



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA- CAMPUS I  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 60

Anderson Amorim Santos Silva

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**CÂMERA TÉRMOGRÁFICA DE BAIXO CUSTO QUE ENXERGA O  
INFRAVERMELHO EMITIDO POR DETERMINADOS CORPOS**

Salvador  
2022

Anderson Amorim Santos Silva

## CÂMERA TÉRMOGRÁFICA DE BAIXO CUSTO QUE ENXERGA O INFRAVERMELHO EMITIDO POR DETERMINADOS CORPOS

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: Câmera termográfica de baixo custo que enxerga o infravermelho emitido por determinados corpos, vinculado ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Ensino de Física do Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Campus I, Universidade do Estado da Bahia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr José Carlos Oliveira de Jesus  
(DCET-I / UNEB)

Salvador  
2022

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Agradeço a minha família, em especial minha esposa Itana por todo incentivo principalmente em relação aos estudos, a minha filha Letícia por ser minha fonte de inspiração, aos meus pais por toda educação e ensinamentos e aos meus irmãos por sempre serem uma fonte de apoio.

Aos meus colegas de turma mais em especial ao amigo André Russo por sempre está disponível, ajudando e incentivando.

Agradeço ao professor Dr. José Carlos Oliveira de Jesus por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com compromisso, incentivo e total dedicação.

Agradeço aos professores e professoras, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Agradeço a todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Agradeço à universidade do Estado da Bahia(UNEB).

Agradeço à Sociedade Brasileira de Física -SBF.

Por fim, ressalto que este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, a quem também agradeço.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	5
1.PLANEJAMENTO DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	5
2.SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	7
2.1 1ª e 2ª AULAS .....	7
2.1.1 Vídeo 01 - Radiações: Infravermelho e Ultravioleta.....	7
2.1.2 Vídeo 02 - O espectro eletromagnético - Canal da Física .....	7
2.1.3 Vídeo 03 - O Zero Absoluto - Canal da Física .....	7
2.1.4 Vídeo 04 - Planck, a Física Quântica e a Catástrofe do Ultravioleta .....	8
2.1.5 Vídeo 05 - Veja como funciona uma câmera térmica .....	8
2.2 3ª E 4ª AULAS .....	10
2.2.1 Espectro Eletromagnético.....	10
2.2.2 Radiação Infravermelha.....	12
2.2.3 Termografia Por Infravermelho.....	14
2.2.4 Emissividade.....	15
2.2.5 Emissão Térmica No Problema Do Corpo Negro .....	16
2.2.6 Câmera Termográfica .....	17
2.3 5ª AULA .....	20
2.4 6ª AULA.....	23
2.5 PRODUTO EDUCACIONAL .....	23
2.6 7ª AULA.....	29
REFERÊNCIAS .....	31
APÊNDICE A- PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA OS PLANOS DE AULAS.....	32

## **APRESENTAÇÃO**

Caro professor,

Este trabalho fala da construção de uma Câmera Termográfica de baixo custo, a partir de uma Webcam. O objetivo principal é tratar alguns conteúdos de física antes de construir o produto, falar sobre o Espectro eletromagnético, construir um conhecimento sobre Radiação infravermelha relacionando esses assuntos com a construção do produto buscando deixar as aulas mais atrativas.

Quando se fala em aprender física existe uma certa resistência por parte dos alunos, por isso a inovação e a busca por formas para que esse aprendizado seja mais interessante, se fazem necessários para o ensino em geral.

A tecnologia tem sido uma grande ferramenta na educação e durante a pandemia foi ainda mais potencializada, portanto o uso desse recurso é inevitável de agora em diante quando o objetivo é construção do conhecimento.

## 1. PLANEJAMENTO DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional é uma Câmera Termográfica construído para ser utilizado com alunos do 3º ano do Ensino Médio e Turmas de Educação de Jovens e Adultos do 3º ano do Ensino Médio. O Produto foi utilizado durante as aulas com alunos do 3º ano do ensino médio, explorando principalmente o conteúdo que fala da Radiação Infravermelha emitida pelos objetos, porém exploramos outros conteúdos também.

A seguir apresenta-se um quadro com as atividades realizadas, e a carga horária utilizada em cada aula, sendo somente um exemplo ao que pode ser utilizado, porém sendo flexível para devidas adaptações para realidades diversas.

Quadro 1 – Cronograma das atividades realizadas no Produto educacional

<b>AULA</b>	<b>ATIVIDADE</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>CARGA HORÁRIA</b>
Aula 01	Assistir 05 vídeos de conteúdos de física e depois responder um questionário	Compreender e relembrar alguns conteúdos e a partir disso identificar alguns conhecimentos prévios do estudo de física.	50 minutos
Aula 02	Questionário Prévio	Responder algumas perguntas de conteúdos de física a partir dos vídeos (Curtos) assistidos.	50 minutos
Aula 03	Aula expositiva, comentário e explicação dos conteúdos dos vídeos sempre enfatizando a construção do produto.	Definir o Espectro eletromagnético, Radiação Infravermelha, Zero Absoluto, Câmera Termográfica e outros conteúdos.	50 minutos
Aula 04	Aula expositiva, comentário e explicação dos conteúdos dos vídeos sempre enfatizando a construção do produto.	Definir, Espectro eletromagnético, Radiação Infravermelha, Zero Absoluto, Câmera Termográfica e outros conteúdos.	50 minutos
Aula 05	Realização de questionários após as aulas 03 e 04.	Identificar e conhecer os conhecimentos acerca dos conteúdos explanados durante as aulas 01,02,03 e 04.	50 minutos

Aula 06	Nesse momento seguimos com a transformação da webcam em Câmera Termográfica (Construção do produto) e realização de alguns experimentos.	Mostrar o passo a passo de transformação (construção) da Webcam em Câmera Termográfica. Realizar experimentos (Exemplo: Experimento com ferro de solda) Observar funcionamento do produto construído.	50 minutos
Aula 07	Realização de questionário depois de observado os experimentos com o produto educacional.	Responder questionários depois de observação dos experimentos realizados na aula anterior.	50 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor

## 2. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### 2.1 1ª e 2ª AULAS

**Objetivo:** Compreender e relembrar alguns conteúdos e a partir disso identificar alguns conhecimentos prévios do estudo de física.

**Situação Inicial:** Assistir 05 vídeos de conteúdos de física e depois responder um questionário.

#### 2.1.1 Vídeo 01 - Radiações: Infravermelho e Ultravioleta

Disponível em <[https://www.youtube.com/watch?v=tep-1Iz\\_jl4](https://www.youtube.com/watch?v=tep-1Iz_jl4)>. Acesso em 26/09/2022.

A radiação infravermelha que também pode ser chamada de radiação térmica é uma energia emitida pela matéria sob a forma de ondas eletromagnéticas que se encontram no espectro eletromagnético e com um comprimento de onda acima da luz visível e abaixo da micro-ondas. A intensidade da radiação infravermelha está relacionada com a temperatura da fonte geradora, sendo que todos os corpos acima de 0 kelvin (Zero absoluto,  $273^{\circ}\text{C}$ ) conseguem emitir radiação eletromagnética.

