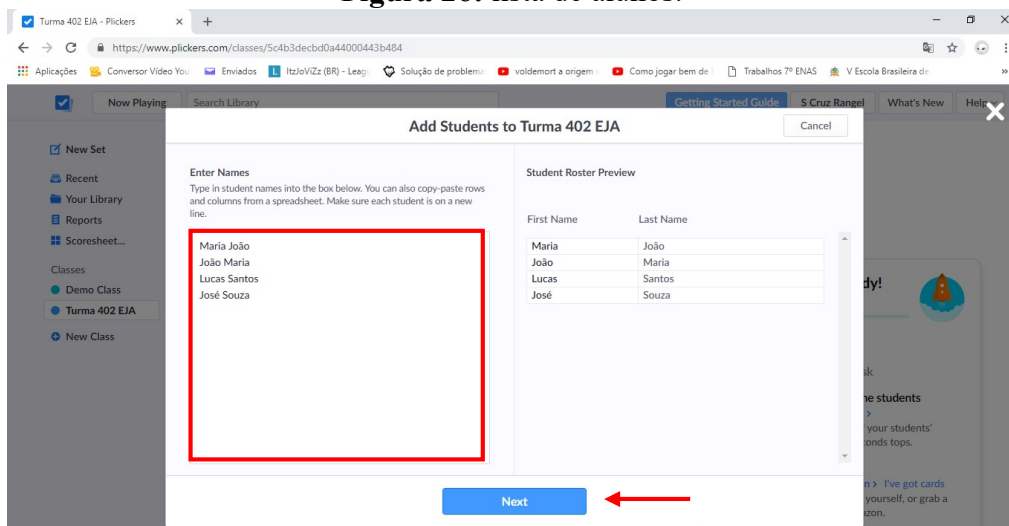
Figura 25: adição de estudantes em uma turma.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Ao selecionar esta opção, aparecerá uma caixa de texto para que você possa digitar o nome dos alunos da classe. Fique atento para que o nome de cada um dos estudantes ocupe linhas diferentes. É possível copiar os nomes de todos os alunos de uma só vez, utilizando uma planilha que você tenha em seu computador, por exemplo. Ao finalizar a lista de alunos, clique na opção *Next*.

Figura 26: lista de alunos.

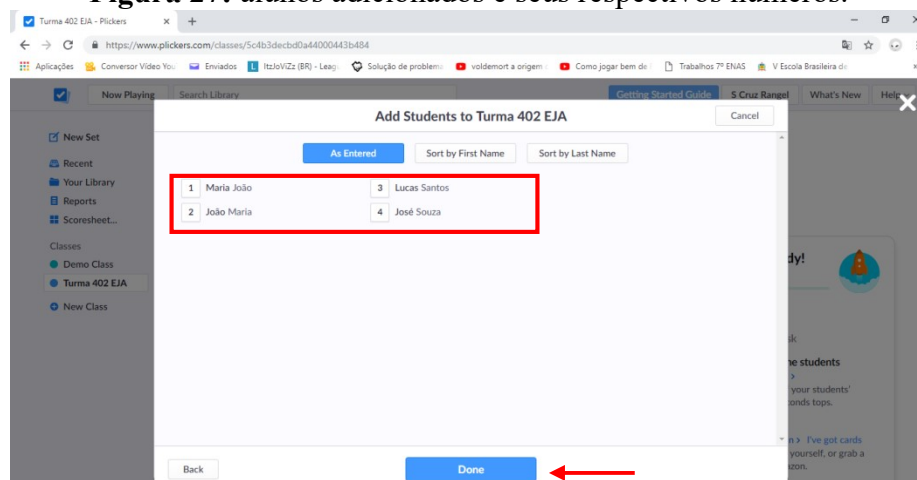


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Aparecerá para o usuário, uma nova janela onde para cada aluno é atribuído um número, que será útil mais à frente no que se refere ao seu cartão individual. Confira se os nomes estão corretos e se todos os alunos da turma encontram-se relacionados na lista. Ao finalizar, selecione a opção *Done*.

Figura 27: alunos adicionados e seus respectivos números.

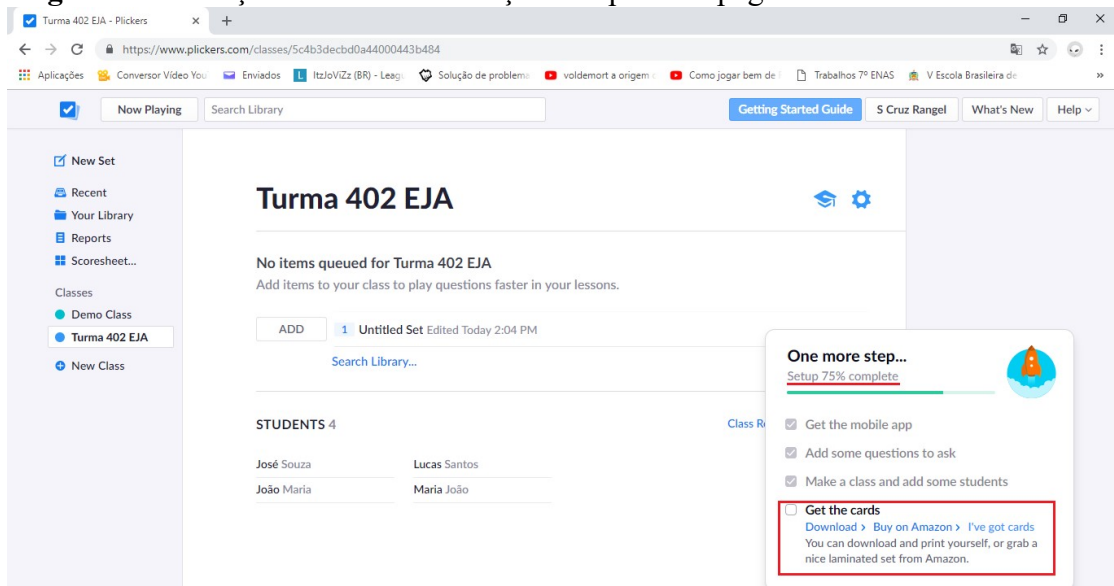


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

Acesso em: 18/09/2018.

Em sua tela inicial do *Plickers*, aparece que só há mais uma etapa para completar o tutorial e sua barra de progresso encontra-se agora em 75%.

Figura 28: exibição da terceira instrução completa na página inicial do *site Plickers*.

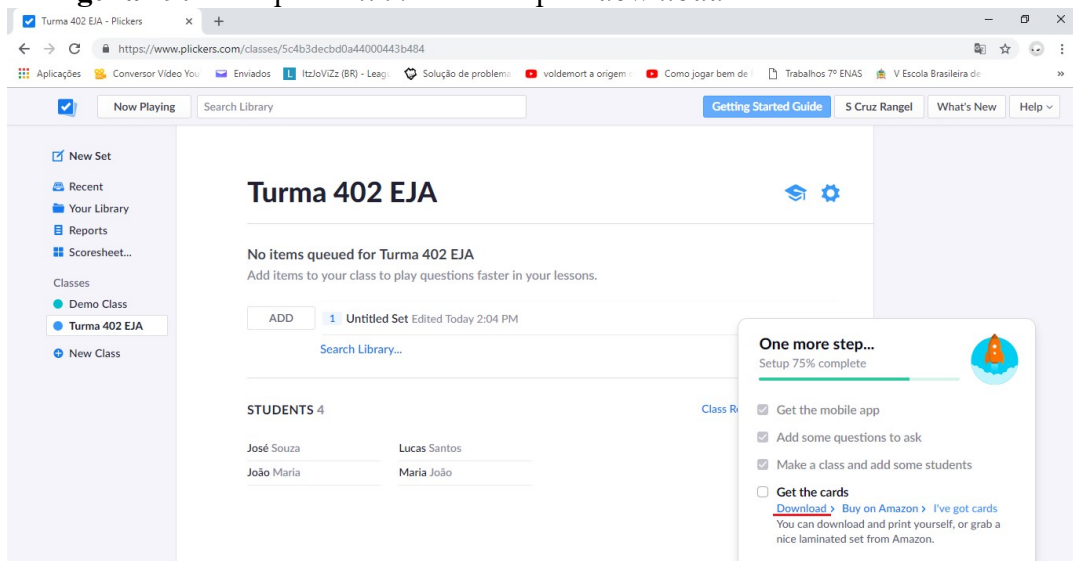


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

✓ Obtenção dos cartões

Para obter e imprimir os cartões individuais que serão utilizados individualmente pelos alunos, durante a execução da aula, selecione a opção **Download**.

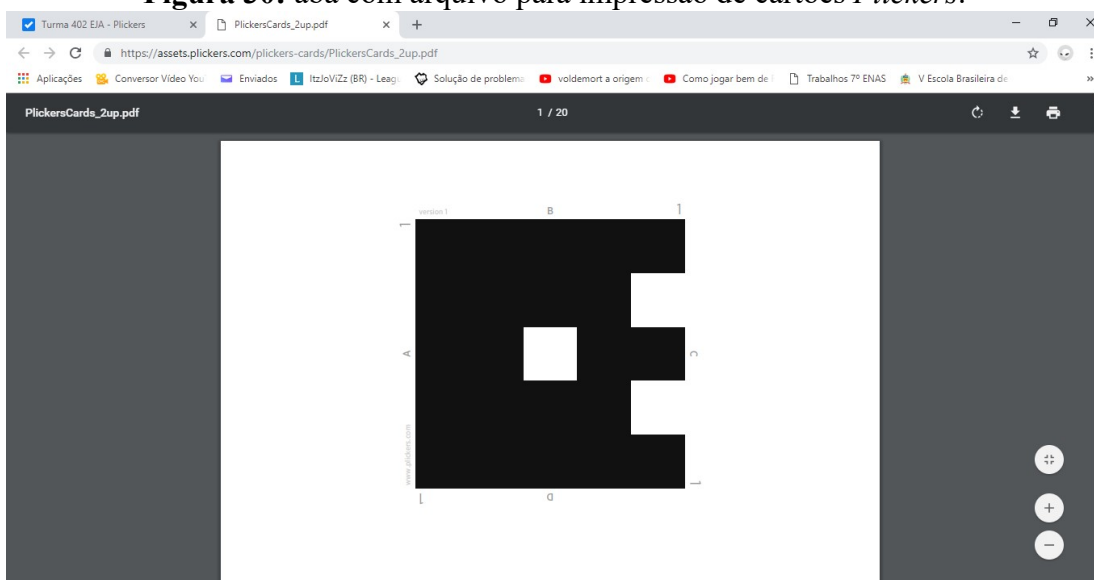
Figura 29: destaque do *link* utilizado para *download* dos cartões individuais.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Ao clicar em **Download**, o *site* direciona o usuário para uma nova aba que possui um arquivo que pode ser impresso ou salvo na versão .pdf, contendo 40 cartões individuais indicados por números. Cada cartão possui quatro lados correspondentes às alternativas que podem ser selecionadas para as questões criadas.

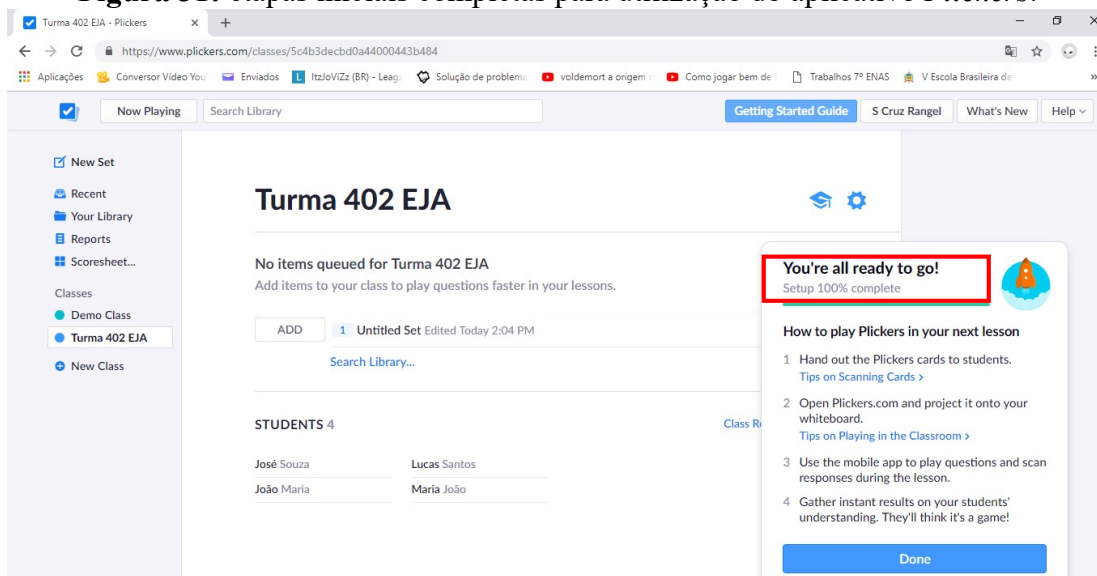
Figura 30: aba com arquivo para impressão de cartões *Plickers*.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

Ao retornar à página inicial, o usuário terá finalizado os passos iniciais, completando 100% da barra de progresso.

Figura 31: etapas iniciais completas para utilização do aplicativo *Plickers*.

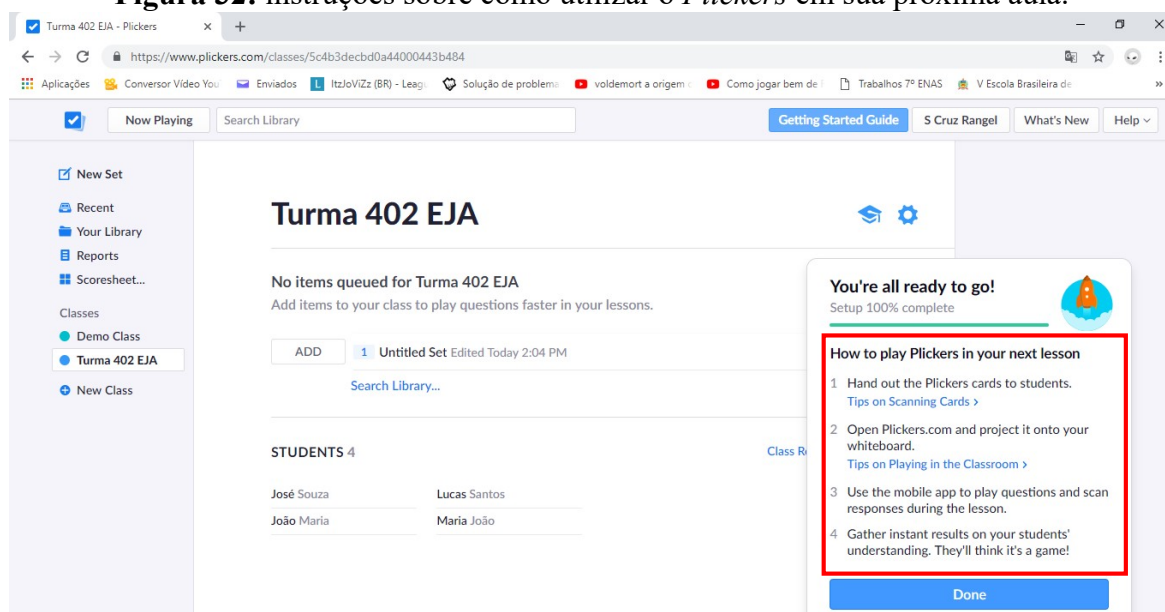


Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.
Acesso em: 18/09/2018.

✓ Mas como utilizar o aplicativo *Plickers* na aula?

Agora que você já aprendeu os procedimentos básicos do aplicativo *Plickers*, aparecerá uma mensagem com instruções de como utilizá-lo em sua próxima aula.

Figura 32: instruções sobre como utilizar o *Plickers* em sua próxima aula.



Disponível em: <<https://www.plickers.com/>>.

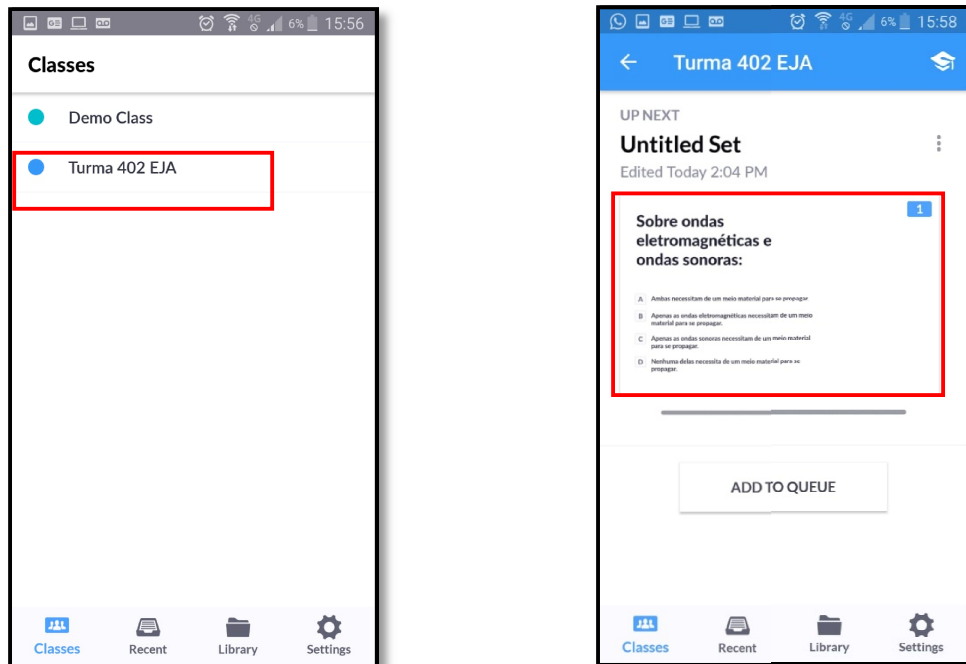
Acesso em: 18/09/2018.

- 1º) Com os cartões *Plickers* impressos, distribua-os para cada um dos alunos;
- 2º) Abra a página do *Plickers* e projete-a no seu quadro branco;
- 3º) Utilize o aplicativo *Plickers* para dispositivos móveis para reproduzir perguntas e verificar respostas durante a aula;
- 4º) Finalmente, obtenha resultados instantâneos a respeito da compreensão dos alunos sobre a aula.

✓ Dicas importantes para leitura dos cartões

- Para iniciar o processo de digitalização, você precisa selecionar a turma para qual irá realizar uma pergunta e, posteriormente, escolher a questão que você deseja usar no aplicativo móvel do *Plickers*;

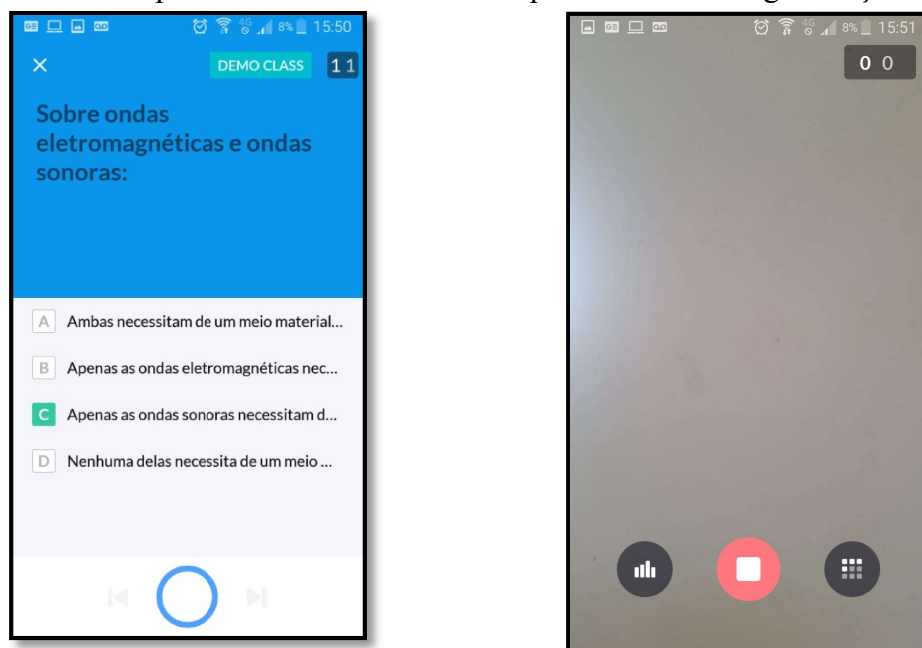
Figura 33: seleção da turma e da pergunta no dispositivo móvel para início do processo de digitalização.



Fonte: elaboração própria.

- Após clicar na pergunta desejada, selecione o círculo azul no centro inferior da tela de seu dispositivo móvel para iniciar a leitura dos cartões dos alunos. Ao digitalizá-los, você verá o número de cartões digitalizados com êxito na parte superior do seu dispositivo móvel. Depois de digitalizar todos os seus alunos, pressione o botão de círculo vermelho para interromper a digitalização. A tela do seu dispositivo móvel será atualizada automaticamente;

Figura 34: botão azul para início e botão vermelho para término da digitalização das respostas.



Fonte: elaboração própria.

- Na hora da realização da leitura dos cartões, repare que: verde indica respostas corretas, vermelho indica respostas incorretas, cinza escuro indica respostas inválidas e cinza claro indica que os alunos não foram digitalizados;
- Se você quiser apagar as respostas e digitalizar novamente, clique em "Limpar respostas do aluno" e você poderá verificar sua turma novamente;
- O *Plickers* funciona *offline*, para que você possa verificar as respostas dos alunos mesmo que não tenha uma conexão com a *internet*;
- Para ver os resultados da sua digitalização, clique em mostrar gráfico no seu dispositivo móvel. Você tem a opção de mostrar ou não a resposta correta ao exibir os resultados para seus alunos.

Agora que você já possui bastante informação sobre o aplicativo *Plickers*, que tal usá-lo em suas aulas, proporcionando maior dinamicidade e rapidez ao processo avaliativo? Aproveite e bom trabalho!



APÊNDICE 9

Sessão Vamos exercitar a mente?



Vamos exercitar a mente?



- 1) Sobre ondas eletromagnéticas e ondas sonoras:
 - a) Ambas necessitam de um meio material para se propagar.
 - b) Apenas as ondas eletromagnéticas necessitam de um meio material para se propagar.
 - c) Apenas as ondas sonoras necessitam de um meio material para se propagar.**
 - d) Nenhuma delas necessita de um meio material para se propagar.

- 2) Qual das opções abaixo não se enquadra como onda eletromagnética:
 - a) A luz visível que enxergamos.
 - b) O som de uma música.**
 - c) As microondas do aparelho eletrodoméstico.
 - d) Os raios X usados nos exames médicos.

- 3) Quando aumentamos o volume da TV, a característica da onda que está sendo alterada é:

a) Amplitude.	c) Amplitude e frequência.
b) Frequência.	d) Nenhuma das alternativas anteriores.

- 4) Os cantores que constituem um coral podem ser baixos, tenores, contraltos e sopranos, dependendo do tipo de voz que possuem, indo das mais agudas às mais graves. A característica da onda que está relacionada a esta diferenciação é:

a) Amplitude.	c) Amplitude e frequência.
b) Frequência.	d) Nenhuma das alternativas anteriores.

- 5) As diferentes cores que enxergamos estão associadas à qual característica da onda?

a) Amplitude.	c) Amplitude e frequência.
b) Frequência.	d) Nenhuma das alternativas anteriores.



AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E INTRODUÇÃO À ELABORAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS

Objetivos:

- Reconhecer as interações da radiação com a matéria;
- Identificar a relação entre intensidade da radiação e temperatura pela lei de Stefan e a relação entre temperatura e frequência de maior emissão da radiação pela lei de deslocamento de Wien;
- Retomada ao estudo de caso e elaboração de mapa conceitual com o intuito de promover a reconciliação integradora.

ETAPA INVESTIGATIVA

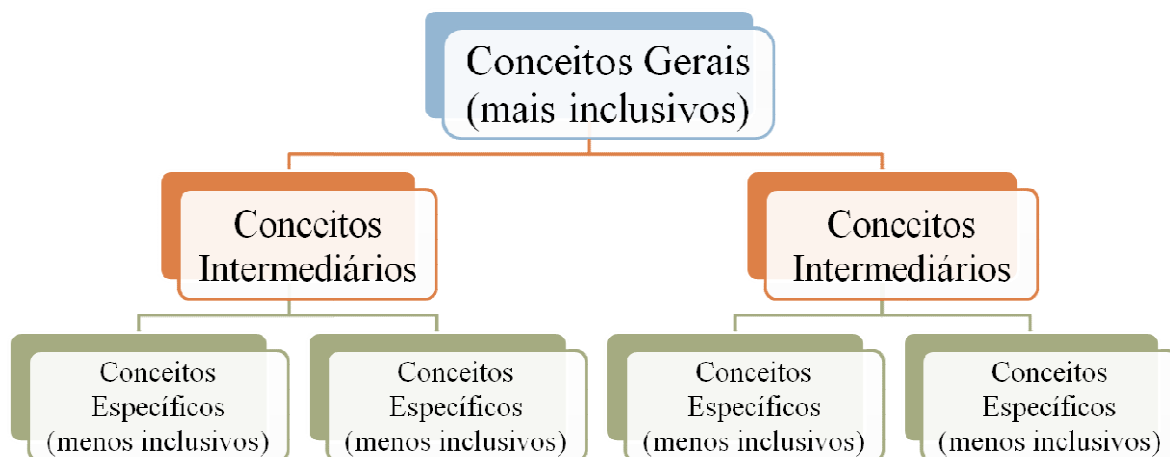
➤ **4ª ETAPA INVESTIGATIVA: AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E AVALIAÇÃO COM MAPA CONCEITUAL**

Nesta etapa, o aluno avançará para conceitos mais específicos do tema *luz na identificação de elementos químicos*, reconhecendo como se dá as interações da radiação com a matéria, além de compreender a relação entre intensidade da radiação e temperatura pela lei de Stefan e a relação entre temperatura e frequência de maior emissão da radiação pela lei de deslocamento de Wien.

Uma ferramenta interessante que será utilizada ao final deste encontro como estratégia avaliativa, com a finalidade de se obter evidências que apontem para uma aprendizagem significativa é o *mapa conceitual*. De modo geral, mapas conceituais funcionam como diagramas que mostram as relações entre os conceitos para um determinado assunto (NOVAK; GOWIN, 1989).

Geralmente, mapas conceituais possuem uma organização hierárquica que considera os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora.

Figura 35: Modelo hierárquico de um mapa conceitual.



Fonte: MOREIRA; MASINI, 2001, p. 33 (adaptação própria).

No modelo hierárquico, mostrado na Figura 35, conceitos mais gerais, mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior), indicando a diferenciação progressiva. Quando estes conceitos menos inclusivos são relacionados a outros localizados num patamar mais elevado na hierarquia organizacional, ocorre a reconciliação integradora (MOREIRA; MASINI, 2001).

Os mapas conceituais permitem ao professor realizar observações acerca da estrutura proposicional, bem como, viabilizar a análise de ligações cruzadas ou concepções alternativas, indicativos de diferenciação dos conceitos na estrutura cognitiva do estudante referentes a uma determinada área de conhecimento (NOVAK; GOWIN, 1996).

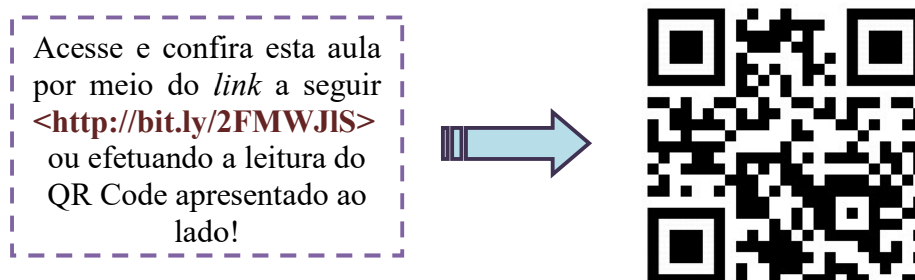
A fim de se obter evidências de aprendizagem significativa, é preciso uma análise qualitativa do mapa conceitual. Deste modo, ao invés de tentar atribuir uma determinada nota ao mapa do aluno, o professor precisa buscar meios de interpretar a informação com o intuito de obter evidências de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2013).

✓ Instruções de aplicação

O professor poderá iniciar esta aula lembrando com a turma conteúdos que foram abordados na aula anterior, levando em conta o princípio da reconciliação integradora.


Uma sugestão interessante é apresentar uma breve introdução com um vídeo sobre o espectro eletromagnético (Apêndice 10) que retrata as principais categorias do espectro (ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama), destacando as faixas de frequência e de comprimento de onda nas quais se enquadram, além de suas principais aplicações.

Após esta retomada aos conteúdos já vistos, o professor poderá apresentar o novo conteúdo com auxílio de um projetor para uma apresentação em *slides* (Apêndice 11) dos conceitos que serão trabalhados nesta aula.



É aconselhável que os alunos recebam um texto de apoio (Apêndice 12) para acompanhar a aula expositiva juntamente com o professor.

É válido destacar que, antes de iniciar o tópico *Cor e temperatura*, tanto na apresentação de *slides* quanto no material de apoio do aluno, há um roteiro experimental do experimento *Disco de Newton* que é bastante adequado ao tema *Luz visível e cores*, abordado nesta etapa. O molde colorido e o molde para colorir podem ser encontrados no Apêndice 13.



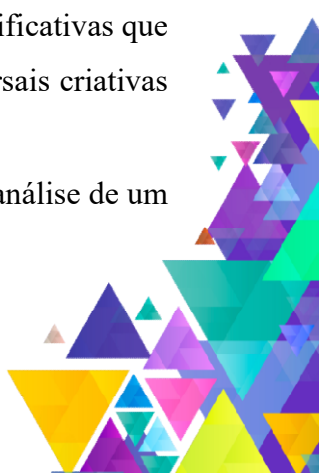
Ao término da explanação acerca das leis de deslocamento de Wien e de Stefan, tanto nos *slides* quanto no material de apoio do aluno, há duas atividades propostas nas sessões *Agora é sua vez!*. Nestas atividades, o professor pode propor que a turma se divida em grupos de quatro a cinco alunos para que tentem resolvê-las, dando assistência quando necessário.

É indicado que para a realização das duas atividades anteriores, os grupos sejam formados com os mesmos integrantes que responderam os problemas iniciais propostos no estudo de caso interdisciplinar apresentado na segunda etapa investigativa, para que haja retomada à estas questões, fornecendo aos discentes a possibilidade de novas resoluções.

Convém mencionar que tanto o gabarito das atividades das sessões *Agora é sua vez!* quanto o gabarito das questões propostas no estudo de caso estão localizados no Apêndice 14.

Finalmente, os alunos serão instigados a elaborarem um mapa conceitual cooperativo que deve ser confeccionado por toda turma e entregue ao professor, englobando todo o conteúdo trabalhado até então. Para auxiliar os alunos nesta atividade, o professor pode utilizar um texto de apoio com dicas importantes sobre a elaboração de mapas conceituais (Apêndice 15).

Com a finalidade de se obter evidências de aprendizagem significativa, o mapa conceitual elaborado pela turma pode ser sujeito à análise, pontuando-se as relações estabelecidas de acordo com a identificação de quatro critérios classificatórios importantes: proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos (NOVAK; GOWIN, 1996 apud ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004, p. 5). Estes critérios são descritos detalhadamente a seguir:

- **Proposições:** ao analisar as proposições, ou seja, as relações entre os conceitos, deve ser observado se as palavras-chave que os conectam são significativas e se a ligação estabelecida é válida;
 - **Hierarquia:** ao considerar a hierarquia na análise, o professor deve verificar se a construção do mapa levou em conta os princípios de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora, identificando se conceitos mais gerais/mais inclusivos aparecem num nível anterior aos conceitos mais específicos;
 - **Ligações cruzadas:** deve-se verificar a presença de ligações válidas e significativas que confirmam transversalidade ao mapa. É válido considerar ligações transversais criativas ou peculiares;
 - **Exemplos:** a presença de exemplos também deve ser levada em conta na análise de um mapa conceitual.
- 

A partir destes critérios foram criadas categorias e atribuídas um peso a cada uma delas de forma a quantificar um mapa conceitual, conforme indicado no Quadro 3.

Quadro 3 - Atribuição de pontos para mapas conceituais conforme critérios classificatórios de Novak e Gowin (1996, p. 53).

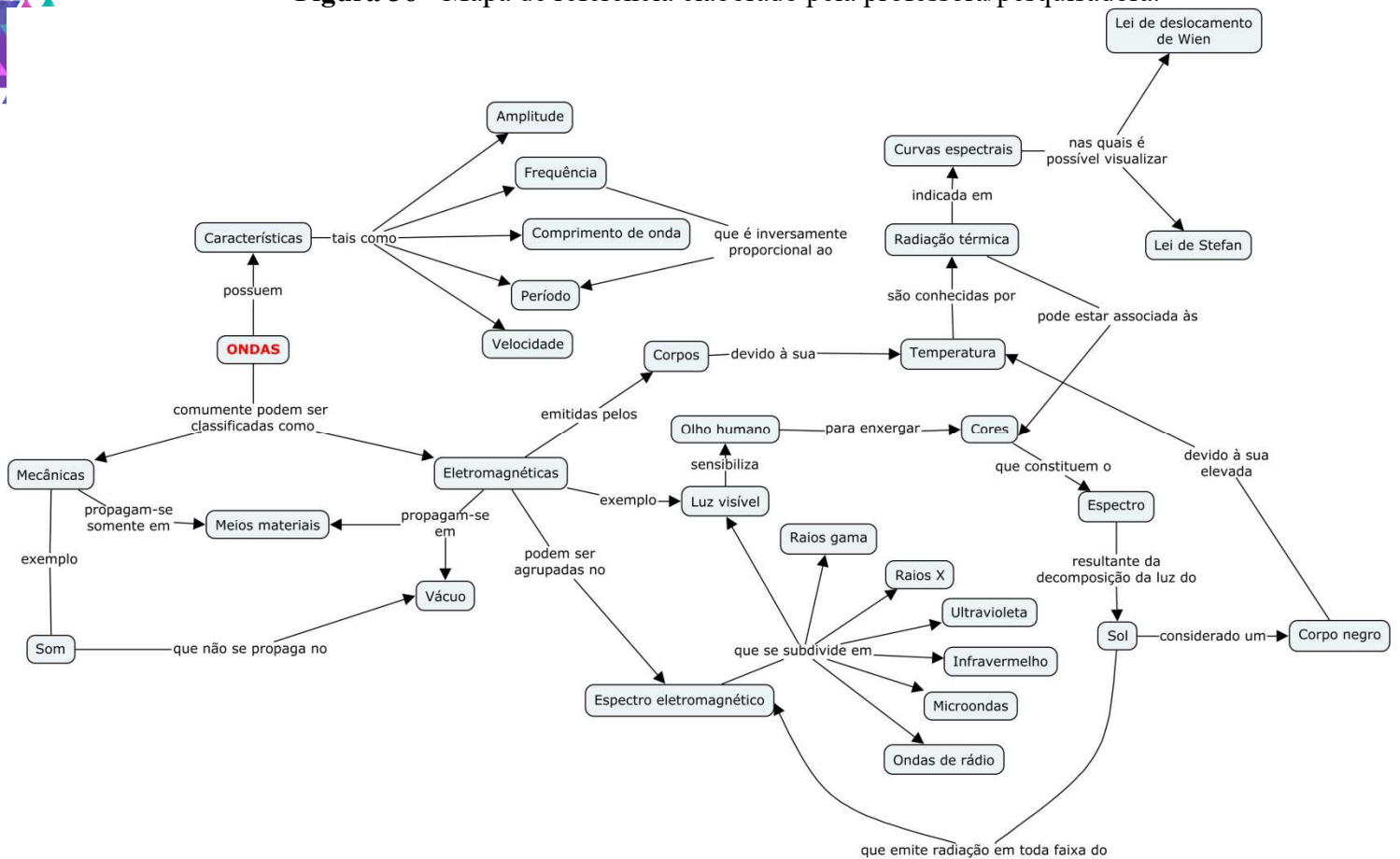
<i>Crêterios classificatórios</i>	<i>Pontua�o</i>
<u>Proposi�es</u> → cada liga�o entre dois conceitos válida e significativa	1
<u>Hierarquia</u> → cada nível válido	5
<u>Liga�es transversais</u> → válida e significativa	10
→ somente válida	2
→ criativa ou peculiar	1
<u>Exemplos</u> → cada exemplo válido	1

Adaptado pela autora (Fonte: CALDAS, 2006, p. 56).

