

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO  
PAULO - CÂMPUS ITAQUAQUECETUBA**

**Roteiro de estudos – “Gigantes da Indústria” – Episódio 3: “Nasce uma rivalidade”**

Profa. Dra. Carla Isabel Maciel  
Prof. Dr. Carlos Tonhatti  
Profa. Ma. Elizabete Rubliauskas  
Profa. Ma. Juliana Lúcia Molnr  
Prof. Esp. Marcelo Baraldi  
Prof. Dr. Rodrigo Faqueri  
Profa. Dra. Suelen Barros

No episódio 3 do documentário “Gigantes da Indústria”, aparecem as figuras dos magnatas Andrew Carnegie, o gigante do aço, e John D. Rockefeller, o gigante do petróleo. Mostra-se essencialmente como Carnegie idealizou e projetou a construção da ponte Saint Louis, que atravessava o rio Mississippi, alterando os conhecimentos sobre construção de pontes, produção de aço e rotas de comércio. Também é mostrado como a ambição de Carnegie o levou a ser um magnata da área do aço e aumentar a rivalidade com Rockefeller, homem que havia levado à bancarrota o negócio do mentor de Carnegie, Thomas Scott, por Rockefeller parar de transportar seus barris de petróleo pelas ferrovias de Scott.

A minissérie de oito episódios revela como alguns homens construíram seus impérios e mudaram o rumo da importância dos Estados Unidos no fim do século XIX, após a Guerra Civil de 1865, dando reconhecimento internacional ao país e o transformando na potência econômica e política que é até hoje. Também é revelado como esses magnatas comandaram o país, não só economicamente, mas também politicamente por, no mínimo, cinquenta anos ininterruptos, ditando as regras do mercado financeiro e até elegendo e direcionando as ações dos presidentes do país.

Dada essa introdução, a proposta é que você assista o episódio 3 e realize as diferentes atividades elencadas abaixo para debater sobre essas personagens tão importantes mundialmente e a relevância dos temas abordados para seu crescimento estudantil. O link para o episódio 3 é esse: <https://www.dailymotion.com/video/x12ivly>. Se desejar assistir os episódios anteriores, o mesmo site os possui e você poderá acompanhá-los para ter uma contextualização mais profunda.

Sendo assim, vamos às atividades! Bons estudos!

## CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DO AÇO

Ao final do século XIX o aço era o material mais forte já produzido, criado a partir de uma mistura de ferro (Fe) e Carbono (C) em temperaturas acima de 1000°C. Sua aplicação era restrita na fabricação de itens pequenos como talheres e joias. Nesse contexto, acesse as páginas de internet indicadas e responda:

<https://www.youtube.com/watch?v=F2azAmgMZC0>

<http://www.acobrasil.org.br/site2015/processo.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=UtMy4ZY3jgc>

<https://www.youtube.com/watch?v=CrqfRuACeqE>

<https://www.infomet.com.br/site/acos-e-ligas-conteudo-ler.php?codConteudo=236>

<https://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-metal/aco-o-material-mais-reciclado-do-mundo/>

1. Explique o processo de obtenção do aço.
2. Quais os principais minérios de ferro?
3. Descreva o funcionamento do alto forno.
4. Qual o nome dado as impurezas removidas durante o processo de obtenção do ferro gusa e qual é a aplicação desse resíduo industrial?

A fábrica de aço de Carnegie era a maior da nação com capacidade de produzir 225 toneladas de aço por dia, na época, o suficiente para suprir toda a nação. Sua fábrica era equipada com o conversor BESSEMER e com isso, Carnegie conseguiu aumentar sua produção e fabricar aços estruturais, vigas e vergalhões. Mais uma vez ele estava a frente do seu tempo e aumentou sua fortuna. Com isso foi construído o primeiro arranha-céu do mundo e nos anos seguintes, mais de 100 mil edifícios foram construídos só em Chicago. A partir desse texto, acesse as páginas de internet sugeridas e responda:

1. Explique o funcionamento do conversor do tipo BESSEMER utilizado por Carnegie?
2. Qual o tipo de conversor utilizado atualmente nas siderúrgicas? Explique seu funcionamento.
3. Como é possível fabricar aço utilizando sucata?



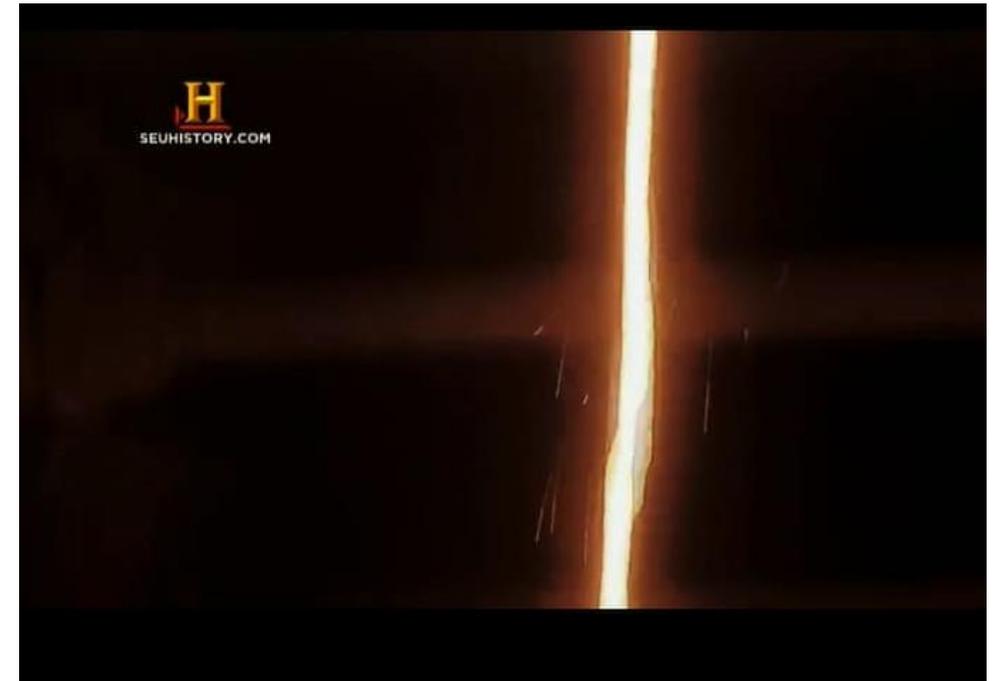
Por que o ferro muda de cor quando aquecido a altas temperaturas?

