



UNEB
UNIVERSIDADE DO
ESTADO DA BAHIA



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacion
Profissional em
Ensino de Física

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

Anderson Amorim Santos Silva

Enxergando o calor: Sequência didática potencialmente significativa para o ensino de radiação infravermelha explorando uma câmera termográfica de baixo custo

Salvador
2022

Anderson Amorim Santos Silva

Enxergando o calor: Sequência didática potencialmente significativa para o ensino de radiação infravermelha explorando uma câmera termográfica de baixo custo

Dissertação apresentada ao Polo 60 do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – MNPEF da Universidade do Estado da Bahia, DCET Campus I - Salvador, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Educação básica

Orientador (a): Prof. Dr. José Carlos Oliveira de Jesus

Salvador
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Biblioteca Professor Edivaldo Machado Boaventura – UNEB – Campus I

Bibliotecária: Célia Maria da Costa - CRB-5/918

S586e Silva, Anderson Amorim Santos
Enxergando o calor: Sequência didática potencialmente significativa para o ensino de radiação infravermelha explorando uma câmera termográfica de baixo custo / Anderson Amorim Santos Silva. – Salvador, 2023.
108 f. : il.

Orientadora: José Carlos Oliveira de Jesus.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - PROFFÍSICA, Campus I. 2023.

Contém referências e apêndices.

1. Física (Ensino Médio) - Estudo e ensino. 2. Teoria quântica – Estudo e ensino. I. Jesus, José Carlos Oliveira de. II. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Campus I. IV. Título.

CDD: 530.12

Anderson Amorim Santos Silva

Enxergando o calor: Sequência didática potencialmente significativa para o ensino de radiação infravermelha explorando uma câmera termográfica de baixo custo

Dissertação apresentada ao Polo 60 do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – MNPEF da Universidade do Estado da Bahia, DCET Campus I - Salvador, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Educação básica

Aprovada em 16 de outubro de 2023.

Prof. Dr. José Carlos Oliveira de Jesus – Orientador
Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dra. Gabriela Ribeiro Peixoto Rezende Pinto
– Examinador(a) 1
Universidade Estadual de Feira de Santana

Prof. Dr. José Vicente Cardoso Santos
– Examinador(a) 2
Universidade do Estado da Bahia

AGRADECIMENTOS

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

Agradeço à 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.

RESUMO

Este estudo propõe uma metodologia para o aprendizado de física moderna, para alunos do ensino médio. Abordagem construtivista da aprendizagem, onde os alunos têm um papel ativo, são responsáveis pelo seu processo de construção do conhecimento, e onde os professores atuam como geradores de situações de ensino para a aprendizagem. Compreender os conceitos de calor e temperatura torna-se difícil, talvez, porque eles também são usados na vida cotidiana com um significado diferente do aceito cientificamente. A partir desses conceitos, calor e temperatura, buscou-se uma abordagem utilizando uma metodologia ativa, na qual o aluno é autor do seu próprio conhecimento. A proposta metodológica incorpora experimentos que requerem respostas a questões desafiadoras para alunos do ensino médio. A construção desse produto foi promover a visão do infravermelho, sendo possível até obter também a medida exata da temperatura em determinados objetos quando se faz a leitura termográfica através de uma câmera profissional com maiores tecnologias. Através dessa ferramenta que construímos foi possível também estudar o espectro eletromagnético, saber como funciona a radiação infravermelha e determinar a relação existente entre a constante de Planck, a energia e a frequência das radiações eletromagnéticas, em especial a infravermelha (IV). Para tanto o estudo foi dividido em seis capítulos que buscaram discutir a utilização da tecnologia como ferramenta educacional, bem como a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, abordando elementos de física da radiação térmica, o estudo da radiação Infravermelha, a compreensão do zero absoluto, o estudo da termografia e sua relação com a Lei de Planck, com a demonstração da construção do produto educacional em questão. Como metodologia utilizou-se a concepção da sala de aula-laboratório como espaço de troca, aprendizagem em igualdade de condições, lugar privilegiado para promover a zona de desenvolvimento proximal, aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Câmera Termográfica; Radiação Infravermelha; Constante de Planck.

ABSTRACT

This study proposes a methodology for the learning of modern physics, for some of the ensino medio. Constructivist approach to learning, where students have an active role, are responsible for their knowledge construction process, and where teachers act as generators of teaching situations for learning. Understanding the concepts of heat and temperature becomes difficult, perhaps, because they are also used in everyday life with a different meaning than scientifically. Starting from these concepts, heat and temperature, I seek an approach using an active methodology, one of which is the author of his own knowledge. A methodological proposal incorporates experiments that require answers to challenging questions for students of medium education. The construction of this product was promoted to the vision of the underworld, being possible to also obtain an exact measurement of the temperature in certain objects when a thermographic reading is done through a professional camera with better technologies. Through the tools that we built, it was also possible to study the electromagnetic spectrum, to know how infravermelha radiation works and to determine the relationship between Planck's constant, the energy and the frequency of electromagnetic radiation, in infravermelha space (IV). Therefore, the study was divided into six chapters that sought to discuss the use of technology as an educational tool, as well as David Ausubel's significant learning theory, addressing elements of thermal radiation physics, or the study of Infravermelha radiation, the understanding of absolute zero, or study of thermography and its relationship with Planck's Law, with a demonstration of the construction of the educational product in quest. As a methodology, the conception of the classroom-laboratory room was used as a space for exchange, learning in equal conditions, a privileged place to promote the zone of proximal development, significant learning.

Keywords: Thermographic Camera; Infraed Radiation; Planck`s Constant.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Câmera Termográfica.....	16
Figura 2 – Escaneamento Termográfico.....	18
Figura 3 – Câmera Termográfica Flir Gf 620.....	18
Figura 4 – Utilização da Câmera Termográfica FLLIR GF620	19
Figura 5 – Câmera Temográfica FLLIR GF320.....	20
Figura 6 – Câmera Temográfica FLIR GFX320	21
Figura 7 – Câmera Termográfica FLIR GF77.....	21
Figura 8 – Imagem que necessita de um maior campo se visão.....	23
Figura 9 – A Radiação Infravermelha emitida pela casa.....	24
Figura 10 – Identificação rápida e precisa de temperatura corporal.....	25
Figura 11 – Solução para medição de temperatura corporal	26
Figura 12 – Prisma da composição de cores.....	34
Figura 13 – Espectro Eletromagnético	34
Figura 14 – Comprimento de Ondas.....	36
Figura 15 – Simetria termográfica em joelhos saudáveis.....	38
Figura 16 – Imagem termográfica de condropatia patelar grau iii em joelho esquerdo	39
Figura 17 – Tendinopatia na porção medial do calcâneo direito.....	39
Figura 18 – Webcam Multilaser WC045.....	43
Figura 19 – Webcam Multilaser WC045 antes de ser desmontada.....	44
Figura 20 – Lente da câmera	45
Figura 21 – Filtro infravermelho em destaque sobre a lente	46
Figura 22 – Filtro infravermelho em destaque na pinça.....	46
Figura 23 – Imagem feita pelo smartphone Apple	47
Figura 24 – Imagem realizada pela câmera termográfica.....	47
Figura 25 – Imagem feita pelo smartphone Apple	48
Figura 26 – Imagem realizada pela câmera termográfica.....	49
Figura 27 – Imagem feita pelo smartphone Apple	49

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1. A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL	12
1.1. REFERENCIAL TEÓRICO	14
1.1.1. Caracterização das Câmeras Térmicas	15
1.1.1.1. O Que é uma Câmera Termográfica.....	15
1.1.1.2. Como Funciona Uma Câmera Termográfica.....	17
1.1.1.3. Utilidades de uma câmera termográfica	22
2. A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL.....	29
3. ELEMENTOS DE FÍSICA DA RADIAÇÃO TÉRMICA.....	33
3.1. ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO	33
3.1.1. Radiação Infravermelha	35
3.1.2. Termografia por Infravermelho.....	37
3.1.3. Emissividade.....	40
3.2. EMISSÃO TÉRMICA NO PROBLEMA DO CORPO NEGRO	41
3.2.1. Lei de Stefan-Boltzmann.....	41
3.2.2. Lei de Wien do Deslocamento.....	41
3.2.3. Lei de Planck da Distribuição de Energia do Corpo Negro	41
4. PRODUTO EDUCACIONAL	43
5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA	50
5.1. UNIDADE ESCOLAR	50
5.2. MATERIAL UTILIZADO	50
5.3. PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	51
5.3.1. 1ª e 2ª Aulas (Atividade 1 - Questionário prévio)	51
5.3.2. 3ª e 4ª Aulas (Aula expositiva)	52
5.3.3. 5ª Aula (Atividade 2 Questionário)	52
5.3.4. 6ª e 7ª Aulas (Experimentos e Questionário final)	52
5.4. TRATAMENTO DOS DADOS	53
5.5. AMPARO AOS PARÂMETROS CURRICULARES E A BASE COMUM CURRICULAR	53

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
REFERÊNCIAS.....	66
ANEXO A – PRODUTO EDUCACIONAL.....	70

INTRODUÇÃO

O ensino da Física Moderna tem sido cada vez mais necessário para podermos compreender os avanços da tecnologia que envolve a sociedade. Com a intenção de contextualizar o ensino de Física e pegando um gancho diante de tantos recursos tecnológicos, surge a ideia de construirmos uma câmera termográfica de baixo custo que nos possibilite enxergar a radiação infravermelha de determinados corpos.

O infravermelho é uma radiação eletromagnética que compõe o sistema de energia térmica e apresenta frequência menor que a da luz vermelha. Sabemos que ele não consegue ser enxergado pelo olho humano, pois o comprimento da onda que emite é maior que a da luz visível. No infravermelho tudo que tem temperatura acima do zero absoluto emite calor, por exemplo, até cubos de gelo emitem infravermelho.

Compreender os conceitos de calor e temperatura torna-se difícil, talvez, porque eles também são usados na vida cotidiana com um significado diferente do aceito cientificamente. A partir desses conceitos, calor e temperatura, buscou-se uma abordagem utilizando uma metodologia ativa, na qual o aluno é autor do seu próprio conhecimento.

O principal objetivo da construção desse produto foi promover a visão do infravermelho, sendo possível até obter também a medida exata da temperatura em determinados objetos quando se faz a leitura termográfica através de uma câmera profissional com maiores tecnologias.

Através dessa ferramenta que construímos foi possível também estudar o espectro eletromagnético, saber como funciona a radiação infravermelha e determinar a relação existente entre a constante de Planck, a energia e a frequência das radiações eletromagnéticas, em especial a infravermelha (IV).

A termografia infravermelha é uma técnica de telemetria capaz de determinar a temperatura da superfície de objetos. A distribuição de temperatura é detectada pela análise da energia emitida no infravermelho (invisível ao olho humano) e por todos os corpos que estão em temperatura diferente do zero absoluto. Os instrumentos capazes de captar e analisar essa energia são conhecidos como câmeras térmicas ou câmeras infravermelhas. Esses instrumentos são capazes de produzir a distribuição térmica da cena como uma imagem de cores falsas (associando uma cor a cada valor de temperatura) e/ou como uma matriz de valores numéricos.

O termo termografia, ou termovisão, ou imagem térmica, ou termograma comumente se refere à representação visual, fotográfica ou gráfica, realizada com dispositivos e meios

apropriados, da emissão e reflexão natural das radiações que um corpo emite no campo infravermelho.

Para uma correta abordagem metodológica do levantamento termográfico é necessário especificar que uma câmera infravermelha digital é sensível ao calor irradiado pelos corpos estudados (como propriedade física segundo a qual um corpo com temperatura superior a 0 absoluto emite radiação eletromagnética), e não à temperatura (entendida como medida e consequência da radiação eletromagnética).

Neste estudo pretende-se examinar como o mapeamento térmico da superfície de um corpo pode ser realizado.

No capítulo 1 será apresentado a utilização da tecnologia como ferramenta educacional. Está claro que a tecnologia é peça fundamental quando se trata de aproximar a educação de forma mais simples e rápida, agilizando o processo de recebimento de informações e aprendizado não só fora, mas também dentro da sala de aula. Infelizmente, nem todo mundo vê a tecnologia como útil e, obviamente, nem todos têm acesso a essas ferramentas com a mesma facilidade. A utilização da tecnologia como ferramenta educacional faz com que adquiram novos conhecimentos, aprendam a duvidar e perguntar, a avaliar a situação, a justificar e argumentar o porquê daquela resposta, etc. Em suma, é uma atividade ideal para promover a autonomia e o crescimento pessoal dos alunos. Com isso aborda-se o que é, como funciona e quais são as principais aplicabilidades de uma Câmera Termográfica.