Conforme apresentado no Quadro 3, estipulou-se um peso para cada categoria. Assim, se no mapa conceitual houver proposi es, por exemplo, a pontua o associada a esse critério, no caso um ponto, será multiplicada pela quantidade de proposi es identificada no mapa. Ao final da análise, a pontua o total do mapa conceitual será dada pela soma dos pontos atribuídos a cada um dos critérios classificatórios.

Para efeito de compara o, a pontua o final obtida poderá ser relacionada a uma pontua o m dia, tomada como base, a partir de um mapa conceitual de referência (chamado de mapa de referência), como o mapa indicado na Figura 36 confeccionado pela professora/pesquisadora.

Figura 36 - Mapa de referência elaborado pela professora/pesquisadora.




Fonte: elaboração própria.

Vale destacar que este mapa de referência está disponibilizado apenas no material do professor, podendo ser utilizado como parâmetro avaliativo. Assim, de acordo com os critérios previamente estabelecidos, a pontuação atribuída a este mapa pode ser encontrada no Quadro 4.

Quadro 4 - Pontuação do mapa de referência.


<i>Crítérios classificatórios</i>	Quantidade	<i>Pontuação</i>
<u>Proposições</u>	24	1 x 24 = 24
<u>Hierarquia</u> → cada nível válido	4	5 x 4 = 20
<u>Ligações transversais</u>	3	10 x 3 = 30
<u>Exemplos</u> → cada exemplo válido	2	1 x 2 = 2
Total de pontos		76

Fonte: elaboração própria.



Cabe ressaltar que a atribuição de pontos para os mapas conceituais não visa julgar se um mapa está correto ou não, mas, sim, apontar indícios da ocorrência da aprendizagem significativa, ressaltando, assim, sua potencialidade como ferramenta avaliativa.

Além disso, é importante frisar que um mapa conceitual não é autoexplicativo, devendo ser explicado por seu(s) autor(es), com a finalidade de externalização de significados (MOREIRA, 1998).





APÊNDICE 10

Breve introdução com vídeo sobre espectro eletromagnético



Vamos lembrar um pouco?

Na aula anterior, realizamos uma introdução ao estudo das ondas, na qual foram abordadas as principais características das ondas, a diferenciação entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, bem como a divisão convencional das faixas de radiação que compõe o espectro eletromagnético. Se você não se lembrou destes assuntos, que tal recordar?! É só acessar o vídeo a seguir e lembrar estes conteúdos!

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Duração: 00:10:53

Produção: UNIVESP/USP

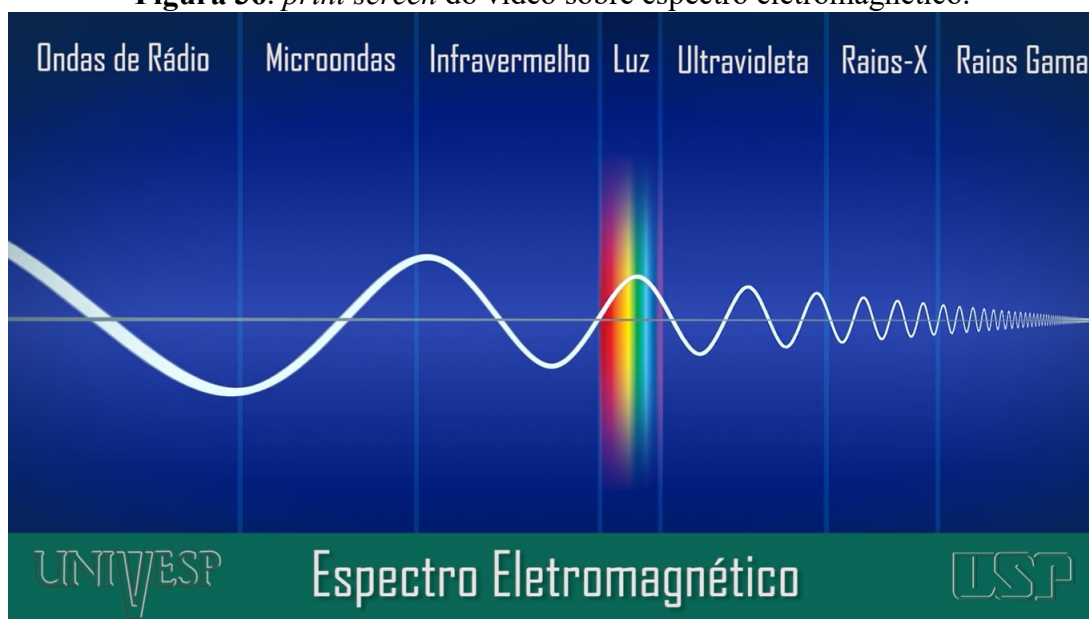
Etapa de ensino: Ensino Médio



Sinopse

O vídeo retrata as principais categorias do espectro eletromagnético (ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama), destacando as faixas de frequência e de comprimento de onda nas quais se enquadram, além de suas principais aplicações.

Figura 36: *print screen* do vídeo sobre espectro eletromagnético.



Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-C2erXakQIQ>>.

Acesso em: 20/09/2018.



APÊNDICE 11

Slides da etapa investigativa 4



INTERAÇÃO DA RADIÇÃO COM A MATÉRIA

Professora: Rafaela Ferreira




Luz visível e cores

Região visível do espectro eletromagnético

Luz	Comprimento de onda (nm)	Frequência (10 ¹⁴ Hz)
Violeta	400 a 430	6,7 a 7,5
Azul	450 a 500	6,0 a 6,7
Verde	500 a 560	5,3 a 6,0
Amarelo	570 a 590	5,1 a 5,3
Laranja	590 a 630	4,8 a 5,1
Vermelho	630 a 750	4,0 a 4,8


Luz visível e cores

- Esta faixa de radiação de luz visível é a que sensibiliza o olho humano;
- A nossa estrela Sol emite radiações eletromagnéticas em toda a região do espectro, com predominância na região visível.




Luz visível e cores

- Teoria de Evolução → Charles Darwin processo de seleção natural;
- Indivíduos que melhor se adaptaram ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol, ou seja, na região visível, tiveram maiores chances de sobrevivência do que indivíduos menos adaptados.



Luz visível e cores

- Será que seres extraterrestres (se é que eles existem!) habitantes de planetas em torno de outras estrelas, diferente do nosso Sol, veem a mesma faixa de cores que nós enxergamos?




Luz visível e cores

- Cargas à luz visível, é possível enxergarmos uma grande parte dos objetos que nos cercam;
- Isso acontece devido ao fenômeno da **reflexão**, uma vez que os objetos refletem a luz que incide sobre eles.

Luz visível e cores

- Por exemplo, vemos uma maçã como sendo **vermelha**, pois ela reflete a componente vermelha da luz branca incidente, absorvendo as demais cores.



Luz visível e cores

- As cores que percebemos dos objetos correspondem às componentes da luz branca que são refletidas por eles.



Luz visível e cores

- Objeto de coloração branca → reflete todas as componentes da luz branca incidente.



Luz visível e cores

- Objeto de coloração preta → absorve todas as componentes da luz branca incidente.



Luz visível e cores

- ★ Século XVII → Isaac Newton: decomposição da luz branca solar com um prisma.

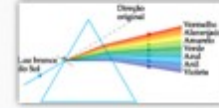


Luz branca é o resultado da combinação de diferentes cores. Newton chamou de **espectro** esse conjunto de cores resultante da decomposição da luz solar.

Luz visível e cores

- ★ Luz branca no interior do prisma sofre **refração** devido à luz ocasionado pela passagem de um meio para o outro.

Decomposição da luz branca em um feixe multicolorido que se estende do **vermelho** ao **violeta**.



Luz visível e cores

- ★ Será que dá para "juntar" essas cores e ter como resultado o branco? → Experimento "Disco de Newton".



Relação cor e temperatura

- ★ Qualquer corpo com temperatura acima do zero absoluto (ou -273°C) emite radiação eletromagnética;

- ★ Esta radiação está diretamente relacionada à vibração das partículas (átomos, íons ou moléculas) que constituem o corpo.



Relação cor e temperatura

- ★ Dependendo da temperatura do corpo, ele pode emitir radiação eletromagnética localizada dentro da região visível do espectro eletromagnético ou fora desta;

- ★ Essa radiação visível ou invisível emitida pelos corpos devido à sua temperatura é denominada **radiação térmica**.

Relação cor e temperatura

- ★ Corpos à temperatura ambiente emitem radiação na faixa do infravermelho, imperceptível ao olho humano;

- ★ Por este motivo, no escuro não conseguimos enxergar objetos e pessoas.



Relação cor e temperatura

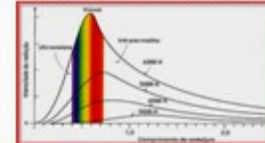
- ★ Já em temperaturas elevadas os corpos podem adquirir luminosidade própria, emitindo também na região visível do espectro, tornando possível sua visualização;

- ★ Exemplos: Sol, candelão em brasa, filamento de uma lâmpada incandescente, lava de erupção de um vulcão e uma barra de ferro aquecida.



Relação cor e temperatura

- ★ **Curvas espectrais da radiação térmica**



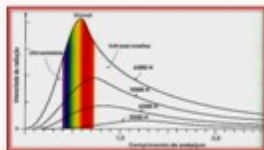
Intensidade da radiação eletromagnética emitida em função do comprimento de onda para cada temperatura.

Relação cor e temperatura

- ★ **Lei do deslocamento de Wien**

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante}$$

À medida que a temperatura aumenta, as curvas espectrais se deslocam para menores comprimentos de onda.

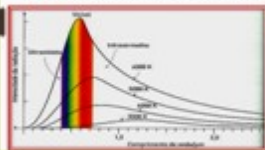


Relação cor e temperatura

- ★ **Lei do deslocamento de Wien**

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante}$$

• $\lambda_{\text{máx}}$ é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação atinge seu valor máximo para uma dada temperatura — unidade metro (m).
 • T é a temperatura — unidade Kelvin (K).
 • Constante é conhecida como constante de Wien de valor $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$.



Relação cor e temperatura

★ Lei do deslocamento de Wien

Exercício resolvido: Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pelo Sol atinge seu valor máximo (λ_{max})? Dada a temperatura da superfície do Sol de 5700 K.



$$\lambda_{max} \cdot T = \text{constante} \rightarrow \lambda_{max} = \frac{\text{constante}}{T}$$

$$\lambda_{max} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{5700 \text{ K}}$$

$$\lambda_{max} \approx 5,110^{-7} \text{ m}$$

Relação cor e temperatura

★ Lei do deslocamento de Wien

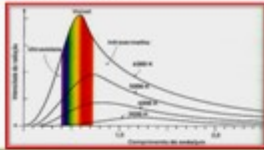
Agora é sua vez! Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pela estrela Regulus atinge seu valor máximo (λ_{max})? Dada a temperatura da estrela aproximadamente igual a 12.000 K.



Relação cor e temperatura



★ Lei de Stefan



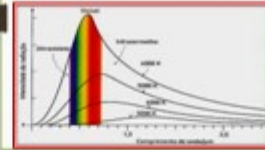
$$I = \sigma \cdot T^4$$

A intensidade da radiação aumenta bem rápido com o aumento da temperatura. Stefan concluiu que a energia irradiada por um corpo aquecido era proporcional à quarta potência da temperatura.

Relação cor e temperatura



★ Lei de Stefan



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

* I é a intensidade da radiação → unidade watt por metro quadrado (W/m^2)
 * σ é a constante de Stefan-Boltzmann, que possui um valor de $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$
 * T é a temperatura → unidade Kelvin (K).

Relação cor e temperatura

★ Lei de Stefan

Exercício resolvido: Sabendo que a temperatura da superfície do Sol é de 5700 K, calcule a intensidade da radiação da superfície solar.



$$I = \sigma \cdot T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot (5700 \text{ K})^4$$

$$I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot 1,06 \cdot 10^{16} \text{ K}^4$$

$$I = 6,0 \cdot 10^7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Relação cor e temperatura

★ Lei de Stefan

Agora é sua vez! Sabendo que a temperatura da superfície da estrela Regulus é de 12.000 K, calcule a intensidade da radiação da superfície desta estrela.





APÊNDICE 12

Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 4



LUZ VISÍVEL E CORES

A região visível do espectro eletromagnético é aquela na qual encontramos ondas cujas frequências variam de $4,0 \cdot 10^{14}$ a $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz e cujos comprimentos de onda estão compreendidos entre $4,0 \cdot 10^{-7}$ a $7,5 \cdot 10^{-7}$ m.

Figura 37: região visível do espectro eletromagnético.

Luz	Comprimento de onda (10^{-7} m)	Frequência (10^{14} Hz)
Violeta	4,0 a 4,5	6,7 a 7,5
Anil	4,5 a 5,0	6,0 a 6,7
Azul	5,0 a 5,3	5,7 a 6,0
Verde	5,3 a 5,7	5,3 a 5,7
Amarela	5,7 a 5,9	5,0 a 5,3
Alaranjada	5,9 a 6,2	4,8 a 5,0
Vermelha	6,2 a 7,5	4,0 a 4,8

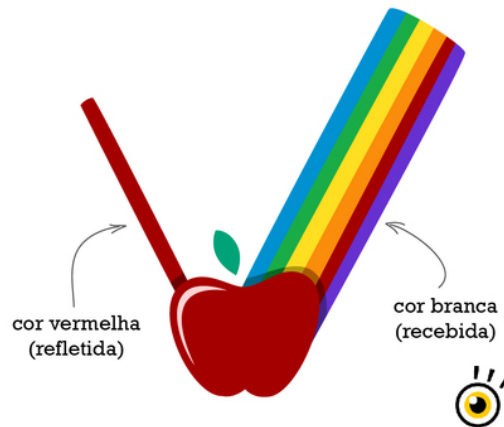
Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef004/20021/Claudia/Html/espectroelectromagnetico.html>>. Acesso em: 21/09/2018.

Chamamos esta faixa de radiação de luz visível, pois é ela que sensibiliza o olho humano. Como vimos na aula passada, a nossa estrela Sol emite radiações eletromagnéticas em toda a região do espectro, com predominância na região visível.

Pode parecer coincidência, mas a Teoria de Evolução, proposta na segunda metade do século XIX pelo cientista inglês Charles Darwin (1809-1882), explica que houve um processo de seleção natural durante nosso processo evolutivo. Desta forma, podemos supor que indivíduos que melhor se adaptaram ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol, ou seja, na região visível, tiveram maiores chances de sobrevivência do que indivíduos menos adaptados. Mas será que seres extraterrestres (se é que eles existem!) habitantes de planetas em torno de outras estrelas, diferente do nosso Sol, veriam a mesma faixa de cores que nós enxergamos? Calma, pois esse é assunto que discutiremos nas próximas aulas.

Graças à luz visível, é possível enxergarmos uma grande parte dos objetos que nos cercam. Isso acontece devido ao fenômeno da *reflexão*, uma vez que a maioria dos objetos reflete a luz que incide sobre eles. Por exemplo, vemos uma maçã como sendo vermelha, pois ela reflete a componente vermelha da luz branca incidente, absorvendo as demais cores.

Figura 38: exemplo sobre o fenômeno da reflexão.

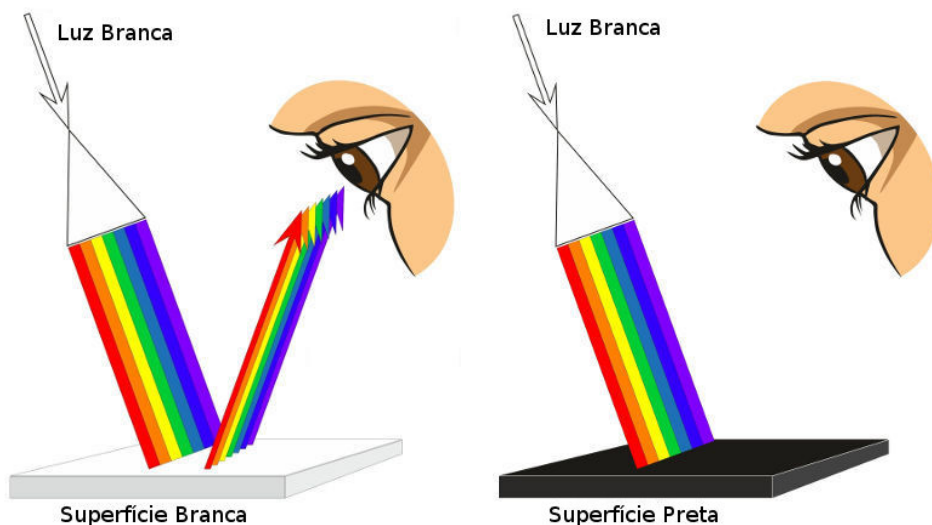


Disponível em: <<http://polouabufgrgspicotic.pbworks.com/w/page/96673014/grupo3-3p>>
 Acesso em: 24/09/2018

Assim, as cores que percebemos dos objetos correspondem às componentes da luz branca que são refletidas por eles. Da mesma forma que um objeto de cor vermelha reflete a componente vermelha, um objeto de coloração azul refletirá a componente azul da luz branca incidente. Se o enxergamos amarelo, ele estará refletindo as componentes verde e vermelha da luz branca, que resultam na cor amarela.

No entanto, se iluminarmos um objeto com luz branca e ele apresentar coloração branca, significa que ele refletiu todas as componentes da luz incidente. Já se o objeto assumir a cor preta ao incidirmos luz branca sobre ele, quer dizer que o objeto iluminado não refletiu nenhuma componente da luz branca, absorvendo-a em sua totalidade.

Figura 39: cores resultantes da reflexão total e da absorção total da luz branca incidente.



Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/cinco-curiosidades-sobre-as-cores>>
 Acesso em: 24/09/2018

Foi no século XVII, que o físico e matemático inglês Isaac Newton (1643-1727), ao estudar a decomposição da luz branca solar utilizando um prisma, chegou à conclusão de que a luz branca é o resultado da combinação de diferentes cores. Newton chamou de *espectro* esse conjunto de cores resultante da decomposição da luz solar.

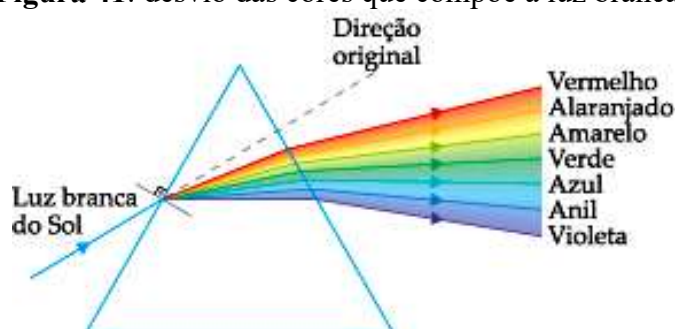
Figura 40: Newton e seus estudos sobre a decomposição da luz branca solar.



Disponível em: <<http://www.quimica3d.com/ir/br/introducao.php>>.
Acesso em: 26/09/2018.

A explicação para este fenômeno observado por Newton deve-se ao fato de a luz branca no interior do prisma de vidro sofrer refração (desvio da luz ocasionado pela passagem de um meio para o outro, onde cada cor componente da luz branca sofre um desvio diferente), se decompondo em um feixe multicolorido que se estende do vermelho ao violeta.

Figura 41: desvio das cores que compõe a luz branca.



Disponível em: <<https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/613.htm>>.
Acesso em: 26/09/2018.

Mas será que dá para “juntar” essas cores e ter como resultado o branco? Um experimento legal e que dá para fazer em casa é o famoso “Disco de Newton”. Para saber como criar o seu próprio disco, confira o passo-a-passo demonstrado a seguir. Lembrando, que o procedimento descrito é apenas uma das diferentes formas de se construir esse experimento. Então, mãos à obra!

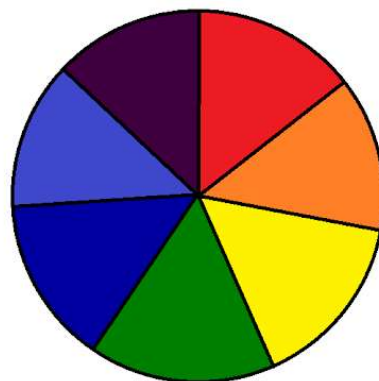


DISCO DE NEWTON

O disco de Newton é um experimento interessante para demonstrar que a luz branca é composta por um feixe multicolorido contendo as seguintes cores: **vermelha**, **alaranjada**, **amarela**, **verde**, **azul**, **anil** e **violeta**.

✓ **Materiais necessários**

- Cartolina;
- Tesoura;
- Barbante;
- Lápis de cor;
- Cola;
- Régua;
- *Compact Disc (CD)* usado.



✓ **Procedimentos**

1. Utilize o formato do CD como molde e trace uma circunferência utilizando a cartolina;
2. Recorte o círculo formado e divida-o em sete partes iguais, colorindo cada uma delas com as sete cores observadas na decomposição da luz branca, conforme mostrado na figura acima;
3. Cole o disco colorido no CD;
4. Faça dois pequenos orifícios ao lado do furo central do CD, de forma que o barbante passe bem apertado por eles;
5. Passe dois pedaços de barbante (de aproximadamente 40 centímetros cada) pelos orifícios feitos e emende-os em ambas as extremidades;
6. Centralize o CD nos pedaços de barbantes e use cola para fixá-los aos orifícios feitos para que o disco não se mova ao ser girado;
7. Espere a cola secar e pronto! Gire seu disco de Newton rapidamente e observe a “mágica” das cores!

➤ RELAÇÃO COR E TEMPERATURA

Vimos anteriormente, que a maioria das cores que percebemos pelo mecanismo da visão e que dá sentido ao mundo que nos cerca está associada ao fenômeno da reflexão.

Você alguma vez já se perguntou por que na ausência de iluminação não conseguimos enxergar a maioria das coisas que estão ao nosso redor? Pois bem! Este é um assunto que abordaremos neste tópico e que tem a ver com a *radiação térmica* dos corpos.

Qualquer corpo com temperatura acima do zero absoluto (ou -273°C) emite radiação eletromagnética que está diretamente relacionada à vibração das partículas (átomos, íons ou moléculas) que constituem o corpo. E dependendo da temperatura do corpo, ele pode emitir radiação eletromagnética localizada dentro da região visível do espectro eletromagnético ou fora desta. Essa radiação visível ou invisível emitida pelos corpos devido à sua temperatura é denominada *radiação térmica*.

Corpos à temperatura ambiente emitem radiação na faixa do infravermelho, imperceptível ao olho humano. Por este motivo, no escuro não conseguimos enxergar objetos e pessoas.

Já em temperaturas elevadas os corpos podem adquirir luminosidade própria, emitindo também na região visível do espectro, tornando possível sua visualização. O Sol, o carvão em brasa, o filamento de uma lâmpada incandescente, a lava derretida de um vulcão e uma barra de ferro aquecida são exemplos de corpos que, devido à elevada temperatura, emitem uma parcela de sua radiação na região visível.

Figura 42: carvão em brasa.

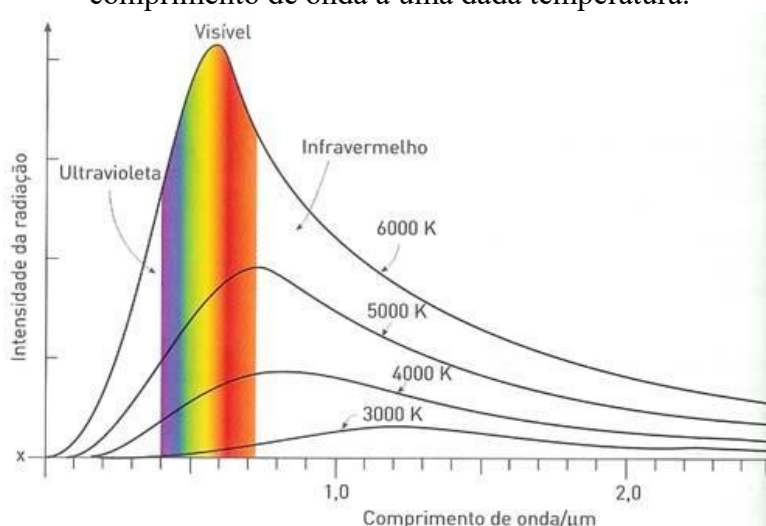


Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=dEdNS4xY85k>>
Acesso em: 26/09/2018

Ao analisarmos a radiação emitida por estes corpos relacionando-a com sua temperatura, chegamos à conclusão de que eles emitem da mesma forma, independentemente de quais forem suas características (forma, volume, massa, dentre outras). Tais corpos, considerados emissores ideais, são conhecidos comumente como *corpos negros*.

O gráfico da Figura 43, mostra por meio de curvas (conhecidas como curvas espectrais da radiação térmica) como varia a intensidade da radiação (eixo das ordenadas) em função do comprimento de onda da radiação eletromagnética (eixo das abscissas) emitida por um corpo a uma dada temperatura. É interessante destacar que, em temperaturas menores, como 3000 K, por exemplo, a emissão da radiação ocorre intensamente na região do infravermelho. À medida que as temperaturas se elevam, observamos um deslocamento do pico de intensidade para a região visível do espectro.

Figura 43: Gráfico da intensidade da radiação eletromagnética emitida em função do comprimento de onda a uma dada temperatura.

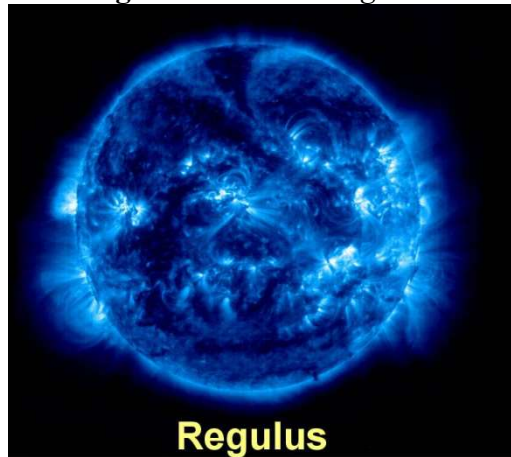


Disponível em: <<https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/613.htm>>. Acesso em: 26/09/2018.

Vimos na aula anterior, que a superfície solar possui uma temperatura próxima de 6000 K, sendo uma fonte de radiação de extrema importância na faixa visível. Como podemos verificar na Figura 43, sua emissão engloba grande parte da radiação infravermelha, toda a faixa do espectro visível, além de uma pequena fração da radiação ultravioleta. Repare que é na região visível que a nossa estrela Sol possui maior intensidade, mais especificamente, na faixa do amarelo, conferindo-lhe sua coloração característica.

Se continuássemos aumentando a temperatura, a curva se deslocaria para mais próximo do azul. Isso explica porque estrelas que possuem coloração azulada, como a estrela *Regulus*, por exemplo, são mais quentes do que as que apresentam coloração avermelhada.

Figura 44: estrela *Regulus*.



Disponível em: <<https://earthsky.org>>
Acesso em: 27/09/2018.

Por dentro do assunto!



Você sabia que para soldar ou cortar uma peça de aço, por exemplo, utilizando um maçarico a gás é necessário que a temperatura da chama seja suficiente para soldar ou cortar a peça?

Para isso, o soldador regula as quantidades de oxigênio e de gás combustível (geralmente, gás acetileno) até obter uma chama de coloração azulada, indicando que a mesma possui temperatura elevada o suficiente para cortar ou soldar uma peça.

Figura 45: chama de coloração azulada de um maçarico.



Disponível em: <<https://www.bobvila.com/articles/1147-plumbing-tools/>>
Acesso em: 27/09/2018.

Figura 46: Wilhelm Wien.



Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Wien>
Acesso em: 28/09/2018

Ao observarmos atentamente o gráfico da intensidade da radiação eletromagnética emitida em função do comprimento de onda a uma dada temperatura, podemos verificar que, à medida que a temperatura aumenta, as curvas espectrais se deslocam para menores comprimentos de onda. O físico alemão Wilhelm Wien (1864-1928) quantificou essa relação por meio da seguinte expressão matemática:

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante} .$$

LEI DO DESLOCAMENTO DE WIEN

Na equação que ficou conhecida como *lei de deslocamento de Wien*, o valor para a **constante** denominada *constante de Wien* é de $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ (metros por Kelvin). O comprimento de onda no qual a intensidade da radiação atinge seu valor máximo para uma dada temperatura $\lambda_{\text{máx}}$ é medido em m (metros) e a temperatura **T**, em K (Kelvin).



EXERCÍCIO RESOLVIDO

- Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pelo Sol atinge seu valor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$)? Dada a temperatura da superfície do Sol de 5700 K.

Resolução: Aplicando o valor da temperatura da superfície do Sol de 5700 K na lei de deslocamento de Wien, temos que:

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante} \rightarrow \lambda_{\text{máx}} = \frac{\text{constante}}{T}$$

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{5700 \text{ K}}$$

$$\lambda_{\text{máx}} \cong 5,110^{-7} \text{ m}$$



AGORA É SUA VEZ!

- Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pela estrela Regulus atinge seu valor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$)? Dada a temperatura da estrela aproximadamente igual a 12.000 K.



Figura 47: Josef Stefan.

Além disso, podemos observar graficamente, que a intensidade da radiação aumenta bem rápido com o aumento da temperatura. Foi um físico e matemático austríaco chamado Josef Stefan (1835-1893) que estabeleceu uma relação matemática entre a intensidade da radiação I e a temperatura T , na qual ele concluiu que a energia irradiada por um corpo aquecido era proporcional à quarta potência da temperatura.



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



LEI DE STEFAN

Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Joseph_Stefan>
Acesso em: 28/09/2018

Nesta equação, conhecida como *lei de Stefan*, σ é a constante de Stefan-Boltzmann, que possui um valor de $5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$ (Watt por metro quadrado Kelvin à quarta potência). As unidades da intensidade da radiação I e da temperatura T são, respectivamente, $\frac{W}{m^2}$ (Watt por metro quadrado) e K (Kelvin).



EXERCÍCIO RESOLVIDO

- Sabendo que a temperatura da superfície do Sol é de 5700 K, calcule a intensidade da radiação da superfície solar.

Resolução: Aplicando o valor da temperatura da superfície do Sol de 5700 K na lei de Stefan, temos que:

$$I = \sigma \cdot T^4 \rightarrow I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot (5700 \text{ K})^4$$

$$I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot 1,06 \cdot 10^{15} K^4$$

$$I = 6,0 \cdot 10^7 \frac{W}{m^2}$$



AGORA É SUA VEZ!

- Sabendo que a temperatura da superfície da estrela Regulus é de 12.000 K, calcule a intensidade da radiação da superfície desta estrela.



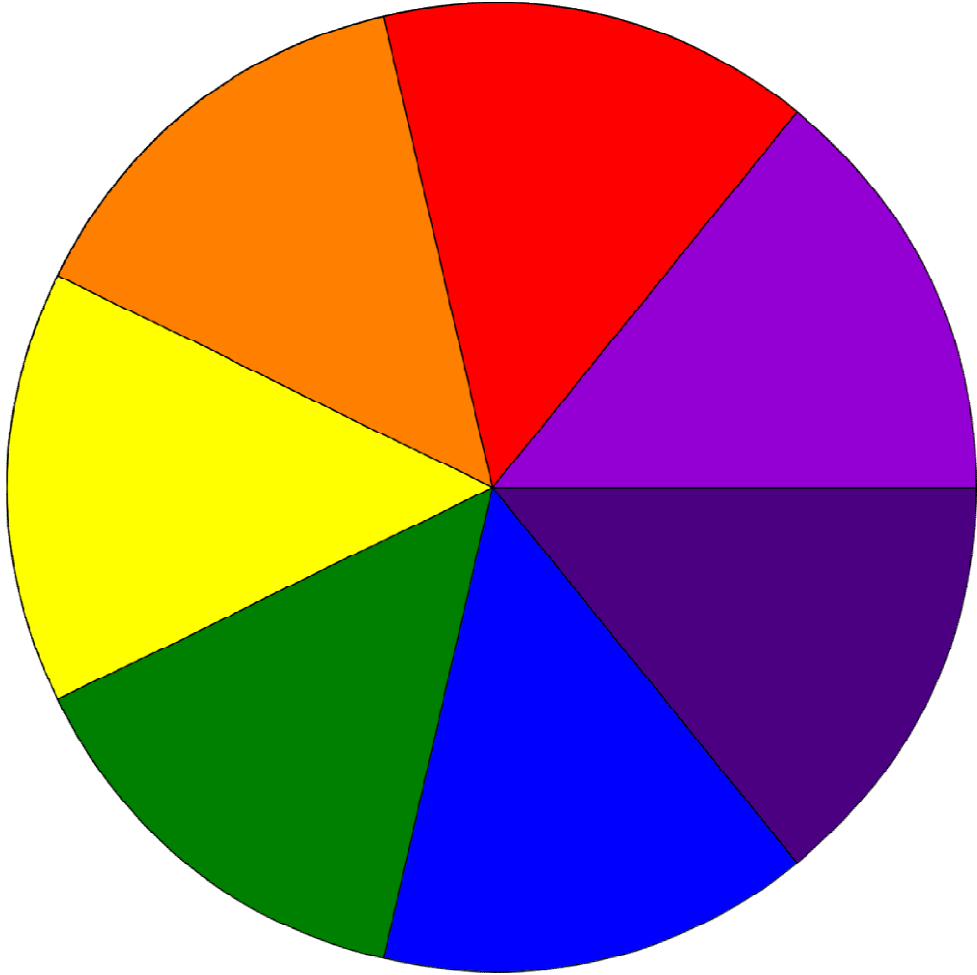


APÊNDICE 13

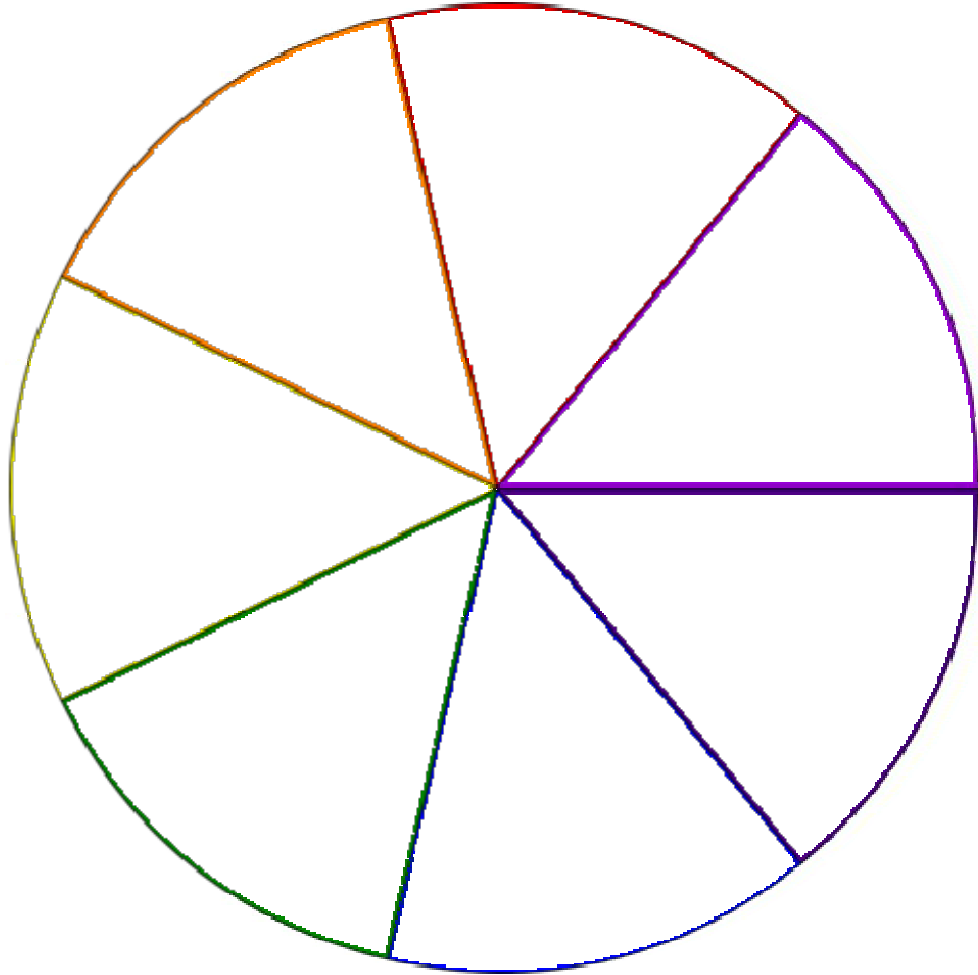
Moldes para o experimento *Disco de Newton*



MOLDE COLORIDO



MOLDE PARA COLORIR





APÊNDICE 14

Gabarito das sessões *Agora é sua vez!* e das questões do estudo de caso interdisciplinar



Gabarito da Sessão *Agora é sua vez!* – Lei do deslocamento de Wien



AGORA É SUA VEZ!

- Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pela estrela Regulus atinge seu valor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$)? Dada a temperatura da estrela aproximadamente igual a 12.000 K.

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante} \rightarrow \lambda_{\text{máx}} = \frac{\text{constante}}{T}$$

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{5700 \text{ K}}$$

$$\lambda_{\text{máx}} \cong 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Gabarito da Sessão *Agora é sua vez!* – Lei de Stefan



AGORA É SUA VEZ!

- Sabendo que a temperatura da superfície da estrela Regulus é de 12.000 K, calcule a intensidade da radiação da superfície desta estrela.

$$I = \sigma \cdot T^4 \rightarrow I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot (12000 \text{ K})^4$$

$$I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot 2,07 \cdot 10^{16} \text{ K}^4$$

$$I = 1,2 \cdot 10^9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Gabarito das questões do estudo de caso *Descobrimos os “ingredientes” que compõe o Sol*

- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?

Resposta: o Sol é composto principalmente por 74% de hidrogênio e 25% de hélio, além de 1% de outros elementos, como: ferro, níquel, oxigênio, silício, carbono, nitrogênio, enxofre, dentre outros.

- Como podemos descobrir a sua composição?

Resposta: por intermédio da radiação solar que chega até nós.



APÊNDICE 15

Texto de apoio para elaboração de mapas conceituais



Elaborando um mapa conceitual

Que tal construir um mapa conceitual a fim de relacionar conceitos importantes que vimos até aqui? A sessão abaixo lhe dará dicas importantes sobre como elaborar um mapa conceitual. Fique atento!



MAPA CONCEITUAL

De modo geral, *mapas conceituais* funcionam como diagramas capazes de apresentar relações significativas entre os conceitos para um determinado assunto, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. Por sua utilidade no que se refere à integração, reconciliação e diferenciação de conceitos, os mapas conceituais podem ser utilizados como um interessante recurso de aprendizagem.



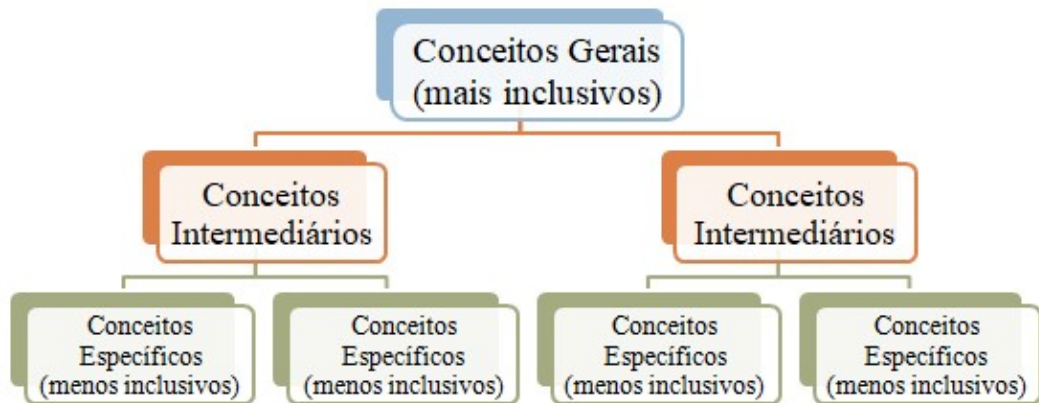
✓ **Dicas para elaborar um mapa conceitual**

1. Identifique os conceitos-chave do conteúdo que você irá mapear e organize-os em uma lista;
2. Ordene seus conceitos de forma hierárquica, colocando o(s) mais geral(is)/mais inclusivo(s) no topo de seu mapa, agregando os demais conceitos gradualmente até completar seu diagrama;
3. Busque conectar os conceitos com o uso de setas e palavra(s) de ligação(ões) com o objetivo de explicitar a relação entre os conceitos;
4. É possível adicionar exemplos ao seu mapa conceitual, desde que inseridos logo abaixo dos conceitos correspondentes;
5. Lembre-se: não há uma forma única e correta de se traçar um mapa conceitual. Ele é um instrumento dinâmico que se modifica à medida que você avança em seu aprendizado.

MAPA CONCEITUAL

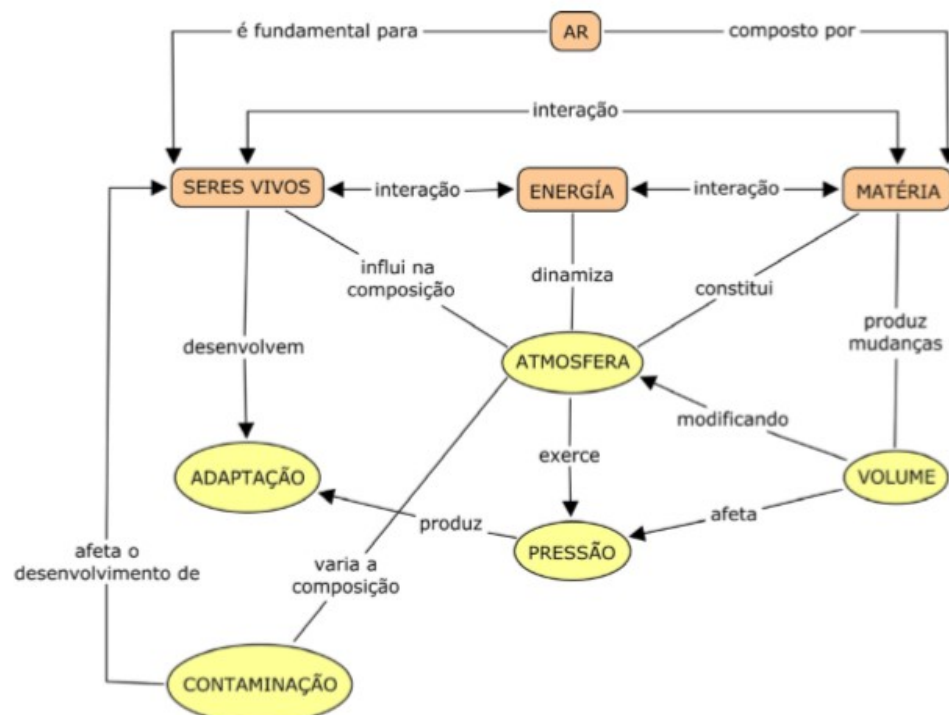
Observe a seguir um modelo hierárquico de um mapa conceitual e um bom exemplo de mapa para você se inspirar:

Figura 48: modelo hierárquico de um mapa conceitual.



Fonte: MOREIRA; MASINI, 2001, p. 33 (a adaptação própria).

Figura 49: exemplo de um mapa conceitual.



Fonte: MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. São Paulo: Centauro, 2010.

Você está pronto para compartilhar, trocar e “negociar” significados de todo o conteúdo visto até aqui com seus colegas? Então, use e abuse de sua criatividade na construção de um mapa conceitual!



AULA EXPERIMENTAL COM ROTEIRO AVALIATIVO

Objetivos:

- Reconhecer a possibilidade de identificação de elementos químicos por meio do experimento conhecido como “teste da chama”;
- Relacionar os resultados verificados com aplicações do cotidiano dos discentes, tais como fogos de artifício e lâmpadas fluorescentes.

ETAPA INVESTIGATIVA

➤ **5ª ETAPA INVESTIGATIVA: AULA EXPERIMENTAL COM ROTEIRO AVALIATIVO**

Nesta etapa, o professor colocará os discentes em contato com novas situações a partir da realização de um experimento, conhecido como *teste da chama*. A finalidade desta atividade é evidenciar as cores características de alguns elementos químicos quando aquecidos, relacionando o observado no experimento com o colorido dos fogos de artifício e com as lâmpadas de vapor de sódio geralmente utilizadas para iluminação pública.

Além da observação crítica do experimento, o aluno receberá um roteiro experimental avaliativo (Apêndice 16) sobre o fenômeno para ser respondido no decorrer da aula e entregue ao final da mesma ao docente.

Neste contexto, procura-se estimular a assimilação do aluno por intermédio do fenômeno observado na prática com o conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva, de maneira não arbitrária e não literal, características básicas da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2002).

✓ **Instruções de aplicação**

Inicialmente, o professor deverá providenciar, além dos materiais que serão utilizados na execução do experimento (soluções de cloreto de sódio, de cloreto de potássio, de sulfato de cobre, de cloreto de cálcio, borrifador para cada uma das soluções, álcool, fósforo e lamparina), cópias do roteiro experimental avaliativo para serem entregues aos alunos.

Vale destacar que, fica a critério do professor alterar as soluções escolhidas para demonstração do teste da chama, evitando utilizar soluções que possuam colorações iguais ou parecidas. Por exemplo, tanto a solução de cloreto de sódio quanto a solução de brometo de sódio resultam numa chama de coloração amarela.

Cada aluno receberá um roteiro experimental, contendo três questões que deverão ser respondidas individualmente a partir das concepções prévias dos discentes e da observação crítica do experimento.

A partir de então, o professor deve dar início à leitura do roteiro (que pode ser intercalada com os alunos) comentando sobre o experimento, os objetivos associados e os materiais necessários para realização do mesmo.

No que se refere ao procedimento, o professor deverá solicitar que a turma observe atentamente a coloração da chama ao ser borrifada com uma pequena quantidade de cada uma das soluções, completando a coloração observada na tabela da primeira questão do roteiro experimental. Se necessário, o docente poderá repetir o procedimento até que todos os alunos tenham preenchido devidamente a tabela.

A relação entre as soluções utilizadas no experimento e a coloração da chama observada, pode ser encontrada no Quadro 5:

Quadro 5: relação entre soluções utilizadas e coloração da chama.

SOLUÇÕES UTILIZADAS	COLORAÇÃO DA CHAMA
Cloreto de sódio	Amarela
Cloreto de potássio	Violeta
Sulfato de cobre	Verde
Cloreto de cálcio	Vermelha

Fonte: elaboração própria.

Após verificar que todos os alunos finalizaram o preenchimento da tabela da primeira questão do roteiro avaliativo, o docente deverá solicitar que os mesmos respondam as demais questões presentes no mesmo. Ao final, os roteiros respondidos pelos alunos deverão ser entregues ao professor.



APÊNDICE 16

Roteiro experimental avaliativo do experimento *Teste da Chama*





TESTE DA CHAMA



O experimento conhecido como “teste chama” é muito utilizado para identificação de elementos químicos presentes em certas substâncias (como sais, por exemplo) por intermédio da coloração apresentada pela chama.

✓ **Objetivos**

- Associar a coloração apresentada pela chama à presença de elementos químicos nas soluções utilizadas no experimento;
- Reconhecer a possibilidade de identificação de elementos químicos por meio do experimento conhecido como “teste da chama”.

✓ **Materiais necessários**

- Soluções diversas: cloreto de sódio, cloreto de potássio, sulfato de cobre, cloreto de cálcio;
- Borrifador;
- Álcool;
- Fósforo;
- Lamparina.



✓ **Procedimentos**

1. Adicione álcool à lamparina e acenda o pavio utilizando um palito de fósforo;
2. Com o auxílio do borrifador, lance uma pequena quantidade de uma das soluções em direção à chama da lamparina;
3. Repita a segunda etapa utilizando uma solução diferente da anterior e assim sucessivamente.
4. Observe atentamente a coloração da chama apresentada e responda as questões que se seguem.



ROTEIRO EXPERIMENTAL

1. Na tabela a seguir, relacione as soluções utilizadas no experimento com a coloração da chama observada:

SOLUÇÕES UTILIZADAS	COLORAÇÃO DA CHAMA
Cloreto de sódio	
Cloreto de potássio	
Sulfato de cobre	
Cloreto de cálcio	

2. Em sua opinião, por que a chama apresenta colorações diferentes ao ser borrifada com substâncias diferentes?

3. Você já deve ter reparado que as lâmpadas utilizadas para iluminação pública apresentam coloração amarela. Com base no que você observou neste experimento, qual elemento químico deve estar presente no interior destas lâmpadas?



APROFUNDANDO CONHECIMENTOS SOBRE ESPECTROS

Objetivos:

- Distinguir espectros contínuos e discretos, além de espectros de emissão e absorção;
- Destacar algumas importantes contribuições para a espectroscopia;
- Identificar a composição química das estrelas, por meio da análise comparativa entre as linhas espectrais das estrelas e os espectros de emissão dos elementos químicos.

ETAPA INVESTIGATIVA



➤ 6ª ETAPA INVESTIGATIVA: APROFUNDANDO CONHECIMENTOS

Nesta etapa, serão abordados conceitos mais específicos do tema *luz na identificação de elementos químicos*, enfocando-se a distinção entre espectros contínuos e discretos e entre espectros de emissão e de absorção, além de serem destacadas importantes contribuições para a espectroscopia.

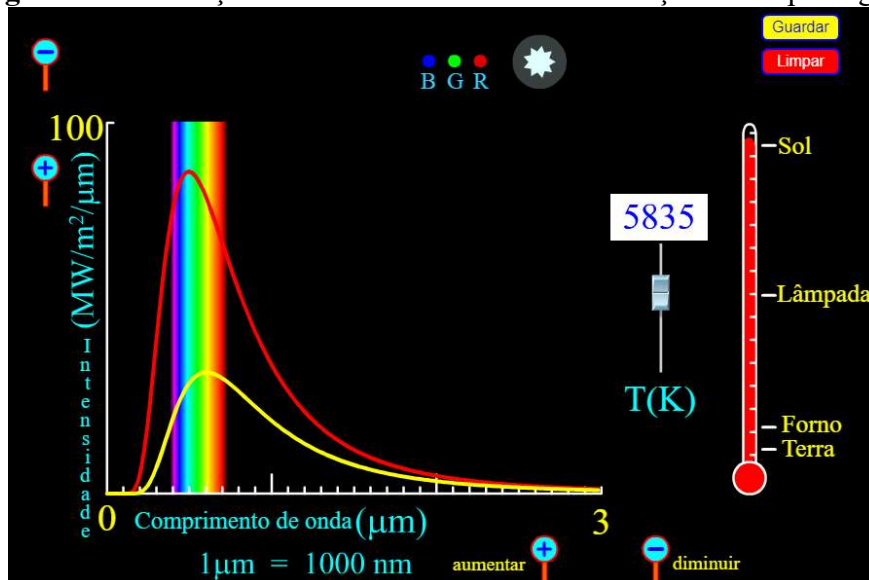
Vale lembrar que as atividades a serem trabalhadas nesta etapa foram desenvolvidas levando-se em conta os princípios fundamentais da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: o princípio da diferenciação progressiva e o princípio da reconciliação integradora.

✓ Instruções de aplicação

Para iniciar esta aula, o docente deverá prover cópias da atividade *Hora da revisão!* (Apêndice 17), que tem a finalidade de promover a reconciliação integradora dos conceitos trabalhados até então.

Esta atividade será realizada com auxílio de uma simulação interativa do *software* gratuito *PhET*² sobre radiação de corpo negro, indicada na Figura 50.

Figura 50: simulação interativa do *PhET* sobre radiação de corpo negro.



Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/blackbody-spectrum>. Acesso em: 28/09/2018.

² As simulações interativas do *software PhET* encontram-se disponíveis no endereço eletrônico <<https://phet.colorado.edu/pt/simulations/category/new>>. O *PhET* pertence à Universidade do Colorado que disponibiliza diversas simulações de Matemática e Ciências *online* e gratuitamente.

Convém destacar que, para a execução da simulação virtual não é preciso que haja conexão com a *internet*, podendo o docente providenciar sua instalação em seu computador ou até mesmo em seu celular, a fim de que seja utilizada no modo *offline*. É importante mencionar que, para o perfeito funcionamento da simulação sem que se esteja conectado à rede de *internet*, é necessário que o computador disponha do *software Java*³.

A simulação interativa sobre radiação de corpo negro possibilita ao usuário ajustar o termômetro para temperaturas diferentes, dadas em Kelvin, permitindo modificá-lo para algumas temperaturas específicas, como a temperatura média da Terra (300 K), do forno (615 K), de uma lâmpada incandescente (3000 K) e da superfície do Sol (5700 K).

Além disso, também é possível verificar, por intermédio da simulação, o deslocamento da curva espectral com relação ao comprimento de onda e do pico de intensidade da radiação à medida que a temperatura aumenta ou diminui, relacionando o observado com a lei de deslocamento de Wien e a lei de Stefan, já estudados anteriormente, promovendo a reconciliação integradora.

É interessante que o professor previamente tenha contato com a simulação e teste seu adequado funcionamento, a fim de evitar transtornos desnecessários que podem atrapalhar o bom andamento da aula.

Assim, o professor poderá começar a aula entregando uma cópia da atividade para os alunos, realizando uma breve leitura da introdução da mesma, além de ter em mãos a simulação interativa do *PhET* pronta para ser manuseada. Esta atividade inicial pode ser realizada em um laboratório de informática ou na sala de aula com auxílio de um projetor.

Peça aos alunos para que explorem e interajam com a simulação (dando assistência quando necessário), discutindo com os colegas acerca do observado e respondendo, sequencialmente, as questões presentes na atividade.

Ao final desta atividade, os alunos devem entregá-la devidamente respondida ao professor que poderá analisar posteriormente as respostas dadas, utilizando como referência o gabarito das questões, encontrado no Apêndice 18.

Após este momento inicial de revisão, será ministrada uma aula expositiva dialogada com o objetivo de aprofundar conhecimentos sobre espectros. O professor poderá apresentar o novo conteúdo à turma utilizando-se de um projetor para uma apresentação em *slides* (Apêndice 19).

³ Disponível em: <https://www.java.com/pt_BR/>. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

Acesse e confira esta aula por meio do *link* a seguir <<http://bit.ly/2Uje3RN>> ou efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado!



A fim de que os alunos acompanhem a aula juntamente com o professor foi elaborado um texto de apoio, localizado no Apêndice 20.

Ao término da explanação dos conceitos sobre espectros atômicos por meio da apresentação de *slides*, a turma poderá ser dividida em grupos de três a cinco integrantes para realização da atividade *Escrito nas Estrelas* (localizada no texto de apoio para os alunos) com o intuito de identificar a composição química de estrelas fictícias, por meio da análise comparativa entre as linhas espectrais das estrelas e os espectros de emissão de alguns elementos químicos.

É recomendado que o professor providencie cópias dos espectros de emissão dos elementos químicos (Apêndice 21) em folhas brancas no tamanho A4, além de cópias dos espectros das estrelas fictícias (Apêndice 22) em folhas de acetato transparentes no tamanho A4, utilizadas em retroprojeter, com o intuito de facilitar a análise da composição das estrelas pelos alunos.

Nesta atividade, cada grupo de alunos poderá analisar a composição de até três estrelas fictícias, dependendo da quantidade de grupos formados. Por exemplo: grupo A analisará a composição das estrelas fictícias 1, 2 e 3; grupo B analisará a composição das estrelas fictícias 4, 5 e 6; e, assim, sucessivamente. Convém destacar que, o professor poderá auxiliar os grupos, sanando possíveis dúvidas ou quando achar necessário.

Ao final da análise, o grupo deverá entregar ao professor os espectros utilizados, indicando quais elementos químicos devem estar presentes nas estrelas fictícias analisadas. O gabarito desta atividade pode ser encontrado no Apêndice 23.



APÊNDICE 17

Atividade Hora da revisão!

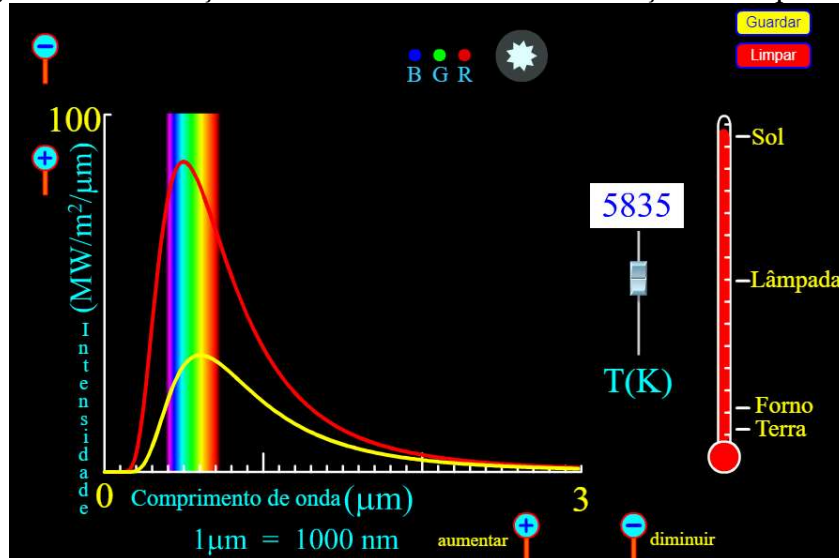




HORA DA REVISÃO!

Que tal relembrar melhor estes conceitos? Para isso, explore a simulação interativa do software *PhET* sobre radiação de corpo negro e discuta com seus colegas as questões a seguir:

Figura 51: Simulação interativa do *PhET* sobre radiação de corpo negro.



Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/blackbody-spectrum>.
Acesso em: 28/09/2018.

- 1) O que acontece com a curva espectral da radiação à medida que a temperatura aumenta?

- 2) Quando o filamento de tungstênio de lâmpadas incandescentes é aquecido pela passagem de corrente elétrica, ele atinge uma temperatura aproximada de 3000 K. Com base nessas informações e ajustando a temperatura do gráfico para 3000 K, você acredita que essas lâmpadas são eficientes para iluminar um ambiente? Justifique sua resposta com base no observado graficamente.

- 3) Ao ajustar a temperatura do gráfico para 5700 K (temperatura aproximada da superfície solar), o que acontece com o pico de intensidade da radiação? Relacione o observado com o processo de adaptação dos indivíduos ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol.

- 4) Ao observar dois objetos aquecidos, foi possível diferenciar duas colorações distintas: uma vermelho-alaranjada e outra azul brilhante. Qual deles seria o mais quente? Justifique sua resposta observando o deslocamento da curva espectral com a temperatura.

Figura 52: objeto vermelho-alaranjado e objeto azul brilhante.



Disponível em: <<https://es.dreamstime.com>>.
Acesso em: 28/09/2018.



APÊNDICE 18

Gabarito da atividade *Hora da revisão!*

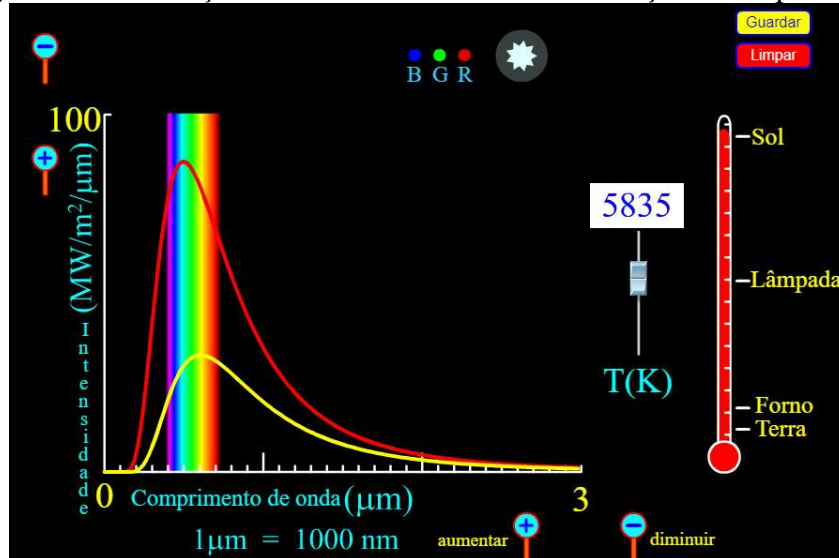




HORA DA REVISÃO!

Que tal relembrar melhor estes conceitos? Para isso, explore a simulação interativa do software *PhET* sobre radiação de corpo negro e discuta com seus colegas as questões a seguir:

Figura 53: Simulação interativa do *PhET* sobre radiação de corpo negro.



Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/blackbody-spectrum>. Acesso em: 28/09/2018.

- 1) O que acontece com a curva espectral da radiação à medida que a temperatura aumenta?

Resposta: O seu pico de intensidade se desloca para menores comprimentos de onda.

- 2) Quando o filamento de tungstênio de lâmpadas incandescentes é aquecido pela passagem de corrente elétrica, ele atinge uma temperatura aproximada de 3000 K. Com base nessas informações e ajustando a temperatura do gráfico para 3000 K, você acredita que essas lâmpadas são eficientes para iluminar um ambiente? Justifique sua resposta com base no observado graficamente.

Resposta: Não, pois a maior parte de sua emissão encontra-se na região infravermelha do espectro e uma pequena parte na região visível, indicando que esse tipo de lâmpada irradia muito mais calor para o meio do que luz visível.

- 3) Ao ajustar a temperatura do gráfico para 5700 K (temperatura aproximada da superfície solar), o que acontece com o pico de intensidade da radiação? Relacione o observado com o processo de adaptação dos indivíduos ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol.

Resposta: O pico se desloca para a região visível do espectro. Isso indica que os indivíduos terrestres que tiverem maiores chances de sobrevivência foram aqueles que melhor se adaptaram ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol, ou seja, à região visível.

- 4) Ao observar dois objetos aquecidos, foi possível diferenciar duas colorações distintas: uma vermelho-alaranjada e outra azul brilhante. Qual deles seria o mais quente? Justifique sua resposta observando o deslocamento da curva espectral com a temperatura.

Resposta: O azul brilhante seria o mais quente, pois com o aumento da temperatura, a curva espectral se desloca para a região azul do espectro.

Figura 54: objeto vermelho-alaranjado e objeto azul brilhante.



Disponível em: <<https://es.dreamstime.com>>.

Acesso em: 28/09/2018.



APÊNDICE 19

Slides da etapa investigativa 6



ESPECTROS ATÔMICOS

Rafaela Ferreira



ESPECTROS ATÔMICOS

- Século XVII → **Isaac Newton**: luz branca solar composta por um feixe multicolorido → *espectro*.



1

ESPECTROS ATÔMICOS

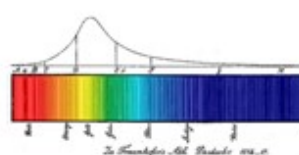
- **Espectro contínuo** → característico de corpos à elevada temperatura com luminosidade própria (corpos negros: Sol, o carvão em brasa, o filamento de uma lâmpada incandescente, dentre outros).



2

ESPECTROS ATÔMICOS

- **Joseph Fraunhofer** → mapeamento de 574 linhas escuras no espectro solar.

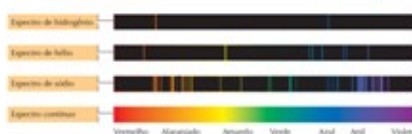


3

ESPECTROS ATÔMICOS

- **Espectro discreto** (ou descontínuo) → obtido ao se fazer atravessar um feixe de luz emitido por um gás de um elemento aquecido, por exemplo, por um prisma.

Características: **linhas brilhantes e brilhantes.**



4

ESPECTROS ATÔMICOS

- **Robert Bunsen e Gustav Kirchhoff** → responsáveis pela construção de um instrumento de fundamental importância para o avanço da Química, da Física e da Astronomia: o espectroscópio.

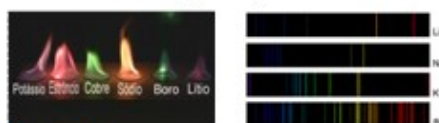


Espectroscópio de Kirchhoff e Bunsen

5

ESPECTROS ATÔMICOS

- **Bunsen e Kirchhoff** → comparação de vários espectros discretos, obtidos pelo aquecimento de diferentes elementos químicos:



- **Conclusão**: cada elemento químico quando aquecido apresentava uma série de linhas espectrais bem definidas que lhe era característica.

6

ESPECTROS ATÔMICOS

- **Espectro de emissão** → linhas brilhantes bem definidas.



- **Exemplo**: o aquecimento do vapor de sódio resulta em duas linhas espectrais bem próximas do amarelo do espectro, responsáveis pela cor amarela observada pela luz emitida.

7

ESPECTROS ATÔMICOS

- As duas linhas que se destacam no espectro de emissão do vapor de sódio também aparecem entre as raia de Fraunhofer do espectro solar, porém como linhas escuras.



Espectro de emissão (acima) e espectro de absorção (abaixo) do sódio.

ESPECTROS ATÔMICOS

- Espectro de absorção** → linhas escuras no espectro de um determinado elemento, diferente do espectro de emissão que possui linhas claras.



Espectro de emissão
Espectro de absorção

ESPECTROS ATÔMICOS

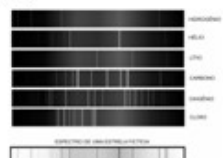
- O espectro atômico funciona como uma espécie de **impressão digital** que permite a caracterização e diferenciação dos elementos químicos que constituem a natureza.



A partir de um espectroscópio, foi possível perceber que a radiação emitida por uma carga não se repete ao longo do tempo, assim como também a radiação emitida por átomos químicos.

ESPECTROS ATÔMICOS


- Exercício resolvido**
- (OBA-2009/adaptado) Na figura são encontrados espectros de emissão de alguns elementos químicos, além do espectro simplificado de uma estrela fictícia (último espectro).



ESPECTROS ATÔMICOS

Analisando os espectros apresentados, indique quais elementos químicos estão presentes na estrela fictícia.

Resolução: comparando os espectros de emissão dos elementos químicos com o espectro da estrela fictícia, é possível identificar (ao sobrepormos as linhas de cada elemento individual com o espectro da estrela) os seguintes elementos químicos: hidrogênio, hélio e lítio.



ESPECTROS ATÔMICOS

- Agora é sua vez!**
- Atividade:** 'Escrito nas estrelas'

Objetivo: verificação da composição química das estrelas fictícias comparando suas linhas espectrais com o espectro dos elementos químicos apresentados.

Obrigada pela atenção!





APÊNDICE 20

Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 6



➤ ESPECTROS ATÔMICOS

Você se lembra do experimento realizado na aula anterior, conhecido como “teste da chama”? Nele verificamos que substâncias diferentes quando aquecidas conferem colorações diferentes à chama. Ficou curioso em saber por que isso acontece? Calma, pois essa é uma resposta que você terá a partir da aula de hoje sobre *espectros atômicos*.

Já estudamos que, o físico Isaac Newton, no século XVII, ao atravessar a luz branca solar por um prisma, concluiu que ela é composta de um feixe multicolorido que se estende do vermelho ao violeta, que ele chamou de *espectro*.

Figura 55: espectro contínuo.



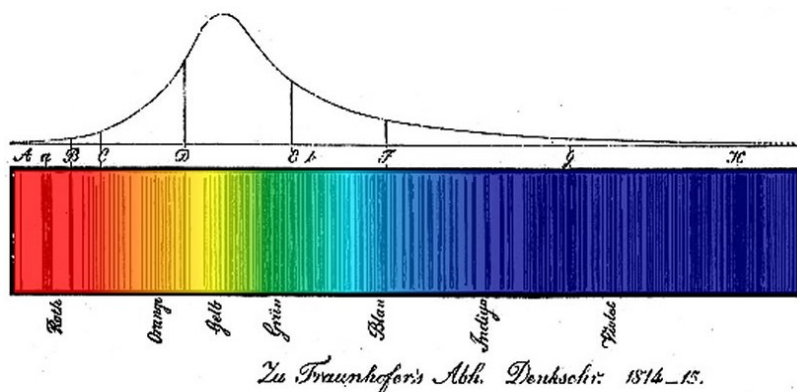
Fonte: FELTRE, 2004, p. 90.

Na realidade, esse padrão espectral chamado de *espectro contínuo* pode ser observado para qualquer corpo à elevada temperatura com luminosidade própria (os chamados corpos negros, tais como: o Sol, o carvão em brasa, o filamento de uma lâmpada incandescente, dentre outros).

Uma investigação relevante sobre o espectro solar foi realizada em 1814, pelo cientista alemão Joseph Fraunhofer (1787-1826). Utilizando prismas e grades de difração, ele conseguiu mapear 574 linhas escuras no espectro solar, conhecidas como “raias ou linhas de Fraunhofer” em sua homenagem, associando as mais fortes às letras do alfabeto.



Figura 57: linhas escuras no espectro solar observadas por Fraunhofer.



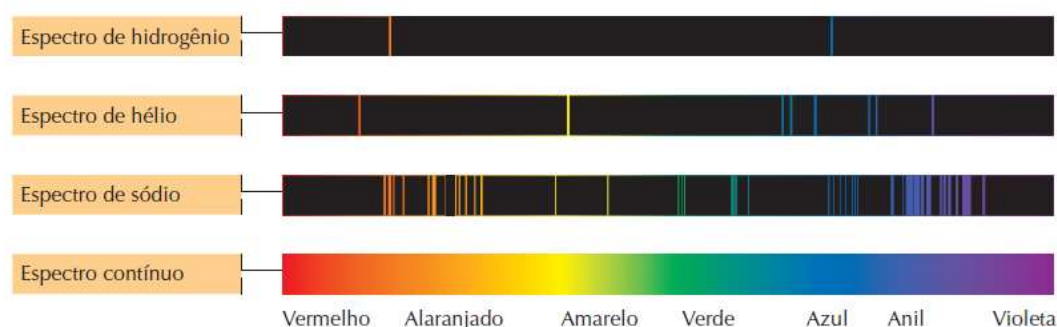
Disponível em:
<<https://www.alamy.pt/joseph-von-fraunhofer>>.
Acesso em: 30/09/2018.

Disponível em: <http://www.ice-age-ahead-iaa.ca/scrp_absolute_climate/tccd031.htm>.
Acesso em: 30/09/2018.

Apesar das contribuições de Fraunhofer, ainda não havia uma explicação teórica adequada acerca da formação das linhas escuras que pareciam cores subtraídas do espectro contínuo. Mesmo assim, seus experimentos motivaram novas investigações na busca do entendimento deste fenômeno.

Entretanto, ao se fazer atravessar um feixe de luz emitido por um gás de um elemento aquecido, por exemplo, por um prisma, obtemos como resultado um *espectro discreto* (ou descontínuo), e não contínuo como o espectro solar. Uma característica peculiar deste tipo de espectro são suas linhas luminosas brilhantes.

Figura 58: diferença entre o espectro contínuo e espectros discretos de alguns elementos químicos



Fonte: FELTRE, 2004, p. 90.

Esses espectros de linhas foram rigorosamente estudados por dois cientistas importantes: o alemão Robert Bunsen (1811-1899) e o prussiano Gustav Kirchhoff (1824-1887). A dupla de cientistas foi responsável pela disseminação do uso de técnicas espectrais na identificação e no estudo de elementos químicos, tornando-se personagens cruciais para o desenvolvimento da *espectroscopia*, que quer dizer *estudo da luz*.

Ambos os cientistas foram responsáveis pela construção de um instrumento de fundamental importância para o avanço da Química, da Física e da Astronomia: o espectroscópio, mostrado na Figura 59.

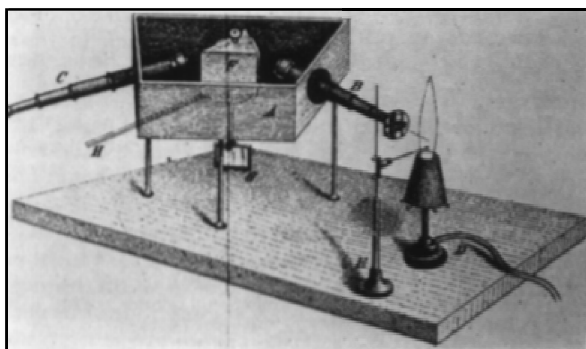


Figura 59: Espectroscópio de Kirchhoff e Bunsen.

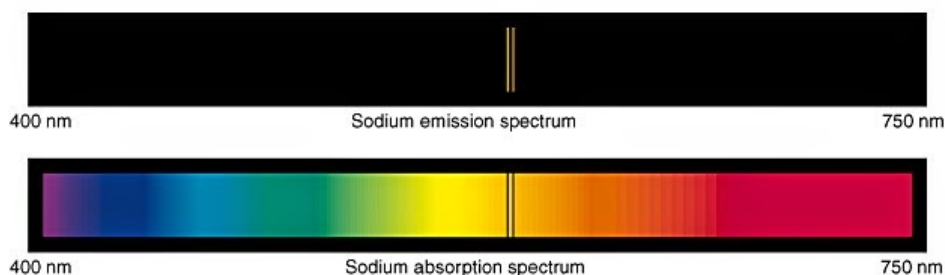
Fonte: FILGUEIRAS, 1996, p. 23.