# Por que o ferro muda de cor quando aquecido a altas temperaturas?



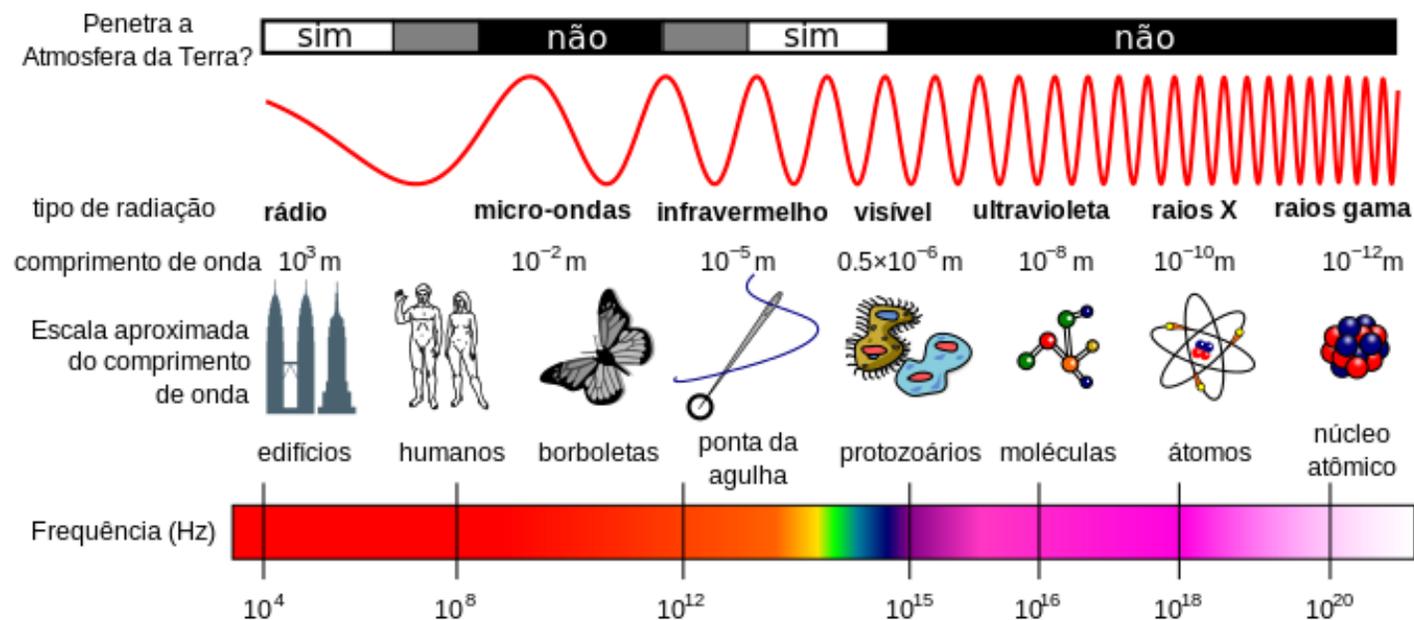
Para conseguir explicar esse fenômeno vamos usar tanto conceitos de **física clássica** quanto conceitos de **física moderna**. Com esses conhecimentos seremos capazes de entender não só a cor do ferro em altas temperaturas, mas também o funcionamento dos termômetros que não precisam de contato físico (amplamente empregados em tempos de COVID-19), e também a cor e temperatura das estrelas.

Em algumas cenas do episódio 3 do documentário “Gigantes da Indústria” acompanhamos o processo de produção do aço. Nessas cenas vemos o ferro e outros metais sendo aquecidos a altas temperaturas e tornando-se amarelado-alaranjados nesse processo. Será que conseguimos entender por que isso acontece?



# Ondas eletromagnéticas

Os átomos e moléculas em qualquer corpo cuja temperatura esteja acima do zero absoluto ( $\approx -273,15^\circ\text{C}$ ) estão sempre vibrando em diversas intensidades. Isso tem a ver, entre outras coisas, com o Princípio da Incerteza de Heisenberg, mas esse princípio é tema para outro bate papo. A grande questão é que, sempre que partículas carregadas estão em movimento, elas emitem o que chamamos de **ondas eletromagnéticas**. As ondas eletromagnéticas são aquelas que não precisam de um meio para se propagar. Elas são, em geral, classificadas de acordo com a **o comprimento de ondas** ou com a **frequência**:

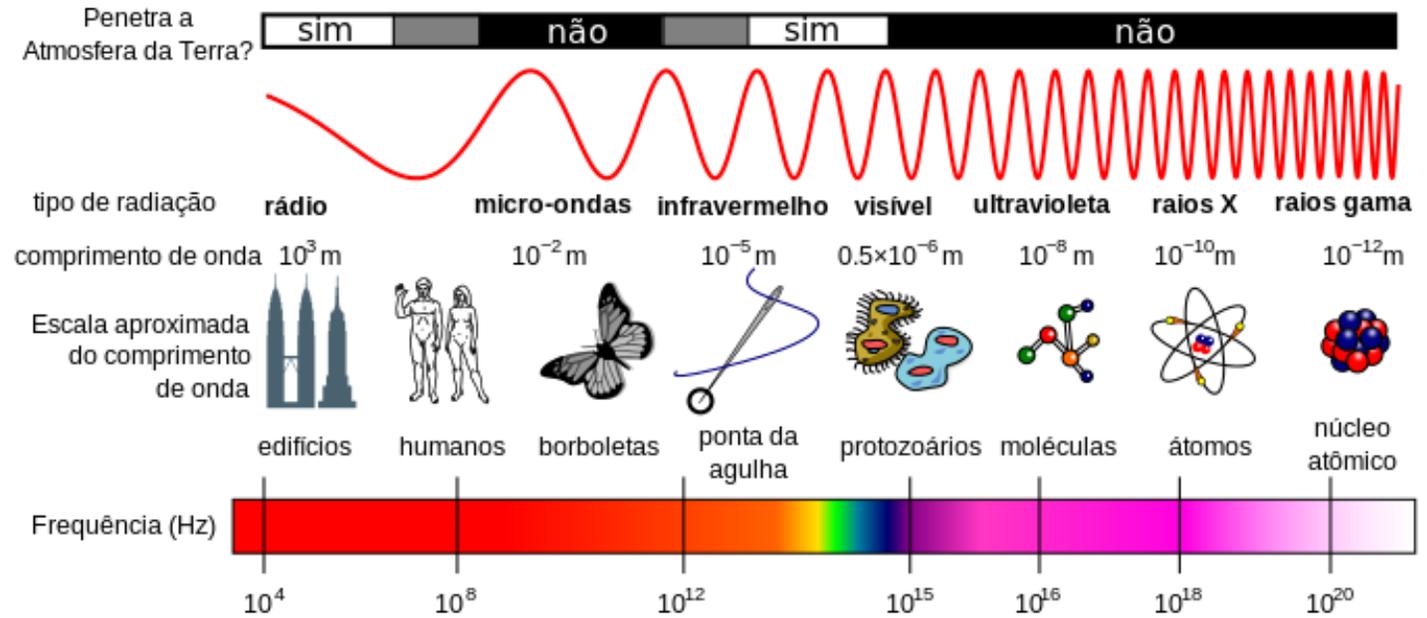


No espectro ao lado vemos que as ondas eletromagnéticas são divididas em sete regiões:

- Ondas de rádio
- Micro ondas
- Infravermelho
- Visível
- Ultravioleta
- Raios X
- Raios Gama

# Ondas eletromagnéticas

Cada uma dessas setes regiões do espectro de ondas eletromagnéticas corresponde a um intervalo de comprimento de onda. Ondas de rádio, por exemplo, são das de maior comprimento de onda, enquanto as ondas de raios gama são as de menor comprimento de onda. Dessas sete regiões, nossos olhos só conseguem enxergar uma delas, que é a região do “Visível”, com as cores vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anel e violeta. Cada cor tem, também, um intervalo comprimentos de onda, como mostra a tabela abaixo:



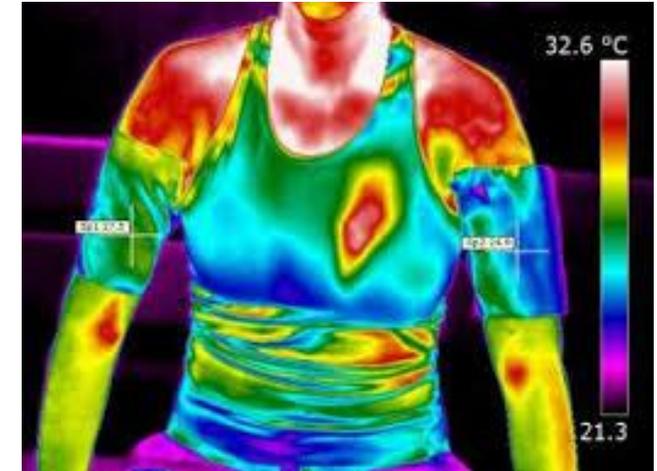
Cores do espectro visível		
Cor	Comprimento de onda	Frequência
vermelho	~ 625-740 nm	~ 480-405 THz
laranja	~ 590-625 nm	~ 510-480 THz
amarelo	~ 565-590 nm	~ 530-510 THz
verde	~ 500-565 nm	~ 600-530 THz
ciano	~ 485-500 nm	~ 620-600 THz
azul	~ 440-485 nm	~ 680-620 THz
violeta	~ 380-440 nm	~ 790-680 THz

As ondas com comprimento de onda menor do que aproximadamente 380 nm ou maior do que aproximadamente 750 nm não são visíveis pelos olhos humanos.

# Cor e temperatura

Conforme foi comentado logo no início, qualquer corpo com uma temperatura diferente do zero absoluto emite radiação. O comprimento de onda ou a frequência dessa radiação está relacionada com a temperatura do corpo.

Corpos a temperatura ambiente são emissores de **radiação infravermelha**, que é imperceptível aos nossos olhos. Contudo, existem vários instrumentos que conseguem detectá-la, um exemplo é a câmara de visão noturna, criada e patenteada pelo húngaro Kalman Tihanyi em 1929. Ela **funciona** captando a radiação infravermelha que é emitida pelos corpos que estão com temperatura ambiente. A tradução em cores na foto ao lado é feita pela câmara a partir da radiação infravermelha que chega até ela.