No capítulo 2 discute-se a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. A teoria da aprendizagem de Ausubel afirma que novos conceitos que devem ser aprendidos podem ser incorporados a outros conceitos ou ideias mais inclusivas. Assim, a construção deste dispositivo instrucional que utiliza esse aspecto da teoria para permitir a instrução dos alunos; é uma forma de representar relações entre ideias, imagens ou palavras.

No terceiro capítulo abordam-se elementos de física da radiação térmica, o estudo da radiação Infravermelha, a compreensão do zero absoluto, o estudo da termografia e sua relação com a Lei de Planck e outros conteúdos que serão explorados através do uso experimental de uma câmera térmica.

No capítulo seguinte demonstra-se a construção do produto educacional em questão foi necessário basicamente uma câmera do tipo webcam, da marca Multiplaser, modelo WC045 Plug e Play. Para em seguida abordar no capítulo seguinte a sequência didática utilizando os conhecimentos de Física moderna e contemporânea no Ensino Médio e discutir as estratégias utilizadas com o objetivo de formação de conhecimento.

Como metodologia utilizou-se a concepção da sala de aula-laboratório como espaço de troca, aprendizagem em igualdade de condições, lugar privilegiado para promover a zona de desenvolvimento proximal, aprendizagem significativa e profunda, abre-se uma nova porta. A sala de aula laboratório com a adição das TIC colabora com a criatividade, acessibilidade, disponibilidade e igualdade de oportunidades. A inclusão de diferentes dispositivos (smartphones, placa de som do PC, câmera, etc.) e o uso de elementos de custo relativamente baixo, facilitam a experimentação sem a necessidade de equipamentos caros. É possível conhecer fenômenos que ocorrem ao nosso redor com poucos recursos econômicos, incluindo, desta forma, escolas de ensino médio com poucos recursos ou que carecem de infraestrutura laboratorial conforme um curso experimental de ensino médio.

1. A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL

A utilização da tecnologia como ferramenta educacional tem sido cada vez mais comum nos dias atuais, diante de tantas ofertas tecnológicas surge uma imensidão de recursos que podem ser explorados em muitas disciplinas, principalmente nas aulas de Física e como proposta pedagógica podemos utilizar tais ferramentas para que as aulas sejam mais atrativas e próximas da linguagem do aluno atual, que vive em um cenário onde a robotização impera.

Silva e Mendanha (2014, p. 2) analisam desse modo:

O papel do pedagogo é fundamental no processo de construção do saber tecnológico, cognitivo, comportamental, comunicativo, formal, social, ético, moral, funcional e humanístico. A formação tecnológica não pode ser transmitida de forma vazia ou nula. Todo planejamento feito pelo educador deve ser construído de forma coerente, visando à formação de um homem capaz de ser crítico e pesquisador.

É importante que cada docente encontre o que lhe ajuda mais a sentir-se bem, a comunicar-se bem, ensinar bem, ajudar os alunos a que aprendam melhor. É importante diversificar as formas de dar aula, de realizar atividades, de avaliar (MORAN, 2000).

A educação de hoje enfrenta novas demandas de aprendizagem contínuas, variadas e complexas, nas quais as novas tecnologias e a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) desempenham um papel fundamental, graças à sua capacidade de adaptação a novas circunstâncias, novos ambientes, novas metodologias e, principalmente, novas necessidades.

A aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos, ideias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade (MOREIRA, 2008).

No cenário educacional atual, o TAS se postula como uma das alternativas mais importantes na hora de desenvolver o modelo futuro, e também o presente, de ensino. Para isso, propõe uma interação entre professor, aluno e os materiais didáticos do currículo ao analisar o processo de ensino. Mas a vertiginosa velocidade com que se desenvolve a atual sociedade do conhecimento e da informação parece recomendar que se levem em consideração as enormes possibilidades que as TICs podem agregar ao processo ensino-aprendizagem “o trabalho com as mídias tecnológicas insere diversas formas de ensinar e aprender, e valoriza o processo de produção de conhecimentos” (BRASIL, 2010, p. 66).

Para Ausubel (2003) a exposição verbal é a forma mais eficiente de ensinar. Produz conhecimento mais sólido do que se os alunos agissem como seus próprios pedagogos. Ele considera que o ensino responsivo é mais benéfico do que o ensino por descoberta e resolução de problemas, mas desde que feito corretamente. Como indicado anteriormente, o importante papel da transmissão verbal na produção significativa do conhecimento é justamente um dos pontos mais criticados da TAS.

De acordo com Moreira (2010, p. 2):

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Nessa construção intelectual é importante destacar que devem ser aproveitados todos os conhecimentos que os alunos já trazem quando se fala em tecnologia e a partir daí esperar que a busca pelo conhecimento em um determinado momento seja autônoma. Vivemos em um cenário aonde boa parte de nossos alunos buscam conhecimento utilizando computadores, smartphones, acessam vídeos, buscam materiais na internet.

É preciso reconhecer a mudança que os elementos tecnológicos produzem nos processos sociais, econômicos, políticos e culturais das sociedades, bem como o papel que adquirem em seu desenvolvimento. Este impacto é especialmente visível na sociedade atual, dando-lhe mesmo o nome de Sociedade da Informação.

Está sendo gestada, com certeza, uma nova sociedade, uma nova civilização, e as instituições educacionais não podem ficar omissas a essas rápidas e volumosas mudanças. Investigar, analisar, preparar-se, refletir e agir são ações necessárias para os cidadãos deste novo século, neste novo milênio. Levar suas aulas a espaços jamais imaginados, circular o pensamento em rede, interconectado, e favorecer as informações não somente em mera comunicação, mas em possíveis soluções de que a humanidade carece. A educação é um dos pilares centrais da evolução do pensamento humano e os professores, mediadores dessa transformação (PEREIRA, 2011).

A nível pessoal, através deste projeto serão desenvolvidas competências importantes, como programação de software, integração de sistemas, sistemas de energia, ao mesmo tempo em que se obtém uma ferramenta que pode ser útil em áreas onde a inspeção e é necessária a análise de áreas onde há liberação ou perda de calor, como instalações com isolamento térmico.

Como neste trabalho a ideia principal é explorar a tecnologia através de uma câmera termográfica de baixo custo e a partir daí estudar alguns conteúdos de Física, observamos o quanto isso é possível quando se produz uma imagem utilizando esse equipamento. Por exemplo, o mecanismo de funcionamento de uma câmera fotográfica já nos chama atenção, poder usufruir das tecnologias disponíveis para melhor entendimento de determinado conteúdo é desafiador.

Atualmente, como alternativas à detecção gráfica dessas áreas existem termômetros a laser, que nos permitem conhecer com precisão a temperatura da área para a qual estamos apontando com o ponteiro. No entanto, para superfícies onde há um grande número de zonas quentes, é difícil detectar a zona crítica. Desta forma, a câmera termográfica é uma alternativa a este sistema, fornecendo a partir de uma tela qual será o foco crítico, sem a necessidade de analisar a área ponto a ponto.

1.1. REFERENCIAL TEÓRICO

A era digital revolucionou todos os aspectos de nossas vidas diárias e a educação não é exceção. A tecnologia educacional veio para ficar e aos poucos vem mudando os métodos de ensino em sala de aula, uma vez que o uso de computadores, celulares e outros equipamentos de telecomunicações que permitem o armazenamento, transmissão e manipulação de dados está cada vez mais presente.

A tecnologia educacional pode ser definida como a variedade de aplicativos e dispositivos que facilitam a implementação de ferramentas tecnológicas dentro das metodologias educacionais.

Nesse sentido, a tecnologia educacional serve para que os educadores tenham a possibilidade de planejar e orientar o processo de aprendizagem de forma mais eficiente, isso é possível com o uso de recursos como smartphones, computadores, televisores, entre outros. O desenvolvimento desses métodos foi estabelecido há várias décadas com o objetivo de otimizar a apresentação e a compreensão dos conteúdos educacionais para os alunos.

A importância dos avanços tecnológicos para a educação visa garantir que os alunos de todo o mundo tenham acesso a métodos eficazes de aprendizagem. Embora muitas pessoas prefiram as práticas educacionais tradicionais, a verdade é que a tecnologia oferece uma solução que inclui uma ampla variedade de estilos de aprendizagem e opções de conhecimento.

Em suma, a tecnologia permite que os professores tenham acesso a ferramentas para otimizar suas funções como facilitadores de informação e comunicação para os alunos.

1.1.1. Caracterização das Câmeras Térmicas

Nesta seção falaremos um pouco, o que é, como funciona e quais são as principais aplicabilidades de uma Câmera Termográfica. A medição sem contato das distribuições de temperatura de objetos fornece informações sobre o status e o desenvolvimento de objetos e processos. É por isso que as câmeras termográficas são usadas nos mais diversos campos de aplicação.

Estes incluem a ciência, a indústria, a medicina e o setor de segurança. Imagens e sequências termográficas permitem saber se um processo de fabricação está ocorrendo dentro dos parâmetros definidos ou se ocorreu uma descontinuidade. O resultado é um aumento na qualidade do produto e uma diminuição nos custos.

1.1.1.1. O Que é uma 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 a Teledyne 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 (2020) 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°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 1 – Câmera Termográfica



Fonte: Site da Teledyne Flir (2019). Disponível em <https://www.flir.com.br/discover/professional-tools/how-do-you-calibrate-a-thermal-imaging-camera>. Acesso em 24/10/2022

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).

1.1.1.2. Como Funciona Uma Câmera Termográfica

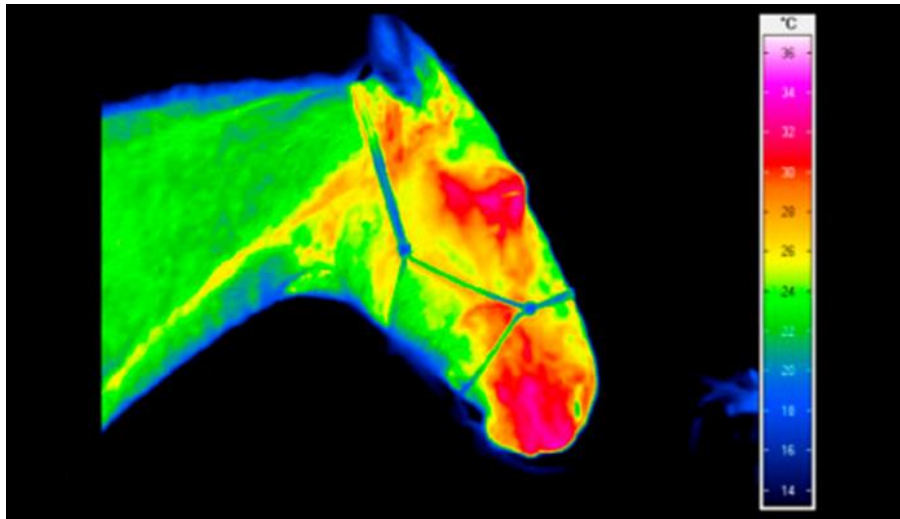
Através de relatos históricos foi possível obter a informação de que a primeira câmera termográfica surgiu em 1948 e era capaz de registrar uma imagem em 20 minutos, segundo a revista de pesquisa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), e graças aos avanços tecnológicos hoje 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 na Figura 2, onde podemos observar as diferentes cores que representam temperaturas diferentes em diversas áreas.

Figura 2 – Escaneamento Termográfico



Fonte: Tecnoblog (2020). Disponível em <<https://www.rtiautomacao.com.br/uso-de-cameras-termograficas-em-tratamento-animal-veterinaria-e-zootecnia/>>. Acesso em 22 de out. 2022

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 (2020), 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 Gogoni (2020) as 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.

Figura 3 – Câmera Termográfica Flir Gf 620



Fonte: Site da Teledyne Flir (2019). Disponível em <https://www.flir.com.br/browse/professional-tools/thermography-cameras/>. Acesso em 24/10/2022

A FLIR GF620 é a primeira câmera portátil de alta resolução da FLIR para detecção de metano e outras emissões de compostos orgânicos voláteis (VOC). Com seu inovador detector de IV com resolução de 640 x 480, os inspetores são capazes de verificar milhares de componentes e analisar com segurança gases a distâncias maiores. Esta também é a primeira câmera FLIR OGI a oferecer o modo de quantificação (Q-Mode) para uma configuração simplificada do sistema opcional de quantificação de gases QL320.