Ao compararem vários espectros discretos, obtidos pelo aquecimento de diferentes elementos químicos, Kirchhoff e Bunsen constataram que cada elemento químico quando aquecido apresentava uma série de linhas espectrais bem definidas que lhe era característica.

Essas linhas brilhantes bem definidas constituem o chamado *espectro de emissão* do elemento analisado. Deste modo, o aquecimento do vapor de sódio (borrifando solução de cloreto de sódio numa chama, por exemplo) resulta em duas linhas espectrais bem próximas do amarelo do espectro, responsáveis pela cor amarela observada pela luz emitida.

É interessante observar que, duas linhas se destacam no espectro de emissão do vapor de sódio e que também aparecem entre as raiais de Fraunhofer do espectro solar, porém como linhas escuras.

Figura 60: Espectro de emissão (acima) e espectro de absorção (abaixo) do sódio.



Disponível em: <<http://dererummundi.blogspot.com.br/2014/09/tomaz-de-figueiredo-1902-1970.html>>. Acesso em: 30/09/2018.

Analisando-se as linhas iluminadas que pareciam ser correspondentes às linhas escuras quando sobrepostas, Kirchhoff e Bunsen chegaram à conclusão de que as linhas escuras deveriam representar o *espectro de absorção* daquele elemento. Se no espectro solar houvesse a presença destas duas linhas escuras, este fato deveria sinalizar a presença do elemento (neste caso, o sódio) ao qual se associam na atmosfera do Sol.

Deste modo, podemos concluir que, ao se analisar espectros emitidos por átomos distintos, ou simplesmente *espectros atômicos*, é possível verificar que cada tipo de átomo possui um espectro que lhe é característico, ou seja, o **espectro atômico funciona como uma espécie de *impressão digital*** que permite a caracterização e diferenciação dos elementos químicos que constituem a natureza.

A partir de então, foi possível prever por meio da radiação emitida por um corpo não só sua temperatura como também sua composição química. Esta previsão iniciou uma nova era para a Ciência, marcada pela descoberta de inúmeros elementos químicos que constituíam tanto os corpos celestes quanto os terrestres.

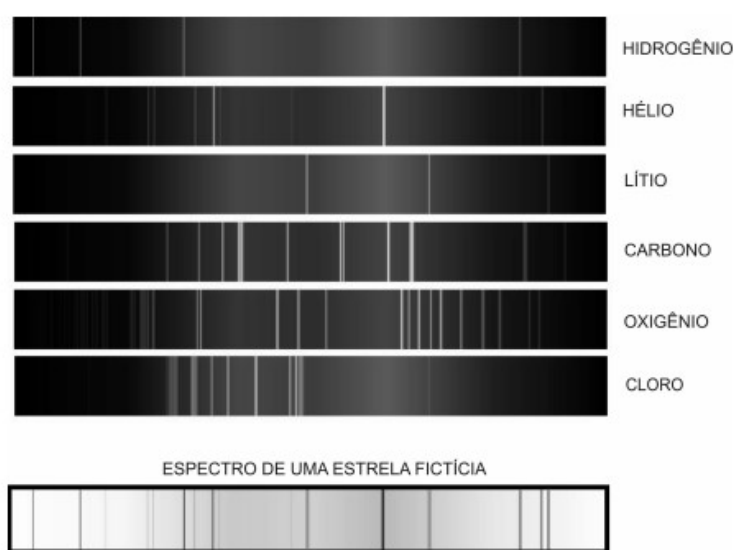
É importante mencionar que, investigações posteriores realizadas no ramo da espectroscopia e impulsionadas pelo excepcional trabalho dos brilhantes cientistas Kirchhoff e Bunsen permitiram identificar o desvio para o vermelho (conhecido como *redshift*), no qual é possível detectar um desvio das linhas espectrais para o vermelho – indicando o afastamento das galáxias em relação ao nosso planeta, servindo para comprovar a expansão do Universo.

Vale destacar que, a explicação para os espectros individuais e peculiares dos elementos químicos – que produziam cores características ao serem submetidos à chama – foi um problema que intrigou muitos cientistas da época e que será explicado em nosso próximo encontro. Até lá!



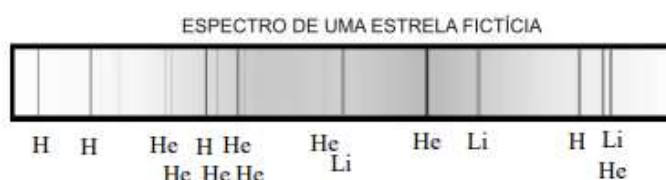
EXERCÍCIO RESOLVIDO

- (OBA-2008/adaptado) Na figura abaixo são encontrados espectros de emissão de alguns elementos químicos, além do espectro simplificado de uma estrela fictícia (último espectro).



Analisando os espectros apresentados, indique quais elementos químicos estão presentes na estrela fictícia.

Resolução: Por meio da comparação dos espectros de emissão dos elementos químicos com o espectro da estrela fictícia, é possível identificar (ao sobrepormos as linhas de cada elemento individual com o espectro da estrela) os seguintes elementos químicos: hidrogênio, hélio e lítio.

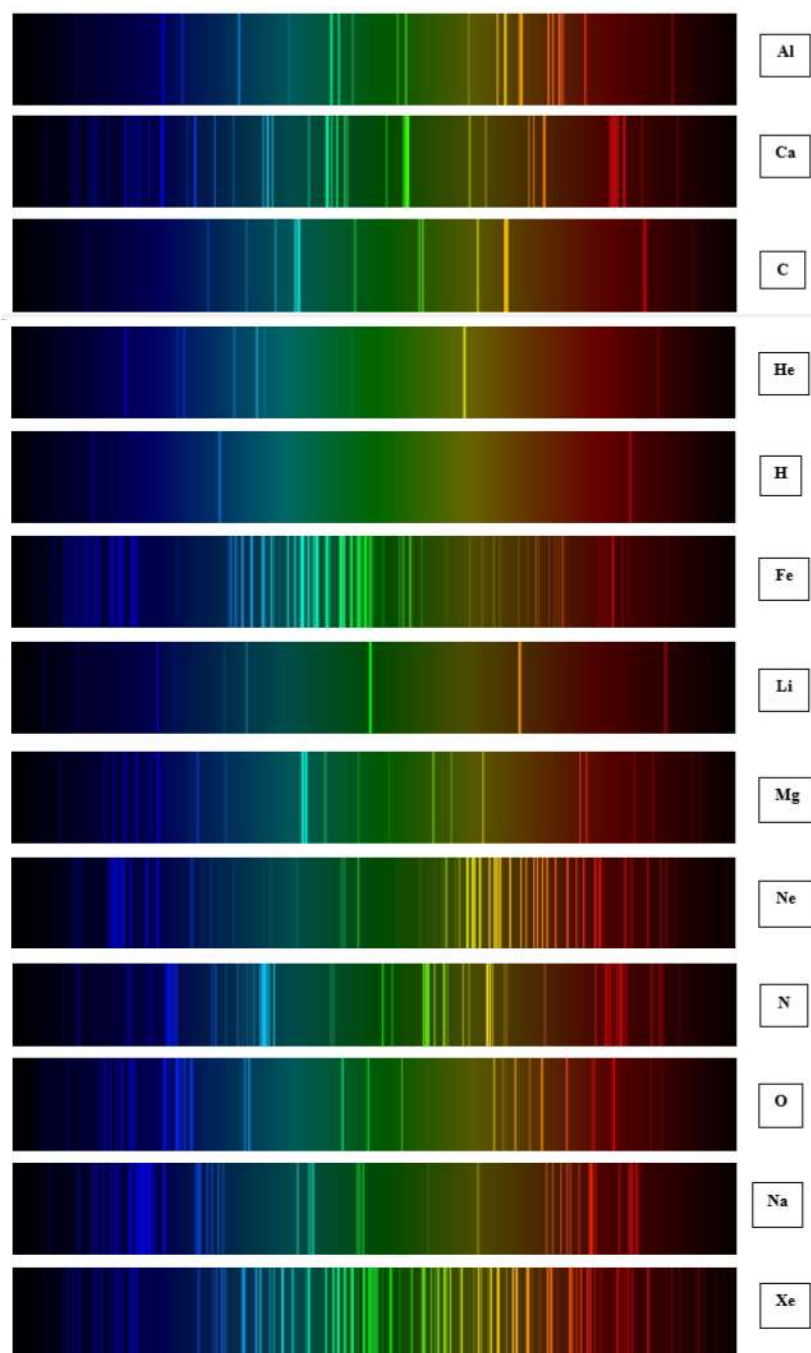




ATIVIDADE: “ESCRITO NAS ESTRELAS”

- ✓ Analise as linhas espectrais das estrelas fictícias e compare-as com o espectro dos elementos químicos apresentados, indicando a composição química de cada estrela (dica: cada estrela é formada por no mínimo três e no máximo cinco elementos químicos).

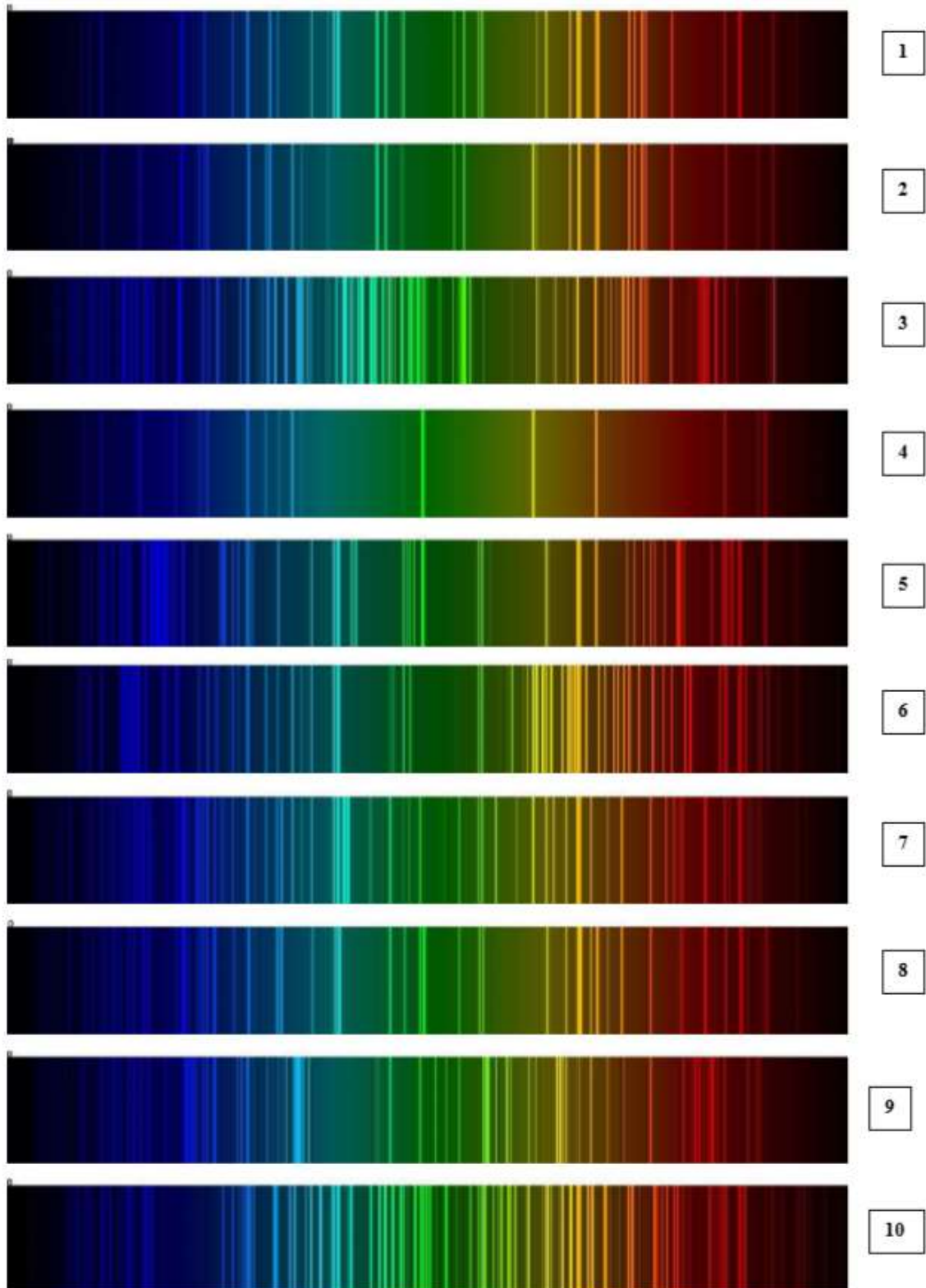
Figura 61: Espectro dos elementos químicos.



Fonte: BROCKINGTON, Guilherme. *A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2005 (Adaptado).



Figura 62: Espectro das estrelas fictícias.



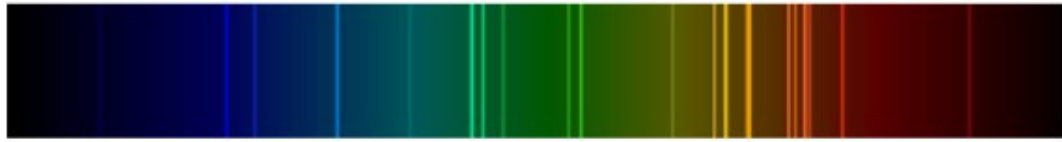
Fonte: BROCKINGTON, Guilherme. *A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2005 (Adaptado).



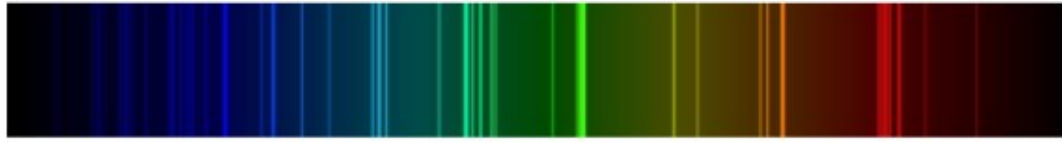
APÊNDICE 21

Espectros de emissão dos elementos químicos





Al



Ca



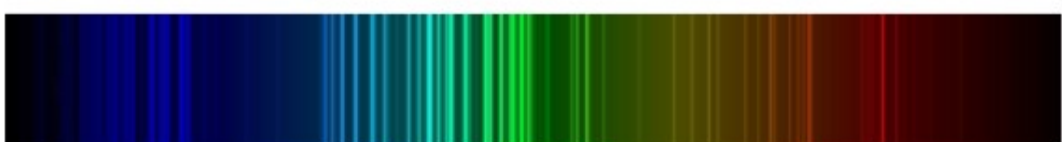
C



He



H



Fe



Li



Mg



Ne



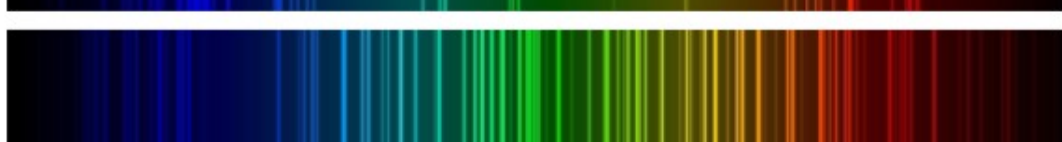
N



O



Na



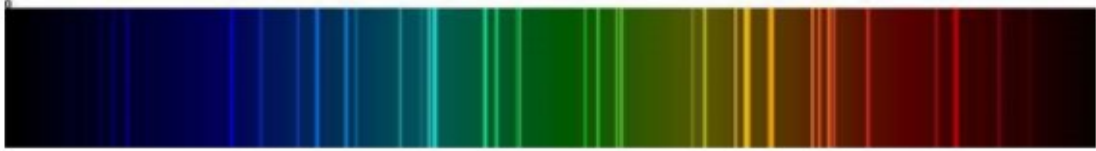
Xe



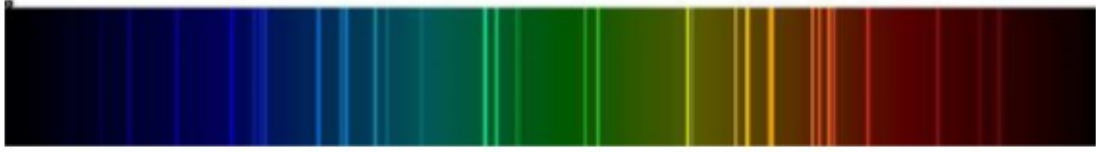
APÊNDICE 22

Espectros das estrelas fictícias

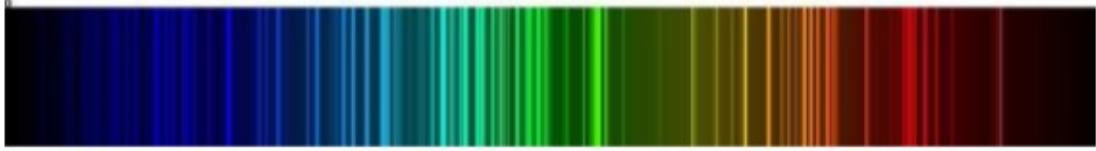




1



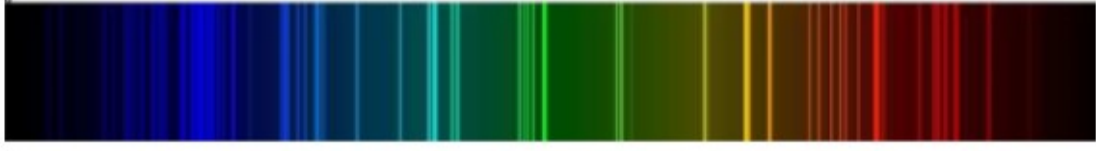
2



3



4



5



6



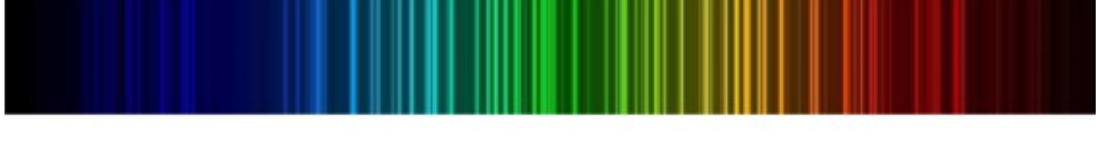
7



8



9



10



APÊNDICE 23

Gabarito da atividade *Escrito nas estrelas*



Gabarito da atividade Escrito nas Estrelas**Quadro 6:** estrelas fictícias com seus respectivos elementos químicos.

Estrela Fictícia	Elementos químicos presentes
Estrela 1	Alumínio (Al), Hidrogênio (H) e Carbono (C)
Estrela 2	Alumínio (Al), Hélio (He) e Hidrogênio (H)
Estrela 3	Ferro (Fe), Hidrogênio (H), Alumínio (Al) e Cálcio (Ca)
Estrela 4	Hélio (He), Hidrogênio (H) e Lítio (Li)
Estrela 5	Sódio (Na), Hidrogênio (H), Lítio (Li) e Carbono (C)
Estrela 6	Neônio (Ne), Hidrogênio (H), Hélio (He) e Carbono (C)
Estrela 7	Oxigênio (O), Carbono (C), Hidrogênio (H), Hélio (He) e Magnésio (Mg)
Estrela 8	Oxigênio (O), Carbono (C), Lítio (Li) e Hidrogênio (H)
Estrela 9	Oxigênio (O), Hidrogênio (H) e Nitrogênio (N)
Estrela 10	Xenônio (Xe), Hidrogênio (H) e Carbono (C)

Fonte: elaboração própria.



AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E ENCERRAMENTO DO CONTEÚDO

Objetivos:

- Compreender a importância histórica das investigações do espectro atômico do hidrogênio;
- Reconhecer a solução dada por Niels Bohr e os seus postulados para explicar os espectros atômicos.

ETAPA INVESTIGATIVA

➤ **7ª ETAPA INVESTIGATIVA: AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E ENCERRAMENTO DO CONTEÚDO**

Esta penúltima etapa tem como finalidade retratar a solução dada por Niels Bohr e os seus postulados para explicar os espectros atômicos, bem como destacar a importância histórica das investigações do espectro atômico do hidrogênio.

Por intermédio de uma aula expositiva dialogada, o professor deverá caminhar em direção ao encerramento do conteúdo, lembrando que este deve ser abordado considerando-se os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, que perpassam todas as etapas investigativas propostas em uma UEPS.

✓ **Instruções de aplicação**

Com o intuito de introduzir o conteúdo a ser abordado, o professor poderá iniciar esta aula propondo à turma a realização da atividade *Para Pensar...* (Apêndice 24), entregando cópias individuais da mesma para os alunos.

Nesta atividade, os alunos deverão observar e discutir sobre as semelhanças e diferenças entre os espectros de diferentes fontes de luz, tais como: vela, lâmpada incandescente, luz negra, lâmpada fluorescente, lâmpada de vapor de sódio e lâmpada de vapor de mercúrio.

Vale ressaltar que o docente deverá providenciar as lâmpadas que irá utilizar na aula com antecedência, podendo variar as fontes de luz utilizadas nesta atividade, desde que algumas delas tenham espectros contínuos enquanto outras tenham espectros discretos.

Para a observação das fontes de luz mencionadas foram utilizados espectroscópios feitos de cano PVC, fornecidos pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 34 (Instituto Federal Fluminense – IFF).

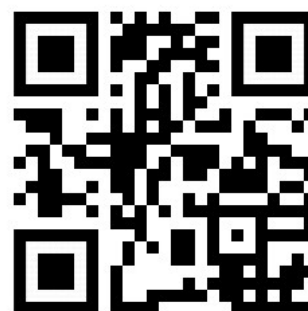
No entanto, se houver tempo hábil, o professor poderá propor a construção de espectroscópios pela turma utilizando CD como rede de difração.

Nesta atividade introdutória, o professor deverá instigar os alunos a buscarem explicações para o fenômeno observado, orientando-os a observar atentamente cada espectro, a fim de distinguir os espectros contínuos dos espectros discretos.

Com a aplicação desta atividade, espera-se que os alunos consigam associar que as lâmpadas constituídas de gases de elementos químicos específicos em seu interior (fluorescente, luz negra, de vapor de sódio e de mercúrio) emitem espectros discretos e lâmpadas que funcionam por aquecimento de um sólido (lâmpada incandescente) ou um corpo opaco e quente (como a vela acesa, por exemplo) emitem espectros contínuos.

Ao finalizar a aplicação desta atividade inicial, o professor poderá apresentar a última parte do conteúdo à turma por meio de uma aula expositiva dialogada, utilizando uma apresentação em *slides* (Apêndice 25) com auxílio de um projetor.

Acesse e confira esta aula por meio do *link* a seguir
<<http://bit.ly/2SbBvmC>>
ou efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado!



O discente poderá acompanhar os conteúdos apresentados pelo professor nesta aula, utilizando um texto de apoio (Apêndice 26) para este fim.



APÊNDICE 24
Atividade Para Pensar...



Atividade inicial: Para Pensar...

Vimos anteriormente, que cada tipo de átomo possui seu próprio espectro, isto é, o espectro atômico funciona como uma espécie de “impressão digital”, favorecendo a caracterização e diferenciação dos diversos elementos químicos que existem.

Algumas questões que ainda não tinham sido respondidas e que intrigavam os cientistas da época eram: por que havia um conjunto de linhas características – que indicavam comprimentos de onda específicos – para cada elemento químico? Por que amostras de elementos químicos diferentes ao serem queimadas conferiam colorações diferentes à chama?



PARA PENSAR...

- Utilizando espectroscópios feitos de cano PVC, fornecidos pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 34 (Instituto Federal Fluminense – IFF), analise o espectro das seguintes fontes de luz:

- ✓ Vela;
- ✓ Lâmpada incandescente;
- ✓ Luz negra ou luz ultravioleta;
- ✓ Lâmpada fluorescente;
- ✓ Lâmpada de vapor de sódio;
- ✓ Lâmpada de vapor de mercúrio.



- Quais foram as semelhanças e as diferenças entre os espectros observados?

- Em sua opinião, o que justifica os espectros observados para as fontes luminosas descritas acima?



APÊNDICE 25

Slides da etapa investigativa 7



ESPECTROS ATÔMICOS E A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR



Rafaela Ferreira

ESPECTROS ATÔMICOS

- Apesar da contribuição de Fraunhofer, Kirchhoff e Bunsen dada à espectroscopia, novas investigações continuavam com o intuito de encontrar respostas para as seguintes questões:

• Por que havia um conjunto de linhas características para cada elemento químico?

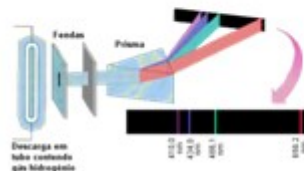


• Por que amostras de elementos químicos diferentes ao serem queimadas conferiam colorações diferentes à chama?

1

ESPECTRO ATÔMICO DO HIDROGÊNIO

- Um dos espectros que foi bastante investigado pelos cientistas em busca de respostas que explicassem as peculiares características dos espectros atômicos é o espectro de emissão do hidrogênio atômico.



2

ESPECTRO ATÔMICO DO HIDROGÊNIO

- Houve um grande esforço da comunidade científica para obtenção de uma relação matemática que representasse o comprimento de onda das linhas observadas no espectro de emissão do átomo de hidrogênio;

- Porém, todos os resultados obtidos não eram explicados pelos princípios da Física Clássica.

3

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR

- Coube ao físico dinamarquês Niels Bohr (1875-1962) desvendar esse enigma, explicando, assim, as peculiares características dos espectros atômicos.



Niels Bohr

4

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR

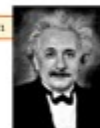
- Em 1913, Bohr propõe um modelo simples da estrutura atômica que explicava com sucesso o espectro discreto da radiação emitida por certos átomos, obtido experimentalmente;

- Bohr se baseou nas ideias de quantização propostas por Max Planck (1858-1947) e Albert Einstein (1879-1955).



Max Planck

Albert Einstein



5

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR

- Mesclando ideias da Física Clássica com ideias da Física Quântica, Bohr propõe uma série de postulados:

- > Os elétrons se movem em órbitas circulares ao redor do núcleo, ocupando determinados níveis de energia ou camadas eletrônicas;
- > Cada nível possui um valor determinado de energia;
- > O elétron não pode permanecer entre os níveis de energia;

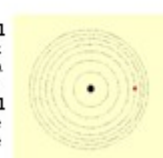


6

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR

- Mesclando ideias da Física Clássica com ideias da Física Quântica, Bohr propõe uma série de postulados:

- > Um elétron pode "saltar" de um nível de menor energia para outro de maior energia, desde que absorva energia suficiente para tal;
- > Ao retornar para sua camada original e de menor energia, ocorre a liberação de energia, que pode ocorrer na forma de luz visível.



7

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR



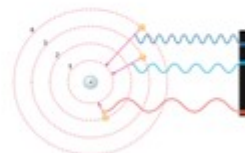
Elétron absorve energia e salta para uma camada mais externa.

Ao retornar ao seu estado fundamental, o elétron libera a energia recebida na forma de radiação (luz, por exemplo).

8

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR

- Tomando o átomo de hidrogênio como referência, podemos relacionar os saltos dos elétrons com as respectivas raia s observadas no seu espectro.



9

A SOLUÇÃO DE NIELS BOHR

- para cada diferente retomada do elétron ao seu estado fundamental, há emissão de luz com cores diferentes;



- Este modelo explica as diferentes cores dos fogos de artifício e as diferentes colorações da chama observadas no experimento "teste da chama".

10

PANORAMA ATUAL

- Apesar do sucesso do modelo atômico proposto por Bohr, ele é insuficiente para descrever completamente os sistemas atômicos;
- Contribuições da mecânica quântica dadas por Schrödinger e Heisenberg forneceram um método mais abrangente de descrição dos sistemas atômicos que se estende ao comportamento de partículas de qualquer sistema microscópico.

11

**Obrigada pela
atenção!**



12



APÊNDICE 26

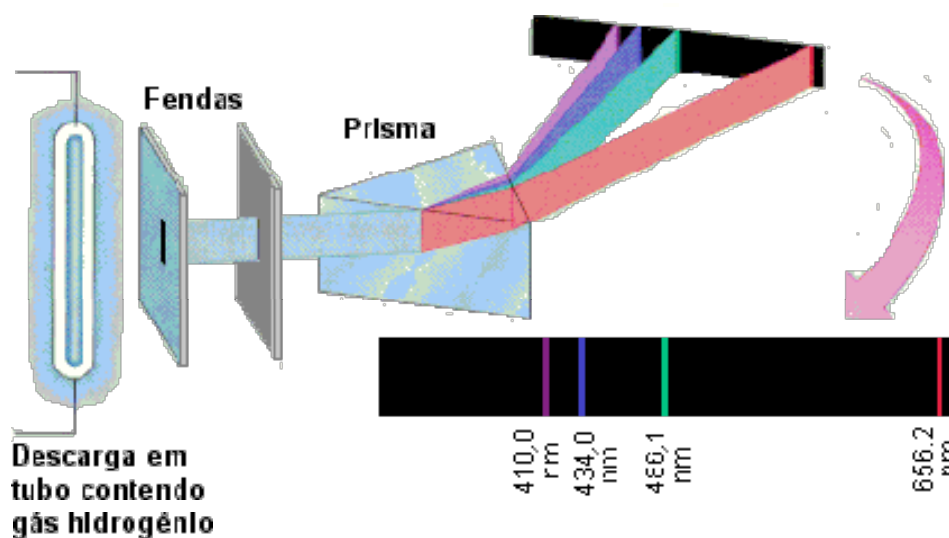
Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 7



➤ ESPECTRO ATÔMICO DO HIDROGÊNIO

Um dos espectros que foi bastante investigado pelos cientistas em busca de respostas que explicassem as peculiares características dos espectros atômicos é o espectro de emissão do hidrogênio atômico devido a sua simplicidade, abundância no universo e por apresentar uma parte do seu espectro dentro da região de comprimentos de onda da luz visível.

Figura 63: espectro de emissão do hidrogênio atômico.



Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala23/23_ma02.asp>.
Acesso em: 10/10/2018.

Houve um grande esforço da comunidade científica para obtenção de uma relação matemática que representasse o comprimento de onda das linhas observadas no espectro de emissão do átomo de hidrogênio.

No entanto, todos esses resultados não eram explicados pelos princípios da Física Clássica, sendo necessária a elaboração de um modelo atômico que pudesse explicar as características inerentes aos espectros atômicos. E é neste contexto que emerge uma explicação dada pelo cientista dinamarquês Niels Bohr.



PARA SABER MAIS!

Figura 64: Jakob Balmer.



Em 1885, um professor suíço de uma escola secundária, chamado Johann Jakob Balmer (1825-1898) encontrou uma função matemática que descrevia com grande precisão os comprimentos de onda das linhas visíveis do espectro de emissão do átomo de hidrogênio.

$$\lambda = 3646 \frac{n^2}{n^2 - 4} \quad n = 3, 4, 5, \dots$$

Disponível em:
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Johann_Jakob_Balmer>.
Acesso em: 10/10/2018.

Na equação, λ corresponde ao comprimento de onda em metros (m) e n é um número inteiro maior ou igual a 3.

Mais adiante, em 1890, Johannes Rydberg, um físico sueco, apresentou uma forma mais conveniente de se apresentar a fórmula de Balmer, generalizando-a e reescrevendo-a da seguinte forma.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 3, 4, 5, \dots$$

onde R_H é conhecida como constante de Rydberg para o hidrogênio. Seu valor corresponde a $10967757,6 \pm 1,2 m^{-1}$.

A corrida por uma explicação matemática que explicasse o enigma dos espectros atômicos, mais especificamente para o átomo de hidrogênio não parou por aí.

Na tabela a seguir estão relacionadas diversas séries obtidas para o átomo de hidrogênio:

Figura 65: Johannes Rydberg.



Disponível em:
<https://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Johannes_Robert_Rydberg>.
Acesso em: 10/10/2018.





Tabela 1: Séries do hidrogênio.

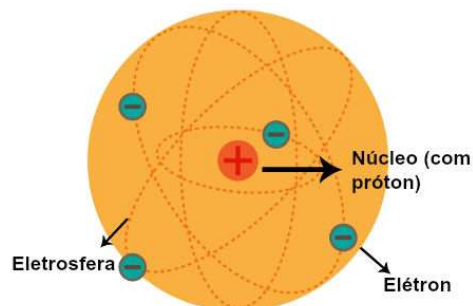
Nomes	Faixas de comprimento de onda	Fórmulas	Valores de n
Lyman	Ultravioleta	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 2, 3, 4, ...
Balmer	Ultravioleta próximo e visível	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 3, 4, 5, ...
Paschen	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 4, 5, 6, ...
Brackett	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 5, 6, 7, ...
Pfund	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 6, 7, 8, ...

Adaptado pela autora (Fonte: EISBERG; RESNICK, 1979, p. 137).

➤ A SOLUÇÃO INUSITADA DE NIELS BOHR

Em 1911, o modelo atômico proposto por Ernest Rutherford (1871-1937), era constituído de um núcleo contendo cargas positivas ao redor do qual giravam cargas negativas (elétrons).

Figura 66: modelo atômico do Sistema Solar de Rutherford.



Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/o-atomo-rutherford.htm>>. Acesso em: 10/10/2018.

Além de não dar conta de explicar a estabilidade do átomo, este modelo atômico proposto por Rutherford, conhecido como modelo do Sistema Solar, não era suficiente para explicar as linhas relacionadas a comprimentos de onda específicos que apareciam nos espectros atômicos.

Figura 67: Niels Bohr.

Coube ao físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) desvendar esse enigma, explicando, assim, as peculiares características dos espectros atômicos.

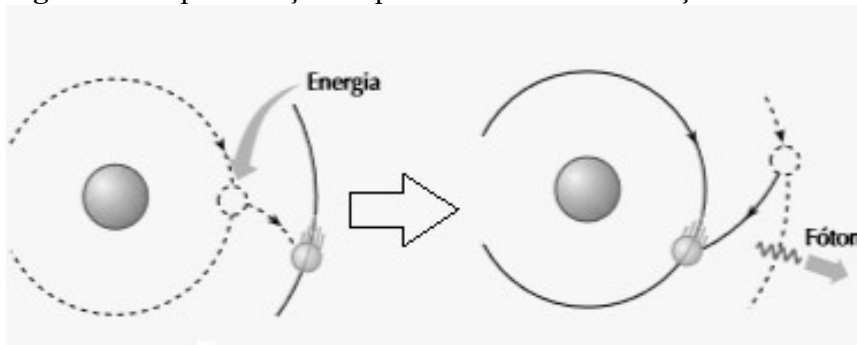
Em 1913, Bohr propõe um modelo simples da estrutura atômica que explicava com sucesso o espectro discreto da radiação emitida por certos átomos, obtido experimentalmente. Este modelo foi fundamentado com base nas ideias de quantização propostas por Max Planck (1858-1947) e Albert Einstein (1879-1955).

Deste modo, mesclando ideias da Física Clássica com ideias da Física Quântica, Bohr propõe uma série de postulados (afirmações aceitas como verdadeiras, porém sem demonstração):

- ✓ Os elétrons se movem em órbitas circulares ao redor do núcleo, ocupando determinados níveis de energia ou camadas eletrônicas;
- ✓ Cada nível possui um valor determinado de energia;
- ✓ O elétron não pode permanecer entre os níveis de energia;
- ✓ Um elétron pode “saltar” de um nível de menor energia para outro de maior energia, desde que absorva energia suficiente para tal. Quando isso acontece, dizemos que um elétron foi excitado e houve uma transição eletrônica;
- ✓ Ao retornar para sua camada original e de menor energia, ocorre a liberação de energia, que pode ocorrer na forma de luz visível.

Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Niels_Bohr>.
Acesso em: 10/10/2018.

Figura 68: representação esquemática de uma transição eletrônica.

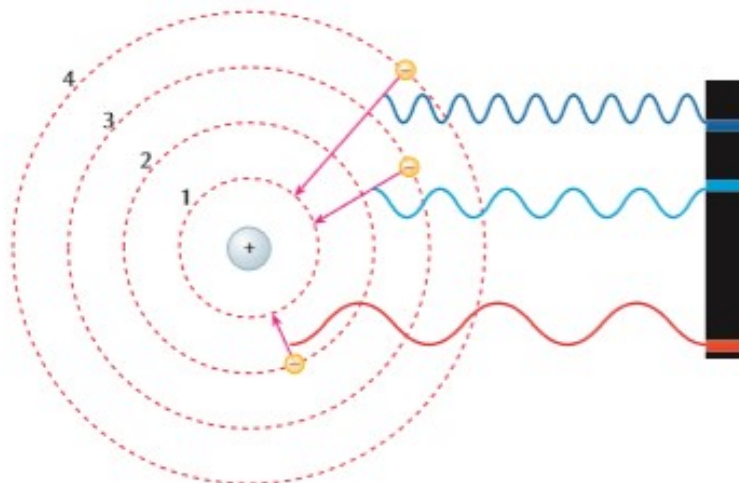


Fonte: FELTRE, 2004, p. 91.