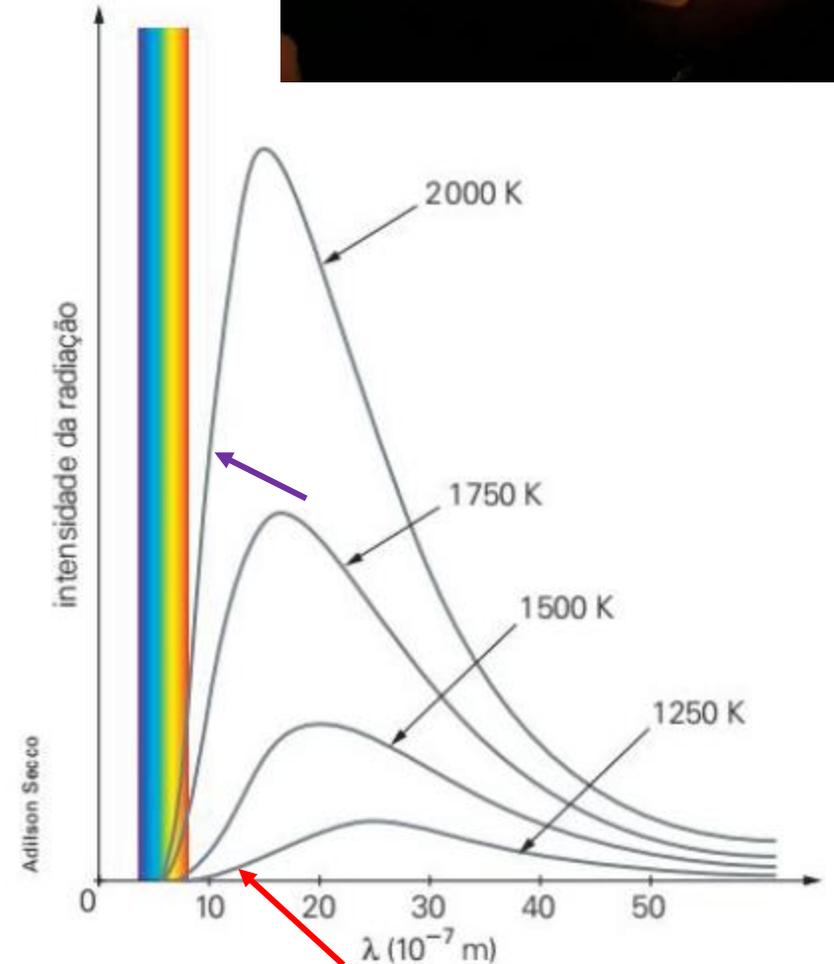


No episódio que assistimos, em vários momentos acompanhamos o processo de produção de aço, com o ferro sendo derretido. Nesse processo, vimos que o ferro perde a sua coloração acinzentada, tornando-se alaranjado e incandescente. Nessa situação, o ferro atinge temperaturas da ordem de 2000 K ( $\sim 1727^\circ\text{C}$ ). **A radiação emitida por corpos a essa temperatura está na região do visível, e por isso observamos essa mudança na coloração.**

# Cor e temperatura

O gráfico da figura ao lado, denominado *espectro da radiação térmica*, nos permite analisar como seriam os picos de intensidade e os comprimentos de onda da radiação eletromagnética emitida por um corpo de acordo com a sua temperatura. Ele mostra que a intensidade da radiação eletromagnética emitida por um corpo em função do comprimento de onda da radiação emitida. Nesse gráfico cada curva corresponde a um corpo com uma temperatura. A faixa colorida corresponde a região do espectro eletromagnético com comprimento de onda que nossos olhos conseguem enxergar.

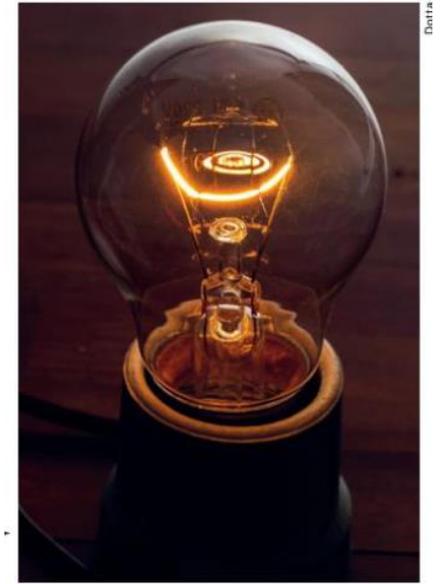
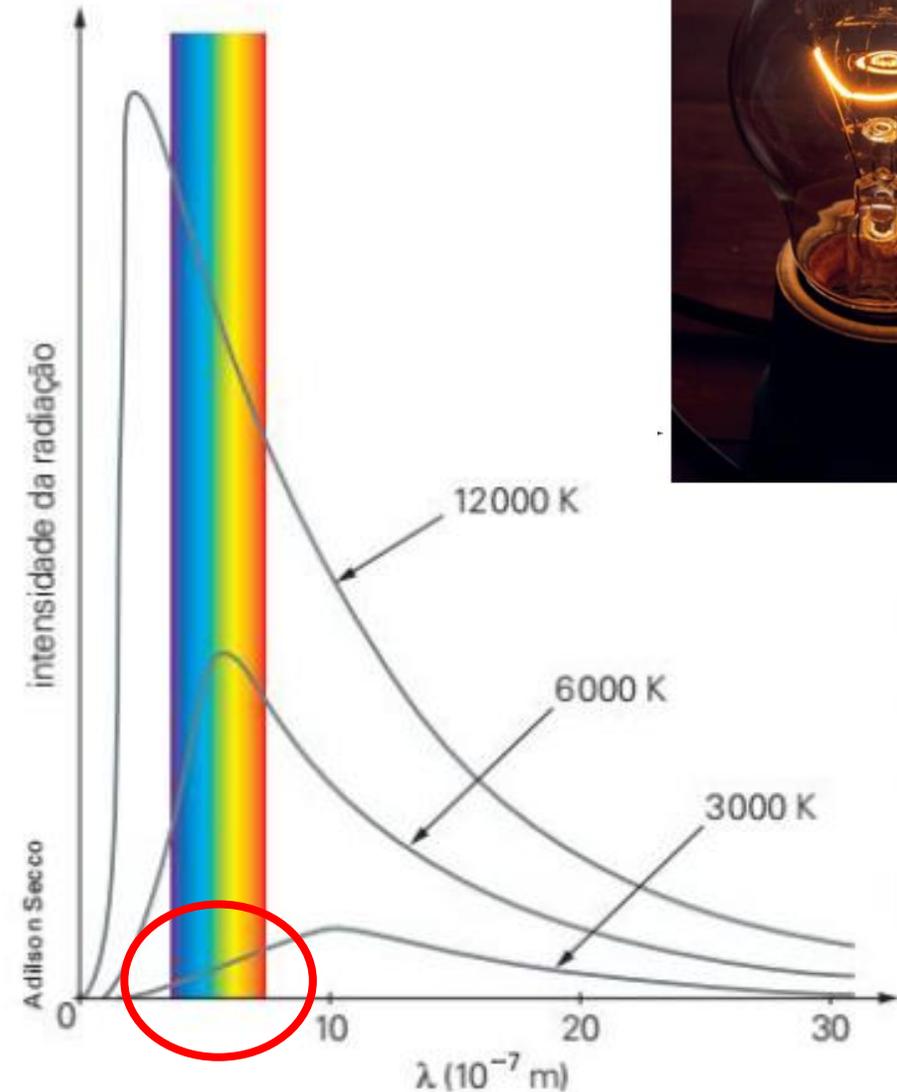
Observe que para um corpo com temperatura de 1250 K, a curva da intensidade da radiação emitida (indicada pela seta vermelha) não “passa” na região colorida, ou seja, a radiação emitida tem uma intensidade quase igual a zero nessa região que enxergamos, e por isso não vemos a radiação emitida por esse corpo. Já para a temperatura de 2000 K (curva indicada pela seta roxa), aproximadamente a do ferro derretido, a curva “passa” pelas cores alaranjados avermelhado, por isso enxergamos o ferro fundido nessas cores. O pico das duas curvas, entretanto, não está na região do visível, mas sim do infravermelho, ou seja, a maior parte da radiação emitida não é a que conseguimos enxergar.