A figura a seguir temos um exemplo de como a Câmera FLiR GF620 é utilizada, na indústria.

Figura 4 – Utilização da Câmera Termográfica FLLIR GF620



Fonte: Site da Teledyne Flir (2018). Disponível em <https://www.flir.com.br/news/industrial-news/flir-receives-innovation-award-for-methane-detecting-cameras>. Acesso em 24/10/2022

Ainda segundo o fabricante Teledyne FLIR, outros modelos como a FLIR GF320 e a GFx320 são muito utilizadas na área de petróleo e gás permitindo que as equipes de

monitoramento visualizem e façam a geomarcação da emissão de metano que escapam segundo a norma para metano da Agência de proteção ambiental dos EUA.

As câmeras de imagem óptica de gás (OGI) usam filtragem de comprimento de onda espectral e tecnologia de filtro frio Stirling para visualizar a absorção infravermelha de gases como metano (CH₄), hexafluoreto de enxofre (SF₆), dióxido de carbono (CO₂) e refrigerantes. Por meio da tecnologia OGI, a indústria de petróleo e gás pode incorporar um programa 'Smart LDAR (Detecção e Reparo de Vazamentos)' mais seguro e eficiente para detecção e reparo inteligente de vazamentos. Os inspetores podem detectar emissões fugitivas e vazamentos mais rapidamente e identificar a fonte imediatamente, levando a reparos rápidos, emissões industriais reduzidas e maior conformidade com os regulamentos. Além disso, a OGI economiza dinheiro, não apenas por meio da eficiência, mas, mais importante, ao melhorar a segurança do pessoal e dos ativos da empresa (TELEDYNE FLIR, 2018).

Segue imagens dos modelos GF320 e GFx320 da fabricante, FLIR mencionadas no texto acima.

Figura 5 – Câmera Termográfica FLLIR GF320



Fonte: FLLIR GFX320 (2022).

<https://www.flir.com.br/products/gf320/?vertical=optical+gas&segment=solutions>. Acesso em 24/10/2022.

A câmera termográfica de detecção de gás FLIR GFx320 é a primeira câmera OGI a ser certificada como intrinsecamente segura para uso em ambientes potencialmente explosivos. A câmera FLIR GFx320 OGI é preparada para detecção de vazamento de hidrocarbonetos voláteis em refinarias e na indústria petroquímica. Os técnicos podem usar o termovisor em áreas classificadas ATEX, que descrevem os requisitos mínimos de segurança para locais de trabalho

e equipamentos usados em atmosferas explosivas. “O nome é uma inicialização do termo francês Appareils destinés à être utilisés en ATmosphères EXplosibles (francês para "Equipamento destinado ao uso em atmosferas explosivas")” (WIKIPEDIA®; 2022). A câmera OGI FLIR GFx320 é a maneira mais segura de detectar vazamentos de metano (TELEDYNE FLIR, 2022).

Figura 6 – Câmera Termográfica FLIR GFX320



Fonte: Teledyne Flir (2018). Disponível em <https://www.flir.com.br/products/gfx320/?vertical=optical+gas&segment=solutions>. Acesso em 24/10/2022.

Ainda, segundo a FLIR, esses equipamentos permitem velocidade de inspeção de até nove vezes mais rápido comparado a outros métodos e dessa forma o fabricante ajuda as empresas aumentarem seus lucros, evitar acidentes salvando vidas e reduzirem os impactos ambientais.

Ainda como exemplo de uma câmera Termográfica não refrigerada, mas que serve para detecção de metano através do infravermelho temos o modelo GF77, A figura a seguir mostra o modelo.

Figura 7 – Câmera Termográfica FLIR GF77



Fonte: Teledyne Flir (2022). Disponível em <https://www.flir.com.br/products/gf77/?vertical=optical+gas&segment=solutions>. Acesso em 24/10/2022

A FLIR GF77 é um exemplo de tecnologia termográfica óptica para a captação de imagens de gás não refrigerada.

A fabricante Flir, foi fundada em 1978 com o objetivo de desenvolver sistemas de geração de imagens termográficas por infravermelho de alto desempenho e de custo reduzido, mas a princípio para o setor aéreo e hoje é uma das pioneiras no setor quando o assunto é câmera térmica.

O Modo de Alta Sensibilidade (HSM) aprimora a imagem para que mesmo pequenas concentrações de gás sejam visíveis. Recursos de notação, como marcação por GPS, podem ser essenciais para garantir que as equipes estejam fazendo reparos no ativo correto.

1.1.1.3. Utilidades de uma câmera termográfica

Nos dias atuais as câmeras termográficas vêm sendo utilizadas na Indústria, na Medicina, pelas Forças Armadas, na Engenharia (Civil, Elétrica, Mecânica) e em outros setores.

Algumas Câmeras térmicas conseguem emitir temperatura de corpos que estão em movimento, mostrando o resultado de forma rápida e durante a pandemia foi uma solução bem eficaz no monitoramento de pessoas que estavam doentes e frequentando locais públicos.

De acordo com a Intelbras (2022) a alta precisão dos equipamentos na medição de temperatura corporal permite identificar, por exemplo, uma pessoa em estado febril por mais que a mesma esteja em um grupo de até 15 pessoas, sendo eficaz na disseminação de vírus, com

capacidade de emitir um alerta, bloquear catracas e a possível identificação do indivíduo através de um banco de dados, sendo muito útil em locais de grande movimentação. A empresa intelbras utiliza esse sistema para evitar a disseminação da covid -19 entre seus funcionários.

Na indústria ainda segundo a Intelbras que utilizam equipamentos de alta temperatura, as câmeras térmicas fazem o monitoramento, sendo um preventivo contra acidentes e em relação a prevenção de incêndios as câmeras térmicas também representam uma grande solução.

Outro grande fabricante de câmeras termográficas, já citado anteriormente, é a Flir.

Algumas especificações são de grande importância na hora da escolha de uma câmera termográfica específica para melhor atender determinado setor, como por exemplo, a indústria. Determinadas características indicam o equipamento correto que cada setor deve escolher, tal como o Alcance, o campo de Visão (FOV), Resolução de IV, Sensibilidade térmica (NETD), Foco e a Faixa espectral.

Em relação ao Alcance, serve para ter maior campo de visão e captar melhores níveis de temperatura.

Já o campo de visão, depende do trabalho a ser realizado, se são imagens mais próximas ou mais distantes, para imagens mais próximas ao objeto a ser estudado um campo de visão grande angular e o ideal é o de 45° ou mais já para imagens que serão feitas a uma distância maior (longa distância) o ideal é uma lente telefoto 12° ou 6°.

A resolução de IV está relacionada a quantidade de pixel que cada imagem terá, quanto mais pixels mais precisa será a imagem a nível de medição de temperatura.

A sensibilidade térmica ou diferença de temperatura equivalente a ruído (NETD) descreve a menor diferença de temperatura apresentada por uma Câmera.

Em relação ao Foco as Câmeras podem apresentar o fixo, o móvel ou o manual, sendo que as câmeras de alto desempenho trazem o foco manual ou automático, porém depende da necessidade do usuário.

Por fim temos a faixa espectral, que determina o comprimento de onda que o sensor da câmera consegue detectar, essa medida é em micrômetros (μm).

A seguir temos duas imagens feitas à longa distância onde o campo de visão foi de extrema importância para a obtenção de um termograma de qualidade.

Figura 8 – Imagem que necessita de um maior campo de visão



Fonte: Disponível em <https://www.azosensors.com/article.aspx?ArticleID=339>. Acesso em 25/07/2022

A profundidade de campo na fotografia é um dos elementos-chave que se precisa saber para dominar o básico da fotografia. É um conceito muito importante porque está relacionado à nitidez das fotografias e afetará completamente a imagem final. A profundidade de campo na fotografia pode ser definida como o espaço na imagem que é relativamente nítido e em foco. É a distância entre os elementos mais próximos e mais distantes que são nítidos e focados em suas fotos (RODRIGUES, 2013).

Controlar a profundidade de campo será essencial para colocar todos os elementos importantes em sua imagem em foco. Uma pequena profundidade de campo é considerada um espaço curto em foco, ou seja, a linha entre os elementos mais próximos e mais distantes que são nítidas e em foco é muito curta, ou seja, há uma pequena porção da imagem em foco. O termo profundidade de campo rasa também é conhecido como "profundidade de campo estreita" ou simplesmente "profundidade de campo rasa". O importante é entender exatamente o que é uma profundidade de campo rasa, e especialmente quando você deve usar uma profundidade de campo rasa (RODRIGUES, 2013).

Figura 9 – A Radiação Infravermelha emitida pela casa



Fonte: Disponível em <https://www.azosensors.com/article.aspx?ArticleID=339>. Acesso em 25/07/2022

A resolução de IV nos mostra a relação com a quantidade de pixels em cada termograma mostrando detalhes da temperatura.

Nas figuras 10 e 11 podemos perceber que o equipamento informa a temperatura humana de maneira precisa e pontual mesmo em um grupo de pessoas em movimento.

Dependendo dos valores de seus comprimentos de onda, as seguintes categorias estão localizadas no espectro eletromagnético, do mais alto ao mais baixo: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, raios ultravioletas, raios X e raios gama. À medida que passamos das ondas de rádio para os raios gama, o comprimento de onda diminui e a frequência e a energia aumentam. Em suma, o infravermelho é uma área do espectro eletromagnético com um enorme e crescente campo de aplicações que abrange diferentes ramos da ciência e tecnologia, muitos dos quais com impacto direto no nosso dia a dia. Em um artigo futuro descreverei a tecnologia de fabricação dos dispositivos que permitem a detecção dessa radiação (SEGURANÇA ELETRÔNICA, 2017; AZEVEDO, 2022).

Figura 10 – Identificação rápida e precisa de temperatura corporal



Fonte: Disponível em intelbras.com/pt-br/cameras-termicas. Acesso em 21 de ago. 2022

A temperatura corporal é uma medida da capacidade do corpo de gerar e remover calor. O corpo é muito eficiente em manter sua temperatura dentro de limites seguros, mesmo quando a temperatura externa muda muito. Quando se está muito quente, os vasos sanguíneos na pele se dilatam para transportar o excesso de calor para a superfície da pele. Se pode começar a suar. À medida que o suor evapora, ajuda a resfriar o corpo. Quando o indivíduo fica muito frio, seus vasos sanguíneos se contraem. Isso reduz o fluxo sanguíneo para a pele para conservar o calor do corpo. Talvez comece a tremer. Quando os músculos tremem dessa maneira, isso ajuda a gerar mais calor. A temperatura corporal pode ser medida em muitos lugares do corpo. Os mais comuns são a boca, orelha, axila e reto. A temperatura também pode ser medida na testa (ARAÚJO, FARO, LAGAÑ, 1992; BUSH, 2020).

A maioria das pessoas pensa em uma temperatura corporal normal como uma temperatura oral (medida pela boca) de 37°C (98,6°F). Esta é uma média das medições normais da temperatura corporal. Sua temperatura normal pode realmente ser 1°F (0,6°C) ou mais acima ou abaixo disso. Além disso, sua temperatura normal pode variar em até 0,6°C (1°F) durante o dia, dependendo do seu nível de atividade e da hora do dia. A temperatura corporal é muito sensível aos níveis hormonais. Portanto, a temperatura de uma mulher pode ser mais alta ou mais baixa quando ela está ovulando ou tendo seu período menstrual (ARAÚJO, FARO, LAGAÑ, 1992; BUSH, 2020).

Figura 11 – Solução para medição de temperatura corporal



Fonte: Disponível em intelbras.com/pt-br/seguranca-eletronica. Acesso em 25/07/2022

O uso de câmeras termográficas está se tornando uma das ferramentas mais eficazes para combater o avanço da COVID-19. Uma tecnologia que permite medir a temperatura remotamente sem contato físico, e que já está sendo usada para detectar pessoas com febre em espaços com grande número de pessoas, como aeroportos e fábricas. A detecção de pessoas com sintomas nestes espaços reduz a possibilidade de contágio e garante o funcionamento de muitas atividades fundamentais tanto em espaços públicos como privados.

O sistema funciona com uma câmera térmica híbrida (que mede a temperatura das pessoas), um equipamento de medição de precisão (para identificar a temperatura com um alto grau de precisão), um gravador inteligente de vídeo (que reconhece as faces e mostra a temperatura da pessoa) e um software de monitoramento centralizado para gerir a solução como um todo (INTELBRAS, 2021, p. 8).