Para Bohr, cada linha luminosa observada no átomo de hidrogênio, por exemplo, representa a energia liberada quando o elétron retorna ao seu estado de menor energia, denominado estado fundamental.

Tomando o átomo de hidrogênio como referência, podemos relacionar os saltos dos elétrons com as respectivas raias observadas no seu espectro, como mostrado na Figura 69:

Figura 69: relação entre os saltos eletrônicos e as raias espectrais.



Fonte: FELTRE, 2004, p. 91.

Observe na Figura 69 que, para cada diferente retomada do elétron ao seu estado fundamental há emissão de luz com cores diferentes. Desta forma, é possível explicarmos as diferentes cores apresentadas pelos fogos de artifício e as diferentes colorações da chama observadas no experimento “teste da chama”.

Cabe ressaltar, que apesar do sucesso do modelo atômico proposto por Niels Bohr e de sua importância histórica, ele é insuficiente para descrever completamente os sistemas atômicos, não refletindo a descrição moderna de nenhum átomo. Na realidade, contribuições da mecânica quântica dadas por Schrödinger e Heisenberg forneceram um método mais abrangente de descrição dos sistemas atômicos que se estende ao comportamento de partículas de qualquer sistema microscópico.



ENCONTRO FINAL INTEGRADOR

Objetivos:

- Elaboração de um mapa conceitual retomando os conceitos abordados, com o intuito de identificar evidências que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa;
- Realização de uma avaliação somativa individual e de uma avaliação sobre as etapas investigativas das UEPS com auxílio do formulário *online Google Forms*.

ETAPA INVESTIGATIVA

8ª ETAPA INVESTIGATIVA: MAPA CONCEITUAL E AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL

Neste encontro final integrador, haverá a elaboração de um mapa conceitual pelos discentes que deverão retomar os conceitos abordados durante a aplicação das etapas investigativas da UEPS. Esta tarefa é importante para identificação de evidências que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Após a realização desta atividade, será efetuada a aplicação de uma avaliação somativa individual sobre os conceitos estudados ao longo da UEPS, além de uma avaliação sobre as etapas investigativas da UEPS, na qual o aluno poderá manifestar sua opinião sobre os conteúdos abordados e sobre as atividades aplicadas.

✓ Instruções de aplicação

Antes que a turma inicie a construção do mapa conceitual cooperativo, é interessante que o docente converse brevemente com os alunos sobre os conceitos abordados nas aulas anteriores, procurando sanar alguma possível dúvida.

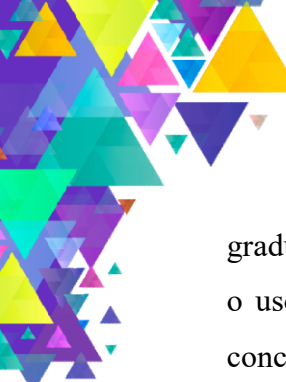
Após esta conversa inicial com a turma, o professor poderá utilizar uma técnica de dinâmica de grupo, denominada *brainstorming* ou *tempestade de ideias*, que irá direcionar a construção do mapa conceitual. Nesta estratégia, cada aluno será estimulado a expor uma palavra ou conceito-chave explorado ao longo das aulas sobre o tema *luz na identificação de elementos químicos*.

É aconselhável que o professor anote todas as palavras mencionadas, organizando-as em uma lista que ficará à disposição dos alunos em uma das extremidades do quadro, por exemplo, a fim de que toda a turma acompanhe a dinâmica e não repita nenhuma palavra.

Depois da participação e da contribuição de todos os discentes, o professor deverá instigá-los a elaborar um mapa conceitual cooperativo, que poderá ser feito no quadro, utilizando as palavras expostas no decorrer da dinâmica. Esta atividade contará com a participação de cada aluno, que dará sua contribuição para a elaboração do mapa.

No Apêndice 27, encontra-se um texto de apoio que poderá ser utilizado antes desta atividade, lembrando algumas dicas de como elaborar um mapa conceitual.

Oriente os alunos para que ordEnem os conceitos de modo hierárquico, inserindo o(s) mais geral(is)/mais inclusivo(s) no topo do mapa, agregando os demais conceitos




gradualmente até completar o diagrama. Além disso, estimule-os a conectar os conceitos com o uso de setas e palavra(s) de ligação(ões) com o objetivo de explicitar a relação entre os conceitos.

Ao término da elaboração do mapa conceitual, os alunos receberão dois *links* que deverão ser acessados dentro de um prazo determinado pelo docente, a fim de responderem dois questionários *online*: um para realização de uma avaliação somativa individual (Apêndice 28), contendo questões de Enem e de provas de vestibular, e outro para avaliação das etapas investigativas da UEPS (Apêndice 29), na qual o professor terá um *feedback* dos alunos acerca da UEPS. Vale destacar que o gabarito da avaliação somativa individual está localizado no Apêndice 30.

Os dois formulários *online* foram elaborados com auxílio da ferramenta *Google Forms* ou Formulários *Google* (ver tutorial no Apêndice 31).

Fica a critério do professor utilizar o recurso *Google Forms* para aplicação de ambas as avaliações que são de extrema importância tanto para evidenciar captação de significados e compreensão do tema abordado por parte dos discentes quanto para obter a opinião dos mesmos sobre os conteúdos abordados e sobre as atividades aplicadas.





APÊNDICE 27

Texto de apoio para o aluno – etapa investigativa 8



Encontro final integrador

Sejam todos muito bem-vindos ao nosso último encontro! Parabéns por terem chegado até aqui e espero que as aulas anteriores e as atividades realizadas tenham lhes auxiliado bastante em seu aprendizado.

E que tal construir um mapa conceitual a fim de relacionar conceitos importantes que vimos até aqui? Para isso, vamos relembrar dicas importantes sobre como elaborar um mapa conceitual. Fique atento!

DICAS PARA ELABORAR UM MAPA CONCEITUAL



1. Identifique os conceitos-chave do conteúdo que você irá mapear e organize-os em uma lista;
2. Ordene seus conceitos de forma hierárquica, colocando o(s) mais geral(is)/mais inclusivo(s) no topo de seu mapa, agregando os demais conceitos gradualmente até completar seu diagrama;
3. Busque conectar os conceitos com o uso de setas e palavra(s) de ligação(ões) com o objetivo de explicitar a relação entre os conceitos;
4. É possível adicionar exemplos ao seu mapa conceitual, desde que inseridos logo abaixo dos conceitos correspondentes;
5. Lembre-se: não há uma forma única e correta de se traçar um mapa conceitual. Ele é um instrumento dinâmico que se modifica à medida que você avança em seu aprendizado.

E então? Você está pronto para compartilhar, trocar e “negociar” significados de todo o conteúdo visto até aqui com seus colegas? Então, use e abuse de sua criatividade na construção de um mapa conceitual cooperativo!



APÊNDICE 28
Avaliação somativa individual



Avaliação somativa individual

Vamos testar seus conhecimentos adquiridos até aqui? Para isso, responda atentamente o simulado a seguir preparado com questões do ENEM e de vestibular. Boa sorte!

1) (ENEM-2014) Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. **Sensores**. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

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

- a) da luz visível.
- b) do ultravioleta.
- c) do infravermelho.
- d) das micro-ondas.
- e) das ondas longas de rádio.

2) (ENEM-2014) Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto.

O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

LENT, R. **O cérebro do meu professor de acordeão**. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br> (adaptado).

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a

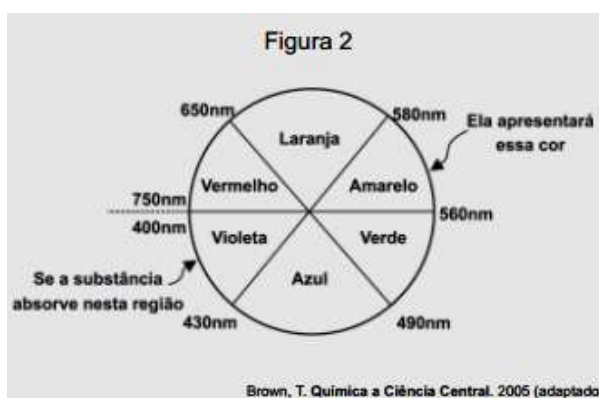
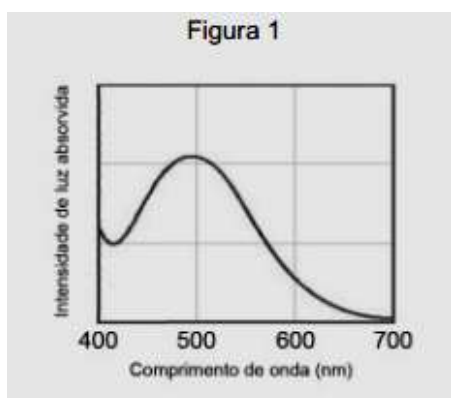
- a) frequência.
- b) intensidade.
- c) forma de onda.
- d) amplitude de onda.
- e) velocidade de propagação.

3) (ENEM-2017) Um fato corriqueiro ao se cozinhar arroz é o derramamento de parte da água de cozimento sobre a chama azul do fogo, mudando-a para uma chama amarela. Essa mudança de cor pode suscitar interpretações diversas, relacionadas às substâncias presentes na água de cozimento. Além do sal de cozinha (NaCl), nela se encontram carboidratos, proteínas e sais minerais.

Cientificamente, sabe-se que essa mudança de cor da chama ocorre pela:

- reação do gás de cozinha com o sal, volatilizando gás cloro.
- emissão de fótons pelo sódio, excitado por causa da chama.
- produção de derivado amarelo, pela reação com o carboidrato.
- reação do gás de cozinha com a água, formando gás hidrogênio.
- excitação das moléculas de proteínas, com formação de luz amarela.

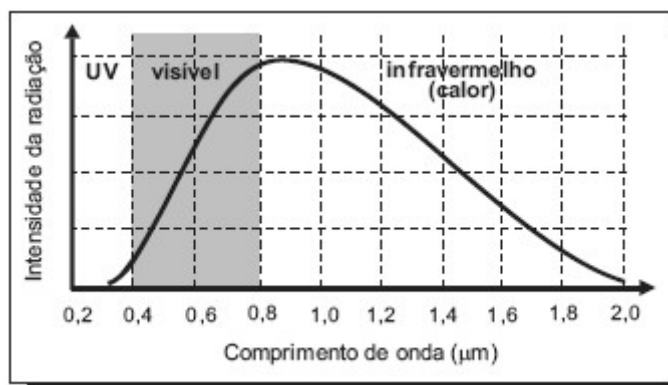
4) (ENEM-2011) Para que uma substância seja colorida ela deve absorver luz na região do visível. Quando uma amostra absorve luz visível, a cor que percebemos é a soma das cores restantes que são refletidas ou transmitidas pelo objeto. A Figura 1 mostra o espectro de absorção para uma substância e é possível observar que há um comprimento de onda em que a intensidade de absorção é máxima. Um observador pode prever a cor dessa substância pelo uso da roda de cores (Figura 2): o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.



Qual a cor da substância que deu origem ao espectro da Figura 1?

- Azul.
- Verde.
- Violeta.
- Laranja.
- Vermelho.

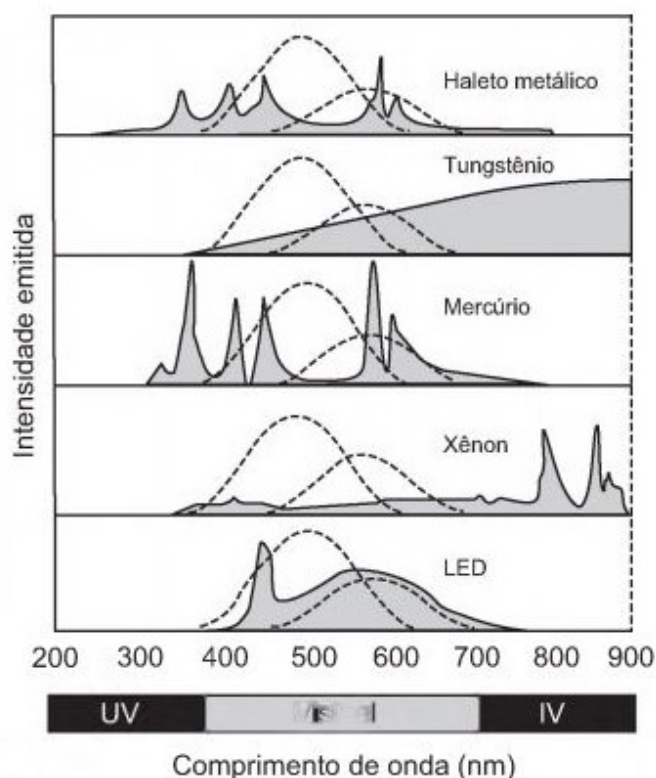
5) (ENEM-2008) A passagem de uma quantidade adequada de corrente elétrica pelo filamento de uma lâmpada deixa-o incandescente, produzindo luz. O gráfico abaixo mostra como a intensidade da luz emitida pela lâmpada está distribuída no espectro eletromagnético, estendendo-se desde a região do ultravioleta (UV) até a região do infravermelho.



A eficiência luminosa de uma lâmpada pode ser definida como a razão entre a quantidade de energia emitida na forma de luz visível e a quantidade total de energia gasta para o seu funcionamento. Admitindo-se que essas duas quantidades possam ser estimadas, respectivamente, pela área abaixo da parte da curva correspondente à faixa de luz visível e pela área abaixo de toda a curva, a eficiência luminosa dessa lâmpada seria de aproximadamente:

- a) 10%.
- b) 15%.
- c) 25%.
- d) 50%.
- e) 75%.

6) (ENEM-2017) A figura mostra como é a emissão de radiação eletromagnética para cinco tipos de lâmpada: haleto metálico, tungstênio, mercúrio, xênon e LED (diodo emissor de luz). As áreas marcadas em cinza são proporcionais à intensidade da energia liberada pela lâmpada. As linhas pontilhadas mostram a sensibilidade do olho humano aos diferentes comprimentos de onda. UV e IV são as regiões do ultravioleta e do infravermelho, respectivamente.



Disponível em: <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu>. Acesso em: 8 maio 2017 (adaptado).

Um arquiteto deseja iluminar uma sala usando uma lâmpada que produza boa iluminação, mas que não aqueça o ambiente. Qual tipo de lâmpada melhor atende ao desejo do arquiteto?

- a) Haleto metálico.
- b) Tungstênio.
- c) Mercúrio.
- d) Xênon.
- e) LED

7) (ENEM-2012) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum.

O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de

- a) baixa intensidade.
- b) baixa frequência.

- c) um espectro contínuo.
- d) amplitude inadequada.
- e) curto comprimento de onda.

8) (ENEM-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 380 nm e 780 nm, 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.

Um indivíduo que, por alguma deficiência, não consegue captar as informações transmitidas pelos cones, perceberá um objeto branco, iluminado apenas por luz vermelha, como

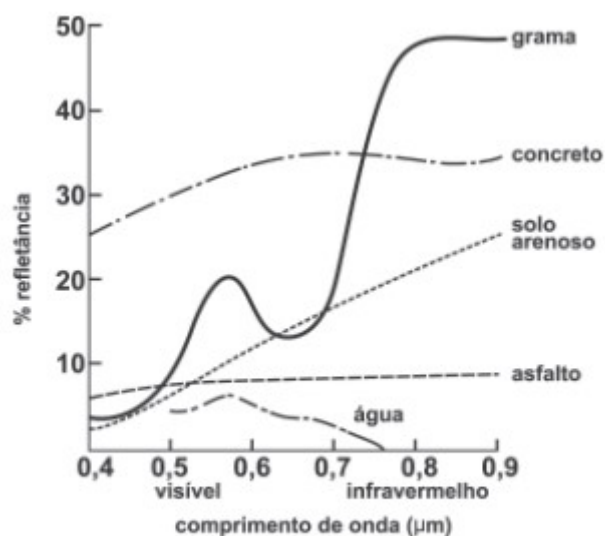
- a) um objeto indefinido, pois as células que captam a luz estão inativas.
- b) um objeto rosa, pois haverá mistura da luz vermelha com o branco do objeto.
- c) um objeto verde, pois o olho não consegue diferenciar componentes de cores.
- d) um objeto cinza, pois os bastonetes captam luminosidade, porém não diferenciam cor.
- e) um objeto vermelho, pois a retina capta a luz refletida pelo objeto, transformando-a em vermelho.

9) (ENEM-2013) Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos o aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

- a) terem fases opostas.
- b) serem ambas audíveis.
- c) terem intensidades inversas.
- d) serem de mesma amplitude.
- e) terem frequências próximas

10) (ENEM-2011) O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia refletida pelo objeto. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou assinatura espectral do objeto, como mostra na figura, para objetos comuns na superfície terrestre.



D'ARCO, E. Radiometria e Comportamento Espectral de Alvos. INPE. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br>. Acesso em: 3 maio 2009.

De acordo com as curvas de assinatura espectral apresentada na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros (μm)?

- a) 0,4 a 0,5.
- b) 0,5 a 0,6.
- c) 0,6 a 0,7.
- d) 0,7 a 0,8.
- e) 0,8 a 0,9.

11) (ENEM-2009) Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a

- a) absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.
- b) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.
- c) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.
- d) maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.
- e) maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

12) (FMTM-MG) Fogos de artifício utilizam sais de diferentes íons metálicos misturados com um material explosivo. Quando incendiados, emitem diferentes colorações. Por exemplo: sais de sódio emitem cor amarela, de bário, cor verde e de cobre, cor azul. Essas cores são produzidas quando os elétrons excitados dos íons metálicos retornam para níveis de menor energia. O modelo atômico mais adequado para explicar esse fenômeno é o modelo de:

- a) Rutherford
- b) Dalton
- c) Bohr
- d) Thomson
- e) Chadwick

13) (UFV-MG) O sal de cozinha (NaCl) emite luz de coloração amarela quando colocado numa chama. Baseando-se na teoria atômica, é correto afirmar que:

- a) os elétrons do cátion Na^+ , ao receberem energia da chama, saltam de uma camada mais externa para uma mais interna, emitindo luz amarela.
- b) a luz amarela emitida nada tem a ver com o sal de cozinha, pois ele não é amarelo.
- c) a emissão da luz amarela se deve a átomos de oxigênio.
- d) os elétrons do cátion Na^+ , ao receberem energia da chama, saltam de uma camada mais interna para uma mais externa e, ao perderem a energia ganha, emitem-na sob a forma de luz amarela.
- e) qualquer outro sal também produziria a mesma coloração.

14) (UFRGS-RS) Considere as afirmações a seguir:

I - As ondas luminosas são constituídas pelas oscilações de um campo elétrico e de um campo magnético.

II - As ondas sonoras precisam de um meio material para se propagar.

III - As ondas eletromagnéticas não precisam de um meio material para se propagar.

Quais delas são corretas?

- a) Apenas I
- b) Apenas I e II
- c) Apenas I e III
- d) Apenas II e III
- e) I, II e III

15) (UFV-MG) Em alguns filmes de ficção científica a explosão de uma nave espacial é ouvida em outra nave, mesmo estando ambas no vácuo do espaço sideral. Em relação a este fato é CORRETO afirmar que:

- a) Isto não ocorre na realidade, pois não é possível a propagação do som no vácuo.
- b) Isto ocorre na realidade, pois sendo a nave tripulada, possui em seu interior preenchido por gases.
- c) Isto ocorre na realidade, uma vez que o som se propagará junto com a imagem da mesma.
- d) Isto ocorre na realidade, pois as condições de propagação do som no espaço sideral são diferentes daquelas daqui da Terra.
- e) Isto ocorre na realidade e o som será ouvido inclusive com maior nitidez, por não haver meio material no espaço sideral.

16) (Vunesp-SP) Numa experiência clássica, coloca-se dentro de uma campânula de vidro onde se faz o vácuo, uma lanterna acesa e um despertador que está despertando. A luz da lanterna é vista, mas o som do despertador não é ouvido. Isso acontece porque:

- a) o comprimento de onda da luz é menor que o do som.
- b) nossos olhos são mais sensíveis que nossos ouvidos.
- c) o som não se propaga no vácuo e a luz sim.
- d) a velocidade da luz é maior que a do som.
- e) o vidro da campânula serve de blindagem para o som, mas não para a luz.

17) (Vunesp-SP) Pesquisadores da UNESP, investigando os possíveis efeitos do som no desenvolvimento de mudas de feijão, verificaram que sons agudos podem prejudicar o crescimento dessas plantas, enquanto que os sons mais graves, aparentemente, não interferem no processo.

CIÊNCIA E CULTURA, 42 (7) supl: 180-1, Julho 1990.

Nesse experimento o interesse dos pesquisadores fixou-se principalmente na variável física:

- a) velocidade
- b) umidade
- c) temperatura
- d) frequência
- e) intensidade



APÊNDICE 29

Avaliação das etapas investigativas da UEPS



AVALIAÇÃO DAS ETAPAS INVESTIGATIVAS DA UEPS

SUA OPINIÃO É MUITO IMPORTANTE!

1) O que você achou do tema trabalhado neste bimestre?

Escala de 1 a 5: onde 5 = Muito Interessante e 1 = Irrelevante

() 5 () 4 () 3 () 2 () 1

2) Como você avalia nossos encontros para realização dos trabalhos?

() Muito satisfatórios

() Satisfatórios

() Regulares

() Insatisfatórios

() Muito insatisfatórios

3) Você visualizou nas atividades realizadas e nas aulas dadas que o assunto trabalhado tinha relação com o cotidiano?

() Sim

() Não

Exemplifique.

4) Ao longo das aulas você notou que houve retomada aos conteúdos abordados nas aulas anteriores?

() Sim

() Não

5) Das atividades relacionadas a seguir, qual(is) dela(s) você mais gostou?

() Estudo de caso: Descobrimos os “ingredientes” que compõe o Sol

() Experimento “Enxergando o invisível” (com o controle remoto)

() Exercícios com utilização do aplicativo *online Plickers*

() Disco de Newton

() Exercícios sobre a lei de Stefan e a lei de deslocamento de Wien

- Experimento “Teste da chama”
- Simulação do PhET (gráfico da radiação térmica) da sessão “Hora da revisão”
- Escrito nas estrelas (identificação de elementos químicos nas estrelas)
- Observação dos espectros das lâmpadas
- Mapa conceitual

Comente: _____

6) Qual das atividades elencadas na questão anterior, você acredita que mais lhe ajudou em seu aprendizado?

7) Na sua opinião, os conteúdos aprendidos foram relevantes para sua formação? Comente.

8) A maneira como as atividades foram realizadas facilitou sua compreensão dos conteúdos estudados? Justifique.

9) Utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 quer dizer *tive muita dificuldade em aprender* e 5 quer dizer *compreendi muito bem*, como você avalia sua compreensão dos conteúdos listados abaixo:

- Conceito de ondas e principais características das ondas
- Ondas mecânicas e eletromagnéticas
- Espectro eletromagnético e sua divisão (ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama)

- Luz visível, cores e o fenômeno da reflexão
- Relação cor e temperatura (conceito de radiação térmica, corpos negros)
- Curvas espectrais da radiação térmica
- Lei do deslocamento de Wien
- Lei de Stefan
- Espectros atômicos e diferença entre espectros de emissão e absorção
- Modelo atômico de Niels Bohr

10) O que você acredita que poderia ter melhorado ao longo das aulas? Registre aqui alguma sugestão ou comentário sobre as aulas e atividades desenvolvidas neste bimestre.



APÊNDICE 30

Gabarito da avaliação somativa individual



Gabarito da avaliação somativa individual**Quadro 7:** gabarito da avaliação somativa individual.

Questão	Alternativa Correta
1	C
2	A
3	B
4	E
5	C
6	E
7	B
8	E
9	E
10	E
11	B
12	C
13	D
14	E
15	A
16	C
17	D

Fonte: elaboração própria.



APÊNDICE 31

Tutorial da ferramenta *online Google Forms*



Tutorial Google Forms

✓ Para início de conversa... O que *Google Forms*?

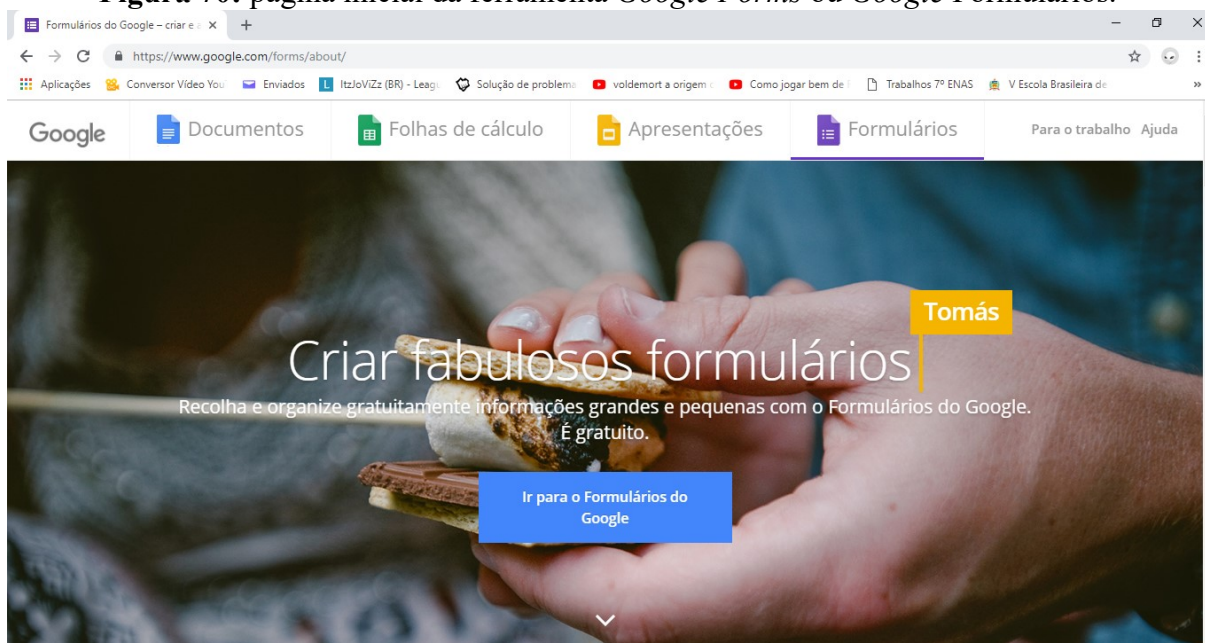
É um serviço gratuito que possibilita a criação de formulários *online*. No *Google Forms*, o usuário pode escolher se deseja criar um formulário de múltipla escolha ou elaborar questões discursivas, além de poder solicitar avaliações em escala numérica, fazer pesquisas, enquetes, *quiz*, dentre outros recursos.

A ferramenta é muito útil no que se refere à solicitação de *feedback* sobre algo, à organização de inscrições em eventos e ao requerimento de avaliações.

O funcionamento do *Google Forms* é totalmente *online* e possui compatibilidade com qualquer navegador e sistema operacional. Convém destacar que todos os dados do questionário são salvos automaticamente na conta *Google* do usuário, que também possibilita o acompanhamento das respostas dadas.

Para criar um formulário utilizando o *Google Forms*, basta acessar o endereço eletrônico <<https://www.google.com/forms/about/>> ou acessá-lo por meio da sua conta no *Google Drive* na opção Novo Formulário *Google*.

Figura 70: página inicial da ferramenta *Google Forms* ou *Google Formulários*.



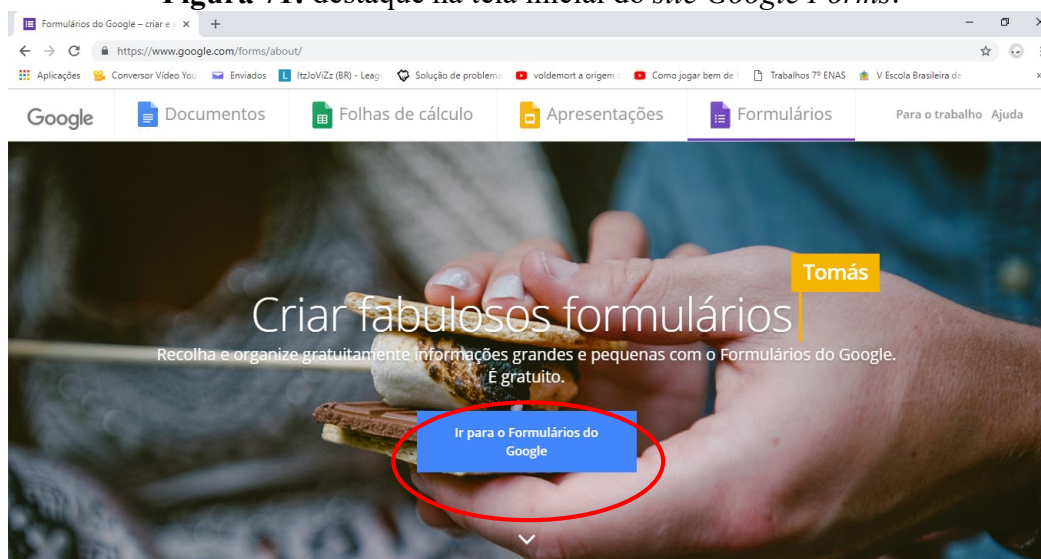
Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

✓ Como criar seu formulário?

Após acessar o endereço eletrônico do *Google Forms*, acompanhe o passo a passo a seguir para criar seu primeiro formulário:

- **1º passo:** na tela inicial do *site* clique em *Ir para o Formulários do Google*.

Figura 71: destaque na tela inicial do *site Google Forms*.

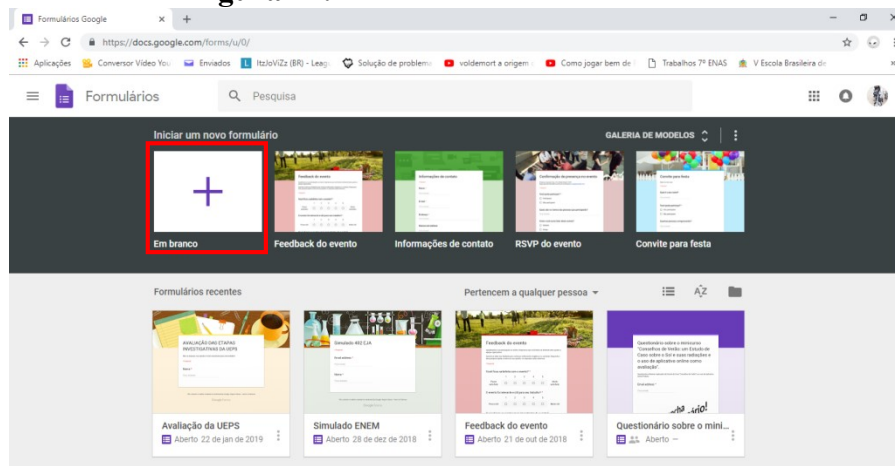


Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.

Acesso em: 13/11/2018.

- **2º passo:** para iniciar um novo formulário você pode escolher algum modelo já pronto na *Galeria de Modelos* ou clicar no botão de “+” no canto superior esquerdo da página para iniciar um novo formulário em branco.

Figura 72: início de um novo formulário.

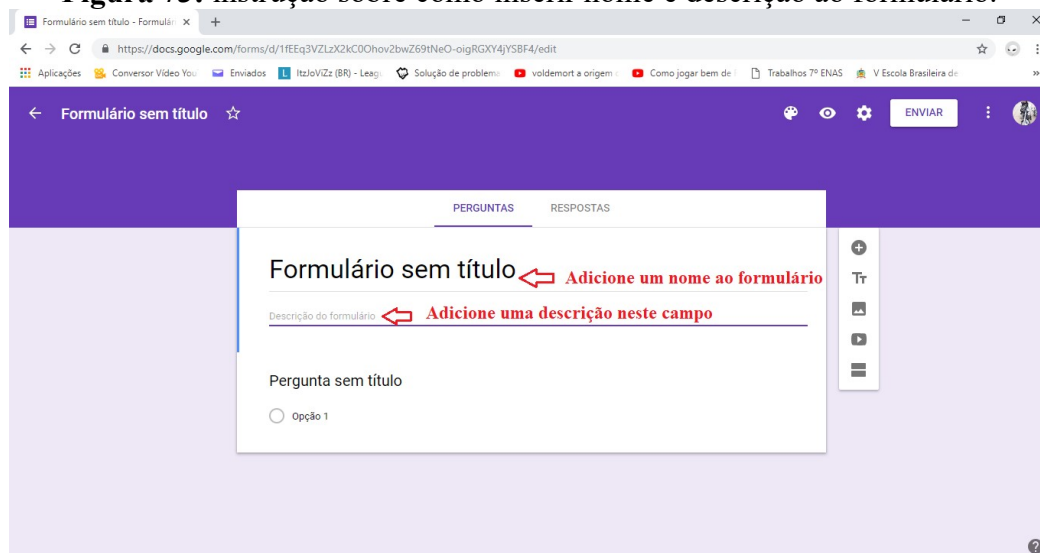


Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.

Acesso em: 13/11/2018.

- **3º passo:** após selecionar a opção “+”, aparecerá um novo formulário para ser editado, possibilitando que seja atribuído um nome e uma descrição ao mesmo.

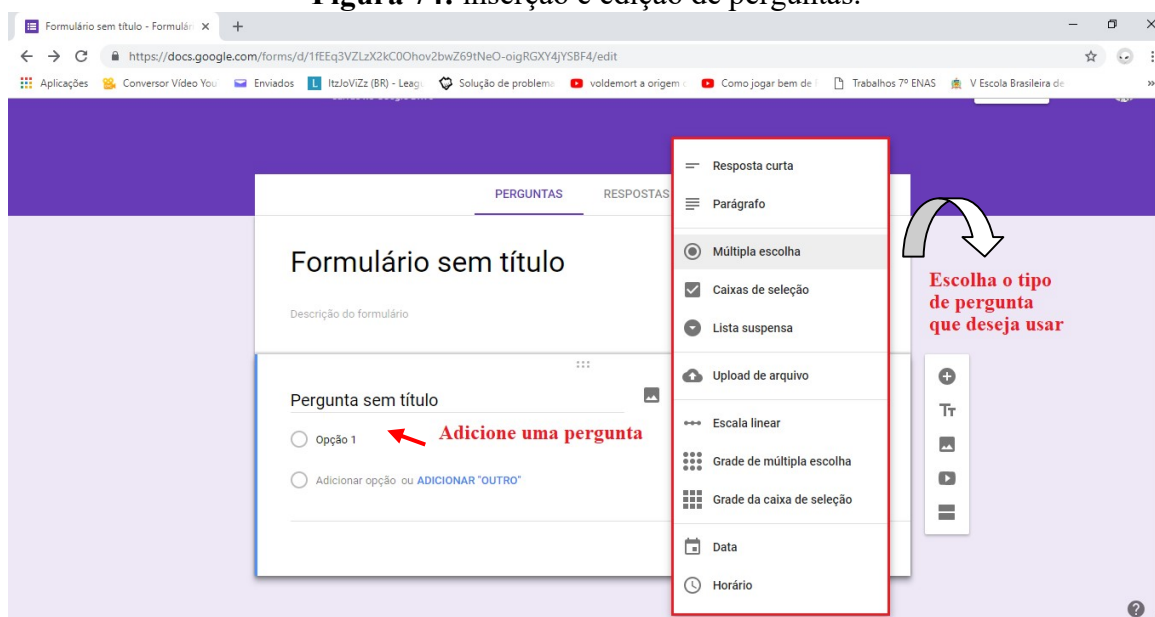
Figura 73: instrução sobre como inserir nome e descrição ao formulário.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

- **4º passo:** a primeira pergunta do formulário já aparece para o usuário automaticamente como uma questão do tipo múltipla escolha. Você pode editar a pergunta e clicar sobre ela para escolher o tipo de questão desejada.