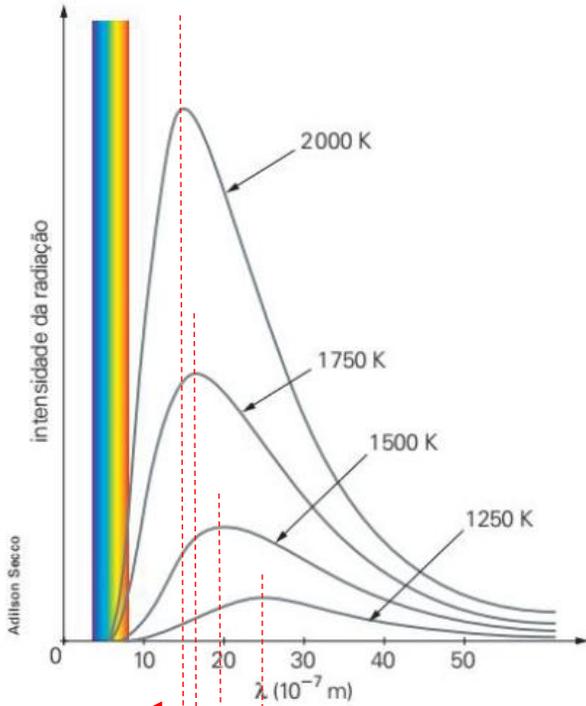
# Cor e temperatura

A emissão da luz pelas lâmpadas incandescentes acontece por um processo similar. Ao ser aquecido, por causa da passagem da corrente elétrica, o filamento de tungstênio localizado no interior do bulbo de vidro, torna-se incandescente, com temperaturas que atingem 3000 K. Veja no gráfico ao lado que a região correspondente a essa temperatura tem pico na região do infravermelho (por essa razão sentimos calor ao aproximarmos a mão da lâmpada incandescente). Na região do visível, a parcela de emissão do filamento aquecido é um pouco maior que o espectro da radiação térmica do ferro fundido e abrange todas as faixas de cores da luz. Ainda nessa faixa do espectro, verificamos que a maior intensidade ocorre para os comprimentos de onda mais altos. Por isso nossos olhos percebem essa fonte de iluminação com uma tonalidade amarelo-pálido.

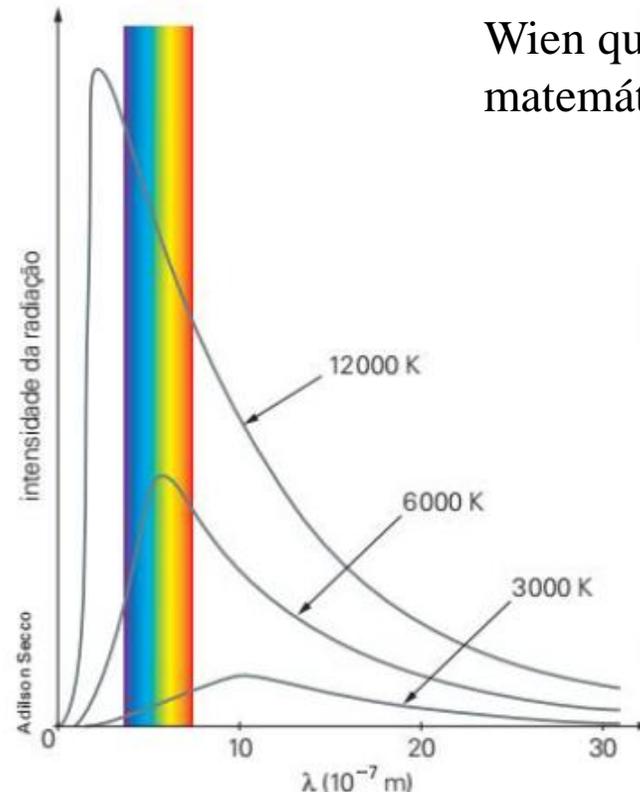
No link abaixo é possível acompanhar o processo de aquecimento e esfriamento de uma barra de ferro com a visão de uma câmara normal e com uma câmara sensível à radiação infravermelha. ([https://www.youtube.com/watch?v=sUp\\_WZKZID4](https://www.youtube.com/watch?v=sUp_WZKZID4))



# Cor e temperatura



**Ferro fundido**



**Lâmpada incandescente**

Nos dois casos tratados, você pôde observar que o pico da curva, ou seja, a máxima radiação de intensidade emitida, muda a medida que a temperatura muda. Quanto maior a temperatura mais esse pico caminha em direção ao azul do espectro visível (observe as linhas tracejadas em vermelho colocadas no pico de cada curva). Ou seja, existe uma relação entre a temperatura de um corpo e o comprimento de onda para o qual a radiação que ele emite tenha intensidade máxima. O físico alemão Wilhelm Wien quantificou essa relação em 1893 com a seguinte equação matemática:

$$\lambda_{\text{máx}} T_K = 2,9 \cdot 10^{-3}$$

em que  $\lambda_{\text{máx}}$  corresponde ao comprimento de onda (medido em metros) para o qual a radiação emitida é máxima,  $T_K$  corresponde a temperatura do corpo (em kelvin), e  $2,9 \cdot 10^{-3}$  K.m é uma constante de proporcionalidade.