#### 2.1.2 Vídeo 02 - O espectro eletromagnético - Canal da Física

Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=28JVQrLCFtM.>> Acesso em 26/09/2022.

O espectro eletromagnético se dá pela organização e classificação dos comprimentos de ondas que acontecem através do nível de energia que está relacionado com sua frequência e seu comprimento. Em relação a uma onda eletromagnética ainda podemos destacar a amplitude e velocidade de propagação aspectos importantes na hora de descrever o tipo de onda a ser estudada. As ondas eletromagnéticas possuem uma velocidade que se iguala a velocidade da Luz, sendo essa representada por 300 000 km/s.

#### 2.1.3 Vídeo 03 - O Zero Absoluto - Canal da Física

Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=YvDjFqjtNFM.>> Acesso em 26/09/2022.

Defini-se como zero absoluto o limite inferior de temperatura na natureza, que corresponde à menor temperatura possível a ser atingida e equivale a  $-273,15\text{ °C}$  ou  $0\text{ K}$ , e que esse valor ainda é inatingível.

#### **2.1.4 Vídeo 04 - Planck, a Física Quântica e a Catástrofe do Ultravioleta**

Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=9B0IPNJF9pg>>. Acesso em 26/09/2022.

Segundo, **Max Planck** a energia eletromagnética poderia ser emitida em pacotes de energia proporcionais a frequência como diz a Lei de Planck.

#### **2.1.5 Vídeo 05 - Veja como funciona uma câmera térmica**

Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=PhsD5StfRfo>>. Acesso em 26/09/2022.

Toda câmera termográfica funciona através de sensores, esses sensores conseguem alterar a sua resistência elétrica com a finalidade de permitir a passagem da radiação infravermelha. A resistência consegue relacionar as temperaturas identificadas a cores, e essas combinações de cores geram imagens que o olho humano consegue enxergar.



### Questionário de Aprendizagem – Pré-teste- Atividade 1

- 1) A partir do vídeo 01, Radiações: Infravermelho e Ultravioleta, faça um comentário do que você entendeu por Radiação, através de áudio pelo grupo do Whatsapp. O link do vídeo está em anexo na próxima página.
- 2) A partir do vídeo 02, O espectro eletromagnético, faça um comentário do que você entendeu por espectro eletromagnético, através de áudio pelo grupo do Whatsapp. O link do vídeo está em anexo na próxima página.
- 3) A partir do vídeo 03, O Zero Absoluto, faça um comentário do que você entendeu por Zero Absoluto, através de áudio pelo grupo do Whatsapp. O link do vídeo está em anexo na próxima página
- 4) A partir do vídeo 04, Planck, a Física Quântica e a Catástrofe do Ultravioleta, faça um comentário do que você entendeu do vídeo, através de áudio pelo grupo do Whatsapp. O link do vídeo está em anexo na próxima página
- 5) A partir do vídeo 05, Veja como funciona uma câmera térmica, faça um comentário do que você entendeu sobre o vídeo, através de áudio pelo grupo do Whatsapp. O link do vídeo está em anexo na próxima página.

## 2.2 3ª E 4ª AULAS

**Objetivo:** Definir o Espectro eletromagnético, Radiação Infravermelha, Zero Absoluto, Câmera Termográfica e outros conteúdos.

**Situação Inicial:** Aula expositiva, comentário e explanação dos conteúdos dos vídeos sempre enfatizando a construção do produto.

### 2.2.1 Espectro Eletromagnético

O espectro eletromagnético se dá pela organização e classificação dos comprimentos de ondas que acontecem através do nível de energia que está relacionado com sua frequência e seu comprimento. Em relação a uma onda eletromagnética ainda podemos destacar a amplitude e velocidade de propagação aspectos importantes na hora de descrever o tipo de onda a ser estudada. As ondas eletromagnéticas possuem uma velocidade que se iguala a velocidade da Luz, sendo essa representada por 300 000 km/s.

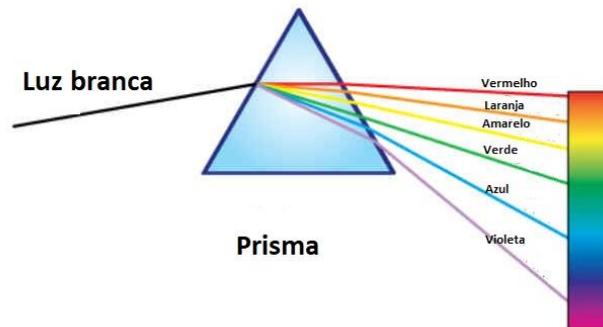
Todas as radiações existentes no universo se encontram no espectro, e temos, por exemplo, as ondas de rádio, micro-ondas, luz visível, infravermelho, ultravioleta, raios X e raios gama. As ondas de raio Gama têm a frequência mais alta e as ondas de rádio possuem a frequência mais baixa.

A luz visível a qual conseguimos enxergar se encontra praticamente no meio do espectro e representa uma parte bem pequena em relação ao todo e tem muita semelhança ao infravermelho, sendo, por exemplo, a luz visível branca uma combinação de luzes (cores) de diferentes comprimentos de onda no espectro eletromagnético.

A combinação das luzes, vermelha, laranja, amarela, azul, verde, índigo e violeta através de uma combinação formam a luz branca sendo essa a única parte do espectro que o olho humano consegue enxergar sem ajuda de nenhum equipamento. Uma filtragem dessa mistura é que dá cor aos objetos, a exemplo disso explica-se porque enxergamos o céu azul, por conta da filtragem de boa parte dos comprimentos de ondas de luz branca e vermelha que vem do sol, através das moléculas de ar.

A seguir temos a imagem de um prisma representando a luz branca sendo dividida em cores.

Figura 1 – Prisma da Composição de Cores

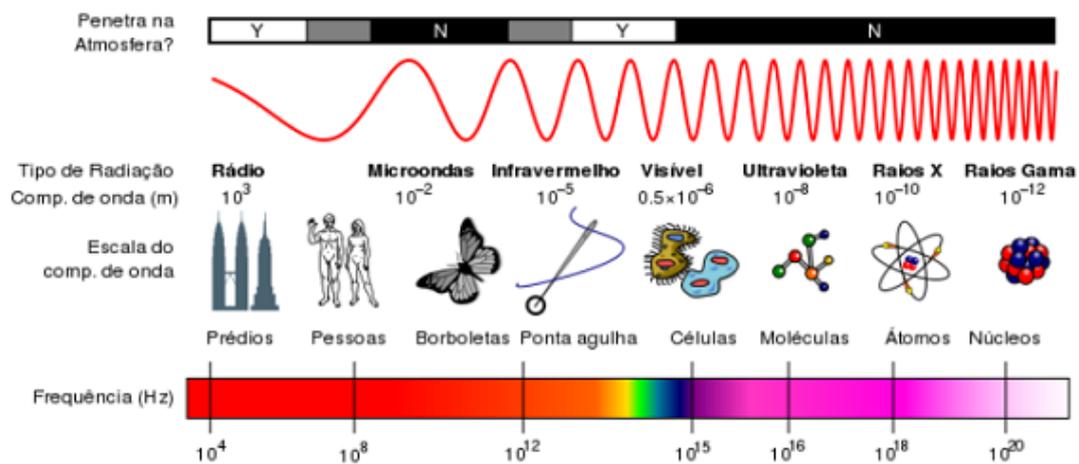


Fonte: Equipe Portal São Francisco

O olho humano consegue perceber diferentes comprimentos de onda como já havíamos falado anteriormente, porém existem limitações que se aproximam de  $0,4 \mu\text{m}$  para a cor violeta e  $0,7 \mu\text{m}$  para cor vermelha e nesse intervalo estão às outras cores do espectro visível como enxergamos no arco-íris, como temos na representação da figura anterior.