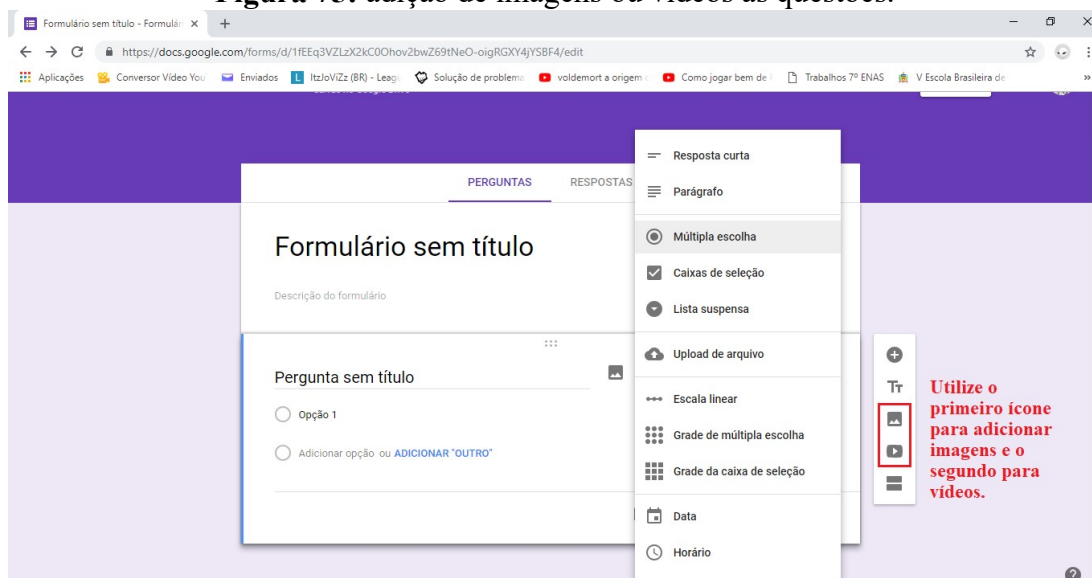
Figura 74: inserção e edição de perguntas.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

Nesta etapa, é possível adicionar imagens ou vídeos em sua pergunta clicando em dos dois ícones que aparece ao lado direito da questão.

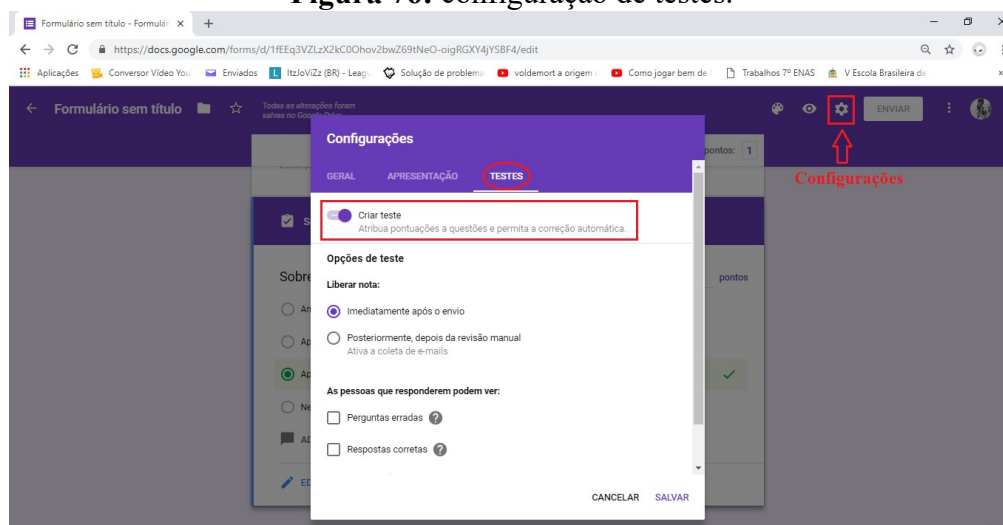
Figura 75: adição de imagens ou vídeos às questões.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

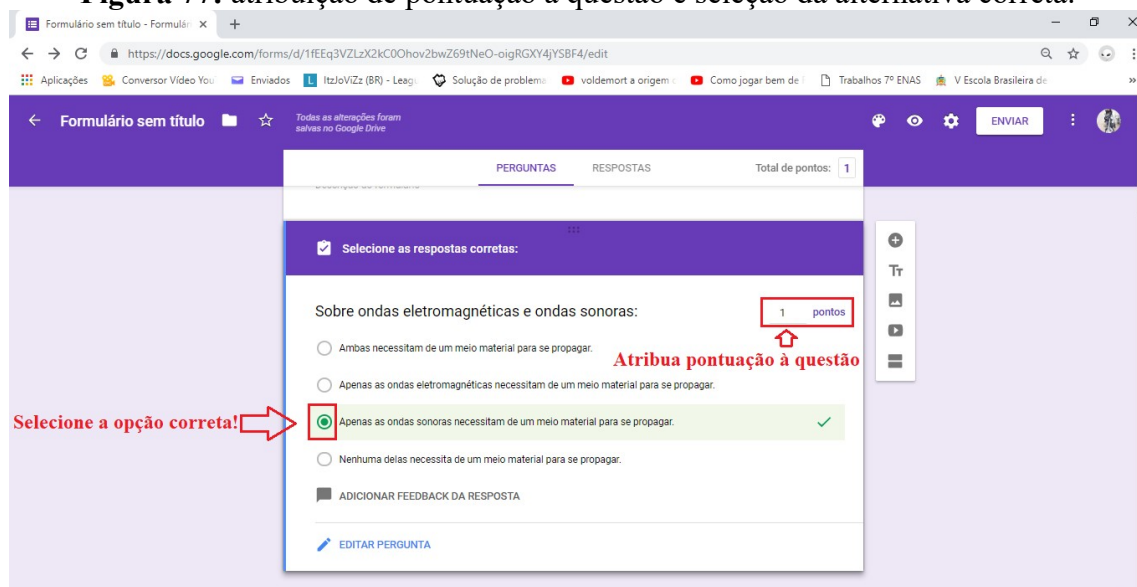
- **5º passo:** após editar sua pergunta, adicione as opções de respostas. Se você estiver criando uma prova, ou teste e deseja atribuir pontuação às questões, permitindo a correção automática das mesmas, vá até a opção configurações na parte superior direita e habilite a opção criar teste. Não se esqueça de selecionar opção correta e de marcar a opção *obrigatória* para impedir que o formulário seja enviado sem a resposta para a pergunta atual.

Figura 76: configuração de testes.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

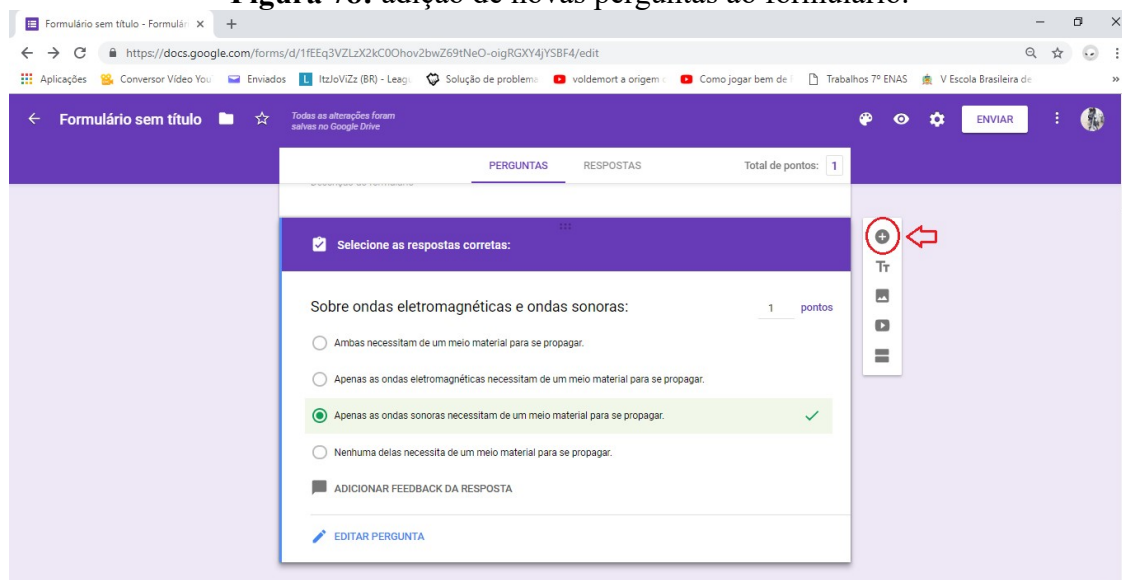
Figura 77: atribuição de pontuação à questão e seleção da alternativa correta.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

- **6º passo:** se você quiser adicionar uma nova pergunta ao seu formulário, acione o botão de “+” na lista de ícones que aparece à direita da questão.

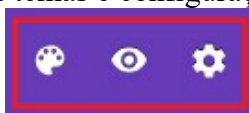
Figura 78: adição de novas perguntas ao formulário.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

- **7º passo:** ao final da elaboração do formulário, faça ajustes, se achar necessário, tais como personalizar temas, modificar configurações ou simplesmente visualizar o seu formulário. Para isso, utilize uma dos ícones abaixo que aparecem na parte superior direita.

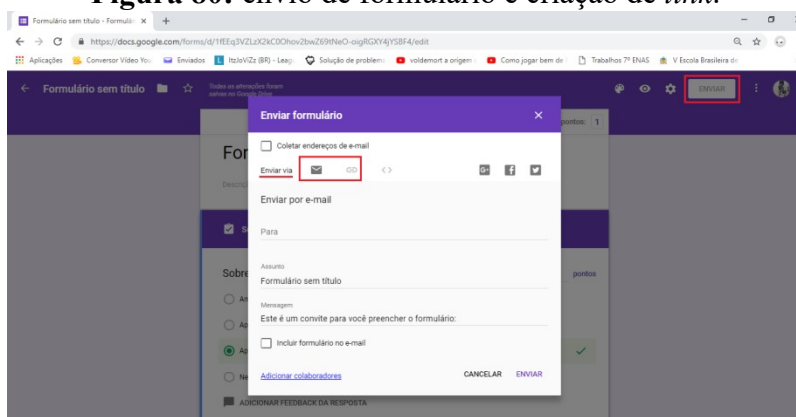
Figura 79: ícones para modificar temas e configurações e visualização de formulário.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

- **8º passo:** finalmente, o usuário pode clicar na opção *enviar* no canto superior direito para enviar o formulário por e-mail ou gerar um link que poderá ser copiado.

Figura 80: envio de formulário e criação de *link*.

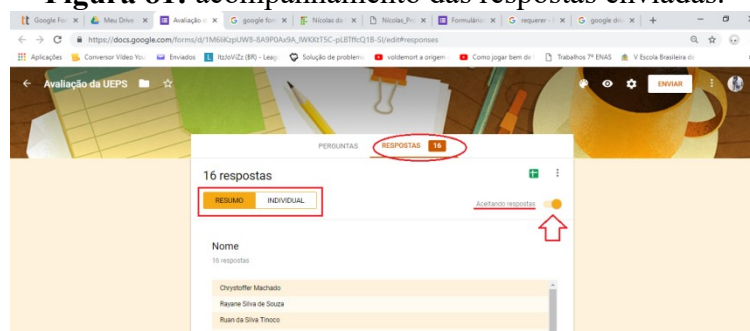


Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.

✓ Como acompanhar as respostas enviadas?

Para acompanhar as respostas enviadas, vá até a aba *Respostas* do formulário que você criou. Nesta opção, é possível visualizar a quantidade de respostas obtidas, podendo visualizá-las nas opções *Resumo* ou *Individual*. É interessante que o usuário delimite um prazo para submissão de respostas, que ao se encerrar, deverá ser desativada a opção *Aceitando respostas*.

Figura 81: acompanhamento das respostas enviadas.



Disponível em: <<https://www.google.com/forms/about/>>.
Acesso em: 13/11/2018.



**Unidade de Ensino
Potencialmente
Significativa para o estudo
da luz na identificação de
elementos químicos**



Material do Aluno

Por: Rafaella Cruz Ferreira

Orientador: Wander Gomes Ney





QUESTIONÁRIO INICIAL

ETAPA INVESTIGATIVA

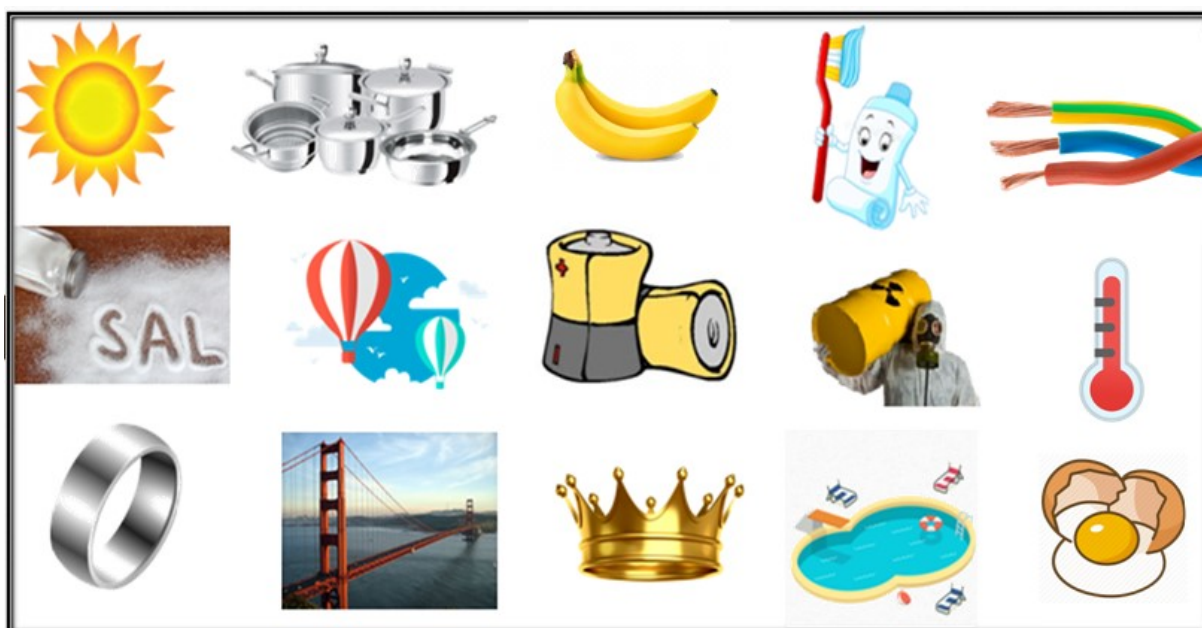
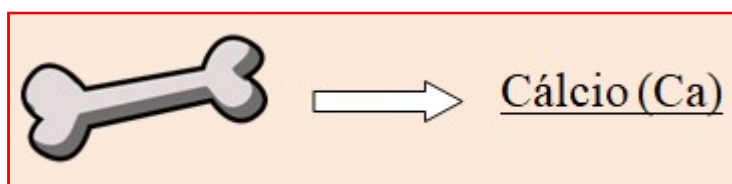


Questionário: “Em busca dos subsunçores”

1) Na sua opinião, de que todas as coisas são feitas?

2) Você acha que os átomos que existem no universo são todos iguais? Justifique.

3) Associe as imagens apresentadas com elementos químicos que podem estar presentes em sua composição, conforme mostrado no exemplo abaixo (dica: utilize sua tabela periódica para ajudar a encontrar os elementos que julgar necessário):



10) Com relação à energia do Sol:

- a) o Sol diminui sua energia enquanto brilha
- b) o Sol aumenta sua energia enquanto brilha
- c) o Sol não altera sua energia enquanto brilha, ou seja, sua energia se mantém constante

11) Em sua opinião, a luz é constituída de:

- a) onda
- b) partícula
- c) onda e partícula
- d) nenhuma das alternativas
- e) não sei responder

12) Você acredita que a luz é feita de:

- a) átomos
- b) moléculas
- c) pigmentos
- d) campos elétricos e magnéticos
- e) campo gravitacional
- f) nenhuma das alternativas

13) Quando enxergamos um objeto azul, significa que nossos olhos receberam:

- a) pigmentos azuis que nosso cérebro interpreta como cor azul
- b) pigmentos brancos que nosso cérebro interpreta como cor azul
- c) ondas com frequência correspondente ao azul que nosso cérebro interpreta como cor azul
- d) nenhuma das alternativas

14) Quando enxergamos um objeto verde, significa que nossos olhos receberam:

- a) pigmentos amarelos e azuis que nosso cérebro interpreta com cor azul
- b) somente pigmentos verdes que nosso cérebro interpreta com cor verde
- c) ondas com dois tipos de frequências (correspondentes ao azul e ao amarelo) que nosso cérebro interpreta como cor verde
- d) ondas com frequência correspondente ao verde que nosso cérebro interpreta como cor verde
- e) nenhuma das alternativas



ESTUDO DE CASO

ETAPA INVESTIGATIVA





DESCOBRINDO OS “INGREDIENTES” QUE COMPÕE O SOL

Jorge é um pai de família que tomou uma decisão importante em sua vida ao reconhecer a importância de um diploma de conclusão do nível médio: voltar para sala de aula e findar seus estudos. Ele trabalha numa metalúrgica e, por não ter condições de estudar no período diurno, matriculou-se na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) para estudar à noite.

Como um pai dedicado e preocupado com a educação de seu curioso filho Vitor de 10 anos, quase sempre que chegava das suas aulas noturnas, mesmo cansado, Jorge tentava conversar com ele para saber acerca de suas atividades na escola e o que tinha feito de interessante no decorrer do dia.

Certo dia, ao chegar de sua aula, Jorge teve o seguinte diálogo com Vitor:

— Oi, filho! E aí, como foi o seu dia hoje? – indagou Jorge.

— Foi tudo tranquilo, pai. Mamãe falou que era para eu me alimentar bem antes de ir para a escola. Segundo ela, eu tinha que pelo menos tomar um copo de leite que contém cálcio, importante para os ossos, e comer uma banana que é rica em potássio.

— Sua mãe fez muito bem! Você tem que ter um café da manhã reforçado para ir estudar – concordou Jorge.

— Então, pai – continuou Vitor. Quando eu acordei hoje e abri a janela tinha um Sol imenso e brilhante iluminando o dia. Daí, eu pensei: o leite contém cálcio, a banana tem potássio, mas e o Sol? Quais os “ingredientes” que compõe o Sol?

— Ih, filho. Agora você me pegou... – que pergunta mais curiosa, pensou Jorge.

— Como podemos descobrir do que o Sol é feito? Será que existe alguma maneira de ir até lá para isso? – continuou o menino.

— Calma, meu filho. Eu também estou confuso. Amanhã eu terei aula de Física na escola e posso perguntar a minha professora. Talvez ela possa nos ajudar a responder essas questões.

Agora é sua vez! Vamos supor que você é a professora de Jorge e o auxiliará a encontrar respostas para estas perguntas feitas pelo seu filho Vitor:

- Qual é a composição do Sol, ou seja, do que o Sol é feito?
- Como podemos descobrir a sua composição?



AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E
UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO *PLICKERS*

ETAPA INVESTIGATIVA



O SOL

Você já deve ter notado que é a estrela Sol que anuncia o despertar de um novo dia! Estamos tão acostumados com este fato que raramente paramos para questionar, assim como Vitor, filho de Jorge, se perguntou: afinal, do que é feito o Sol? E como podemos identificar sua composição?

Antes de qualquer coisa, precisamos conhecer um pouco mais sobre o Sol. Para isso, acompanhe o episódio a seguir da série ABC da Astronomia.

O SOL

Duração: 00:04:12

Série: ABC DA ASTRONOMIA

Etapa de ensino: Ensino Médio



Sinopse

Conhecer o Sol não é nada fácil. É possível olhar pra ele apenas com o uso de filtros especiais. E pousar nele, nem pensar! Ele é o maior astro das nossas imediações e concentra 99,8% da massa de todo o sistema solar. Mas uma coisa é importante lembrar: ele não é uma bola de fogo. Com a evolução da tecnologia e das ferramentas de observação, nós estamos chegando mais perto com sondas e já conhecemos bem mais da nossa maior fonte de energia. O Sol produz a luz que a Terra usa para a fotossíntese, o calor que equilibra nossa temperatura planetária. Neste programa, você aprende a composição e entende como é o funcionamento do astro-rei.

Figura 1: *print screen* do vídeo sobre o Sol da série ABC da Astronomia.



Disponível em: <<https://tv.escola.org.br/tve/video/abc-da-astronomia-sol>>.

Acesso em: 08/09/2018.

O “astro-rei” Sol é a estrela central de nosso sistema planetário, sendo também o principal responsável pela manutenção da vida de todos os seres vivos na Terra.

Atualmente, sabemos que o Sol é composto principalmente por 74% de hidrogênio e 25% de hélio, além de 1% de outros elementos, como: ferro, níquel, oxigênio, silício, carbono, nitrogênio, enxofre, dentre outros.

Então, será que alguém já foi até lá e coletou algumas amostras para análise da composição solar?

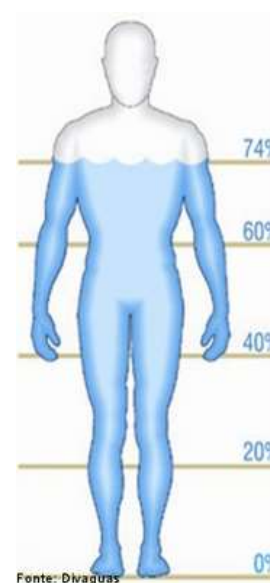
Na verdade, isso seria impossível! O Sol é tão quente que não conseguiríamos nem chegar perto dele. Para se ter uma idéia a sua superfície possui uma temperatura aproximada de 5700K ou 5427°C, tornando inviável qualquer possibilidade de receber uma visitinha humanóide! Só para se ter uma idéia, o organismo humano é constituído de aproximadamente 74% de água, que possui ponto de ebulição de 100°C. Assim, a água do nosso corpo evaporaria antes que conseguíssemos nos aproximar da superfície solar.

Mas, como ficamos sabendo sobre a composição do Sol, se não conseguimos chegar até ele?

A informação valiosa que recebemos e a partir da qual podemos compreender a composição de estrelas, como o Sol, por exemplo, é a luz. E não foi do dia para a noite que a humanidade conseguiu decodificar a informação trazida por intermédio da luz. Só que essa é uma história que você saberá mais adiante.

Por enquanto, vamos explorar nessa aula o que é a luz.

Figura 2: porcentual de água no organismo humano.



Disponível em:
<<http://www.quimica.se.ed.pr.gov.br/modules/>>
Acesso em: 08/09/2018.

Acesse e confira esta aula por meio do *link* a seguir <<http://bit.ly/2R5XhnE>> ou efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado!



ATIVIDADE EXPERIMENTAL: "ENXERGANDO O INVISÍVEL"

Não há nada melhor que chegarmos à nossa casa depois de um longo dia, nos jogar no sofá e, com a comodidade oferecida pelo mundo moderno, ligar a TV sem precisar ir até ela, acionando-a ao apertar um único botão do controle remoto.

O que você talvez ainda não saiba, é que até mesmo nesta trivial atividade diária a radiação eletromagnética encontra-se envolvida.

A tecnologia comumente utilizada nos controles remotos de televisores é o infravermelho. A luz infravermelha, localizada no controle remoto, envia sinais (representados por códigos binários específicos) ao detector, localizado no aparelho que está sendo controlado, que decodifica o comando e executa a função por ele determinada.

No entanto, a luz infravermelha está localizada fora da faixa visível do espectro eletromagnético, impossibilitando sua visualização pelo olho humano.

Então, que tal enxergar o invisível? Nesta experiência, será possível visualizar a luz infravermelha (invisível ao olho humano) por intermédio da câmera fotográfica do aparelho celular. Para isso, é só acionar a câmera fotográfica de seu celular e aproximá-la da luz infravermelha do controle remoto. Aperte qualquer botão do controle e seja capaz de "enxergar o invisível"!

Isso é possível, pois os sensores eletrônicos digitais possuem uma sensibilidade de amplo espectro, conseguindo detectar radiações invisíveis, como a infravermelha, imperceptíveis ao olho humano. Isso acontece, pois o aparelho celular transforma a radiação infravermelha, invisível para nós, em uma luz visível.

Figura 3: imagem ilustrativa de um controle remoto.



Disponível em:
<<https://portale7.blogspot.com>>
Acesso em: 14/09/2018.

Vamos exercitar a mente?



- 1) Sobre ondas eletromagnéticas e ondas sonoras:
 - a) Ambas necessitam de um meio material para se propagar.
 - b) Apenas as ondas eletromagnéticas necessitam de um meio material para se propagar.
 - c) Apenas as ondas sonoras necessitam de um meio material para se propagar.
 - d) Nenhuma delas necessita de um meio material para se propagar.

- 2) Qual das opções abaixo não se enquadra como onda eletromagnética:
 - a) A luz visível que enxergamos.
 - b) O som de uma música.
 - c) As microondas do aparelho eletrodoméstico.
 - d) Os raios X usados nos exames médicos.

- 3) Quando aumentamos o volume da TV, a característica da onda que está sendo alterada é:

a) Amplitude.	c) Amplitude e frequência.
b) Frequência.	d) Nenhuma das alternativas anteriores.

- 4) Os cantores que constituem um coral podem ser baixos, tenores, contraltos e sopranos, dependendo do tipo de voz que possuem, indo das mais agudas às mais graves. A característica da onda que está relacionada a esta diferenciação é:

a) Amplitude.	c) Amplitude e frequência.
b) Frequência.	d) Nenhuma das alternativas anteriores.

- 5) As diferentes cores que enxergamos estão associadas à qual característica da onda?

a) Amplitude.	c) Amplitude e frequência.
b) Frequência.	d) Nenhuma das alternativas anteriores.



AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E
INTRODUÇÃO À ELABORAÇÃO DE
MAPAS CONCEITUAIS

ETAPA INVESTIGATIVA

Vamos lembrar um pouco?

Na aula anterior, realizamos uma introdução ao estudo das ondas, na qual foram abordadas as principais características das ondas, a diferenciação entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, bem como a divisão convencional das faixas de radiação que compõe o espectro eletromagnético. Se você não se lembrou destes assuntos, que tal recordar?! É só acessar o vídeo a seguir e lembrar estes conteúdos!

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Duração: 00:10:53

Produção: UNIVESP/USP

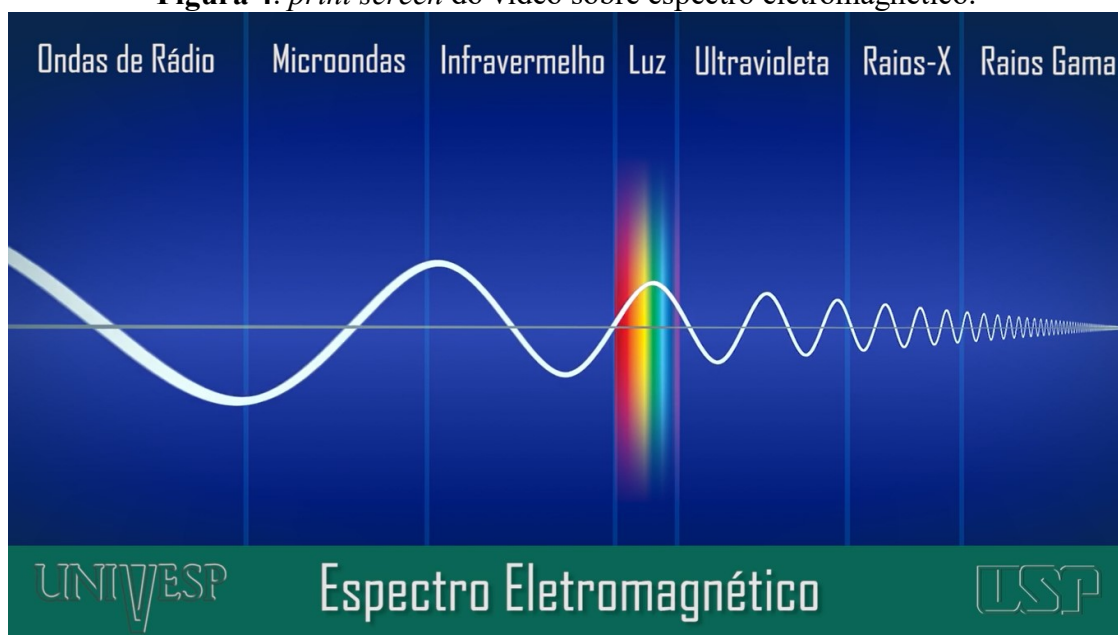
Etapa de ensino: Ensino Médio



Sinopse

O vídeo retrata as principais categorias do espectro eletromagnético (ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama), destacando as faixas de frequência e de comprimento de onda nas quais se enquadram, além de suas principais aplicações.

Figura 4: *print screen* do vídeo sobre espectro eletromagnético.



Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-C2erXakQIQ>>.

Acesso em: 20/09/2018.

LUZ VISÍVEL E CORES

A região visível do espectro eletromagnético é aquela na qual encontramos ondas cujas frequências variam de $4,0 \cdot 10^{14}$ a $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz e cujos comprimentos de onda estão compreendidos entre $4,0 \cdot 10^{-7}$ a $7,5 \cdot 10^{-7}$ m.

Figura 5: região visível do espectro eletromagnético.

Luz	Comprimento de onda (10^{-7} m)	Frequência (10^{14} Hz)
Violeta	4,0 a 4,5	6,7 a 7,5
Anil	4,5 a 5,0	6,0 a 6,7
Azul	5,0 a 5,3	5,7 a 6,0
Verde	5,3 a 5,7	5,3 a 5,7
Amarela	5,7 a 5,9	5,0 a 5,3
Alaranjada	5,9 a 6,2	4,8 a 5,0
Vermelha	6,2 a 7,5	4,0 a 4,8

Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef004/20021/Claudia/Html/espectroelectromagnetico.html>>.

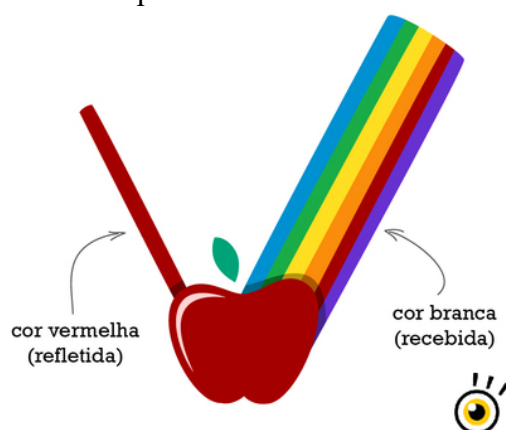
Acesso em: 21/09/2018.

Chamamos esta faixa de radiação de luz visível, pois é ela que sensibiliza o olho humano. Como vimos na aula passada, a nossa estrela Sol emite radiações eletromagnéticas em toda a região do espectro, com predominância na região visível.

Pode parecer coincidência, mas a Teoria de Evolução, proposta na segunda metade do século XIX pelo cientista inglês Charles Darwin (1809-1882), explica que houve um processo de seleção natural durante nosso processo evolutivo. Desta forma, podemos supor que indivíduos que melhor se adaptaram ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol, ou seja, na região visível, tiveram maiores chances de sobrevivência do que indivíduos menos adaptados. Mas será que seres extraterrestres (se é que eles existem!) habitantes de planetas em torno de outras estrelas, diferente do nosso Sol, veriam a mesma faixa de cores que nós enxergamos? Calma, pois esse é assunto que discutiremos nas próximas aulas.

Graças à luz visível, é possível enxergarmos uma grande parte dos objetos que nos cercam. Isso acontece devido ao fenômeno da *reflexão*, uma vez que a maioria dos objetos reflete a luz que incide sobre eles. Por exemplo, vemos uma maçã como sendo vermelha, pois ela reflete a componente vermelha da luz branca incidente, absorvendo as demais cores.

Figura 6: exemplo sobre o fenômeno da reflexão.

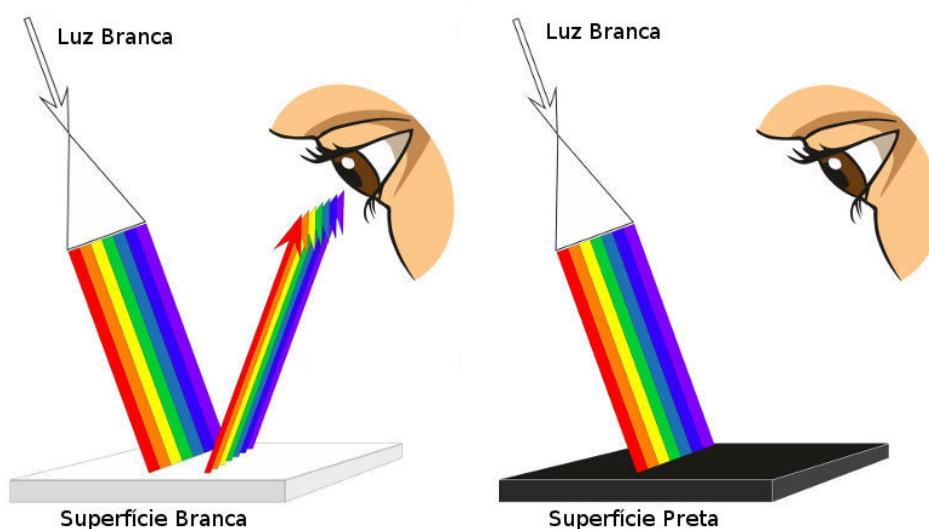


Disponível em: <<http://polouabufgrgspicotic.pbworks.com/w/page/96673014/grupo3-3p>>
Acesso em: 24/09/2018

Assim, as cores que percebemos dos objetos correspondem às componentes da luz branca que são refletidas por eles. Da mesma forma que um objeto de cor vermelha reflete a componente vermelha, um objeto de coloração azul refletirá a componente azul da luz branca incidente. Se o enxergamos amarelo, ele estará refletindo as componentes verde e vermelha da luz branca, que resultam na cor amarela.

No entanto, se iluminarmos um objeto com luz branca e ele apresentar coloração branca, significa que ele refletiu todas as componentes da luz incidente. Já se o objeto assumir a cor preta ao incidirmos luz branca sobre ele, quer dizer que o objeto iluminado não refletiu nenhuma componente da luz branca, absorvendo-a em sua totalidade.

Figura 7: cores resultantes da reflexão total e da absorção total da luz branca incidente.



Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/cinco-curiosidades-sobre-as-cores>>
Acesso em: 24/09/2018

Foi no século XVII, que o físico e matemático inglês Isaac Newton (1643-1727), ao estudar a decomposição da luz branca solar utilizando um prisma, chegou à conclusão de que a luz branca é o resultado da combinação de diferentes cores. Newton chamou de *espectro* esse conjunto de cores resultante da decomposição da luz solar.

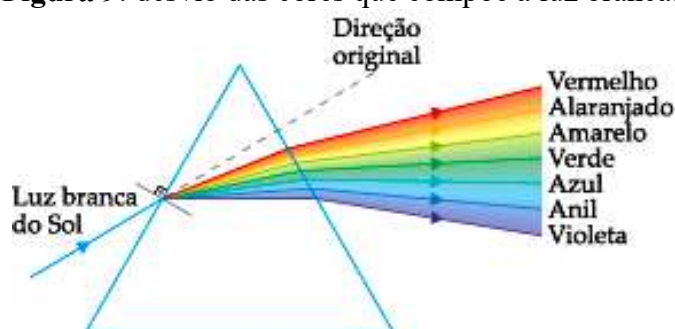
Figura 8: Newton e seus estudos sobre a decomposição da luz branca solar.



Disponível em: <<http://www.quimica3d.com/ir/br/introducao.php>>.
Acesso em: 26/09/2018.

A explicação para este fenômeno observado por Newton deve-se ao fato de a luz branca no interior do prisma de vidro sofrer refração (desvio da luz ocasionado pela passagem de um meio para o outro, onde cada cor componente da luz branca sofre um desvio diferente), se decompondo em um feixe multicolorido que se estende do vermelho ao violeta.

Figura 9: desvio das cores que compõe a luz branca.



Disponível em: <<https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/613.htm>>.
Acesso em: 26/09/2018.

Mas será que dá para “juntar” essas cores e ter como resultado o branco? Um experimento legal e que dá para fazer em casa é o famoso “Disco de Newton”. Para saber como criar o seu próprio disco, confira o passo-a-passo demonstrado a seguir. Lembrando, que o procedimento descrito é apenas uma das diferentes formas de se construir esse experimento. Então, mãos à obra!