# Tempos de pandemia

Essa relação entre comprimento de onda e temperatura de um corpo:

$$\lambda_{m\acute{a}x} T_K = 2,9 \cdot 10^{-3}$$

é a base de funcionamento dos termômetros infravermelhos, amplamente utilizado nos dias de hoje porque para aferir a temperatura de um corpo com ele não é preciso contanto físico.



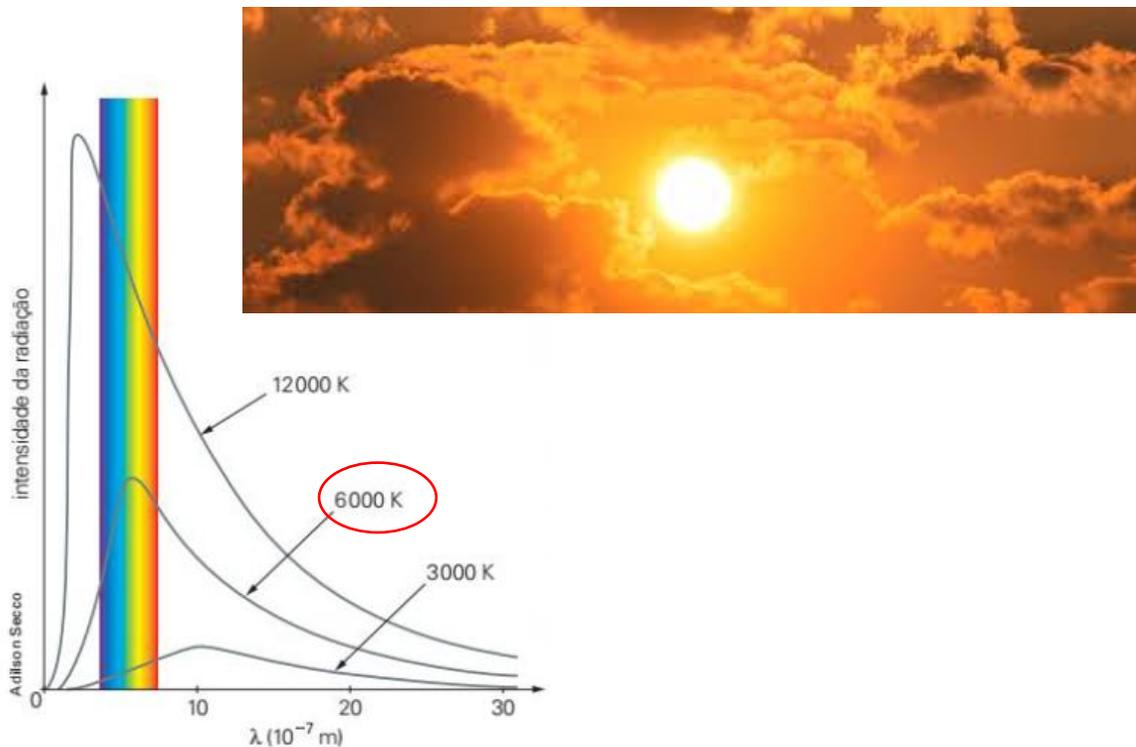
Ao apontar o termômetro para o objeto cuja temperatura precisa ser medida ele consegue, com seu sistema de detecção, determinar o comprimento de onda da radiação que está chegando até ele. Aplicando a relação acima, sabendo o  $\lambda_{m\acute{a}x}$ , com uma conta rápida, feita automaticamente, o sistema fornece a temperatura do corpo. Essa temperatura estará em Kelvin. Para passa para  $^{\circ}\text{C}$  usamos a relação:

$$T_K = T_C + 273,15$$

$$T_K = \text{temperatura em kelvin}$$
$$T_C = \text{temperatura em graus celsius}$$

# E o que as estrelas tem a ver com isso?

Depois de conhecer dois casos com pico em infravermelho, o ferro fundido e o filamento da lâmpada incandescente, você deve estar curioso para saber quais podem ser os outros emissores de radiação eletromagnética com máximo da região do visível e do ultravioleta. Afinal, quais corpos poderiam atingir temperaturas tão altas? Olhe para o céu. As estrelas são fonte de radiação visível oriunda de reações nucleares e seu interior.



A nossa maior fonte de ondas eletromagnéticas visível é o Sol, com temperatura superficial em torno de 6000 K. Podemos observar no espectro da radiação térmica que a emissão da radiação eletromagnética por esse astro abrange todo o espectro visível e uma parte do ultravioleta (por isso precisamos usar filtro solar). Note que o pico de emissão acontece na faixa do visível, mais especificamente na faixa do amarelo, o que confere a coloração característica desse estrela, branca levemente amarelada.

# Indicação de vídeos

1) Radiação térmica – parte 1 – Bases conceituais da energia.