Através da representação do espectro na figura a seguir temos as divisões das ondas existentes e suas respectivas frequências.

Figura 2 - Espectro Eletromagnético



Fonte: <https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images>

A esquerda do espectro visível se encontra o infravermelho que tem um comprimento de onda maior, porém uma frequência mais baixa, essas energia são visualizadas em forma de calor.

Como exemplo de outras Energias com frequência baixa pode-se citar, as micro-ondas e as ondas de rádio.

A direita do espectro tem os raios gama, raios x e o ultravioleta, enquanto que as radiações que estão a esquerda não são prejudiciais a saúde os raios que se encontram a direita do espectro já são bem prejudiciais por conta das altas frequências.

Como exemplo disso têm os raios UV provenientes da luz do sol, raios X e o mais prejudicial os raios Gama.

A seguir temos em destaque o comprimento da Luz visível 0,42 – 0,78  $\mu\text{m}$ , Infravermelho onda média 2- 5  $\mu\text{m}$ , Infravermelho Onda longa 7,5-14  $\mu\text{m}$  e Onda curta 1-2,5  $\mu\text{m}$ .

### **2.2.2 Radiação Infravermelha**

O astrônomo Willian Herschel (1798-1822) foi quem descobriu a radiação infravermelha baseado em estudos elaborados por Isaac Newton, utilizando um prisma para observar as cores que possuíam maior temperatura, quando seus feixes incidiam sobre um termômetro, chegando a conclusão que a região de frequência menor que a da luz vermelha era a de maior temperatura, daí o nome infravermelho, por conta frequência da radiação ser menor que a emitida pela luz vermelha.

A radiação infravermelha que também pode ser chamada de radiação térmica é uma energia emitida pela matéria sob a forma de ondas eletromagnéticas que se encontram no espectro eletromagnético e com um comprimento de onda acima da luz visível e abaixo da micro -ondas. A intensidade da radiação infravermelha está relacionada com a temperatura da fonte geradora, sendo que todos os corpos acima de 0 kelvin (Zero absoluto, 273°C) conseguem emitir radiação eletromagnética.

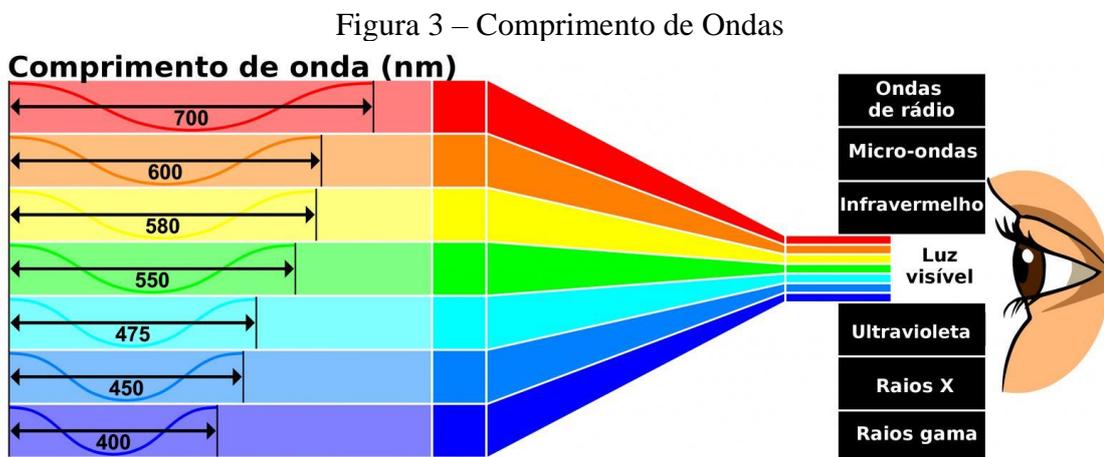
Como a radiação infravermelha é um tipo não ionizante, ou seja, de baixa frequência, baixa energia e por apresentar frequência menor que a da luz vermelha não pode ser enxergada pelo olho humano sem ajuda de um equipamento específico, por isso dizemos que não está dentro do espectro eletromagnético visível.

Segundo Chrzanowski (2001), por conta das temperaturas encontradas no planeta, quase toda emissão de radiação faz parte do infravermelho a exemplo disso temos o Sol, onde a maior produção das ondas eletromagnéticas se encontra na faixa do infravermelho, sendo essa produção na casa dos 50%, e os outros 50% divididos em: 40% de luz visível e 10% de

radiação ultravioleta. Boa parte dos raios solares que atingem a terra conseguem chegar até a superfície terrestre, e parte desses raios é refletido em forma de IV.

A radiação oriunda do Sol não é prejudicial a saúde humana por conta da sua frequência que é baixa, porém pode causar queimaduras na pele, quando a exposição é muita. O corpo humano também emite radiação infravermelha, por exemplo, quando uma pessoa está com febre é possível enxergar que sua temperatura está aumentada através de uma câmera termográfica, por conta de que quanto maior for a temperatura de um corpo maior será a emissão de radiação IV.

A figura a seguir, nos mostra que as ondas eletromagnéticas são caracterizadas pela frequência ( $\mathrm{f}$ ) e pelos comprimentos de onda( $\lambda$ ) e na ilustração destacamos esses comprimentos.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br>

O comprimento de onda do infravermelho está entre "1  $\mu\text{m}$  (1 x 10<sup>-6</sup>m) e 1 mm (1 x 10<sup>-3</sup>m)" e como está associada ao calor esse tipo de radiação acontece por conta da vibração das moléculas que acaba gerando oscilações nas cargas elétricas.

A radiação infravermelha é emitida por objetos quentes, apesar de não poder ser vista pode ser sentida em forma de calor e para que possa ser vista é necessário a utilização de uma câmera Térmica.

Outros objetos como ferro de passar roupa, ferro de solda, uma churrasqueira elétrica, quando em funcionamento emitem essa radiação IV.

Na medicina, por exemplo, é muito utilizado lâmpadas IV, na Engenharia, muito se utiliza Câmeras que conseguem enxergar, partes que estão super. aquecidas nas redes

elétricas, na tecnologia temos como exemplos os mouse de computador, os leitores de código de barras e até mesmo os controles das TVs que utilizam os raios infravermelhos.