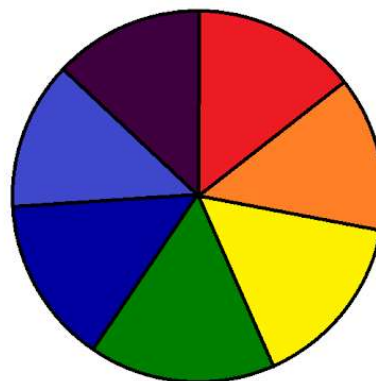


DISCO DE NEWTON

O disco de Newton é um experimento interessante para demonstrar que a luz branca é composta por um feixe multicolorido contendo as seguintes cores: **vermelha**, **alaranjada**, **amarela**, **verde**, **azul**, **anil** e **violeta**.

✓ **Materiais necessários**

- Cartolina;
- Tesoura;
- Barbante;
- Lápis de cor;
- Cola;
- Régua;
- *Compact Disc* (CD) usado.



✓ **Procedimentos**

8. Utilize o formato do CD como molde e trace uma circunferência utilizando a cartolina;
9. Recorte o círculo formado e divida-o em sete partes iguais, colorindo cada uma delas com as sete cores observadas na decomposição da luz branca, conforme mostrado na figura acima;
10. Cole o disco colorido no CD;
11. Faça dois pequenos orifícios ao lado do furo central do CD, de forma que o barbante passe bem apertado por eles;
12. Passe dois pedaços de barbante (de aproximadamente 40 centímetros cada) pelos orifícios feitos e emende-os em ambas as extremidades;
13. Centralize o CD nos pedaços de barbantes e use cola para fixá-los aos orifícios feitos para que o disco não se mova ao ser girado;
14. Espere a cola secar e pronto! Gire seu disco de Newton rapidamente e observe a “mágica” das cores!

➤ RELAÇÃO COR E TEMPERATURA

Vimos anteriormente, que a maioria das cores que percebemos pelo mecanismo da visão e que dá sentido ao mundo que nos cerca está associada ao fenômeno da reflexão.

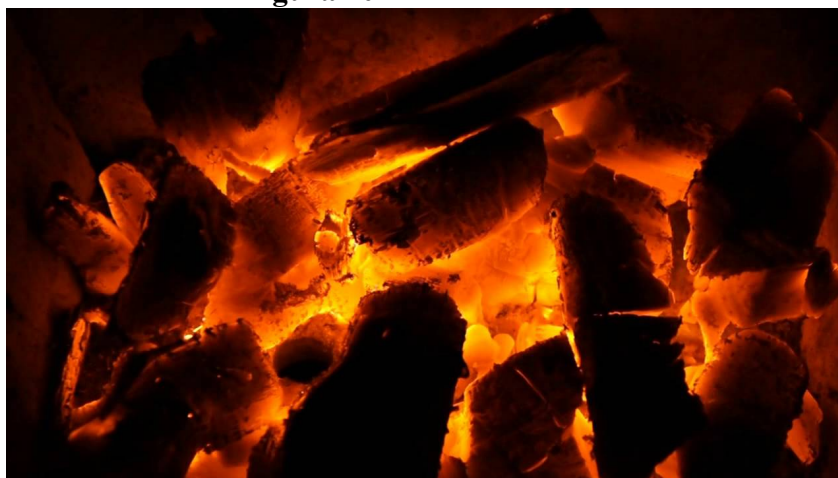
Você alguma vez já se perguntou por que na ausência de iluminação não conseguimos enxergar a maioria das coisas que estão ao nosso redor? Pois bem! Este é um assunto que abordaremos neste tópico e que tem a ver com a *radiação térmica* dos corpos.

Qualquer corpo com temperatura acima do zero absoluto (ou -273°C) emite radiação eletromagnética que está diretamente relacionada à vibração das partículas (átomos, íons ou moléculas) que constituem o corpo. E dependendo da temperatura do corpo, ele pode emitir radiação eletromagnética localizada dentro da região visível do espectro eletromagnético ou fora desta. Essa radiação visível ou invisível emitida pelos corpos devido à sua temperatura é denominada *radiação térmica*.

Corpos à temperatura ambiente emitem radiação na faixa do infravermelho, imperceptível ao olho humano. Por este motivo, no escuro não conseguimos enxergar objetos e pessoas.

Já em temperaturas elevadas os corpos podem adquirir luminosidade própria, emitindo também na região visível do espectro, tornando possível sua visualização. O Sol, o carvão em brasa, o filamento de uma lâmpada incandescente, a lava derretida de um vulcão e uma barra de ferro aquecida são exemplos de corpos que, devido à elevada temperatura, emitem uma parcela de sua radiação na região visível.

Figura 10: carvão em brasa.



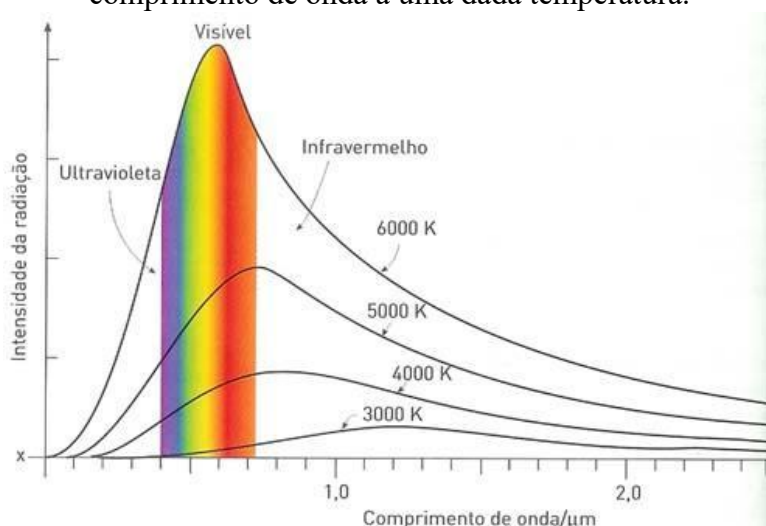
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=dEdNS4xY85k>>

Acesso em: 26/09/2018

Ao analisarmos a radiação emitida por estes corpos relacionando-a com sua temperatura, chegamos à conclusão de que eles emitem da mesma forma, independentemente de quais forem suas características (forma, volume, massa, dentre outras). Tais corpos, considerados emissores ideais, são conhecidos comumente como *corpos negros*.

O gráfico da Figura 11, mostra por meio de curvas (conhecidas como curvas espectrais da radiação térmica) como varia a intensidade da radiação (eixo das ordenadas) em função do comprimento de onda da radiação eletromagnética (eixo das abscissas) emitida por um corpo a uma dada temperatura. É interessante destacar que, em temperaturas menores, como 3000 K, por exemplo, a emissão da radiação ocorre intensamente na região do infravermelho. À medida que as temperaturas se elevam, observamos um deslocamento do pico de intensidade para a região visível do espectro.

Figura 11: Gráfico da intensidade da radiação eletromagnética emitida em função do comprimento de onda a uma dada temperatura.

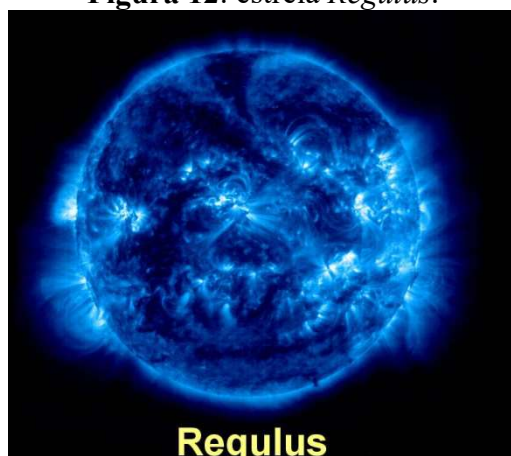


Disponível em: <<https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/613.htm>>. Acesso em: 26/09/2018.

Vimos na aula anterior, que a superfície solar possui uma temperatura próxima de 6000 K, sendo uma fonte de radiação de extrema importância na faixa visível. Como podemos verificar no gráfico da Figura 11, sua emissão engloba grande parte da radiação infravermelha, toda a faixa do espectro visível, além de uma pequena fração da radiação ultravioleta. Repare que é na região visível que a nossa estrela Sol possui maior intensidade, mais especificamente, na faixa do amarelo, conferindo-lhe sua coloração característica.

Se continuássemos aumentando a temperatura, a curva se deslocaria para mais próximo do azul. Isso explica porque estrelas que possuem coloração azulada, como a estrela *Regulus*, por exemplo, são mais quentes do que as que apresentam coloração avermelhada.

Figura 12: estrela *Regulus*.



Disponível em: <<https://earthsky.org>>
Acesso em: 27/09/2018.

Por dentro do assunto!



Você sabia que para soldar ou cortar uma peça de aço, por exemplo, utilizando um maçarico a gás é necessário que a temperatura da chama seja suficiente para soldar ou cortar a peça?

Para isso, o soldador regula as quantidades de oxigênio e de gás combustível (geralmente, gás acetileno) até obter uma chama de coloração azulada, indicando que a mesma possui temperatura elevada o suficiente para cortar ou soldar uma peça.

Figura 13: chama de coloração azulada de um maçarico.



Disponível em: <<https://www.bobvila.com/articles/1147-plumbing-tools/>>
Acesso em: 27/09/2018.

Figura 14: Wilhelm Wien.



Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Wien>
Acesso em: 28/09/2018

Ao observarmos atentamente o gráfico da intensidade da radiação eletromagnética emitida em função do comprimento de onda a uma dada temperatura, podemos verificar que, à medida que a temperatura aumenta, as curvas espectrais se deslocam para menores comprimentos de onda. O físico alemão Wilhelm Wien (1864-1928) quantificou essa relação por meio da seguinte expressão matemática:

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante} .$$

LEI DO DESLOCAMENTO DE WIEN

Na equação que ficou conhecida como *lei de deslocamento de Wien*, o valor para a **constante** denominada *constante de Wien* é de $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ (metros por Kelvin). O comprimento de onda no qual a intensidade da radiação atinge seu valor máximo para uma dada temperatura $\lambda_{\text{máx}}$ é medido em m (metros) e a temperatura **T**, em K (Kelvin).



EXERCÍCIO RESOLVIDO

- Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pelo Sol atinge seu valor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$)? Dada a temperatura da superfície do Sol de 5700 K.

Resolução: Aplicando o valor da temperatura da superfície do Sol de 5700 K na lei de deslocamento de Wien, temos que:

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = \text{constante} \rightarrow \lambda_{\text{máx}} = \frac{\text{constante}}{T}$$

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{5700 \text{ K}}$$

$$\lambda_{\text{máx}} \cong 5,110^{-7} \text{ m}$$



AGORA É SUA VEZ!

- Qual é o comprimento de onda no qual a intensidade da radiação emitida pela estrela Regulus atinge seu valor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$)? Dada a temperatura da estrela aproximadamente igual a 12.000 K.



Figura 15: Josef Stefan.

Além disso, podemos observar graficamente, que a intensidade da radiação aumenta bem rápido com o aumento da temperatura. Foi um físico e matemático austríaco chamado Josef Stefan (1835-1893) que estabeleceu uma relação matemática entre a intensidade da radiação I e a temperatura T , na qual ele concluiu que a energia irradiada por um corpo aquecido era proporcional à quarta potência da temperatura.



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



LEI DE STEFAN

Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Joseph_Stefan>
Acesso em: 28/09/2018

Nesta equação, conhecida como *lei de Stefan*, σ é a constante de Stefan-Boltzmann, que possui um valor de $5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$ (Watt por metro quadrado Kelvin à quarta potência). As unidades da intensidade da radiação I e da temperatura T são, respectivamente, $\frac{W}{m^2}$ (Watt por metro quadrado) e K (Kelvin).



EXERCÍCIO RESOLVIDO

- Sabendo que a temperatura da superfície do Sol é de 5700 K, calcule a intensidade da radiação da superfície solar.

Resolução: Aplicando o valor da temperatura da superfície do Sol de 5700 K na lei de Stefan, temos que:

$$I = \sigma \cdot T^4 \rightarrow I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot (5700 \text{ K})^4$$

$$I = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot 1,06 \cdot 10^{15} K^4$$

$$I = 6,0 \cdot 10^7 \frac{W}{m^2}$$



AGORA É SUA VEZ!

- Sabendo que a temperatura da superfície da estrela Regulus é de 12.000 K, calcule a intensidade da radiação da superfície desta estrela.



Elaborando um mapa conceitual

Que tal construir um mapa conceitual a fim de relacionar conceitos importantes que vimos até aqui? A sessão abaixo lhe dará dicas importantes sobre como elaborar um mapa conceitual. Fique atento!



MAPA CONCEITUAL

De modo geral, *mapas conceituais* funcionam como diagramas capazes de apresentar relações significativas entre os conceitos para um determinado assunto, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. Por sua utilidade no que se refere à integração, reconciliação e diferenciação de conceitos, os mapas conceituais podem ser utilizados como um interessante recurso de aprendizagem.



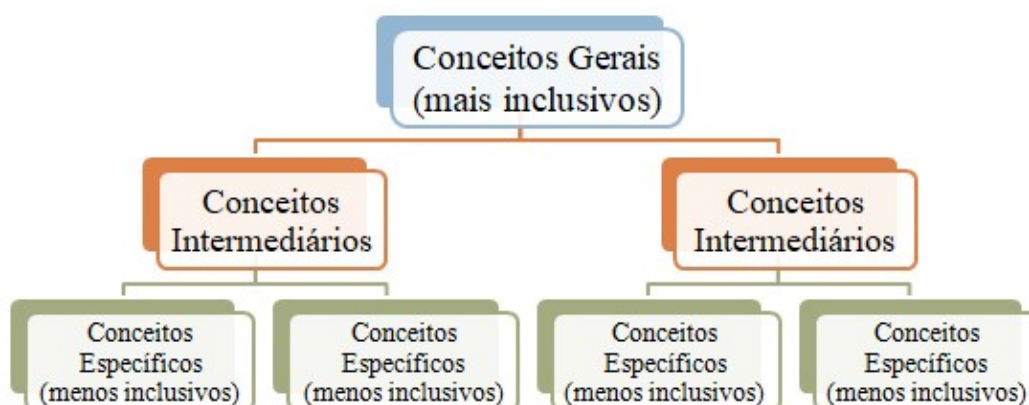
✓ Dicas para elaborar um mapa conceitual

6. Identifique os conceitos-chave do conteúdo que você irá mapear e organize-os em uma lista;
7. Ordene seus conceitos de forma hierárquica, colocando o(s) mais geral(is)/mais inclusivo(s) no topo de seu mapa, agregando os demais conceitos gradualmente até completar seu diagrama;
8. Busque conectar os conceitos com o uso de setas e palavra(s) de ligação(ões) com o objetivo de explicitar a relação entre os conceitos;
9. É possível adicionar exemplos ao seu mapa conceitual, desde que inseridos logo abaixo dos conceitos correspondentes;
10. Lembre-se: não há uma forma única e correta de se traçar um mapa conceitual. Ele é um instrumento dinâmico que se modifica à medida que você avança em seu aprendizado.

MAPA CONCEITUAL

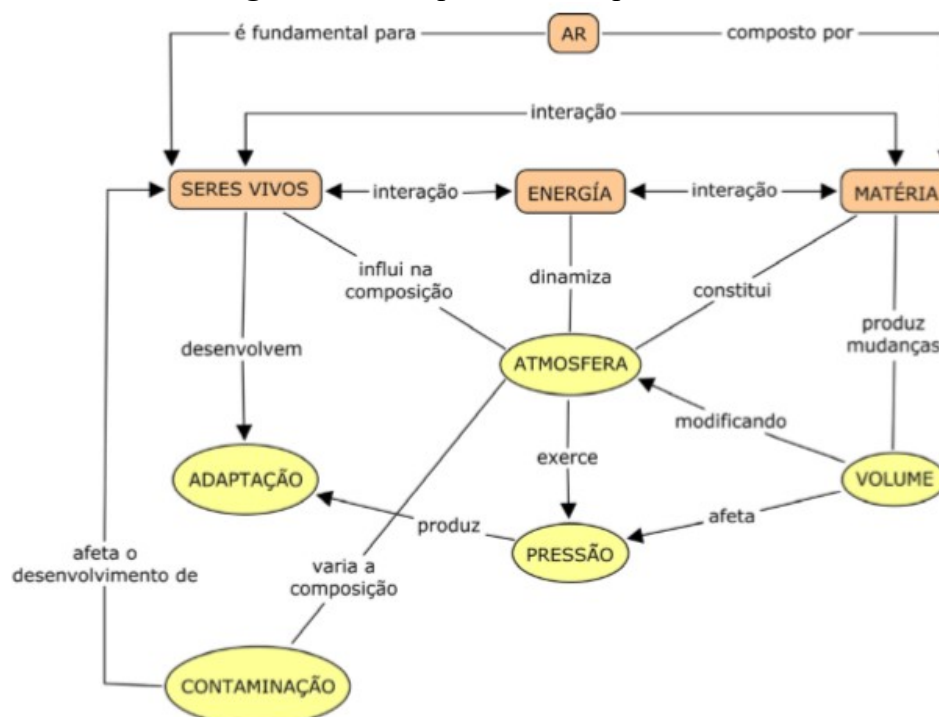
Observe a seguir um modelo hierárquico de um mapa conceitual e um bom exemplo de mapa para você se inspirar:

Figura 16: modelo hierárquico de um mapa conceitual.



Fonte: MOREIRA; MASINI, 2001, p. 33 (a adaptação própria).

Figura 17: exemplo de um mapa conceitual.



Fonte: MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. São Paulo: Centauro, 2010.

Você está pronto para compartilhar, trocar e “negociar” significados de todo o conteúdo visto até aqui com seus colegas? Então, use e abuse de sua criatividade na construção de um mapa conceitual!



AULA EXPERIMENTAL COM ROTEIRO
AVALIATIVO

ETAPA INVESTIGATIVA





TESTE DA CHAMA



O experimento conhecido como “teste chama” é muito utilizado para identificação de elementos químicos presentes em certas substâncias (como sais, por exemplo) por intermédio da coloração apresentada pela chama.

✓ **Objetivos**

- Associar a coloração apresentada pela chama à presença de elementos químicos nas soluções utilizadas no experimento;
- Reconhecer a possibilidade de identificação de elementos químicos por meio do experimento conhecido como “teste da chama”.

✓ **Materiais necessários**

- Soluções diversas: cloreto de sódio, cloreto de potássio, sulfato de cobre, cloreto de cálcio;
- Borrifador;
- Álcool;
- Fósforo;
- Lamparina.



✓ **Procedimentos**

5. Adicione álcool à lamparina e acenda o pavio utilizando um palito de fósforo;
6. Com o auxílio do borrifador, lance uma pequena quantidade de uma das soluções em direção à chama da lamparina;
7. Repita a segunda etapa utilizando uma solução diferente da anterior e assim sucessivamente.
8. Observe atentamente a coloração da chama apresentada e responda as questões que se seguem.



ROTEIRO EXPERIMENTAL

4. Na tabela a seguir, relacione as soluções utilizadas no experimento com a coloração da chama observada:

SOLUÇÕES UTILIZADAS	COLORAÇÃO DA CHAMA
Cloreto de sódio	
Cloreto de potássio	
Sulfato de cobre	
Cloreto de cálcio	

5. Na sua opinião, por que a chama apresenta colorações diferentes ao ser borrifada com substâncias diferentes?

6. Você já deve ter reparado que as lâmpadas utilizadas para iluminação pública apresentam coloração amarela. Com base no que você observou neste experimento, qual elemento químico deve estar presente no interior destas lâmpadas?



APROFUNDANDO CONHECIMENTOS
SOBRE ESPECTROS

ETAPA INVESTIGATIVA

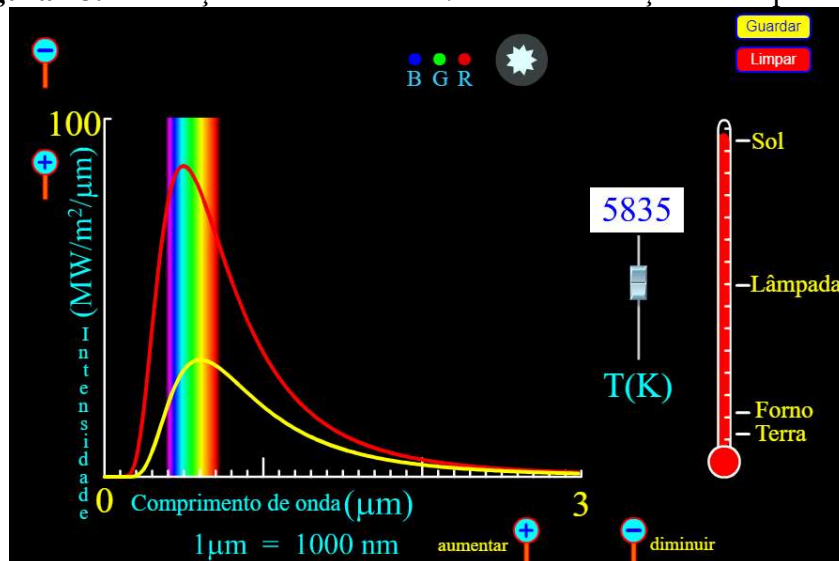




HORA DA REVISÃO!

Que tal relembrar melhor estes conceitos? Para isso, explore a simulação interativa do software *PhET* sobre radiação de corpo negro e discuta com seus colegas as questões a seguir:

Figura 18: simulação interativa do *PhET* sobre radiação de corpo negro.



Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/blackbody-spectrum>.

- 1) O que acontece com a curva espectral da radiação à medida que a temperatura aumenta?

- 2) Quando o filamento de tungstênio de lâmpadas incandescentes é aquecido pela passagem de corrente elétrica, ele atinge uma temperatura aproximada de 3000 K. Com base nessas informações e ajustando a temperatura do gráfico para 3000 K, você acredita que essas lâmpadas são eficientes para iluminar um ambiente? Justifique sua resposta com base no observado graficamente.

- 3) Ao ajustar a temperatura do gráfico para 5700 K (temperatura aproximada da superfície solar), o que acontece com o pico de intensidade da radiação? Relacione o observado com o processo de adaptação dos indivíduos ao espectro de radiação de maior intensidade emitido pelo Sol.

- 4) Ao observar dois objetos aquecidos, foi possível diferenciar duas colorações distintas: uma vermelho-alaranjada e outra azul brilhante. Qual deles seria o mais quente? Justifique sua resposta observando o deslocamento da curva espectral com a temperatura.

Figura 19: objeto vermelho-alaranjado e objeto azul brilhante.



Disponível em: <<https://es.dreamstime.com>>.

Acesso em: 28/09/2018.

➤ ESPECTROS ATÔMICOS

Você se lembra do experimento realizado na aula anterior, conhecido como “teste da chama”? Nele verificamos que substâncias diferentes quando aquecidas conferem colorações diferentes à chama. Ficou curioso em saber por que isso acontece? Calma, pois essa é uma resposta que você terá a partir da aula de hoje sobre *espectros atômicos*.

Já estudamos que, o físico Isaac Newton, no século XVII, ao atravessar a luz branca solar por um prisma, concluiu que ela é composta de um feixe multicolorido que se estende do vermelho ao violeta, que ele chamou de *espectro*.

Figura 20: espectro contínuo.



Fonte: FELTRE, 2004, p. 90.

Na realidade, esse padrão espectral chamado de *espectro contínuo* pode ser observado para qualquer corpo à elevada temperatura com luminosidade própria (os chamados corpos negros, tais como: o Sol, o carvão em brasa, o filamento de uma lâmpada incandescente, dentre outros).

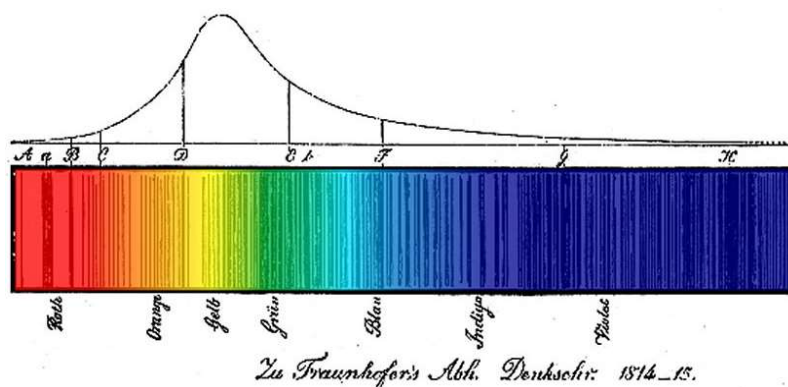
Uma investigação relevante sobre o espectro solar foi realizada em 1814, pelo cientista alemão Joseph Fraunhofer (1787-1826). Utilizando prismas e grades de difração, ele conseguiu mapear 574 linhas escuras no espectro solar, conhecidas como “raias ou linhas de Fraunhofer” em sua homenagem, associando as mais fortes às letras do alfabeto.

Figura 21: Joseph Fraunhofer.



Disponível em:
<<https://www.alamy.pt/joseph-von-fraunhofer>>.
Acesso em: 30/09/2018.

Figura 22: linhas escuras no espectro solar observadas por Fraunhofer.

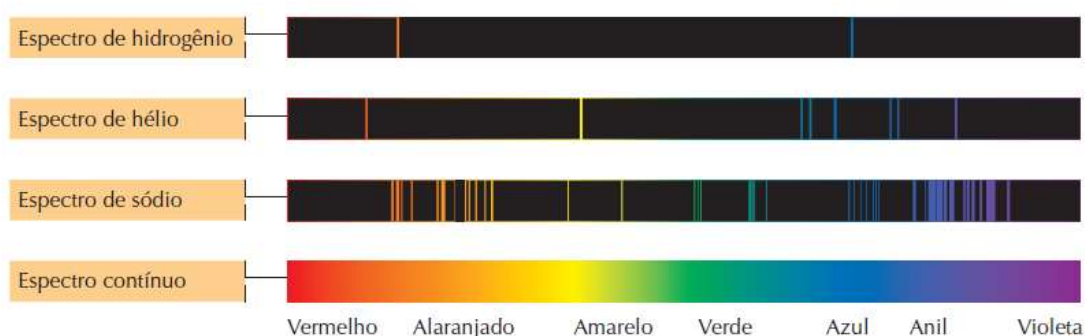


Disponível em: <http://www.ice-age-ahead-iaa.ca/scrp_absolute_climate/tccd031.htm>.
Acesso em: 30/09/2018.

Apesar das contribuições de Fraunhofer, ainda não havia uma explicação teórica adequada acerca da formação das linhas escuras que pareciam cores subtraídas do espectro contínuo. Mesmo assim, seus experimentos motivaram novas investigações na busca do entendimento deste fenômeno.

Entretanto, ao se fazer atravessar um feixe de luz emitido por um gás de um elemento aquecido, por exemplo, por um prisma, obtemos como resultado um *espectro discreto* (ou descontínuo), e não contínuo como o espectro solar. Uma característica peculiar deste tipo de espectro são suas linhas luminosas brilhantes.

Figura 23: diferença entre o espectro contínuo e espectros discretos de alguns elementos químicos.



Fonte: FELTRE, 2004, p. 90.

Esses espectros de linhas foram rigorosamente estudados por dois cientistas importantes: o alemão Robert Bunsen (1811-1899) e o prussiano Gustav Kirchhoff (1824-1887). A dupla de cientistas foi responsável pela disseminação do uso de técnicas espectrais na identificação e no estudo de elementos químicos, tornando-se personagens cruciais para o desenvolvimento da *espectroscopia*, que quer dizer *estudo da luz*.

Ambos os cientistas foram responsáveis pela construção de um instrumento de fundamental importância para o avanço da Química, da Física e da Astronomia: o espectroscópio, mostrado na figura abaixo.

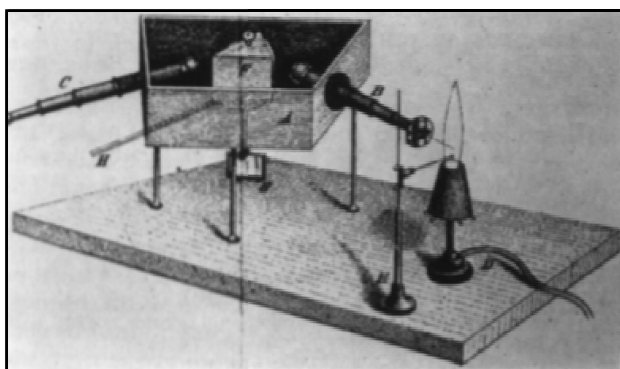


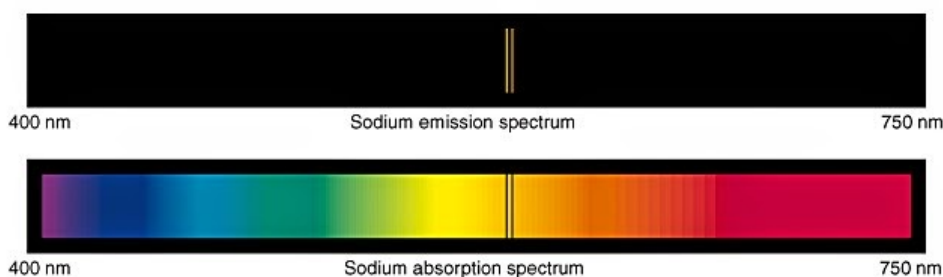
Figura 24: Espectroscópio de Kirchhoff e Bunsen.

Ao compararem vários espectros discretos, obtidos pelo aquecimento de diferentes elementos químicos, Kirchhoff e Bunsen constataram que cada elemento químico quando aquecido apresentava uma série de linhas espectrais bem definidas que lhe era característica.

Essas linhas brilhantes bem definidas constituem o chamado *espectro de emissão* do elemento analisado. Deste modo, o aquecimento do vapor de sódio (borrifando solução de cloreto de sódio numa chama, por exemplo) resulta em duas linhas espectrais bem próximas do amarelo do espectro, responsáveis pela cor amarela observada pela luz emitida.

É interessante observar que, duas linhas se destacam no espectro de emissão do vapor de sódio e que também aparecem entre as raias de Fraunhofer do espectro solar, porém como linhas escuras.

Figura 25: Espectro de emissão (acima) e espectro de absorção (abaixo) do sódio.



Disponível em: <<http://dererummundi.blogspot.com.br/2014/09/tomaz-de-figueiredo-1902-1970.html>>.
Acesso em: 30/09/2018.

Analisando-se as linhas iluminadas que pareciam ser correspondentes às linhas escuras quando sobrepostas, Kirchhoff e Bunsen chegaram à conclusão de que as linhas escuras deveriam representar o *espectro de absorção* daquele elemento. Se no espectro solar houvesse a presença destas duas linhas escuras, este fato deveria sinalizar a presença do elemento (neste caso, o sódio) ao qual se associam na atmosfera do Sol.

Deste modo, podemos concluir que, ao se analisar espectros emitidos por átomos distintos, ou simplesmente *espectros atômicos*, é possível verificar que cada tipo de átomo possui um espectro que lhe é característico, ou seja, o **espectro atômico funciona como uma espécie de impressão digital** que permite a caracterização e diferenciação dos elementos químicos que constituem a natureza.

A partir de então, foi possível prever por meio da radiação emitida por um corpo não só sua temperatura como também sua composição química. Esta previsão iniciou uma nova era para a Ciência, marcada pela descoberta de inúmeros elementos químicos que constituíam tanto os corpos celestes quanto os terrestres.

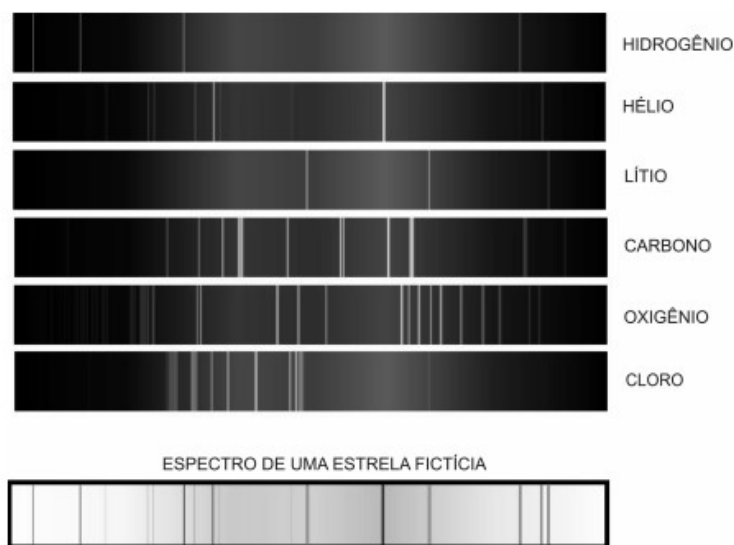
É importante mencionar que, investigações posteriores realizadas no ramo da espectroscopia e impulsionadas pelo excepcional trabalho dos brilhantes cientistas Kirchhoff e Bunsen permitiram identificar o desvio para o vermelho (conhecido como *redshift*), no qual é possível detectar um desvio das linhas espectrais para o vermelho – indicando o afastamento das galáxias em relação ao nosso planeta, servindo para comprovar a expansão do Universo.

Vale destacar que, a explicação para os espectros individuais e peculiares dos elementos químicos – que produziam cores características ao serem submetidos à chama – foi um problema que intrigou muitos cientistas da época e que será explicado em nosso próximo encontro. Até lá!



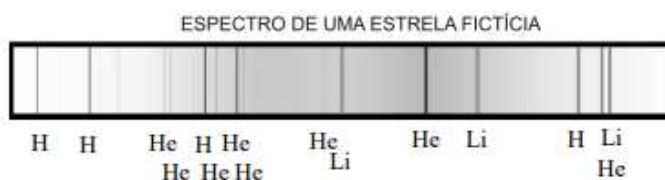
EXERCÍCIO RESOLVIDO

- (OBA-2008/adaptado) Na figura abaixo são encontrados espectros de emissão de alguns elementos químicos, além do espectro simplificado de uma estrela fictícia (último espectro).



Analisando os espectros apresentados, indique quais elementos químicos estão presentes na estrela fictícia.

Resolução: Por meio da comparação dos espectros de emissão dos elementos químicos com o espectro da estrela fictícia, é possível identificar (ao sobrepormos as linhas de cada elemento individual com o espectro da estrela) os seguintes elementos químicos: hidrogênio, hélio e lítio.





ATIVIDADE: “ESCRITO NAS ESTRELAS”

- ✓ Analise as linhas espectrais das estrelas fictícias e compare-as com o espectro dos elementos químicos apresentados, indicando a composição química de cada estrela (dica: cada estrela é formada por no mínimo três e no máximo cinco elementos químicos).

Figura 26: Espectro dos elementos químicos.