([https://www.youtube.com/watch?v=x\\_5ZAtDSqdM](https://www.youtube.com/watch?v=x_5ZAtDSqdM))

2) Radiação térmica – parte 2 – Bases conceituais da energia

(<https://www.youtube.com/watch?v=Rf3nDN4GBWI>)

3) Radiação térmica – parte 3 – bases conceituais da energia

(<https://www.youtube.com/watch?v=3zB8aH8wr5A>)

# Atividade

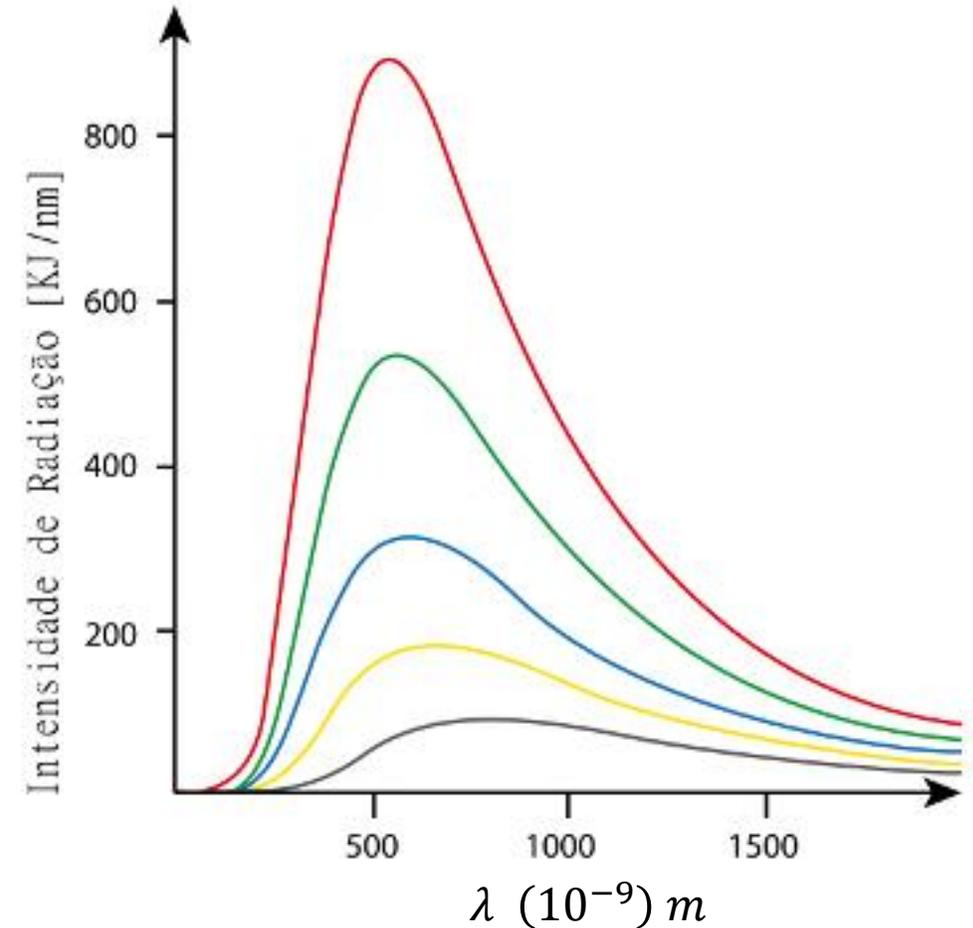
## Problema 1

Ao analisar a luz proveniente de uma estrela, um astrônomo percebe que o pico de intensidade ocorre em  $6,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ . Qual o valor aproximado para a temperatura superficial dessa estrela?

# Atividade

## Problema 2

- a) Na figura abaixo, para a curva verde, determine, pela leitura dos eixos do gráfico, para qual comprimento de onda aproximado há máxima emissão de radiação?
- b) A partir da resposta do item anterior estime a temperatura do corpo que está emitindo essa radiação. Que tipo de corpo poderia ser esse?



## SAÚDE, HIGIENE E SEGURANÇA DO TRABALHO

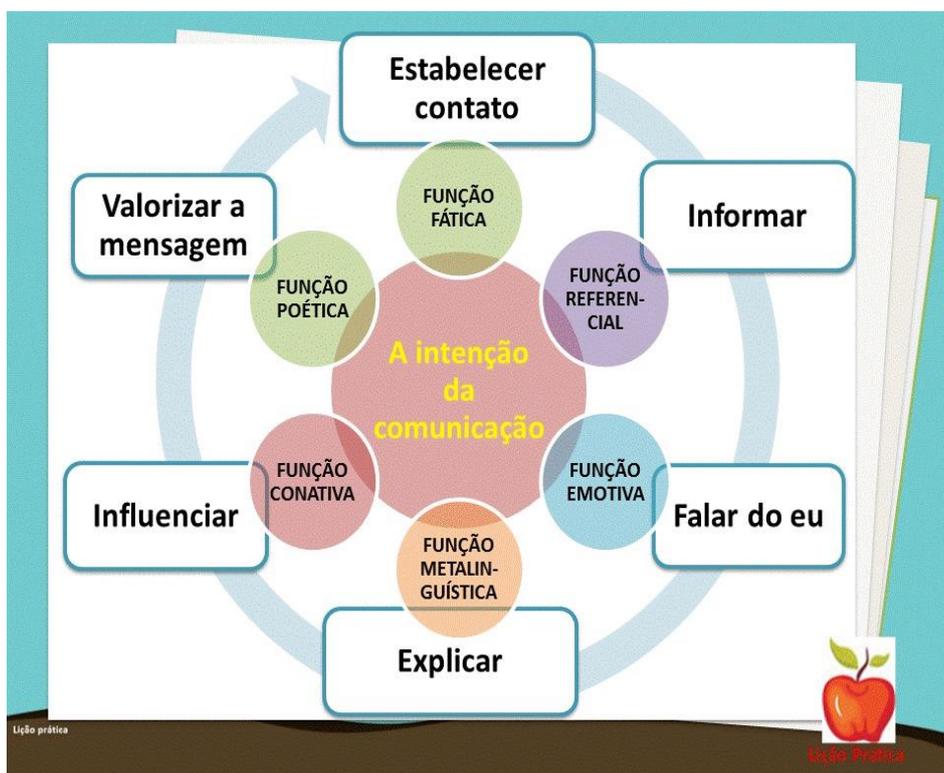
A greve na indústria de Homestead (1892) acontece devido à vários fatores, dentre eles, o aumento no número de acidentes culminando em uma morte. Acidentes de trabalho eram muito comuns no passado, com o trabalho dos sindicatos a situação dos trabalhadores melhorou e hoje há regulamentações que protegem os trabalhadores.