Essas câmeras possuem uma função chamada "rastreamento" que permite identificar partes-chave do rosto das pessoas por meio de um sistema inteligente e, por meio de software, realizar medições instantaneamente. Se o canto do olho (ducto lacrimal) apresentar temperatura superior ao considerado normal, a pessoa poderá ser selecionada para exames complementares

e diagnósticos específicos para detectar o novo coronavírus (MEGABRAS, 2020; HIRAI, 2020).

A câmera utiliza um detector de radiação térmica infravermelha com resolução, sensibilidade e precisão específicas para medir a temperatura do corpo humano. O resultado, uma imagem termográfica intuitiva e detalhada, que mostra o contraste térmico por meio de diferentes cores e, por meio de um software, detecta a temperatura máxima de uma artéria próxima ao canal lacrimal (MEGABRAS, 2020; HIRAI, 2020).

Um algoritmo específico é essencial para o processo, pois mede a temperatura nas partes corretas do rosto. Sem esta função, a detecção de sinais de febre não funcionaria, pois não basta apontar a câmera para a pessoa. No entanto, é importante destacar que o procedimento rápido, não invasivo e eficiente não substitui o teste diagnóstico da COVID-19.

Nem todas as câmeras termográficas podem ser usadas para essa finalidade. As câmeras termográficas industriais não são adequadas para esse uso, por exemplo, pois têm precisão de até 2°C ou mais. Eles são feitos para medir a temperatura dos motores, entre outras coisas, e podem piorar a situação se usados nesta missão (MEGABRAS, 2020; HIRAI, 2020).

As câmeras termográficas não são classificadas como dispositivos médicos, mas são aprovadas pela Food and Drug Administration (FDA) agência federal do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos). O dispositivo deve ser usado como um complemento a outros procedimentos de diagnóstico clínico no diagnóstico, quantificação e monitoramento de diferenças nas mudanças de temperatura da superfície da pele (MEGABRAS, 2020; HIRAI, 2020).

2. A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

Buscando uma sustentação teórica focada em uma aprendizagem através de conhecimentos que o aluno já traz, para que a partir daí se possam construir novos aprendizados de forma mais sustentável, focado nisso que escolhemos a Teoria de David Ausubel como referencial para este trabalho.

David Paul Ausubel foi um psicólogo e pedagogo, nascido em 1918, que se tornou uma das grandes referências da psicologia construtivista. Como tal, dá muita ênfase à elaboração do ensino a partir do conhecimento que o aluno possui. Em outras palavras, o primeiro passo na tarefa de ensinar deve ser descobrir o que o aluno sabe para conhecer a lógica por trás de seu modo de pensar e agir de acordo.

Dessa forma, para Ausubel, o ensino era um processo pelo qual o aluno é ajudado a continuar aumentando e aperfeiçoando os conhecimentos que já possui, em vez de impor um programa que deve ser memorizado. A educação não poderia ser uma transmissão unilateral de dados. A ideia de aprendizagem significativa com a qual Ausubel trabalhou é a seguinte: o verdadeiro conhecimento só pode nascer quando o novo conteúdo tem significado à luz do conhecimento que já é conhecido.

Ausubel (2001, p. 18) expõe os conceitos da teoria da assimilação:

Os conceitos constituem um aspecto importante da teoria da assimilação, pois a compreensão e a resolução significativas de problemas dependem amplamente da disponibilidade quer de conceitos subordinantes (na aquisição conceptual por subsunção), quer de conceitos subordinados (na aquisição conceptual subordinante), na estrutura cognitiva do aprendiz. Também é evidente que (1) os seres humanos interpretam experiências perceptuais ‘em bruto’ em termos de conceitos particulares nas suas estruturas cognitivas e (2) que os conceitos constituem os alicerces quer para a aprendizagem por recepção significativa de proposições declarativas, quer para a criação de proposições significativas para a resolução de problemas.

Ausubel traz baseado em Teorias construtivistas a sua fonte teórica onde o conhecimento é construído aos poucos fazendo com que o aluno desenvolva o hábito de aprender a pensar e desenvolver habilidades para dessa forma tirar suas próprias conclusões e construir seus aprendizados. Todo aluno tem uma predisposição a aprender, então conclui-se que ele constrói o próprio conhecimento a partir de observações.

Em outras palavras, aprender significa que o novo aprendizado se conecta com o aprendizado anterior; não porque são iguais, mas porque se relacionam com eles de uma forma que cria um novo significado. É por isso que o novo conhecimento se encaixa no antigo

conhecimento, mas este último, ao mesmo tempo, é reconfigurado pelo primeiro. Em outras palavras, nem o novo aprendizado é assimilado da forma literal como aparece nos planos de estudo, nem o antigo conhecimento é inalterado. Por sua vez, a nova informação assimilada torna o conhecimento anterior mais estável e completo.

Aprendizagem Significativa é a base da Teoria de Ausubel, mostrando que conhecimentos já existentes funcionam como subsunçores e se aliam a novos aprendizados de maneira não arbitrária, mas quando dizemos não arbitrária fortalecemos a ideia dos conhecimentos que o aprendiz traz consigo porém é necessário que exista um significado do ponto de vista lógico entre o que já se tem de conhecimento com aquilo que se vai aprender.

Diante do que afirma Moreira (2010, p. 5):

[...] na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos.

A Teoria da Assimilação nos permite compreender o pilar fundamental da aprendizagem significativa: como o novo conhecimento é integrado ao conhecimento antigo. A assimilação ocorre quando novas informações são integradas a uma estrutura cognitiva mais geral, de modo que haja continuidade entre elas e uma sirva como expansão da outra.

De um lado oposto a Aprendizagem significativa existe a aprendizagem Mecânica que leva o aluno a decorar conteúdo para fazer uma prova, onde a construção do conhecimento não é estimulada, ou seja, de forma arbitrária, adquirindo dessa forma somente memorização. Como sinaliza Moreira (2010, p. 5), “Esse tipo de aprendizagem, bastante estimulado na escola, serve para ‘passar’ nas avaliações, mas tem pouca retenção, não requer compreensão e não dá conta de situações novas”.

Mas o processo de aprendizagem significativa não termina aí. No início, cada vez que se quiser se lembrar de uma nova informação, se pode fazê-lo como se fosse uma entidade separada da estrutura cognitiva mais geral na qual ela está inserida. No entanto, com o passar do tempo, ambos os conteúdos se fundem em um só, de modo que apenas um não pode mais ser evocado por entendê-lo como uma entidade separada da outra. De certa forma, o novo conhecimento que foi aprendido no início é esquecido como tal, e em seu lugar surge um conjunto de informações qualitativamente diferentes. Esse processo de esquecimento é chamado por Ausubel de "assimilação obliterante".

Quando vamos abordar um conteúdo é interessante que façamos um apanhado geral do que se vai trabalhar, o que vamos abordar, quais conteúdos e conhecimentos prévios se faz necessário para que o objetivo seja alcançado.

Para Moreira (2010, p. 5): “não se trata de um enfoque dedutivo, mas sim de uma abordagem na qual o que é mais relevante deve ser introduzido desde o início e, logo em seguida, trabalhado através de exemplos, situações, exercícios”.

As ideias gerais e inclusivas devem ser retomadas periodicamente favorecendo assim sua progressiva diferenciação. É um princípio compatível com a progressividade da aprendizagem significativa.

Na visão de Ausubel existe também a aprendizagem por descoberta e por recepção, as duas são consideradas significativas, sendo que a por recepção se dá quando o tema a ser abordado é apresentado ao aluno já na sua forma final e a por descoberta quando o aluno descobre o que deve ser aprendido após abordagem do tema.

Na aprendizagem significativa devem existir duas condições necessárias para a aprendizagem, uma delas diz que o aluno deve ter disposição para aprender e a outra diz que cada conteúdo tem de ser muito significativo. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio.

Segundo Moreira (2010), os alunos já trazem uma formação de conceitos cognitivos que se fazem necessário para a aprendizagem significativa, são os achados conceitos prévios, e quando esse conceito não existe a aprendizagem mecânica se faz presente. Quanto mais conhecimento tem um aluno maior sua facilidade de aprendizado e aliado por isso o conceito prévio é o fator de mais importância na aprendizagem significativa. Tem alguns princípios citados por Moreira (2010), que facilitam a aprendizagem significativa, temos a: Diferenciação progressiva, a Organização sequencial, a Consolidação e a Reconciliação integradora.

Existem também alguns erros relacionados por Ausubel (2001, p. 7) que dificultam a aprendizagem significativa:

1. Uso prematuro de técnicas verbais puras com alunos imaturos em termos cognitivos.
2. Apresentação arbitrária de factos não relacionados sem quaisquer princípios de organização ou de explicação.
3. Não integração de novas tarefas de aprendizagem com materiais anteriormente apresentados.

4. Utilização de procedimentos de avaliação que avaliam somente a capacidade de se reconhecerem factos discretos, ou de se reproduzirem ideias pelas mesmas palavras ou no contexto idêntico ao encontrado originalmente.

O conceito de aprendizagem significativa diz que novos conhecimentos só têm significados quando interagem com conhecimentos especificamente relevantes que já existem na estrutura cognitiva do aprendiz, e isso é subjacente a várias outras teorias (MOREIRA, 1999).

3. ELEMENTOS DE FÍSICA DA RADIAÇÃO TÉRMICA

Este capítulo apresenta o estudo da Radiação Infravermelha, a compreensão do Zero absoluto, o estudo da Termografia toda a relação com a Lei de Planck e outros conteúdos que serão explorados através do uso experimental de uma câmara térmica.

Diante da Pandemia do Covid -19 as câmeras Termográficas foram muito utilizadas, ficaram bem evidentes e com base em pesquisas feitas foi possível construir e utilizar uma câmara Térmica Caseira (de baixo custo) e utilizá-la como recurso educacional nas aulas de Física, tendo como o principal objetivo a medição de calor que os corpos emitem através do infravermelho.

3.1. 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.

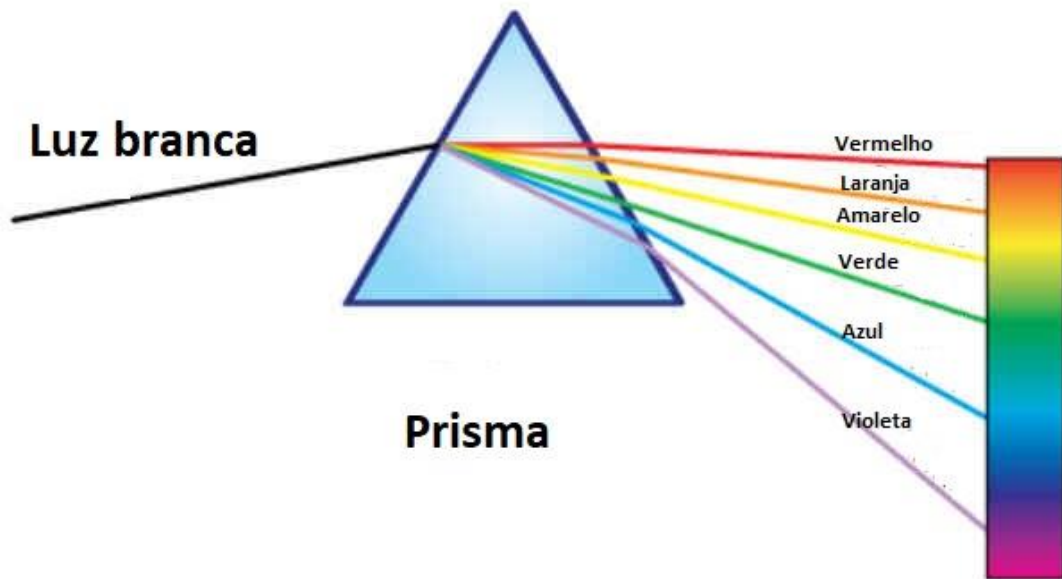
Todas as radiações existentes no universo se encontram no espectro, e temos, por exemplo, as ondas de rádio, micro-ondas, luz visível, infravermelho, ultravioleta, raios X e raios gama. As ondas de raio Gama têm a frequência mais alta e as ondas de rádio possuem a frequência mais baixa.