Sabemos que existem várias formas de energia, como térmica, mecânica, cinética, potencial, elétrica, magnética, química e nuclear e segundo (ÇENGEL e GHAJAR, 2011) a soma delas constitui a energia total de um Sistema.

### **2.2.3 Termografia Por Infravermelho**

A Termografia por infravermelho é uma técnica que determina a temperatura emitida por Radiação infravermelha através de imagens, técnica não invasiva e tem como principal objetivo medir a temperatura e a distribuição de calor nos objetos. Para analisar a temperatura e o nível de radiação infravermelha dispensada por qualquer corpo se faz necessário a utilização de uma Câmera Termográfica que por sua vez é capaz de emitir termogramas que são as fotos produzidas por essas máquinas.

A temperatura de um corpo é diretamente proporcional ao grau de excitação das moléculas, ou seja, quanto maior for a agitação molecular maior será a radiação emitida. Assim podemos medir a temperatura de um objeto através da radiação emitida, segundo (SANTOS, 2012) sem a necessidade de um contato físico. Os termovisores utilizados nas inspeções termográficas tem a capacidade de nos informar através de imagens as cores que representam regiões mais frias e regiões mais quentes, e os termovisores que atendem o sistema elétrico utilizam detectores que trabalham na faixa do infravermelho

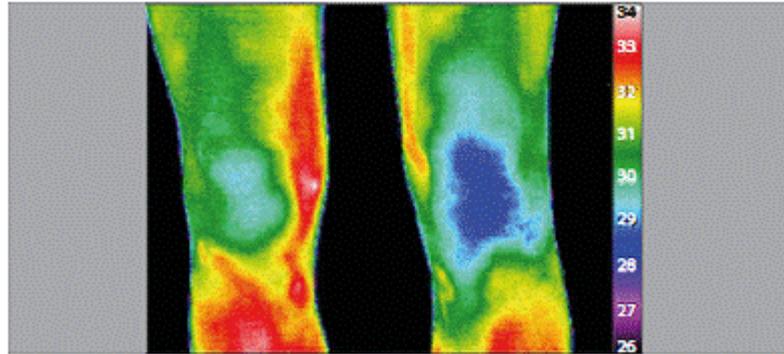
Segundo (PELIZZARI et al., 2006), vários setores, como a engenharia, industrial, elétrica, automotiva, outros e até a medicina tem utilizado a Termografia recurso para a prevenção e manutenção. Na indústria, por exemplo, podemos citar algumas aplicações termográficas como, aquecimento de componentes elétricos, falhas em motores elétricos, detecção de vazamentos em tanques, em tubulações, prevenção contra incêndios, etc.

Na medicina já são realizados exames utilizando a Câmera Termográfica, a todo instante o ser humano libera diferentes tipos de energia no comprimento de onda do infravermelho, então por conta da termografia não ser invasiva e não radioativa se torna uma técnica muito segura que é capaz de analisar funções fisiológicas relacionadas ao controle da temperatura da pele que é um órgão regulador da temperatura corporal.

Apesar da Termografia não mostrar anomalias no corpo humano é capaz de determinar alterações no fluxo sanguíneo através dos termogramas produzidos.

Através das imagens a seguir é possível enxergar regiões do corpo com cores diferentes representando uma diferença de temperatura em diferentes áreas do corpo (pernas).

Figura 4 – Imagem Termográfica de Condropatia Patelar Grau III em joelho esquerdo



Fonte: CÔRTE, HERNANDEZ, 2016

Através da termografia é possível fazer a análise da temperatura das áreas a serem examinadas determinando quais partes encontram-se com temperaturas mais altas e mais baixas.

#### 2.2.4 Emissividade

A emissividade ( $\epsilon$ ) é a capacidade que um corpo tem de emitir radiação. Essa taxa está diretamente ligada ao comprimento de onda, da observação em relação a superfície em questão e da temperatura. Para (ÇENGEL & GHAJAR, 2011) a emissividade de uma superfície é a razão entre a radiação emitida pela superfície a determinada temperatura e a radiação emitida por um corpo negro com temperatura igual. Essa emissividade pode ser representada através do intervalo,  $0 \leq \epsilon \leq 1$ , sendo essa emissividade,  $\epsilon = 1$ , o valor que a superfície se aproxima de um corpo negro.

O intervalo que compões a emissividade diz que o limite igual a 0 zero representa um refletor perfeito e 1 (um) para o emissor perfeito, no caso o corpo negro. A emissividade pode variar com a direção de observação relativa à superfície, com o comprimento de onda e com a temperatura da superfície (GAUSSORGUES, 1994). A seguir temos uma tabela com a emissividade de alguns materiais.

Tabela 1 – Emissividade dos produtos

Material	Emissividade	Material	Emissividade
Madeira	0.85	Papel negro	0.86
Água	0.96	Policarbonato	0.8

Ladrilho	0.75	Concreto	0.97
Aço inoxidável	0.14	Óxido de cobre	0.78
Fita	0.96	Ferro fundido	0.81
Placa de alumínio	0.09	Óxido	0.8
Placa de cobre	0.06	Gesso	0.75
Alumínio negro	0.95	Pintura	0.9
Pele humana	0.98	Goma	0.95
Asfalto	0.96	Terra	0.93
PVC	0.93		

Fonte: Adaptado de Vortex Equipamentos, 2016.

O conhecimento da emissividade de alguns materiais é de extrema importância na hora de uma inspeção para se evitar erros. Segundo Madding (2003), as leituras feitas pelos termovisores dependem diretamente da emissividade por conta da leitura que não é feita através da temperatura e sim da radiação emitida. Portanto a superfície do corpo em questão influencia muito na hora da leitura dessa radiação infravermelha.

## 2.2.5 Emissão Térmica No Problema Do Corpo Negro

Lei de Planck da Distribuição de Energia do Corpo Negro

Para (Chrzanowski, 2001), qualquer objeto ou corpo que se encontra com uma temperatura acima do zero absoluto (0k) emite radiação térmica por conta da agitação das moléculas. Quanto maior for a temperatura de um objeto maior será a radiação emitida por ele, daí a Lei de Planck descreve a distribuição espectral da radiação ( $M\lambda b$ ), emitida por um corpo negro ( $b$ ), a uma determinada temperatura ( $T$ ), por unidade de área, por unidade de comprimento de onda ( $\lambda$ ). A fórmula a seguir representa a Lei de Planck:

$$M\lambda b(T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5(ehc/\lambda kT - 1)}, \text{ sendo} \quad (1)$$

$M\lambda b$  [W.m<sup>-2</sup>.μm<sup>-1</sup>] é a exitância radiante espectral do Corpo Negro

$h$  [J.s] é a constante de Planck = 6,6260755 x 10 [J.s]

$c$  [m.s<sup>-1</sup>] é a velocidade da luz no vácuo = 2,99792458 x 10 [m.s<sup>-1</sup>]

$\lambda$  [m] é o comprimento de onda

$k$  [J.K<sup>-1</sup>] é a constante de Boltzmann = 1,380658 x 10 [J.K<sup>-1</sup>]

$T$  [K] é a temperatura absoluta do Corpo Negro.