Analisando o que é apresentado no documentário comparando com as regulamentações de hoje você consegue encontrar as principais causas do aumento de acidentes na indústria Homestead naquele ano?

## USOS DA LINGUAGEM: ARGUMENTAÇÃO E PERSUASÃO

### Ês côr

Quanto ao uso da linguagem no episódio, conseguimos observar uma série de ações realizadas pelos magnatas para convencer os demais a realizarem os seus desejos e objetivos. Assim, é possível encontrar algumas das **funções da linguagem**, conforme as observações abaixo:



Funções predominantes	Finalidade	Recurso
-----------------------	------------	---------

Fática ou de contato	Gerar, sustentar, favorecer e facilitar a comunicação	Frases breve, exata, clara, de fácil compreensão.
Apelativa ou conativa	Influenciar, persuadir o receptor	Frases imperativa: Comunicação indutora, convincente, decidida.
Metalinguística	Definir, explicar, analisar, criticar o código linguístico	Explicações, definições, conceituações.
Poética	Valoriza a elaboração da linguagem como meio de expressão	Frases de valor artístico, com o predomínio da conotação, figuras de linguagem e musicalidade.
Referencial ou denotativa	Transmitir informações	Frase declarativa: Comunicação impessoal e objetiva.
Emotiva ou expressiva	Expressar sentimentos e emoções	Frase exclamativa Uso de recursos como: interjeição, superlativos, aumentativos, diminutivos, hipérbolos, figuras, entonação e etc...

Conforme podemos observar na imagem e nas tabelas acima, existem seis funções da linguagem. Dentro do episódio, quais são as funções que podem ser identificadas e são utilizadas pelos magnatas Rockefeller, Carnegie e Frick?

Com base no episódio assistido, quais são as marcas de persuasão e argumentação utilizadas e que podem ser identificadas por Carnegie para convencer as pessoas de que seu projeto da Ponte Saint Louis era viável? Destaque os trechos e coloque-os abaixo

Se você fosse, Carnegie ou um dos outros magnatas, como estruturaria seu discurso para que ele fosse convincente e fizesse com que os outros, subordinados a você ou não, fizessem o que você desejasse? Escreva um discurso (um breve texto de cinco linhas) para convencer seus trabalhadores a fazer a ponte Saint Louis, mesmo com tantas evidências de que ela poderia dar errado.

## HISTÓRIA DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DOS EUA

É possível compreender um pouco sobre a história do processo de industrialização dos Estados Unidos após a Guerra Civil nesse episódio. Observamos técnicas mais eficientes de produção industrial que aumentaram a capacidade de produção, a existência de uma grande malha ferroviária ao longo do país fazendo com o transporte de produtos se tornasse prático e rápido, a utilização do telégrafo como meio de comunicação, possibilitando ampliar a rede de negócios. O episódio enfatiza a construção da Ponte Saint Louis ou Eads Bridge, porque cruzar o rio Mississippi significaria a possibilidade de expandir a malha ferroviária para o oeste e lucrar muito com isso. Estamos diante de um grande desenvolvimento industrial, mas precisamos nos questionar: qual o preço pago para tornar a industrialização uma possibilidade?



Eads Bridge is a combined road and railway bridge over the Mississippi River connecting the cities of St. Louis, Missouri and East St. Louis, Illinois. It is located on the St. Louis riverfront between Laclede's Landing, to the north, and the grounds of the Gateway Arch, to the south. The bridge is named for its designer and builder, James Buchanan Eads.

Leia a seguir leia um pouco mais sobre o processo de industrialização dos Estados Unidos e verifique como tudo isso está muito bem descrito no episódio 3 de Gigantes da Indústria:

### **Progress, but at what cost?**

Industrial development was not new to the American way of life. Factories already dotted the landscape of New England and the mid-Atlantic states. What made the industrialization of the Gilded Age (*The period in history following the Civil War and Reconstruction (roughly the final twenty-three years of the nineteenth century), characterized by a ruthless pursuit of profit, an exterior of showiness and grandeur, and immeasurable political*

**corruption**).different from the manufacturing that was already in place at the time was the influence of new technological innovations. The transcontinental railroad, which was completed in 1869, now allowed goods to be shipped all over the country. The telegraph, which preceded the invention of the telephone, opened communication lines and instantly increased the size of the American marketplace. Now it no longer mattered if the manufacturer's plant was located in the East. Within days, the product could be transported across the country to buyers on the West coast. Although trade with Britain continued, the industrialization of America secured its national independence: With or without Britain's business, the country would thrive.

<https://www.encyclopedia.com/history/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/industrialization-america>

### **Questões para análise e reflexão:**

1) Considering the working conditions portrayed in the episode, what was the price paid for progress of the greatest majority of workers? How did the production of iron affected the workers' life during the Industrial Revolution? What risks and working conditions did workers face in factories during the Industrial Revolution?

2) How did industrialization change working-class families? Do you think the Industrial Revolution impacted working-class people in a positive or negative way?

3) In America, why were railroads such an important part of industrialization? What impact did the coming of the railroads have?

1) Levando em consideração as condições trabalho mostradas no episódio, qual foi o preço pago pela maior parte dos trabalhadores para que ocorresse o progresso? Como a produção do aço afetou a vida dos trabalhadores durante a revolução industrial? Quais riscos e condições de trabalhos trabalhadores enfrentaram nas fábricas durante a revolução industrial?

2) Como a industrialização transformou as famílias de classe trabalhadora? Você acredita que a revolução industrial impactou a classe trabalhadora de uma forma positiva ou negativa?

3) Na América, por que as linhas férreas eram parte tão importante na industrialização? Qual o impacto da chegada dessa linha férrea teve?