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 12 – Prisma da composição de cores

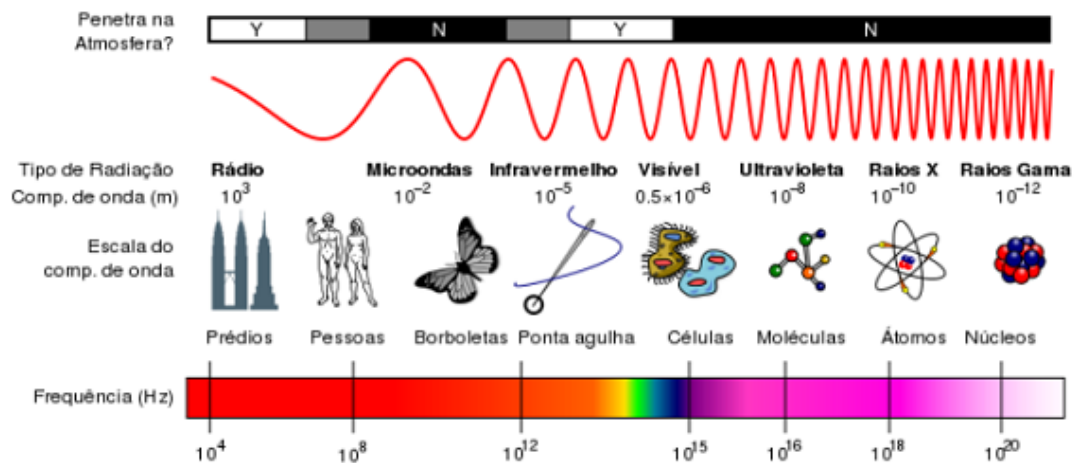


Fonte: Equipe Portal São Francisco. Disponível <https://www.portalsaofrancisco.com.br/>. Acesso em 22 de out. 2022.

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 13 – Espectro Eletromagnético



Fonte: Disponível em <https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images>. Acesso em 27/05/2022

A esquerda do espectro visível se encontra o infravermelho que tem um comprimento de onda maior, porém uma frequência mais baixa, essas energias 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 à esquerda não são prejudiciais à 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 $1-2,5 \mu\text{m}$.

3.1.1. 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 à 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 das 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.

A radiação pode ser considerada superficial, em materiais como, madeira, metais e rocha, pois são sólidos opacos à radiação térmica, pois a radiação que é emitida pelo interior desses materiais nunca chega a superfície.

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.

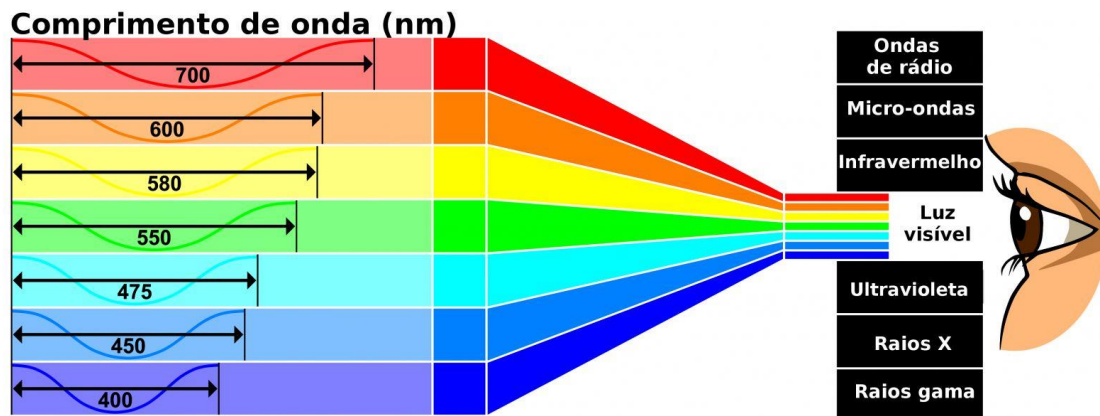
Segundo Chrzanowski (2001), por conta das temperaturas encontradas no planeta, quase toda emissão de radiação faz parte do infravermelho a exemplo disso temos o Sol, onde a maior produção das ondas eletromagnéticas se encontra na faixa do infravermelho, sendo essa produção na casa dos 50%, e os outros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

Como parte dessa radiação é absorvida pelo CO₂ que se encontra na atmosfera e pelas nuvens daí surge um efeito estufa fazendo com que a Terra se mantenha aquecida.

A radiação oriunda do Sol não é prejudicial à 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 (f) e pelos comprimentos de onda (λ) e na ilustração destacamos esses comprimentos.

Figura 14 – Comprimento de Ondas



Fonte: Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br>. Acesso em 25/07/2022

O comprimento de onda do infravermelho está entre "1 μm ($1 \times 10^{-6}\text{m}$) e 1 mm ($1 \times 10^{-3}\text{m}$)" 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.

3.1.2. 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

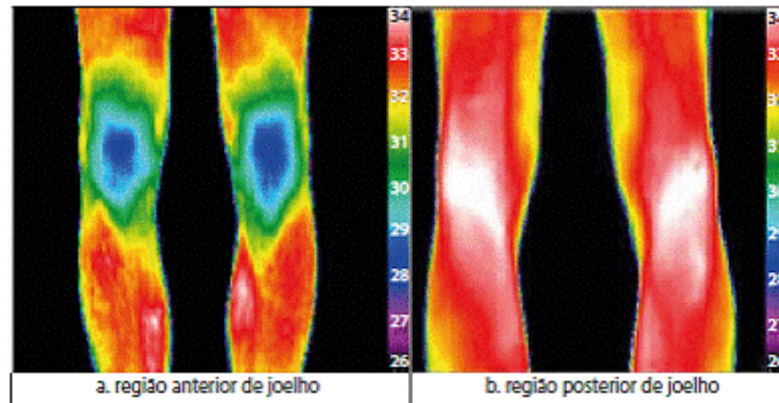
Segundo Pelizzari et al. (2006), vários setores, como a engenharia, industrial, elétrica, automotiva, outros e até a medicina tem utilizado a Termografia recurso para a prevenção e manutenção. Na indústria, por exemplo, podemos citar algumas aplicações termográficas como, aquecimento de componentes elétricos, 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.

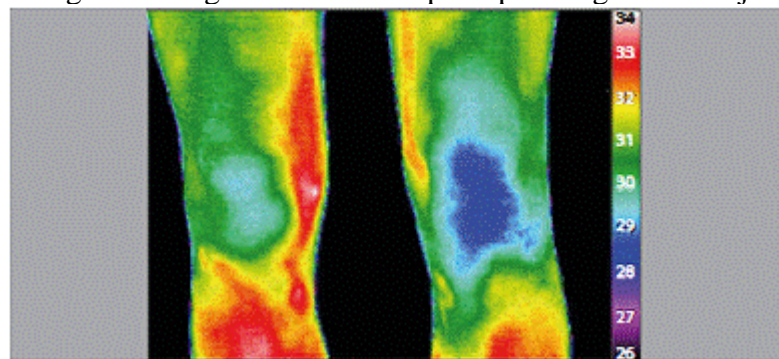
Através das imagens a seguir é possível enxergar regiões do corpo com cores diferentes representando uma diferença de temperatura em diferentes áreas do corpo (pernas).

Figura 15 – Simetria termográfica em joelhos saudáveis



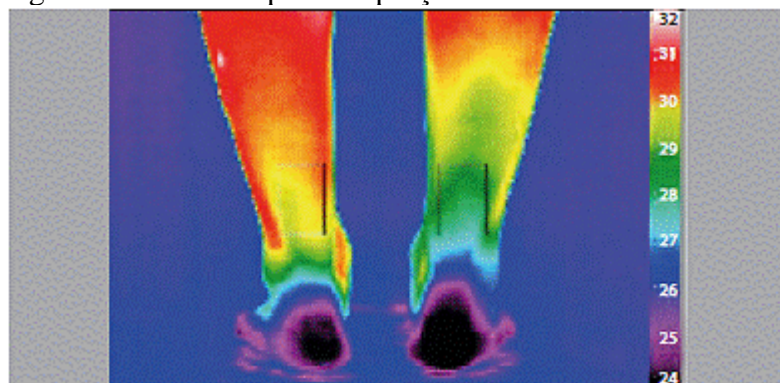
Fonte: CÔRTE; HERNANDEZ, 2016. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1517-869220162204160783>>. Acesso em: 25 de jul. de 2022

Figura 16 – Imagem termográfica de condropatia patelar grau iii em joelho esquerdo



Fonte: CÔRTE; HERNANDEZ, 2016. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1517-869220162204160783>>. Acesso em: 25 de jul. de 2022

Figura 17 – Tendinopatia na porção medial do calcâneo direito



Fonte: CÔRTE; HERNANDEZ, 2016. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1517-869220162204160783>>. Acesso em: 25 de jul. de 2022

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.

3.1.3. Emissividade

A emissividade (ϵ) 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 e 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.

3.2. EMISSÃO TÉRMICA NO PROBLEMA DO CORPO NEGRO

3.2.1. Lei de Stefan-Boltzmann

De acordo com Çengel e Ghajar (2011), para calcular a taxa máxima de radiação que um corpo pode emitir a uma temperatura absoluta (T), utilizamos a Lei de Stefan-Boltzman, que pode ser representada através da equação:

$$\epsilon cn = \sigma T^4, \text{ onde}$$

σ é a constante de Stefan-Boltzman que equivale a $5,670 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$;

ϵcn é a emissividade de um corpo negro.

3.2.2. Lei de Wien do Deslocamento

Diante do que diz Chrzanowski (2001), a lei do deslocamento de Wien faz uma relação entre a temperatura (T) de um corpo negro e o comprimento de onda para a máxima emissão de radiação eletromagnética (λ). Essa relação se dá pela fórmula:

$$\lambda_{max} = \frac{A}{T}, \text{ onde "A" é a constante de dispersão de Wien (A = } 2,8977685 \times 10^{-3} \text{ m.K)}$$

A partir da equação é possível observar que a temperatura é inversamente proporcional ao comprimento de onda, ou seja, quanto maior for a temperatura menor será o comprimento de onda máxima, por isso que quando a temperatura de um radiador térmico aumenta ele se torna primeiro vermelho, e posteriormente laranja ou amarelo. Representando os sensores infravermelhos temos a Lei de Planck, a Lei do deslocamento de Wien e a Lei de Stefan-Boltzman.

3.2.3. 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 (λ). 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⁻².μm⁻¹] é a exitância radiante espectral do Corpo Negro

h [J.s] é a constante de Planck = 6,6260755 x 10⁻³⁴ [J.s]

c [m.s⁻¹] é a velocidade da luz no vácuo = 2,99792458 x 10⁸ [m.s⁻¹]

λ [m] é o comprimento de onda

k [J.K⁻¹] é a constante de Boltzmann = 1,380658 x 10⁻²³ [J.K⁻¹]

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

4. 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 18 – Webcam Multilaser WC045



Fonte: Disponível em <https://www.multilaser.com.br/>. Acesso em 22 de out. 2022

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 19 – Webcam Multilaser WC045 antes de ser desmontada



Fonte: Elaborado pelo Autor

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

Figura 20 – Lente da câmera



Fonte: Elaborado pelo 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 21 – Filtro infravermelho em destaque sobre a lente



Fonte: Elaborado pelo Autor

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

Figura 22 – Filtro infravermelho em destaque na pinça



Fonte: Elaborado pelo 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.

Figura 23 – Imagem feita pelo smartphone Apple



Fonte: Elaborado pelo Autor

Nessa imagem notamos um objeto de cor laranja que foi um parafuso que estava em contato com a chama de fogo até atingir alta temperatura e mudar de cor.

A seguir foi realizada uma imagem dessa mesma chama da figura 23 só que dessa vez foi utilizado o produto construído (Câmera termográfica de baixo custo) e percebe-se que a chama e o parafuso aparecem na cor branca, da forma que a radiação infravermelha se apresenta através da Câmera Termográfica.

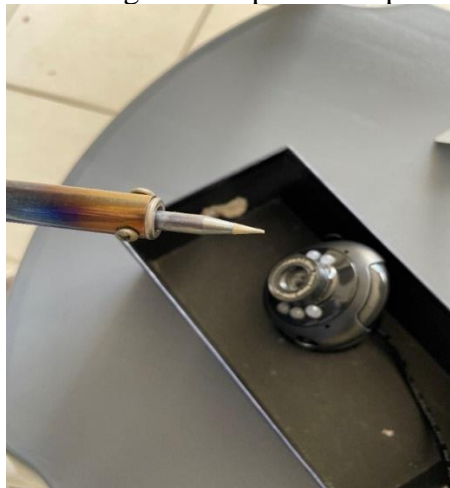
Figura 24 – Imagem realizada pela câmera termográfica



Fonte: Elaborado pelo Autor

Na imagem 25 foi realizada uma experiência com um ferro de solda. Primeiro realizamos uma foto dele sem ele estar ligado à rede elétrica, ou seja, o mesmo se apresentava a uma temperatura ambiente.