### 2.2.6 Câmera Termográfica

Como sabemos o olho humano não consegue enxergar todas as radiações que existe, a menos que um objeto se encontre a uma temperatura muito elevada que é o caso, por exemplo, de um carvão em brasa ou quando aquecemos um pedaço de ferro que parece está aceso. Segundo (FLIR, 2016), as câmeras termográficas, também podem ser chamadas de termovisores.

No espectro visível não conseguimos visualizar a radiação infravermelha, daí vem a necessidade de um equipamento específico que no caso é câmera termográfica.

Muniz e Mendes (2019, p. 25) explicam que:

A termografia por infravermelho, que opera na faixa da radiação infravermelha, é uma técnica de aquisição e análise de informações térmicas a partir de imagens obtidas a distância, ou seja, sem contato. Emprega instrumentos denominados termovisores ou câmeras termográficas.

A ideia principal da termografia é informar a temperatura de diferentes áreas de um corpo, que pode ser um objeto, ou até mesmo um animal. Segundo, Gogoni (SD) é basicamente uma forma artificial de enxergar a luz no espectro infravermelho que é invisível ao olho humano, e identificar calor.

Uma Câmera termográfica é um dispositivo que tem o poder de transformar a Radiação infravermelha emitida por objetos em imagens e assim é possível enxergarmos a radiação que um determinado corpo emite. As imagens geradas por uma câmera termográfica são chamadas de termogramas porém um objeto só consegue emitir radiação infravermelha se tiver uma temperatura maior que o Zero absoluto ( $-273^{\circ}\text{C}$ ).

Para (CHILTON, 2014), uma Câmera Termográfica nada mais é que um sensor infravermelho que detecta a radiação infravermelha emitida pelos corpos e que é capaz de medir o calor emitido por objetos.

Na imagem a seguir temos um exemplo de uma câmera termográfica.

Figura 5 - Câmera Termográfica



Fonte: Teledyne Flir (2019).

Usando a câmera de imagem térmica, problemas de isolamento e outras anomalias de construção podem ser claramente visíveis. As medidas corretivas são realizadas rapidamente para economizar energia. Uma câmera termográfica é especialmente interessante para uso no local, para realizar inspeções de instalações e máquinas, bem como tarefas de segurança.

No site da Teledyne Flir (2019, p. 3) está descrito que:

O valor do sinal a cada temperatura é capturado pelo software de calibração, e cada par de valores de sinal e temperatura é representado ao longo de uma curva, que tem sua equação baseada em um modelo físico. Esses dados são então carregados na câmera, o que faz com que ela seja calibrada conforme as especificações de precisão.

Uma câmera de imagem térmica é usada não apenas para medir o vazamento de calor, mas também é comumente usada para manutenção interna, para verificar instalações solares e para manutenção de máquinas e instalações em quase todos os setores da indústria. A câmera termográfica é uma ferramenta muito importante para artesãos, construtores, arquitetos e especialistas. Além disso, por meio de um termovisor, podem ser verificadas as características térmicas das características de produtos e peças em institutos de pesquisa e desenvolvimento (FLUKE ACADEMY, 2021).

À medida que a termografia se desenvolveu, o termovisor se adaptou a esse desenvolvimento. As câmeras tornaram-se menores, mais fáceis de operar e mais baratas. Devido ao seu pequeno tamanho tem mobilidade absoluta. Esta câmara termográfica distingue-se pelo seu fácil manuseamento mesmo por pessoas não especialistas. Estamos continuamente expandindo nosso portfólio de novas câmeras termográficas (AXIS COMMUNICATIONS, 2021).

### 2.2.6.1 Funcionamento de uma câmera termográfica

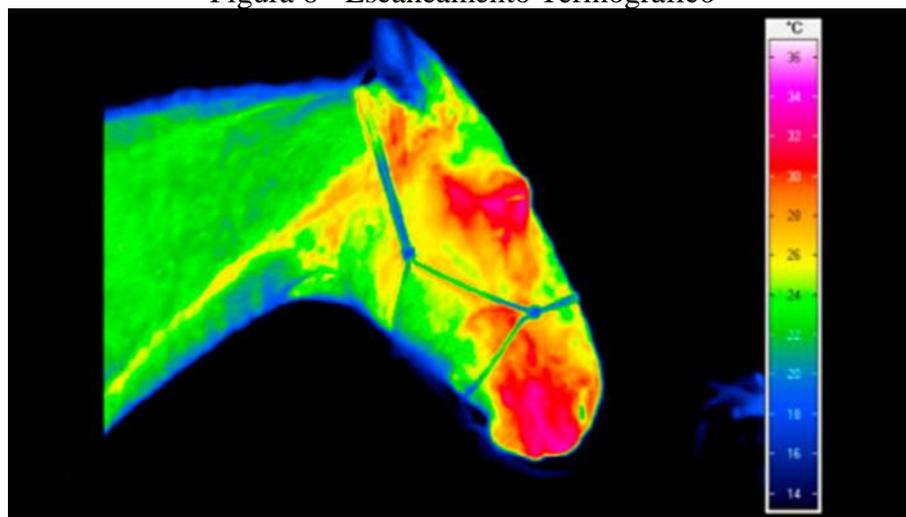
Através de relatos históricos foi possível obter a informação de que a primeira câmera termográfica surgiu em 1948 e era capaz de registrar uma imagem em 20 minutos, segundo a revista de pesquisa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), e graças aos avanços tecnológicos hoje temos equipamentos que entregam imagens em questão de segundos.

Toda câmera termográfica funciona através de sensores, esses sensores conseguem alterar a sua resistência elétrica com a finalidade de permitir a passagem da radiação infravermelha. A resistência consegue relacionar as temperaturas identificadas a cores, e essas combinações de cores geram imagens que o olho humano consegue enxergar.

As imagens geradas por uma câmera termográfica que chamamos de Termogramas utilizam composição de cores, mas que a princípio utiliza tons de cinza, a cor preta para objetos com temperatura mais frios e a cor branca para objetos mais quentes. De acordo com (MENDONÇA, 2005), a Câmera produz imagens através de cálculos de temperatura.

A seguir temos a imagem da cabeça de um cavalo, onde podemos observar as diferentes cores que representam temperaturas diferentes em diversas áreas.

Figura 6 - Escaneamento Termográfico



Fonte: Tecnoblog, 2020.

Nessa imagem é possível observar a diversidade de cores, indicando as regiões mais quentes e as mais frias, as cores azul e verde representam uma temperatura mais baixa enquanto as cores laranja, vermelho e lilás representam o local de temperatura mais alta, na escala ao lado é possível observar as cores e as respectivas temperaturas.

Segundo, Gogoni (SD), tem câmeras que utilizam até dois tipos de sensores, os refrigerados, que ficam em uma caixa selada e geralmente são resfriados por hidrogênio e os que trabalham a temperatura ambiente, porém todos com o mesmo objetivo, captar o infravermelho.