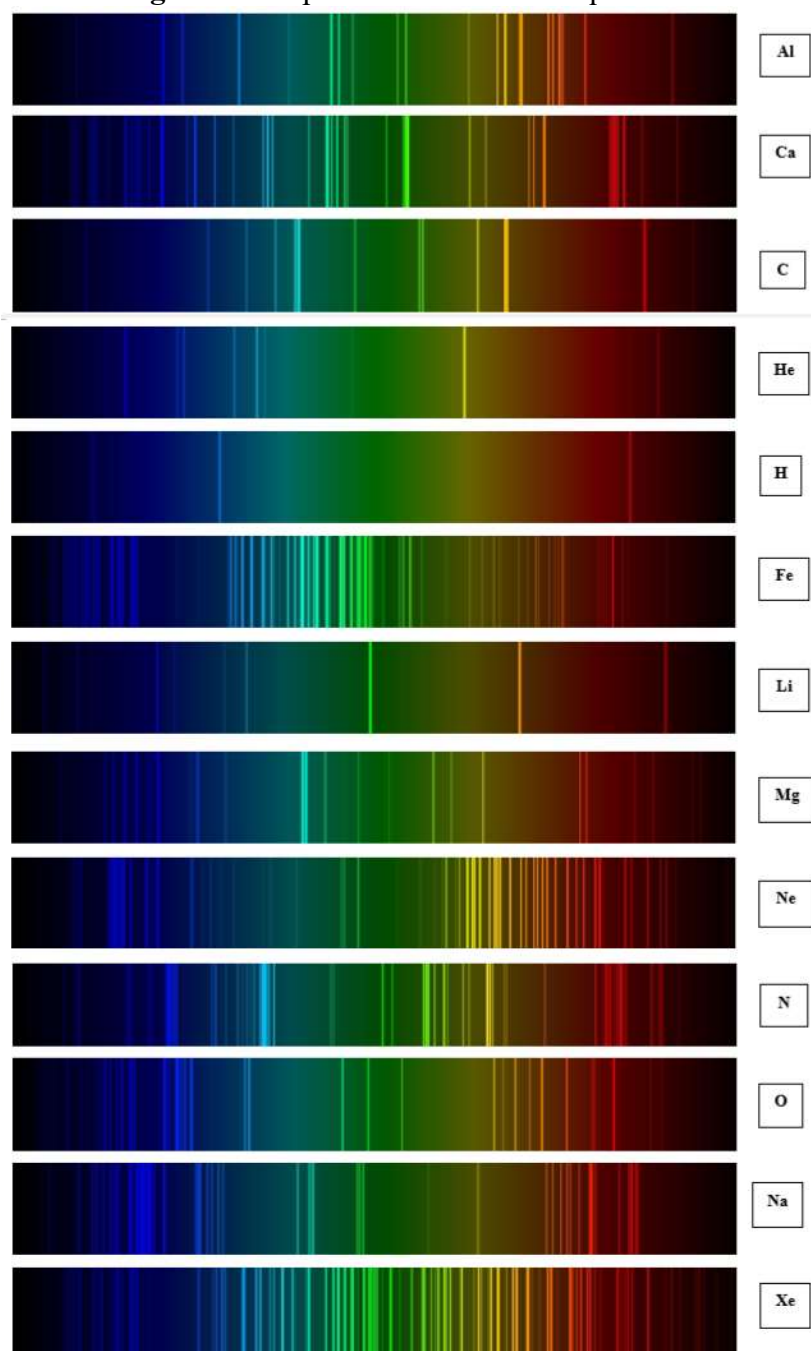
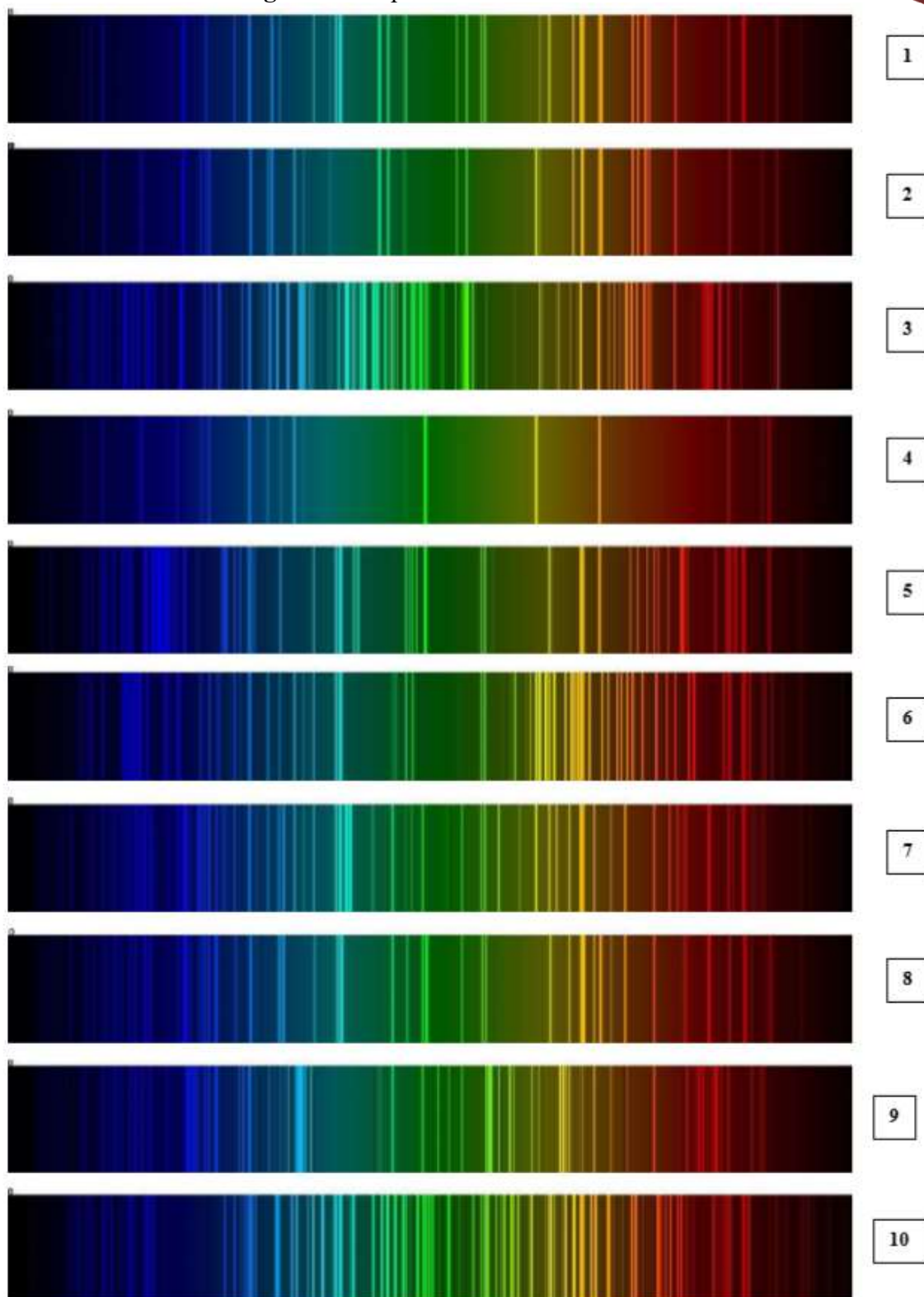




Figura 27: Espectro das estrelas fictícias.



Fonte: BROCKINGTON, Guilherme. *A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2005 (Adaptado).



AULA EXPOSITIVA DIALOGADA E
ENCERRAMENTO DO CONTEÚDO

ETAPA INVESTIGATIVA



Atividade inicial: Para Pensar...

Vimos anteriormente, que cada tipo de átomo possui seu próprio espectro, isto é, o espectro atômico funciona como uma espécie de “impressão digital”, favorecendo a caracterização e diferenciação dos diversos elementos químicos que existem.

Algumas questões que ainda não tinham sido respondidas e que intrigavam os cientistas da época eram: por que havia um conjunto de linhas características – que indicavam comprimentos de onda específicos – para cada elemento químico? Por que amostras de elementos químicos diferentes ao serem queimadas conferiam colorações diferentes à chama?



PARA PENSAR...

- Utilizando espectroscópios feitos de cano PVC, fornecidos pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 34 (Instituto Federal Fluminense – IFF), analise o espectro das seguintes fontes de luz:

- ✓ Vela;
- ✓ Lâmpada incandescente;
- ✓ Luz negra ou luz ultravioleta;
- ✓ Lâmpada fluorescente;
- ✓ Lâmpada de vapor de sódio;
- ✓ Lâmpada de vapor de mercúrio.



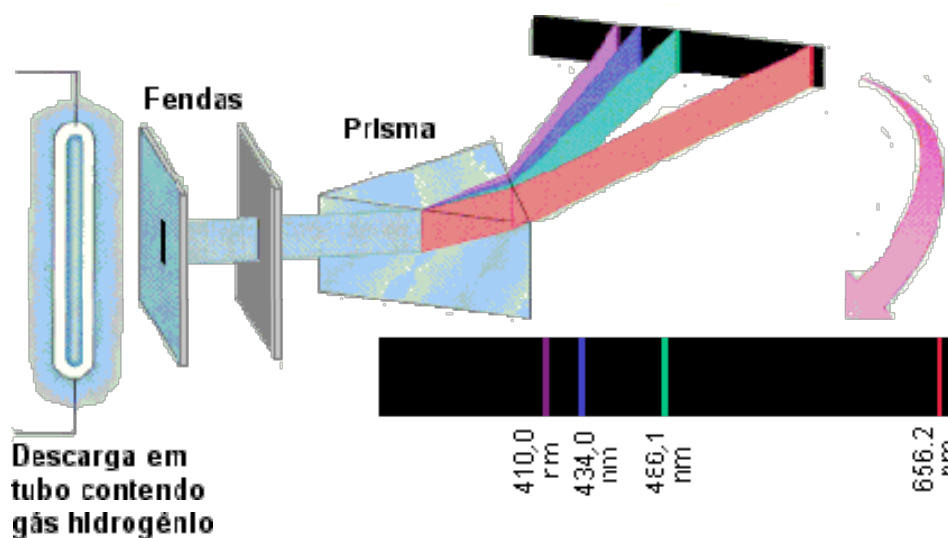
- Quais foram as semelhanças e as diferenças entre os espectros observados?

- Em sua opinião, o que justifica os espectros observados para as fontes luminosas descritas acima?

➤ ESPECTRO ATÔMICO DO HIDROGÊNIO

Um dos espectros que foi bastante investigado pelos cientistas em busca de respostas que explicassem as peculiares características dos espectros atômicos é o espectro de emissão do hidrogênio atômico devido a sua simplicidade, abundância no universo e por apresentar uma parte do seu espectro dentro da região de comprimentos de onda da luz visível.

Figura 28: espectro de emissão do hidrogênio atômico.



Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala23/23_ma02.asp>.
Acesso em: 10/10/2018.

Houve um grande esforço da comunidade científica para obtenção de uma relação matemática que representasse o comprimento de onda das linhas observadas no espectro de emissão do átomo de hidrogênio.

No entanto, todos esses resultados não eram explicados pelos princípios da Física Clássica, sendo necessária a elaboração de um modelo atômico que pudesse explicar as características inerentes aos espectros atômicos. E é neste contexto que emerge uma explicação dada pelo cientista dinamarquês Niels Bohr.



PARA SABER MAIS!

Figura 29: Jakob Balmer.



Em 1885, um professor suíço de uma escola secundária, chamado Johann Jakob Balmer (1825-1898) encontrou uma função matemática que descrevia com grande precisão os comprimentos de onda das linhas visíveis do espectro de emissão do átomo de hidrogênio.

$$\lambda = 3646 \frac{n^2}{n^2 - 4} \quad n = 3, 4, 5, \dots$$

Disponível em:
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Johann_Jakob_Balmer>.
Acesso em: 10/10/2018.

Na equação, λ corresponde ao comprimento de onda em metros (m) e n é um número inteiro maior ou igual a 3.

Mais adiante, em 1890, Johannes Rydberg, um físico sueco, apresentou uma forma mais conveniente de se apresentar a fórmula de Balmer, generalizando-a e reescrevendo-a da seguinte forma.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 3, 4, 5, \dots$$

onde R_H é conhecida como constante de Rydberg para o hidrogênio. Seu valor corresponde a $10967757,6 \pm 1,2 m^{-1}$.

A corrida por uma explicação matemática que explicasse o enigma dos espectros atômicos, mais especificamente para o átomo de hidrogênio não parou por aí.

Na tabela a seguir estão relacionadas diversas séries obtidas para o átomo de hidrogênio:

Figura 30: Johannes Rydberg.



Disponível em:
<https://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Johannes_Robert_Rydberg>.
Acesso em: 10/10/2018.





Tabela 1: Séries do hidrogênio.

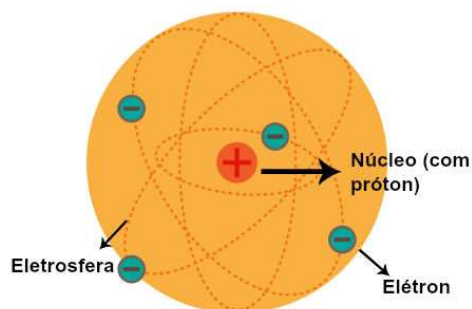
Nomes	Faixas de comprimento de onda	Fórmulas	Valores de n
Lyman	Ultravioleta	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 2, 3, 4, ...
Balmer	Ultravioleta próximo e visível	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 3, 4, 5, ...
Paschen	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 4, 5, 6, ...
Brackett	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 5, 6, 7, ...
Pfund	Infravermelho	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	n = 6, 7, 8, ...

Adaptado pela autora (Fonte: EISBERG; RESNICK, 1979, p. 137).

➤ A SOLUÇÃO INUSITADA DE NIELS BOHR

Em 1911, o modelo atômico proposto por Ernest Rutherford (1871-1937), era constituído de um núcleo contendo cargas positivas ao redor do qual giravam cargas negativas (elétrons).

Figura 31: modelo atômico do Sistema Solar de Rutherford.



Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/o-atomo-rutherford.htm>>. Acesso em: 10/10/2018.

Além de não dar conta de explicar a estabilidade do átomo, este modelo atômico proposto por Rutherford, conhecido como modelo do Sistema Solar, não era suficiente para explicar as linhas relacionadas a comprimentos de onda específicos que apareciam nos espectros atômicos.

Figura 32: Niels Bohr.

Coube ao físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) desvendar esse enigma, explicando, assim, as peculiares características dos espectros atômicos.

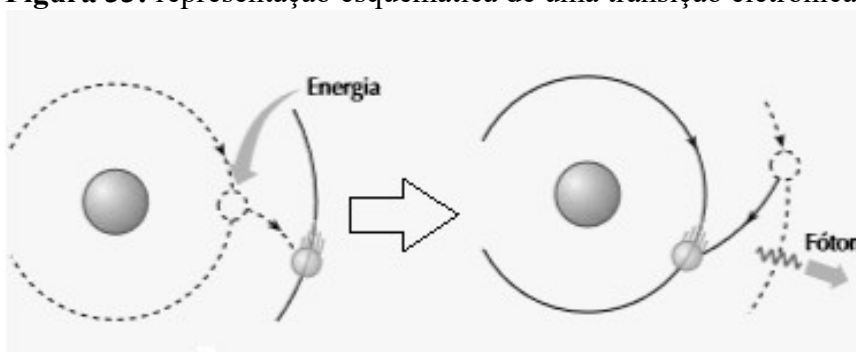
Em 1913, Bohr propõe um modelo simples da estrutura atômica que explicava com sucesso o espectro discreto da radiação emitida por certos átomos, obtido experimentalmente. Este modelo foi fundamentado com base nas ideias de quantização propostas por Max Planck (1858-1947) e Albert Einstein (1879-1955).

Deste modo, mesclando ideias da Física Clássica com ideias da Física Quântica, Bohr propõe uma série de postulados (afirmações aceitas como verdadeiras, porém sem demonstração):

- ✓ Os elétrons se movem em órbitas circulares ao redor do núcleo, ocupando determinados níveis de energia ou camadas eletrônicas;
- ✓ Cada nível possui um valor determinado de energia;
- ✓ O elétron não pode permanecer entre os níveis de energia;
- ✓ Um elétron pode “saltar” de um nível de menor energia para outro de maior energia, desde que absorva energia suficiente para tal. Quando isso acontece, dizemos que um elétron foi excitado e houve uma transição eletrônica;
- ✓ Ao retornar para sua camada original e de menor energia, ocorre a liberação de energia, que pode ocorrer na forma de luz visível.

Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Niels_Bohr>.
Acesso em: 10/10/2018.

Figura 33: representação esquemática de uma transição eletrônica.

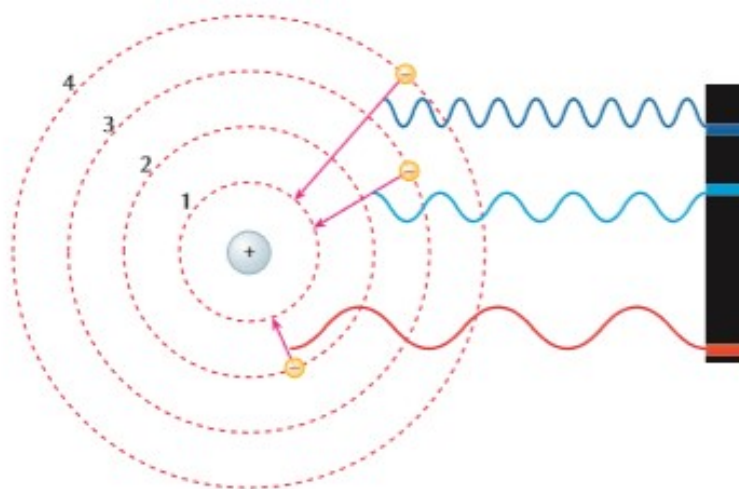


Fonte: FELTRE, 2004, p. 91.

Para Bohr, cada linha luminosa observada no átomo de hidrogênio, por exemplo, representa a energia liberada quando o elétron retorna ao seu estado de menor energia, denominado estado fundamental.

Tomando o átomo de hidrogênio como referência, podemos relacionar os saltos dos elétrons com as respectivas raias observadas no seu espectro, como mostrado na figura abaixo:

Figura 34: relação entre os saltos eletrônicos e as raias espectrais.



Fonte: FELTRE, 2004, p. 91.

Observe na Figura 34, que para cada diferente retomada do elétron ao seu estado fundamental, há emissão de luz com cores diferentes. Desta forma, é possível explicarmos as diferentes cores apresentadas pelos fogos de artifício e as diferentes colorações da chama observadas no experimento “teste da chama”.

Cabe ressaltar, que apesar do sucesso do modelo atômico proposto por Niels Bohr e de sua importância histórica, ele é insuficiente para descrever completamente os sistemas atômicos, não refletindo a descrição moderna de nenhum átomo. Na realidade, contribuições da mecânica quântica dadas por Schrödinger e Heisenberg forneceram um método mais abrangente de descrição dos sistemas atômicos que se estende ao comportamento de partículas de qualquer sistema microscópico.



ENCONTRO FINAL INTEGRADOR

ETAPA INVESTIGATIVA



Encontro final integrador

Sejam todos muito bem-vindos ao nosso último encontro! Parabéns por terem chegado até aqui e espero que as aulas anteriores e as atividades realizadas tenham lhes auxiliado bastante em seu aprendizado.

E que tal construir um mapa conceitual a fim de relacionar conceitos importantes que vimos até aqui? Para isso, vamos relembrar dicas importantes sobre como elaborar um mapa conceitual. Fique atento!

DICAS PARA ELABORAR UM MAPA CONCEITUAL



6. Identifique os conceitos-chave do conteúdo que você irá mapear e organize-os em uma lista;
7. Ordene seus conceitos de forma hierárquica, colocando o(s) mais geral(is)/mais inclusivo(s) no topo de seu mapa, agregando os demais conceitos gradualmente até completar seu diagrama;
8. Busque conectar os conceitos com o uso de setas e palavra(s) de ligação(ões) com o objetivo de explicitar a relação entre os conceitos;
9. É possível adicionar exemplos ao seu mapa conceitual, desde que inseridos logo abaixo dos conceitos correspondentes;
10. Lembre-se: não há uma forma única e correta de se traçar um mapa conceitual. Ele é um instrumento dinâmico que se modifica à medida que você avança em seu aprendizado.

E então? Você está pronto para compartilhar, trocar e “negociar” significados de todo o conteúdo visto até aqui com seus colegas? Então, use e abuse de sua criatividade na construção de um mapa conceitual cooperativo!

Avaliação somativa individual

Vamos testar seus conhecimentos adquiridos até aqui? Para isso, responda atentamente o simulado a seguir preparado com questões do ENEM e de vestibular. Boa sorte!

1) (ENEM-2014) Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. **Sensores**. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

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

- a) da luz visível.
- b) do ultravioleta.
- c) do infravermelho.
- d) das micro-ondas.
- e) das ondas longas de rádio.

2) (ENEM-2014) Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto.

O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

LENT, R. **O cérebro do meu professor de acordeão**. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br> (adaptado).

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a

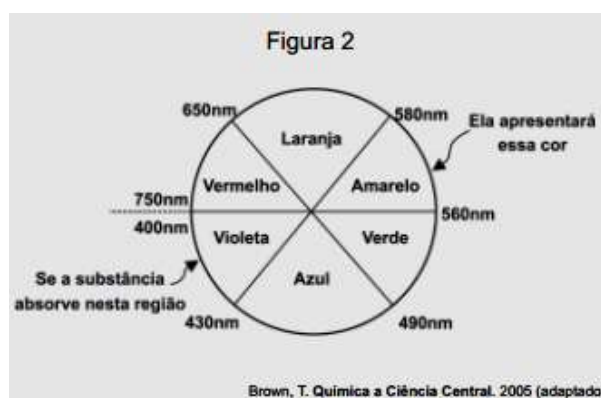
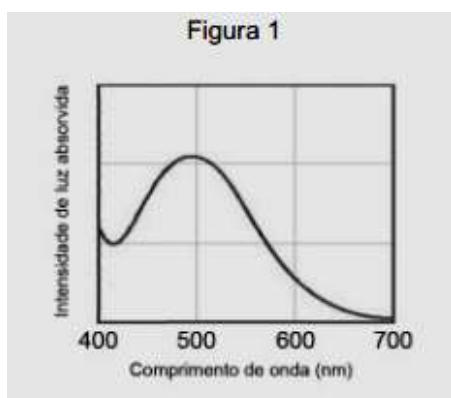
- a) frequência.
- b) intensidade.
- c) forma de onda.
- d) amplitude de onda.
- e) velocidade de propagação.

3) (ENEM-2017) Um fato corriqueiro ao se cozinhar arroz é o derramamento de parte da água de cozimento sobre a chama azul do fogo, mudando-a para uma chama amarela. Essa mudança de cor pode suscitar interpretações diversas, relacionadas às substâncias presentes na água de cozimento. Além do sal de cozinha (NaCl), nela se encontram carboidratos, proteínas e sais minerais.

Cientificamente, sabe-se que essa mudança de cor da chama ocorre pela:

- reação do gás de cozinha com o sal, volatilizando gás cloro.
- emissão de fótons pelo sódio, excitado por causa da chama.
- produção de derivado amarelo, pela reação com o carboidrato.
- reação do gás de cozinha com a água, formando gás hidrogênio.
- excitação das moléculas de proteínas, com formação de luz amarela.

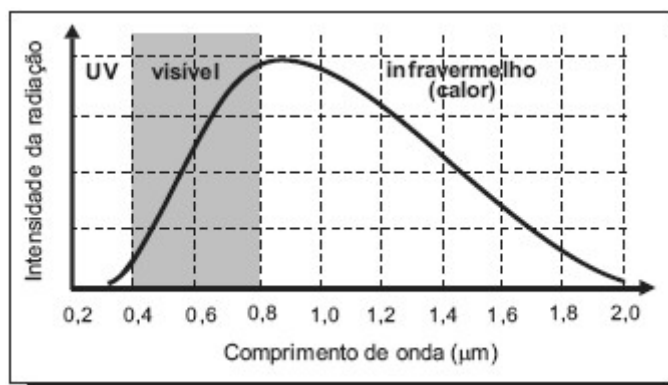
4) (ENEM-2011) Para que uma substância seja colorida ela deve absorver luz na região do visível. Quando uma amostra absorve luz visível, a cor que percebemos é a soma das cores restantes que são refletidas ou transmitidas pelo objeto. A Figura 1 mostra o espectro de absorção para uma substância e é possível observar que há um comprimento de onda em que a intensidade de absorção é máxima. Um observador pode prever a cor dessa substância pelo uso da roda de cores (Figura 2): o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.



Qual a cor da substância que deu origem ao espectro da Figura 1?

- Azul.
- Verde.
- Violeta.
- Laranja.
- Vermelho.

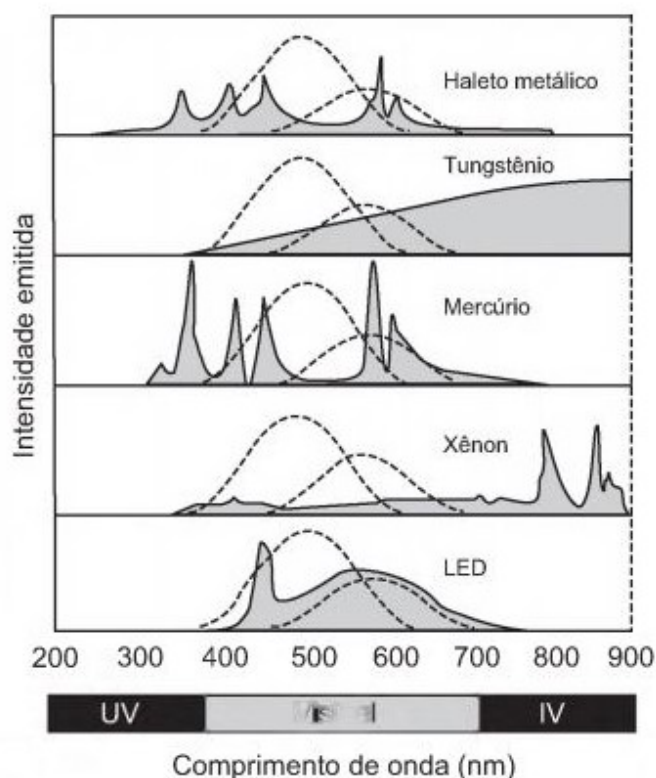
5) (ENEM-2008) A passagem de uma quantidade adequada de corrente elétrica pelo filamento de uma lâmpada deixa-o incandescente, produzindo luz. O gráfico abaixo mostra como a intensidade da luz emitida pela lâmpada está distribuída no espectro eletromagnético, estendendo-se desde a região do ultravioleta (UV) até a região do infravermelho.



A eficiência luminosa de uma lâmpada pode ser definida como a razão entre a quantidade de energia emitida na forma de luz visível e a quantidade total de energia gasta para o seu funcionamento. Admitindo-se que essas duas quantidades possam ser estimadas, respectivamente, pela área abaixo da parte da curva correspondente à faixa de luz visível e pela área abaixo de toda a curva, a eficiência luminosa dessa lâmpada seria de aproximadamente:

- a) 10%.
- b) 15%.
- c) 25%.
- d) 50%.
- e) 75%.

6) (ENEM-2017) A figura mostra como é a emissão de radiação eletromagnética para cinco tipos de lâmpada: haleto metálico, tungstênio, mercúrio, xênon e LED (diodo emissor de luz). As áreas marcadas em cinza são proporcionais à intensidade da energia liberada pela lâmpada. As linhas pontilhadas mostram a sensibilidade do olho humano aos diferentes comprimentos de onda. UV e IV são as regiões do ultravioleta e do infravermelho, respectivamente.



Disponível em: <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu>. Acesso em: 8 maio 2017 (adaptado).

Um arquiteto deseja iluminar uma sala usando uma lâmpada que produza boa iluminação, mas que não aqueça o ambiente. Qual tipo de lâmpada melhor atende ao desejo do arquiteto?

- a) Haleto metálico.
- b) Tungstênio.
- c) Mercúrio.
- d) Xênon.
- e) LED

7) (ENEM-2012) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum.

O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de

- a) baixa intensidade.
- b) baixa frequência.

- c) um espectro contínuo.
- d) amplitude inadequada.
- e) curto comprimento de onda.

8) (ENEM-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 380 nm e 780 nm, 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.

Um indivíduo que, por alguma deficiência, não consegue captar as informações transmitidas pelos cones, perceberá um objeto branco, iluminado apenas por luz vermelha, como

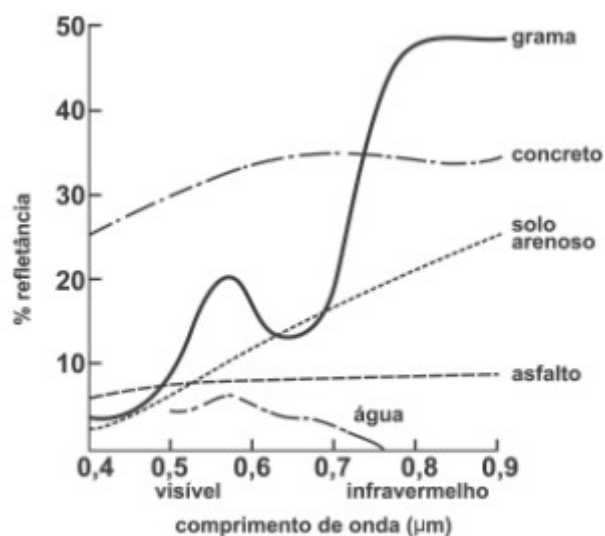
- a) um objeto indefinido, pois as células que captam a luz estão inativas.
- b) um objeto rosa, pois haverá mistura da luz vermelha com o branco do objeto.
- c) um objeto verde, pois o olho não consegue diferenciar componentes de cores.
- d) um objeto cinza, pois os bastonetes captam luminosidade, porém não diferenciam cor.
- e) um objeto vermelho, pois a retina capta a luz refletida pelo objeto, transformando-a em vermelho.

9) (ENEM-2013) Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

- a) terem fases opostas.
- b) serem ambas audíveis.
- c) terem intensidades inversas.
- d) serem de mesma amplitude.
- e) terem frequências próximas

10) (ENEM-2011) O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia refletida pelo objeto. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou assinatura espectral do objeto, como mostra na figura, para objetos comuns na superfície terrestre.



D'ARCO, E. Radiometria e Comportamento Espectral de Alvos. INPE. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br>. Acesso em: 3 maio 2009.

De acordo com as curvas de assinatura espectral apresentada na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros (μm)?

- 0,4 a 0,5.
- 0,5 a 0,6.
- 0,6 a 0,7.
- 0,7 a 0,8.
- 0,8 a 0,9.

11) (ENEM-2009) Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a

- a) absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.
- b) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.
- c) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.
- d) maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.
- e) maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

12) (FMTM-MG) Fogos de artifício utilizam sais de diferentes íons metálicos misturados com um material explosivo. Quando incendiados, emitem diferentes colorações. Por exemplo: sais de sódio emitem cor amarela, de bário, cor verde e de cobre, cor azul. Essas cores são produzidas quando os elétrons excitados dos íons metálicos retornam para níveis de menor energia. O modelo atômico mais adequado para explicar esse fenômeno é o modelo de:

- a) Rutherford
- b) Dalton
- c) Bohr
- d) Thomson
- e) Chadwick

13) (UFV-MG) O sal de cozinha (NaCl) emite luz de coloração amarela quando colocado numa chama. Baseando-se na teoria atômica, é correto afirmar que:

- a) os elétrons do cátion Na^+ , ao receberem energia da chama, saltam de uma camada mais externa para uma mais interna, emitindo luz amarela.
- b) a luz amarela emitida nada tem a ver com o sal de cozinha, pois ele não é amarelo.
- c) a emissão da luz amarela se deve a átomos de oxigênio.
- d) os elétrons do cátion Na^+ , ao receberem energia da chama, saltam de uma camada mais interna para uma mais externa e, ao perderem a energia ganha, emitem-na sob a forma de luz amarela.
- e) qualquer outro sal também produziria a mesma coloração.

14) (UFRGS-RS) Considere as afirmações a seguir:

I - As ondas luminosas são constituídas pelas oscilações de um campo elétrico e de um campo magnético.

II - As ondas sonoras precisam de um meio material para se propagar.

III - As ondas eletromagnéticas não precisam de um meio material para se propagar.

Quais delas são corretas?

- a) Apenas I
- b) Apenas I e II
- c) Apenas I e III
- d) Apenas II e III
- e) I, II e III

15) (UFV-MG) Em alguns filmes de ficção científica a explosão de uma nave espacial é ouvida em outra nave, mesmo estando ambas no vácuo do espaço sideral. Em relação a este fato é CORRETO afirmar que:

- a) Isto não ocorre na realidade, pois não é possível a propagação do som no vácuo.
- b) Isto ocorre na realidade, pois sendo a nave tripulada, possui em seu interior preenchido por gases.
- c) Isto ocorre na realidade, uma vez que o som se propagará junto com a imagem da mesma.
- d) Isto ocorre na realidade, pois as condições de propagação do som no espaço sideral são diferentes daquelas daqui da Terra.
- e) Isto ocorre na realidade e o som será ouvido inclusive com maior nitidez, por não haver meio material no espaço sideral.

16) (Vunesp-SP) Numa experiência clássica, coloca-se dentro de uma campânula de vidro onde se faz o vácuo, uma lanterna acesa e um despertador que está despertando. A luz da lanterna é vista, mas o som do despertador não é ouvido. Isso acontece porque:

- a) o comprimento de onda da luz é menor que o do som.
- b) nossos olhos são mais sensíveis que nossos ouvidos.
- c) o som não se propaga no vácuo e a luz sim.
- d) a velocidade da luz é maior que a do som.
- e) o vidro da campânula serve de blindagem para o som, mas não para a luz.

17) (Vunesp-SP) Pesquisadores da UNESP, investigando os possíveis efeitos do som no desenvolvimento de mudas de feijão, verificaram que sons agudos podem prejudicar o crescimento dessas plantas, enquanto que os sons mais graves, aparentemente, não interferem no processo.

CIÊNCIA E CULTURA, 42 (7) supl: 180-1, Julho 1990.

Nesse experimento o interesse dos pesquisadores fixou-se principalmente na variável física:

- a) velocidade
- b) umidade
- c) temperatura
- d) frequência
- e) intensidade

AVALIACÃO DAS ETAPAS INVESTIGATIVAS DA UEPS

SUA OPINIÃO É MUITO IMPORTANTE!

1) O que você achou do tema trabalhado neste bimestre?

Escala de 1 a 5: onde 5 = Muito Interessante e 1 = Irrelevante

() 5 () 4 () 3 () 2 () 1

2) Como você avalia nossos encontros para realização dos trabalhos?

() Muito satisfatórios

() Satisfatórios

() Regulares

() Insatisfatórios

() Muito insatisfatórios

3) Você visualizou nas atividades realizadas e nas aulas dadas que o assunto trabalhado tinha relação com o cotidiano?

() Sim

() Não

Exemplifique.

4) Ao longo das aulas você notou que houve retomada aos conteúdos abordados nas aulas anteriores?

() Sim

() Não

5) Das atividades relacionadas a seguir, qual(is) dela(s) você mais gostou?

() Estudo de caso: Descobrimos os “ingredientes” que compõe o Sol

() Experimento “Enxergando o invisível” (com o controle remoto)

() Exercícios com utilização do aplicativo *online Plickers*

() Disco de Newton

() Exercícios sobre a lei de Stefan e a lei de deslocamento de Wien

- Experimento “Teste da chama”
- Simulação do PhET (gráfico da radiação térmica) da sessão “Hora da revisão”
- Escrito nas estrelas (identificação de elementos químicos nas estrelas)
- Observação dos espectros das lâmpadas
- Mapa conceitual

Comente: _____

6) Qual das atividades elencadas na questão anterior, você acredita que mais lhe ajudou em seu aprendizado?

7) Na sua opinião, os conteúdos aprendidos foram relevantes para sua formação? Comente.

8) A maneira como as atividades foram realizadas facilitou sua compreensão dos conteúdos estudados? Justifique.

9) Utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 quer dizer *tive muita dificuldade em aprender* e 5 quer dizer *compreendi muito bem*, como você avalia sua compreensão dos conteúdos listados abaixo:

- Conceito de ondas e principais características das ondas
- Ondas mecânicas e eletromagnéticas
- Espectro eletromagnético e sua divisão (ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama)

- Luz visível, cores e o fenômeno da reflexão
- Relação cor e temperatura (conceito de radiação térmica, corpos negros)
- Curvas espectrais da radiação térmica
- Lei do deslocamento de Wien
- Lei de Stefan
- Espectros atômicos e diferença entre espectros de emissão e absorção
- Modelo atômico de Niels Bohr

10) O que você acredita que poderia ter melhorado ao longo das aulas? Registre aqui alguma sugestão ou comentário sobre as aulas e atividades desenvolvidas neste bimestre.

REFERÊNCIAS

ALLCHIN, D. *From Rhetoric to Resources: New Historical Problem-Based Case Studies for Nature of Science Education*. 1ª Conferencia Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group. Atas da Conferência Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group (Impresso), 2010.

AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BROCKINGTON, G. *A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2005.

FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. *Física básica: volume único*. 3. ed., São Paulo: Atual, 2009.

GRAF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Física 2: Física Termica/Óptica*. 3. ed., São Paulo: Edusp – Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

HERREID, C. F. *What makes a good case?* Journal of College Science Teaching, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

HILGER, T. R.; GRIEBELER, A. Uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativo utilizando mapas conceituais. *Investigações em Ensino de Ciências – V18(1)*, pp. 199-213, 2013.

LINHARES, M. P.; REIS, E. M. *Educando Jovens e Adultos para a Ciência com Tecnologias Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física*. *Ciência e Educação*, v.14, n.3, p. 555-74, 2008.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa em mapas conceituais*. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013.

_____. *O que é afinal aprendizagem significativa?* Aula Inaugural do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2002.

_____. *Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS*. *Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review*, 1(2), 43-63, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

_____. *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press, 1989.

NOVAK, J. D. *Uma teoria de educação*. Tradução de Marco Antonio Moreira e apresentação de Ralph Tyler. São Paulo: Pioneira, 1981.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L do. *Química na abordagem do cotidiano: volume único*. 4. ed., São Paulo: Moderna, 2012.

PIETROCOLA, M. et al. *Coleção Física em contextos: ensino médio*. 1. ed., São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. *Estudo de Casos no Ensino de Química*. São Paulo: Editora Átomo, 2009.

SILVA, O. B. da; OLIVEIRA, J. R. S. de; QUEIROZ, S. L. *SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um Estudo de Caso para a Educação Química no Nível Médio*. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 185-192, 2011.