Figura 25 – Imagem feita pelo smartphone Apple



Fonte: Elaborado pelo Autor

Depois do ferro de solda ligado à rede elétrica e atingir uma alta temperatura foi realizada uma fotografia através da Câmera termográfica de baixo custo e o resultado foi esse apresentado na figura 25, a superfície do ferro parece iluminada, essa é a representação da radiação infravermelha.

Figura 26 – Imagem realizada pela câmera termográfica



Fonte: Elaborado pelo Autor

Na figura 26 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 27 – Imagem feita pelo smartphone Apple



Fonte: Elaborado pelo 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.

5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O objetivo dessa sequência didática é introduzir os conhecimentos de Física moderna e contemporânea no Ensino Médio, integrada ao produto educacional dessa dissertação, a saber, uma Câmera termográfica de baixo custo desenvolvida a partir de WebCam já descrito no capítulo 4. Para que os alunos pudessem responder o primeiro questionário foi levado em consideração o conhecimento que cada aluno traz consigo e os conteúdos que foram explorados e estudados através das aulas expositivas e dos experimentos realizados. No total participaram 47 alunos.

5.1. UNIDADE ESCOLAR

O estudo foi realizado em uma escola da rede pública na cidade Salvador/Ba. A escola escolhida foi a que o pesquisador leciona, onde o mesmo conhece toda a realidade local desde as instalações até o público alvo, no caso os Discentes.

- Algumas características da Unidade Escolar escolhidas são:
- Não tem laboratório de Física
- As salas de aula possuem tomadas e ventiladores
- Os experimentos são realizados na própria sala
- A carga horária da disciplina física é de 100 minutos semanais, ou seja, 2 horas aulas por semana
- Na sala de aula não temos acesso à internet

Todo material de estudo utilizado foi disponibilizado pelo docente – pesquisador, desde a internet utilizada em sala de aula até o material do experimento, tudo foi adquirido com recurso próprio.

5.2. MATERIAL UTILIZADO

Para a construção do nosso estudo – produto (Câmera Termográfica de Baixo custo) foram utilizados Internet, um computador do tipo notebook para ligarmos a Webcam, para pesquisas realizadas acerca do nosso objetivo, elaboração dos questionários e atividades, smartphone dos alunos para assistirem os vídeos propostos, Livros, artigos, sites, um ferro de solda e até um fogão tudo para a realização das aulas expositivas, da aplicação dos testes

(Questionários) para verificação do conhecimento dos alunos em relação ao tema e para a produção e funcionamento do nosso produto.

EQUIPAMENTOS:

- Ferro de solda
- Fogão
- Webcam da marca Multilaser e modelo WC 045
- Notebook da marca Vaio, Core i3
- Impressora da marca Epson

5.3. PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Durante o processo de estudo que foi realizado na própria sala de aula da unidade escolar escolhida foram coletados os dados necessários para a análise do ensino aprendizagem, envolvendo a construção do produto em questão que foi a construção de uma Câmera Termográfica de baixo custo.

Os alunos foram instruídos como seria o trabalho desde as aulas expositivas, a realização dos primeiros questionários, a construção do produto para realização dos experimentos até o questionário final.

O estudo foi feito em quatro etapas, e os alunos registraram através dos questionários tudo que compreendiam sobre o tema abordado,

Os momentos foram distribuídos da seguinte forma:

5.3.1. 1ª e 2ª Aulas (Atividade 1 - Questionário prévio)

Nesse momento foi aplicado um questionário (Atividade1) durante uma aula de 100 minutos, dividida em 2 momentos, no primeiro os alunos assistiram os vídeos (curtos) e no segundo momento os alunos responderam o questionário (Apêndice A), em uma folha impressa para verificação dos conhecimentos prévios sobre Física Moderna, observados a partir dos vídeos disponibilizados através de links, o questionário foi respondido individualmente e não houve interferência.

5.3.2. 3ª e 4ª Aulas (Aula expositiva)

Foi realizada uma aula expositiva de 100 minutos a partir dos vídeos assistidos, abordados conceitos sobre os conteúdos em estudo, discussão sobre o Espectro Eletromagnético, Radiação Infravermelha, Zero absoluto, Lei de Planck e também foi feita uma explanação sobre as Câmeras Termográficas. Foi aberta também uma discussão sobre os temas abordados e a partir daí os alunos puderam tirar dúvidas sendo possível observar o que eles haviam compreendido.

5.3.3. 5ª Aula (Atividade 2 Questionário)

Durante esse momento foi realizada mais uma atividade, um questionário (Atividade 2) durante uma aula de 50 minutos, foi aplicado um questionário, para analisar o que os alunos haviam construído de conhecimento em relação as aulas anteriores, da Atividade 1 e de tudo que foi exposto durante as aulas.

5.3.4. 6ª e 7ª Aulas (Experimentos e Questionário final)

Nesse momento foi construído o produto e para isso foram usadas 2 horas aulas com um total de 100 minutos. A partir de uma WebCam de marca Multilaser e modelo WC 045, foi desmontada a parte da lente e retirada o filtro que impede a passagem dos raios infravermelhos fazendo com que essa Câmera registrasse a partir desse instante todo o infravermelho que os objetos emitem.

O objeto em estudo foi testado a partir da observação, por exemplo, de um ferro de solda, boca de fogão aquecida e registrado através de fotos (Apêndice A) pela câmera de um celular da marca Apple, modelo Iphone 12, e posteriormente essas imagens foram comparadas com outras imagens agora registradas pelo produto elaborado que foi a Câmera Termográfica de baixo custo daí foi possível observar a diferença entre o termograma obtido através do produto educacional e das fotos obtidas pelo smartphone.

Durante os experimentos podemos citar o exemplo do ferro de solda, onde foram registradas as imagens antes dele estar aquecido e depois dele aquecido, as imagens (Apêndice A) dele aquecido que foram registradas através da Câmera termográfica mostra que o ferro apresenta cores diferentes de quando o mesmo ainda não está aquecido.

A presença do infravermelho é nítida e a partir daí a compreensão do conteúdo em estudo fica muito mais fácil, ou seja, ficou claro que para enxergar a radiação infravermelha nós precisamos de um equipamento específico que nesse caso foi o objeto construído.

Após esses experimentos os alunos responderam um questionário (Atividade 3).

5.4. TRATAMENTO DOS DADOS

Todos os dados coletados foram analisados de forma qualitativa observando a compreensão de cada aluno que participou do processo sobre o tema em questão e quantitativamente foi observado em termos percentuais certo avanço em nível de aprendizado em relação aos conteúdos abordados.

A partir da Atividade 1 se criou um devido parâmetro de análise até chegarmos ao experimento e o questionário final. Os dados pós-testes serviram para validar a sequência didática.

5.5. AMPARO AOS PARÂMETROS CURRICULARES E A BASE COMUM CURRICULAR

Um dos objetivos do Ensino Médio é que os alunos possam desenvolver competências e habilidades que lhes permitam contribuir com iniciativa e criatividade para o desenvolvimento da sociedade com o seu trabalho.

O nível educacional que é orientado para a formação integral dos alunos, em suas dimensões física, afetiva, cognitiva, social, cultural, moral e espiritual, desenvolvendo suas capacidades de acordo com os conhecimentos, habilidades e atitudes definidas nas bases curriculares que são determinadas de acordo com a BNCC, e que lhes permitam dar continuidade ao processo educacional formal (MANNARINO, 2019).

Espera-se que os alunos apliquem competências e atitudes básicas de investigação científica, para conhecer e compreender alguns processos e fenômenos fundamentais do mundo natural e aplicações tecnológicas atuais.

Para Gomes (2012, p. 99):

[...] Compreender o currículo como parte do processo de formação humana ou persistir em enxergá-lo como rol de conteúdos que preparam os estudantes

para o mercado ou para o vestibular? Como lidar com o currículo em um contexto de desigualdades e diversidade?

Assim, o documento levanta a necessidade e importância de uma articulação orgânica entre a BNCC e os currículos específicos, o que implica uma colaboração efetiva entre todos os atores educacionais e em todos os níveis da União. A função dos currículos e da BNCC é mutuamente complementar. Corresponde aos currículos em ação para materializar o conjunto de aprendizados essenciais propostos pela BNCC para cada etapa da Educação Básica, adequando-os às realidades locais; portanto, a autonomia na tomada de decisão em cada contexto específico continua sendo um fator considerado essencial.

A BNCC indica que a divisão em unidades temáticas serve para facilitar a compreensão dos conjuntos de habilidades e como eles se inter-relacionam. No desenvolvimento de currículos e propostas pedagógicas, devem ser enfatizadas as articulações de competências com as de outras áreas do conhecimento, entre as unidades temáticas e no interior de cada uma delas (BRASIL, 2017).

Segundo a BNCC os objetivos que estão relacionados ao ensino da Área de Ciências da Natureza são aprimorar e aprofundar os conhecimentos obtidos no ensino fundamental, isso é feito no Ensino Médio onde deve se garantir aos estudantes o desenvolvimento de competências específicas, que foram divididas em seis, onde estão ligadas a habilidades a ser alcançadas para essa etapa (BRASIL, 2017).

Quanto aos fundamentos pedagógicos, a BNCC propõe que os conteúdos curriculares estejam a serviço do desenvolvimento de 'competências', entendendo o termo de forma ampla que englobe conceitos, valores, atitudes, procedimentos, habilidades. A competência seria o conhecimento construído que é mobilizado, operacionalizado e aplicado pelos alunos em situações que exigem a tomada de decisões em todas as áreas da vida (MANNARINO, 2019; GOES, 2020).

Para tanto a BNCC (2017) coloca que nesta área do conhecimento deve:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global (BRASIL, 2017, p. 540).

Então a BNCC busca desenvolver as seguintes habilidades específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Médio.

Quadro 1 - Habilidades

<p>(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais. (BRASIL, 2017, p. 541).</p>
<p>(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.</p>
<p>(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica.</p>
<p>(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.</p>
<p>(EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p>
<p>(EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais.</p>

Fonte: BNCC (2017).

Estas habilidades descrevem dimensões que os estudantes precisam aplicar com sucesso em suas vidas diárias: a capacidade de analisar problemas e situações de importância local, global e cultural. Essas competências são altamente interdependentes e sobrepostas, o que justifica o uso do termo singular "competência global". Por exemplo, alunos de duas origens culturais diferentes trabalhando juntos em um projeto escolar demonstram competência global quando eles: se conhecem melhor (discutem suas diferenças culturais); tentar entender como cada um percebe seu papel no projeto e a perspectiva do outro (entender perspectivas); negociar mal-entendidos e comunicar claramente expectativas e sentimentos (interagir de forma aberta, adequada e eficaz); e fazem um balanço do que aprendem uns com os outros para melhorar as relações sociais na sala de aula e no centro (lei para o bem-estar coletivo) (INSTITUTO REÚNA, 2020).

Identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar os sistemas e fenômenos naturais mais relevantes, a forma como o meio ambiente condiciona as ações humanas, as consequências dessas atividades no meio ambiente, as aplicações e o desenvolvimento tecnológico da ciência, agir de forma consciente e eficaz na saúde pessoal cuidado e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões relacionadas à ciência e suas aplicações práticas na vida cotidiana para a tomada de decisões.

Essa conceituação abrange aspectos para compreender as mudanças científicas e tecnológicas atuais, de modo que o ensino de ciências deve dar conta das implicações dos avanços científicos e tecnológicos para a saúde e o meio ambiente, acesso e uso de tecnologias digitais e mobilização do conhecimento para a tomada de decisões informadas. Isso implicaria uma visão mais holística das competências. A inclusão da competência científica nos currículos oficiais permite aos alunos integrar a aprendizagem e relacioná-la com diferentes tipos de conteúdo, explicar cientificamente fenômenos, avaliar e planejar experiências científicas e interpretar dados e evidências cientificamente. Isso requer dos alunos conhecimentos conceituais, processuais e epistemológicos, habilidades cognitivas, atitudes e valores para responder a problemas relacionados à ciência.

As competências epistemológicas no Brasil são voltadas para que os alunos compreendam a ciência como um empreendimento humano, para argumentar e defender ideias científicas.

Os princípios fundamentais da BNCC são igualdade, diversidade e equidade. Dadas às características do Brasil (autonomia dos entes federados, grande diversidade social e cultural

etc.), o documento afirma que o conceito de equidade na educação. Reconhece-se também que a diversidade se expressa nos próprios alunos, nas experiências com que chegam à escola e na forma como aprendem. Portanto, para que haja equidade, a instituição escolar deve estar conscientemente aberta à pluralidade e à diversidade, sem marginalização e exclusão por motivos de raça, religião, sexo, identidade de gênero, orientação sexual etc.