Ainda de acordo com Gangoni (SD) a câmeras termográficas que utilizam os sensores refrigerados trabalham a baixas temperaturas, são mais caras, por apresentar grandes capacidades de produzir termogramas de alta qualidade sendo possível alcançar grandes distâncias. Já o segundo tipo são mais baratas e não apresentam uma boa qualidade de resolução dos termogramas.

A imagem a seguir apresenta uma Câmera Termográfica da fabricante FLIR, se trata do modelo GF 620, um equipamento que apresenta alta capacidade.

### 2.3 5ª AULA

**Objetivo:** Identificar e conhecer os conhecimentos a cerca dos conteúdos esplanados durante as aulas 01,02,03 e 04.

**Situação Inicial:** Realização de questionários após as aulas 03 e 04.



## Questionário de Aprendizagem- Atividade 2

Identificação do aluno:

A partir do que foi proposto e discutido nas aulas anteriores, dos vídeos assistidos e de tudo que foi produzido durante a atividade 1, responda as questões a seguir.

- 1- De acordo com a temperatura do corpo humano, a única forma de radiação que somos capazes de emitir é a:
  - a) Infravermelha
  - b) Micro-ondas
  - c) Ultravioleta
  - d) Ondas de rádio
- 2- O controle remoto de Tv é um emissor de ondas eletromagnéticas, nesse caso estamos falando de que tipo de onda?
  - a) Micro -ondas
  - b) Radiação Infravermelha
  - c) Raio X
  - d) Luz visível
- 3- Classifique a afirmação a seguir em VERDADEIRA ou FALSA. É possível um corpo atingir o zero absoluto ( $0K = -273,15^{\circ}C$ ).
  - a) VERDADEIRA
  - b) FALSA

- 4- Classifique a afirmação a seguir em VERDADEIRA ou FALSA. O infravermelho localiza-se ao lado da luz visível. Assim, apesar de não poder ser visto a olho nu, o infravermelho pode ser visto através de equipamentos.
- a) VERDADEIRA
  - b) FALSA.
- 5- Um equipamento que pode nos ajudar a enxergar a radiação infravermelha emitida por objetos é:
- a) Binóculo
  - b) Óculos 3D
  - c) Máquina de Raio X
  - d) Câmera Termográfica
- 6- Classifique a afirmação a seguir em VERDADEIRA ou FALSA. Uma Câmera termográfica possui sensores capazes de transformar a imagem do calor emitido por um objeto ou ser vivo em imagem visível ao olho humano.
- a) VERDADEIRA
  - b) FALSO
- 7- Classifique a afirmação a seguir em VERDADEIRA ou FALSA A equação de Planck diz que: Qualquer radiação eletromagnética está associada a uma determinada energia.
- a) VERDADEIRA
  - b) FALSA

## 2.4 6ª AULA

**Objetivo:** Mostrar o passo a passo de transformação (construção) da Webcam em Câmera Termográfica. Realizar experimentos (Exemplo: Experimento com ferro de solda) Observar funcionamento do produto construído.

**Situação Inicial:** Nesse momento seguimos com a transformação da webcam em Câmera Termográfica( Construção do produto) e realização de alguns experimentos.

## 2.5 PRODUTO EDUCACIONAL

Para a construção do produto educacional em questão foi necessário basicamente uma câmera do tipo webcam, da marca Multilaser, modelo WC045 Plug e Play. Foi necessário desmontar a Câmera e retirar o filtro infravermelho que fica preso a lente, filtro esse que está presente na maioria das câmeras comuns.

Os objetos e seres vivos sempre estão emitindo radiação infravermelha, pois estão a uma temperatura acima de 0 kelvin (Zero Absoluto), a temperatura média do corpo humano por exemplo está na faixa dos 37°C. Apesar dos corpos emitirem radiação nós não conseguimos enxergar essa radiação a menos que tenhamos um equipamento que nos permita, aí surge a Câmera Térmica.

O principal objetivo de uma Câmera termográfica é fazer com que nós consigamos enxergar o infravermelho emitido algo que não conseguimos fazer a olho nu e a ideia principal desse trabalho foi criar uma Câmera Termográfica de baixo custo e que consiga mostrar a radiação através de imagens.

A seguir segue as características e especificações técnicas da webcam WC045. Todas as informações foram retiradas do site do fabricante cujo endereço eletrônico é <https://www.multilaser.com.br/>.

Figura 7 - Webcam Multilaser WC045



Fonte: Adaptado de <https://www.multilaser.com.br/>

### Especificações

- Botão Snapshot para fotos
- Microfone Embutido
- Tecnologia: Plug&Play
- Imagem e som digitais para melhor qualidade

### Especificações Técnicas

- Campo de Visão: 95°
- Tipo de Foco: Manual
- Tipo de Lente: Plástico
- Comprimento Do Cabo: 1,58m
- Microfone Embutido: Sim
- Conexão: USB Com Fio
- Cor: Preto
- Resolução de vídeo: 480p 16mp

### Compatibilidade

- MacOS, Windows, Linux

### Itens Inclusos

- 1 Webcam 480p
- 1 manual

### Dimensões e Peso

- Dimensão (L x A x C): 56.0 x 71.0 x 53.0cm
- Peso: 106g

### Garantia

- 36 meses

As fotos a seguir mostram a Webcam sendo desmontada.

Figura 8 – Webcam Multilaser Wc045 Antes De Ser Desmontada



Fonte: Próprio Autor

Na imagem da figura 18 temos a lente da webcam que foi retirada para a remoção do filtro infravermelho.

Figura 9 – Lente Da Câmera



Fonte: Próprio Autor

Na imagem a seguir temos o filtro infravermelho da lente que é essa peça de cor vermelha. Foi utilizada uma pinça metálica para retirar e segurar o filtro por se tratar de uma peça de tamanho bem pequeno medindo aproximadamente 0,5 cm.

Figura 10 - Filtro Infravermelho Em Destaque Sobre A Lente



Fonte: Próprio Autor

A imagem a seguir mostra a peça (Filtro infravermelho) segurada por uma pinça metálica.

Figura 11 - Filtro Infravermelho Em Destaque Na Pinça



Fonte: Próprio Autor

Depois do filtro retirado a câmera passou enxergar todas as coisas praticamente na mesma cor, isso por conta da captação de todas as cores e o infravermelho, porém, se algum objeto for aquecido a uma alta temperatura, o mesmo passará a ser observado com um tom de luminosidade semelhante a uma lâmpada.

A seguir temos duas imagens de um ferro de solda, a primeira imagem apresenta o ferro sem estar aquecido e a segunda imagem já aparece o ferro a uma alta temperatura.

A seguir são apresentadas imagens realizadas pela Câmera Termográfica de baixo custo funcionando e em contrapartida são apresentadas também imagens realizadas a imagem feita também por uma câmera comum de um aparelho smartphone.

A imagem a seguir foi feita por um aparelho da Marca Apple de modelo Iphone 12 a fim de comparação com a imagem feita pela Câmera Termográfica de baixo custo.