Ao mesmo tempo, com base na igualdade, a BNCC assume um papel fundamental, pois explicita e regulamenta a aprendizagem essencial que todas as crianças, adolescentes e jovens do país devem desenvolver; que levanta um plano de igualdade educacional em que as peculiaridades de cada contexto devem ser consideradas e abordadas, incluindo a igualdade de oportunidades de acesso e permanência na Educação Básica. O documento busca criar um marco para a igualdade em nível nacional, ao passo que a equidade deve ser concretizada nas decisões curriculares e nos projetos pedagógicos a cargo das Secretarias de Educação nos níveis estadual e municipal. Por sua vez, a diversidade é a dobradiça que deve garantir a difícil articulação entre igualdade e equidade.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ideia principal desse trabalho foi construir uma Câmera Termográfica de baixo custo e desenvolver uma sequência didática relacionando alguns conteúdos de Física Quântica, dessa forma introduzindo o estudo de Física Moderna no Ensino Médio da rede pública de ensino e todo o estudo foi baseado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2001). Com o intuito de deixar o estudo da Física Quântica mais lúdico e próximo a realidade do momento que é das tecnologias e que nossos alunos têm acesso buscamos a construção de um produto que despertasse a curiosidade por parte deles e dessa forma deixar a matéria mais atrativa.

Segundo a LDB (2000) e PCNs (2008) a Física Quântica não deve deixar de ser ensinada nas escolas principalmente fazendo uma correlação do estudo de quântica aos avanços tecnológicos.

Foram utilizadas quatro estratégias com o objetivo de formação de conhecimento. No primeiro momento os alunos assistiram vídeos sobre os conteúdos de Física e a partir daí foi aplicado um questionário onde o objetivo era que eles escrevessem sobre os vídeos apresentados, o que haviam entendido, o que os vídeos falavam qual a mensagem passada em relação aos conceitos físicos, ou seja, saber o nível de conhecimento deles acerca dos conteúdos de Física Quântica.

No segundo momento durante uma aula expositiva a ideia foi tratar as informações dos vídeos assistidos e discutir sobre o questionário aplicado no primeiro momento e a partir buscar formar um conhecimento mais aprofundado dos conteúdos em questão.

No terceiro momento aplicamos um segundo questionário onde de forma objetiva os alunos responderam perguntas sobre física Quântica. No quarto momento montamos o produto que foi a Câmera termográfica de baixo custo a partir de uma WebCam, realizamos alguns experimentos durante a aula, em destaque, o experimento utilizando um ferro de solda, e posteriormente registramos alguns termogramas para que a partir daí eles pudessem responder a um terceiro questionário onde o objetivo foi verificar o nível de conhecimento construído desde o início da sequência didática e em especial depois dos experimentos realizados com o nosso produto construído. Em todos esses momentos foram abordados alguns conteúdos de Física como: Espectro Eletromagnético, O Zero Absoluto, A constante de Planck, A Radiação Infravermelha e o principal que foi a Câmera termográfica e outros que estão no desenvolvimento do trabalho apresentado. Foram analisadas as respostas obtidas através dos questionários respondidos pelos alunos e foi possível entender que houve uma construção até a atividade final.

A seguir o quadro apresenta os resultados obtidos no primeiro momento após a apresentação dos vídeos e realização do primeiro questionário (Apêndice A).

Nesse questionário foram selecionadas as respostas mais coerentes em relação as questões da atividade proposta, que foi assistir os vídeos propostos e produzir um comentário de cada um dos vídeos onde cada aluno expressou o que compreendeu de cada um dos vídeos abordados, no caso cinco vídeos.

Quadro 2 – Questionário de Pesquisa (Atividade 1)

Questionário De Pesquisa - Atividade 1		
TURMA 3º A	Comentários Com Coerência	Comentários Sem Coerência
Vídeo 01 -Radiação: Infravermelha E Ultravioleta	(83,3%)	(16,6%)
Vídeo 02 - O Espectro Eletromagnético	(83,3%)	(16,6%)
Vídeo 03 - O Zero Absoluto	(83,3%)	(16,6%)
Vídeo 04 - Planck	(66,6%)	(33,3%)
Vídeo 05 - Câmera Termográfica	(66,6%)	(33,3%)
TURMA 3º B	Comentários Com Coerência	Comentários Sem Coerência
Vídeo 01 -Radiação: Infravermelha E Ultravioleta	(100 %)	(0%)
Vídeo 02 - O Espectro Eletromagnético	(75 %)	(25%)
Vídeo 03 - O Zero Absoluto	(75 %)	(25 %)
Vídeo 04 - Planck	(50 %)	(50 %)
Vídeo 05 - Câmera Termográfica	(62,5 %)	(37,5 %)

OBS: COMENTARIOS SEM COERÊNCIA OU SEM COMENTÁRIO

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com os resultados encontrados na atividade 1, a maioria dos alunos das duas turmas conseguiram discursar um comentário do que conseguiu compreender sobre o conteúdo abordado em cada um dos vídeos. Na turma 2 por exemplo, em relação ao vídeo 1, toda a turma conseguiu produzir um comentário com coerência, ou seja 100% da turma.

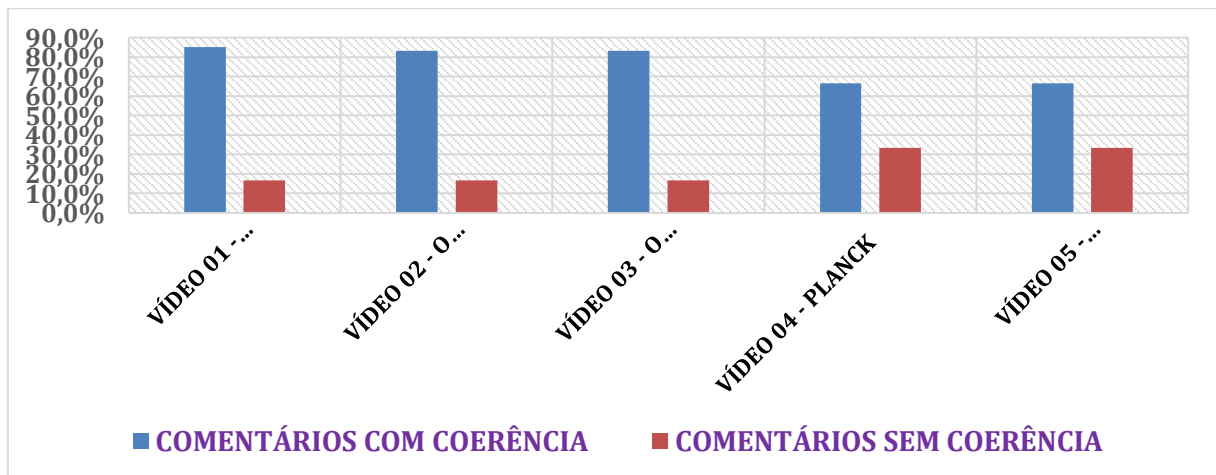
Diante desse resultado podemos recordar sobre a teoria de Ausubel (2001) que diz que todo mundo produz conhecimento a partir da interação com seus conhecimentos prévios, dessa forma percebemos que os conhecimentos já existentes que foram de fundamental importância importante para que a aprendizagem possa avançar.

Ainda podemos destacar que a aquisição de conhecimento surge também quando a vontade de aprender tem força maior.

Para dar sequência ao nosso trabalho essa atividade 1 teve bastante relevância quando demonstrou a capacidade que cada um aluno traz consigo, a de aprender a partir da observação, dos conhecimentos prévios (MOREIRA, 2010) e do interesse pelo tema abordado.

A seguir temos dois gráficos que demonstram esses resultados.

Gráfico 1 - Questionário de Pesquisa - Atividade 1-Turma 3ªA

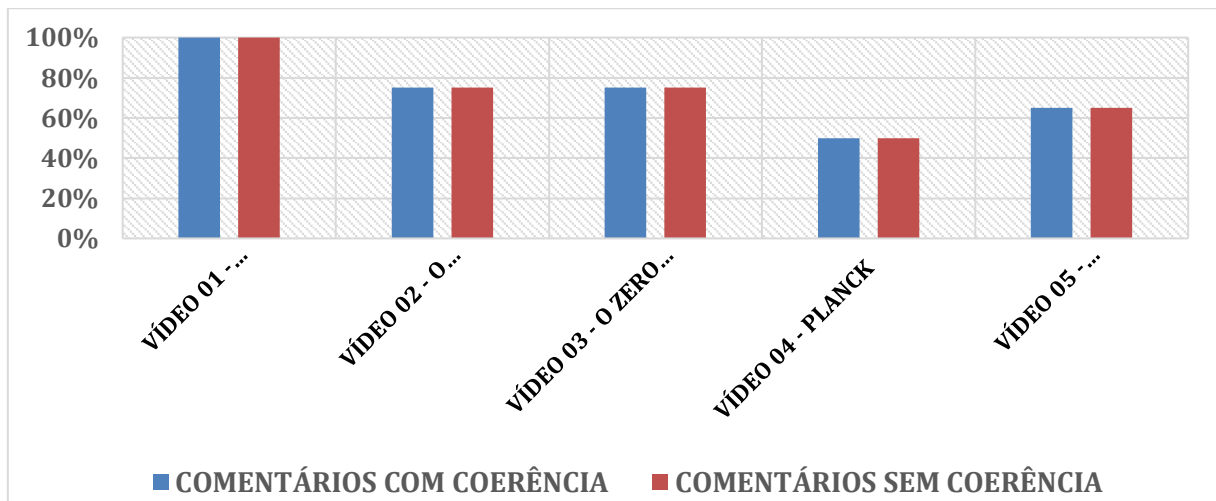


Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico acima mostra em percentual a participação da turma A e os resultados obtidos a partir da atividade 1.

Abaixo temos o gráfico que mostra o resultado da turma B.

Gráfico 2 - Questionário de Pesquisa - Atividade 1-Turma 3ºB



Fonte: Elaborado pelo autor

Esses conceitos prévios são de fundamental importância, pois caso não exista, os novos conceitos apresentados acabam sendo aprendidos de forma mecânica. Vamos para a terceira etapa, vamos observar agora os resultados obtidos através de um novo questionário. Para responder esse questionário que iremos apresentar os resultados no quadro a seguir os alunos tiveram um momento de aprendizagem através de uma aula expositiva onde foram abordados os conceitos aprendidos através dos vídeos apresentados no primeiro momento.

Quadro 3 - Questionário de Aprendizagem - Atividade 2

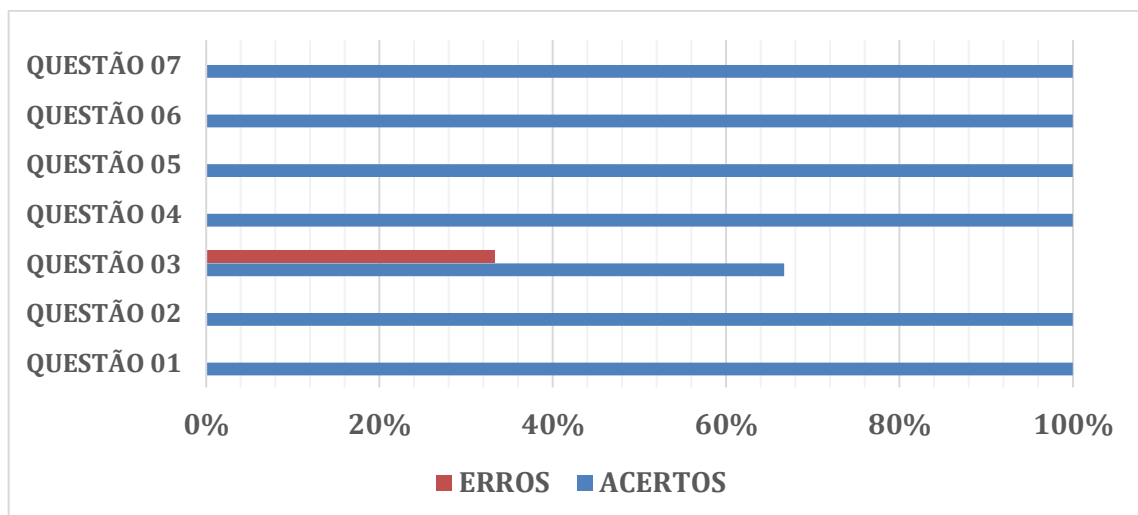
Questionário de Aprendizagem - Atividade 2		
TURMA 3º A	ACERTOS	ERROS
Questão 01	100%	0%
Questão 02	100%	0%
Questão 03	66,6%	33,3%
Questão 04	100%	0%
Questão 05	100%	0%
Questão 06	100%	0%
Questão 07	100%	0%
TURMA 3º B	ACERTOS	ERROS
Questão 01	100%	0%

Questão 02	87,5%	12,5%
Questão 03	62,5,5%	37,5%
Questão 04	100%	0%
Questão 05	75%	25%
Questão 06	87,5%	12,5%
Questão 07	87,5%	12,5%

Fonte: Elaborado pelo autor

Foi observado que através da sequência didática no processo ensino – aprendizagem e dos dados apresentados no quadro acima houve um avanço bem significativo na aquisição de conhecimento acerca dos conteúdos trabalhados onde a maioria das questões houve um percentual maior que 50% no número de acertos, com isso podemos concluir que as estratégias utilizadas geraram resultados bem satisfatórios do ponto de vista da aprendizagem. Os resultados entre as duas turmas foram bastante parecidos concluindo-se que o trabalho surtiu efeito, que o método utilizado deu resultado mesmo sendo em ambientes distintos. A seguir temos dois gráficos que demonstram os resultados das atividades realizadas nas duas turmas.