Na figura 12 temos os equipamentos que foram utilizados durante o experimento com o ferro de solda e uma imagem que possibilita a comparação das fotografias feitas pelas duas câmeras do objeto em questão que é o ferro de solda.

Figura 12 – Imagem feita pelo smartphone Apple

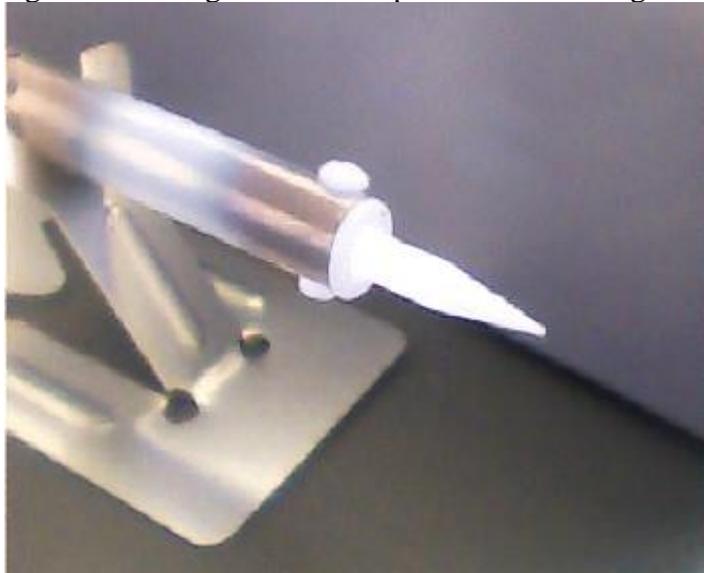


Fonte: Próprio Autor

Nessa imagem fica nítida a comparação entre duas imagens, uma realizada pelo Smartphone que não nos dá a chance de enxergar a radiação infravermelha e a imagem que aparece na tela do notebook que foi feita pela Câmera Termográfica e que nos permite enxergar o infravermelho emitido pelo ferro de solda que está em alta temperatura e aparece de forma iluminada parecendo uma lâmpada de Led.

A seguir temos uma imagem feita pela CÂMERA TERMOGRÁFICA DE BAIXO CUSTO.

Figura 13 – Imagem realizada pela câmera termográfica



Fonte: Próprio Autor

## 2.6 7ª AULA

**Objetivo:** Responder questionários depois de observação dos experimentos realizados na aula anterior.

**Situação Inicial:** Realização de questionário depois de observado os experimentos com o produto educacional.



### Questionário de Aprendizagem- Atividade 3

A partir do que foi proposto e discutido nas aulas anteriores, dos vídeos assistidos, da construção do produto ( Câmera Termográfica de baixo custo) e dos experimentos realizados, responda as questões a seguir.

- 1- Uma Câmera termográfica possui sensores capazes de transformar a imagem do calor emitido por um objeto ou ser vivo em imagem visível ao olho humano. Através do experimento com um ferro de solda que foi aquecido depois de ligado a tomada de corrente 127 V, explique como foi possível observar luminosidade mesmo o ferro não apresentando a cor laranja em sua superfície (Ponta).
- 2- O infravermelho localiza-se ao lado(abaixo) da luz visível. Assim, apesar de não poder ser visto a olho nu, o infravermelho pode ser visto através de equipamentos. Através da câmera que produzimos isso foi possível? Explique com suas palavras o funcionamento desse equipamento.
- 3- Imagine que um corpo atingisse o zero absoluto. Explique se seria possível ele emitir radiação infravermelha.

## REFERÊNCIAS

- AXIS COMMUNICATIONS; **Câmeras térmicas**. 2021. Disponível em: <[https://www.axis.com/files/sales/wp\\_thermal\\_cameras\\_pt\\_2110.pdf](https://www.axis.com/files/sales/wp_thermal_cameras_pt_2110.pdf)> Acesso em 24.10.2022.
- ÇENGEL, Yunus A.; GHAJAR, Afshin J. *Transferência de Calor e Massa*. 4. ed. Tradução de Fátima A. M. Lino. Nova York, 2011.
- CHRZANOWSKI, Krzysztof. *Non-Contact Thermometry; Measurement Errors*. 7. Ed. Varsóvia, 2001.
- CHILTON, Alexander. **The Working Principle and Key Applications of Infrared Sensors. AZO Sensors**. 2014. Disponível em: <https://www.azosensors.com/article.aspx?ArticleID=339>. Acesso em: 25 de jul. de 2022.
- CÔRTE, Ana Carolina Ramos e HERNANDEZ, Arnaldo José; **Termografia Médica Infravermelha Aplicada à Medicina do Esporte. Revista Brasileira de Medicina do Esporte** [online]. 2016, v. 22, n. 4, pp. 315-319. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1517-869220162204160783>>. Acesso em: 25 de jul. de 2022.
- FLUKE ACADEMY; **A importância da imagem térmica em programas de manutenção preditiva**. 2021. Disponível em: <[https://www.flukeacademy.com.br/blog/post/74/a\\_import%C3%A2ncia\\_da\\_imagem\\_t%C3%A9rmica\\_em\\_programas\\_de\\_manuten%C3%A7%C3%A3o\\_preditiva](https://www.flukeacademy.com.br/blog/post/74/a_import%C3%A2ncia_da_imagem_t%C3%A9rmica_em_programas_de_manuten%C3%A7%C3%A3o_preditiva)> Acesso em 24.10.2022.
- GAUSSORGUES, G. **Infrared Thermography**. Berlin: Springer, 1994.
- GOGONI, Ronaldo; **O que é uma câmera termográfica?** 2020. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-uma-camera-termografica/>. Acesso em: 25 de jul. de 2022.
- MUNIZ, Pablo Rodrigues. MENDES, Mariana Altoé; **Termografia infravermelha aplicada à manutenção elétrica: dos fundamentos ao diagnóstico**. Vitória, ES: Edifes, 2019.
- PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.
- SANTOS, L. “Classificação e Modelagem de Fatores de Influência sobre inspeções Termográficas em Ambientes Desabrigados”. 161 f. Dissertação (Doutor em Ciências em Engenharia Elétrica). 2012.
- TELEDYNE FLIR; **Como Se Calibra uma Câmera Termográfica?** 2019. Disponível em: <<https://www.flir.com.br/discover/professional-tools/how-do-you-calibrate-a-thermal-imaging-camera/>> Acesso em 24.10.2022.

## APÊNDICE A – PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA OS PLANOS DE AULAS

Essa proposta de plano de aula deve auxiliar o estudante na elaboração de seu próprio plano, listando elementos que são inelimináveis no processo de construção.

Edite o quadro abaixo, substituindo as proposições genéricas pelo texto final de seu plano. Os textos em azul ou em vermelho trazem exemplos ou comentários do que se espera de cada um dos tópicos. Na versão final, deve-se apagá-los.

Esse resumo foi elaborado a partir de Oliveira e Chadwick (2008, p. 245 - 262).

Estrutura mínima de um Plano de Aula

<b>Unidade Escolar/NTE:</b>		Colégio Estadual "Beltrano de Sicrano"/NTE 26			
<b>Federal</b> ( )	<b>Estadual</b> ( X )	<b>Municipal</b> ( )	<b>Privada</b> ( )	<b>Comunitária</b> (..)	<b>Outros</b> ( )
<b>Coordenador(a):</b>		Prof <sup>ª</sup> . Dr <sup>ª</sup> . Fulana de Beltrano (Pode ser o Diretor da Unidade ou o Professor Regente)			
<b>Componente Curricular:</b>		Física ou Ciências ou EJA			
<b>Turma:</b>	2º ano/B	<b>Ano letivo:</b>	2021		
<b>Professor responsável:</b>		Fulano Beltrano de Sicrano			
<b>Assunto:</b> de caráter mais geral, mais abrangente; um assunto pode dar lugar a vários temas		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cinemática</li> </ul>			
<b>Tema:</b> o tema está contido no assunto; o tema é um "recorte do assunto"		⇒ MRUV ⇒ Queda livre ⇒ Lançamento oblíquo Apenas um desses por aula, por exemplo, é razoável.			
<b>Objetivo geral:</b>		Promover a <b>aprendizagem significativa</b> do conceito de <b>aceleração</b>			
<b>Objetivos específicos:</b> deve-se responder à pergunta: "o que/como será ensinado nessa aula?". Os objetivos específicos devem resultar em ações concretas do professor e		Objetivo 1. Retomar o conceito de variação, intervalo.			
		Objetivo 2. Discutir instantaneidade, temporalidade			
		Objetivo 3. Apresentar situações cotidianas sobre aceleração (air bag; "freio de arrumação"; "arrancada"; elevador Lacerda)			

<p>dos alunos, visando o objetivo geral; portanto, devem começar com um verbo no <b>infinitivo</b> (compreender, identificar, organizar, contrastar, descrever, calcular, elaborar etc.). Escreva os objetivos separadamente, um por vez:</p>	<p>Objetivo 4. Explorar a composição de movimentos</p>
<p><b>Conceitos-chave:</b> listar aqui os conceitos que serão tratados na aula, <b>destacando o principal</b> para aquela atividade</p>	<p><b>aceleração;</b> velocidade, intervalo de tempo, espaço, posição inicial, velocidade inicial</p>
<p><b>Conhecimentos prévios:</b></p>	<p>listar os conhecimentos prévios e <b>subsúncões</b> necessários à aprendizagem</p> <p><b>Esse tópico não é geral;</b> refere-se somente à Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e colaboradores</p>
<p><b>Articulações culturais, sociais, tecnológicas e de inovação desejáveis:</b></p>	<p>elencar elementos organizacionais ou culturais necessários à aprendizagem. Aqui, por exemplo, é possível falar sobre falsos cognatos, variantes regionais de linguagem, diversidade, costumes, aspectos geográficos e seus desdobramentos – que sentido tem usar o vocábulo "neve" para alunos da caatinga. Aqui, cabem também aspectos técnicos/tecnológicos e de cultura, como as possibilidades de ensino de física em um alambique (caldeira, condensador, destilador, transição de fases) ou em uma casa de farinha (forno, termologia, termodinâmica), por exemplo.</p>
<p><b>Motivação:</b></p>	<p>As articulações acima se ligam a possibilidades de motivação dos alunos que o professor pode utilizar:</p> <p><b>Intelectuais:</b> conhecer resultados (aplicações, por exemplo) e objetivos, conhecer significados, participar da na escolha dos temas e elaborar projetos, participar na avaliação (devolutivas à comunidade escolar ou à comunidade externa)</p> <p><b>Emocionais:</b> é possível usar de elogios, moderadamente, e de premiações. Evitar repreensões e críticas. Permitir que se refaça tarefas e demais atividades.</p> <p><b>Sociais:</b> estimular a cooperação e a colaboração; emulação/superação, competitividade, aprovação pública, respeito às diferenças, atividade profissional/econômica, assiduidade e pontualidade,</p>

	responsabilidade e compromisso,
<b>Caracterização/descrição das atividades (estimar a duração de cada atividade):</b>	<b>individuais</b> (testes, exames, leituras, apresentações orais, coordenação de grupos)
	<b>em pequenos grupos</b> (oficinas, práticas, experimentos, elaboração de propostas, de textos, de painéis)
	<b>discussão coletiva</b> de resultados dos grupos
<b>Recursos didáticos</b>	Listar as ferramentas, materiais, instrumentos de medição, equipamentos, mídia, material impresso, filmes simulações computacionais ou analógicas etc
<b>Atividades</b> (todas as atividades devem ser justificadas a partir de conceitos da teoria de Ausubel/Moreira):	<ul style="list-style-type: none"> <li>- é preciso colocar a estimativa de <b>duração</b> de cada atividade a realizar-se durante a aula;</li> <li>- as atividades <b>devem ser ligadas aos objetivos da aula</b> e aos materiais didáticos selecionados;</li> <li>- <b>não devem ser usadas apenas para manter os alunos ocupados</b> e não devem ser meramente mecânicas, repetitivas;</li> <li>- as atividades devem ser correlacionadas, ligadas aos objetivos;</li> <li>- o professor deve sempre corrigir/avaliar as atividades, dialogar com os alunos sobre a avaliação, individualmente ou em pequenos grupos, ou com toda a turma, para grandes ações, como uma gincana, por exemplo.</li> </ul>
<b>Avaliação:</b>	<p>Questões gerais sobre avaliação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- deve estar <b>colada aos objetivos da aula</b>, da unidade de ensino, visando melhorar a aprendizagem dos alunos;</li> <li>→ Como se faz isso?</li> <li>-- adquirindo e processando evidências de aprendizagem;</li> <li>-- subsidiando o trabalho do professor, visto que, ao avaliar, verifica a eficácia de seu trabalho.</li> <li>→ O que se avalia?</li> <li>-- <b>conteúdos</b> (o que aprenderam sobre os temas tratados: conceitos, noções, ideias, métodos, analogias)</li> <li>-- <b>produtos</b> (elaboração de conteúdos e relações com conhecimentos anteriores, aplicando-os a situações concretas, notadamente as novas);</li> <li>-- <b>metacognição</b> (como o aluno regula o processo de <i>aprender a aprender</i>)</li> <li>-- <b>Comportamentos</b>, valores e atitudes</li> </ul>

---

**\*\* Práticas de avaliação:**

- 1 – observar as atividades discentes
  - 2 – Criar situações em que os alunos questionem o próprio saber, expondo suas opiniões e elaborando hipóteses ou novas questões
  - 3 – realizar devolutivas, após as correções de trabalhos, testes etc.
  - 4 – fomentar a elaboração de trabalhos individuais e coletivos
  - 5 – fomentar a expressão escrita, quer na forma de artigos quer de monografias.
  - 6 – elaboração de projetos e de relatórios de campo etc.
- 

**REFERÊNCIAS**

OLIVEIRA, João Batista Araujo e; CHADWICK, Clifton. **Aprender e ensinar**. 9. ed. Belo Horizonte: Instituto Alfa e Beto, 2008. ISBN 85-260-0690-8.