Gráfico 3 - Questionário de Aprendizagem Turma 3ªA

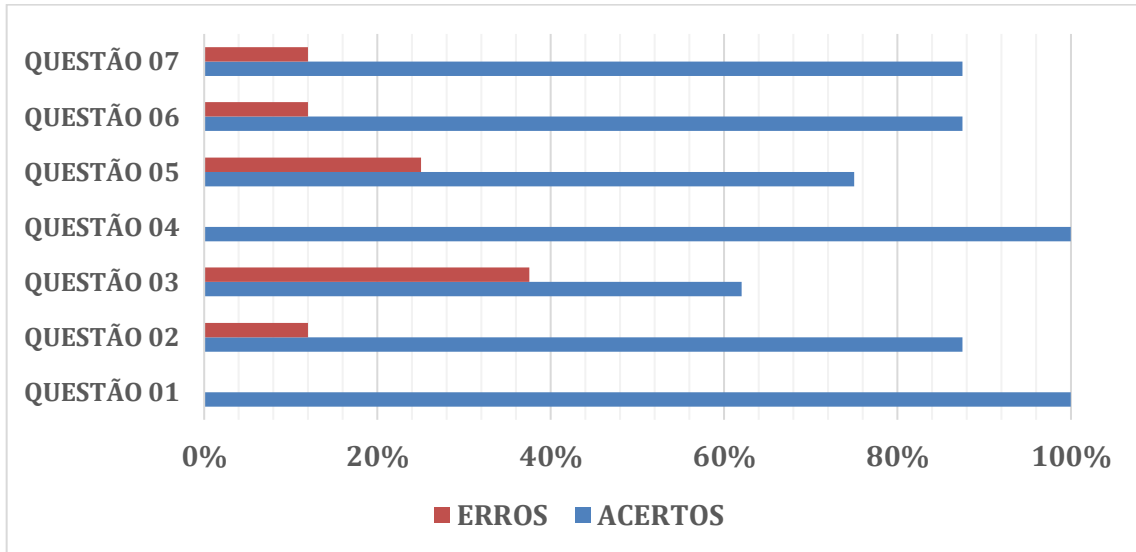


Fonte: Elaborado pelo autor

Através do gráfico foi possível constatar que somente na questão 03 os alunos do 3A apresentaram uma certa dificuldade, ou seja, algum conhecimento prévio não foi suficiente ou o entendimento sobre o zero absoluto não ficou claro para uma pequena parte dos alunos.

A seguir temos o gráfico representativo da mesma atividade sendo que agora foi aplicada na turma B.

Gráfico 4 - Questionário de Aprendizagem Turma 3ºB



Fonte: Elaborado pelo autor

Foi possível observar que a turma B apresentou mais erros em relação ao mesmo questionário aplicado na turma A, sugerindo que há possibilidade da turma A ter tido mais proveito dos conteúdos trabalhados ou que a turma tinha mais subsunções que a turma B.

De acordo com os estudos em curso foi aplicado um terceiro questionário a partir do experimento realizado com a câmera termográfica, a seguir temos as questões que foram respondidas depois do experimento.

Questão 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).

Diversas respostas foram dadas, porém, o aluno identificado pelo número 10 de uma das turmas respondeu: “consegui observar que o infravermelho porque é emitido uma luz branca, mas um pouco azulado dando a impressão de estar congelado”

Na fala do aluno fica notório que ele compreende que o ferro de solda está emitindo a radiação infravermelha quando apresenta certa luminosidade dando a impressão de estar congelado.

Questão 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.

A resposta a seguir foi dada pelo aluno identificado pelo número 13.

“Sim, porque com o infravermelho faz com que tenha iluminação, na câmera normal fica o que é visto e com o infravermelho fica iluminado, claro como se fosse gelo”

A percepção da luminosidade, a ideia da peça está gelada, mostra que o aluno consegue compreender o conceito do objeto emitindo radiação, ou seja, tem a consciência que o infravermelho é notado através da luz que só é possível por conta da Câmera Termográfica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi construir uma Câmera Termográfica de baixo custo que conseguisse enxergar a Radiação Infravermelha emitida por corpos em elevadas temperaturas.

Através da proposta de uma sequência didática e com base na Teoria de Aprendizagem de David Ausubel, a atividade foi realizada em uma turma de 3º ano do Ensino médio da rede Pública de ensino do Estado da Bahia.

Foi observado que a interação dos alunos com o tema proposto foi bastante significativa e que o interesse por uma atividade onde a tecnologia foi inserida despertou na classe estudantil uma grande curiosidade e interesse nas aulas de Física.

Os conhecimentos prévios em relação aos conteúdos de física abordados durante a tiveram grande relevância para que o objetivo da sequência didática até a construção do produto fosse alcançado.

Foi necessário um planejamento pedagógico para que a atividade proposta pudesse ser desenvolvida e partir daí os objetivos alcançados de forma satisfatória, porém foi observado como em todo planejamento que em alguns momentos situações adversas surgissem modificações do que havia sido planejado, entretanto sem prejudicar a realização das atividades,

Diante das respostas obtidas por parte das turmas que participaram do estudo em questão foi possível observar uma taxa acima de 70% de respostas satisfatórias, portanto observou-se que o objetivo foi alcançado.

Conclui-se que o trabalho elaborado gerou uma resposta positiva e que do ponto de vista educacional foi de grande importância para o Professor pesquisador perceber o interesse e a motivação dos alunos em relação ao tema proposto. O estudo da Teoria da Aprendizagem Significativa correlacionada com tecnologia buscando uma inovação no ensino de física só enriqueceu o trabalho apresentado fazendo com que o resultado final fosse o buscado desde o início.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Rodrigo de Oliveira. **Estados Unidos preparam investimento bilionário em sua indústria de semicondutores**. 2022. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/>> Acesso em 15.05.2022.
- MENDONÇA, L. V. Termografia por infravermelhos – Inspeção de Betão. **Revista Engenharia & Vida**, Lisboa, n. 16, p. 53-57, set. 2005.
- ARAÚJO, Thelma Leite de; FARO, Ana Cristina Mancussi; LAGAÑ, María Teresa Cicero; Temperatura Corporal: Planejamento da Assistência de Enfermagem na Verificação da Temperatura; no Atendimento da Febre e da Hipertermia Maligna. **Rev. Esc. Enf. USP**, v. 26, n. 3, p. -, dez., 1992. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/reeusp/a/DrJmkc45PngPqGmVgqSHpyh/?lang=pt&format=pdf>> Acesso em 24.10.2022.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 1ª ed. Lisboa: Paralelo Editora, Ltda., 2001.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AXIS COMMUNICATIONS; **Câmeras térmicas**. 2021. Disponível em: <https://www.axis.com/files/sales/wp_thermal_cameras_pt_2110.pdf> Acesso em 24.10.2022.
- AZEVEDO, Julia. **Entenda o que é radiação infravermelha**. 2022. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/radiacao-infravermelha/>> Acesso em 24.10.2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para Educação Básica. Brasília, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2017.
- BRASIL ESCOLA. **Tamanho da imagem e campo de visão**. 2022. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/tamanho-imagem-campo-visao.htm>> Acesso em 24.10.2022.
- BUSH, Larry M.. Febre em adultos. **Manual MSD**. 2020. Disponível em: <<https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/biologia-das-doen%C3%A7as-infecciosas/febre-em-adultos>> Acesso em 24.10.2022.
- ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. **Termodinâmica**. 7. ed. Nova York, 2011.
- 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; 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.

FORCELINI, Franciele; VARNIER, Thiago; MERINO, Eugenio Andrés Díaz. Termografia Infravermelha e Captura de Movimentos: vantagens e desvantagens no desenvolvimento de projetos. **13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, Univille, Joinville (SC), 2018.

FLIR - **Research and Science**, 2016. Disponível em: <<http://www.flir.com/science/display/?id=60812>>, acesso em 12 de fevereiro de 2016.

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> 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.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 10. Ed. Tradução de Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro 2016.

HIRAI, Wilson. **Câmera térmica medidor de temperatura corporal e detecção de febre**. 2020. Disponível em: <<https://jyoho.com.br/camera-termica-para-medir-temperatura-corporal/>> Acesso em 24.10.2022.

INTELBRAS. **Medição de Temperatura Corporal**. 2021. Disponível em: <<https://www.plugmais.com.br/uploads/downloads/MEDICAO-DE-TEMPERATURA-CORPORAL.pdf>> Acesso em 24.10.2022.

MEGABRAS. **Sistema para detectar pessoas com febre**. 2020. Disponível em: <<https://www.megabras.com/pt-br/produtos/sistema-para-detectar-pessoas-com-febre/>> Acesso em 24.10.2022.

MENDONÇA, Luís Viegas. **Termografia por Infravermelhos: Inspeção de Betão**. Engenharia & Vida, Lisboa, nº 16, p. 53-57, 2005.

MORAN, José Manuel et al. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 6. ed. Campinas: Papirus, 2000.

MOREIRA, M. A.. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da UnB. (1999).

MOREIRA, M.A.; MASINI, E. A.F. **Aprendizagem significativa**: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor Editora, 2008.

MOREIRA, M. A.. **Aprendizagem significativa crítica**. 2ª edição. Rio Grande do Sul: Instituto de Física da UFRGS, 2010.

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.

PEREIRA, Deise Maria Marques. FONTANINI, Carlos Augusto Candêo. **A Utilização das Redes e Mídias Sociais na Formação Continuada de Professores**. Congresso Nacional de Educação, 2011, Curitiba. Disponível em <http://www.educere.bruc.com.br/CD2011/trabalhos_1.html>. Acesso em 24.10.2022.

RODRIGUES, Andréia Fialho. **Avaliação da influência do volume do campo de visão na determinação da densidade mineral em tomografia computadorizada de feixe cônico e tomografia computadorizada multislice**. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/5426/1/andreiafialhorodrigues.pdf>> Acesso em 24.10.2022.

SANTOS, L. **Classificação e Modelagem de Fatores de Influência sobre inspeções Termográficas em Ambientes Desabrigados**. 161 f. UNIFEI. Dissertação (Doutor em Ciências em Engenharia Elétrica). 2012.

SEGURANÇA ELETRÔNICA. Como funcionam os sensores de movimento ativo e passivo e onde podem ser aplicados. **Revista Segurança Eletrônica**. 2017. Disponível em: <<https://revistasegurancaeletronica.com.br/como-funcionam-os-sensores-de-movimento-ativo-e-passivo-e-onde-podem-ser-aplicados/>> Acesso em 24.10.2022.

SILVA, Marcos Nunes da; MENDANHA, José Francisco. A Importância da Ferramenta Tecnológica no Contexto Social e Educacional. **Revista Científica do ITPAC**, Araguaína, v.7, n.1, Pub.7, Janeiro, 2014.

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.

TELEDYNE FLIR. **FLIR GF620**. (SD). Disponível em: <<https://www.flir.com.br/products/gf620/?vertical=optical+gas&segment=solutions>> Acesso em 24.10.2022.

TELEDYNE FLIR. **FLIR Recebe Prêmio de Inovação por Câmeras com Detector de Metano**. 2018. Disponível em: <<https://www.flir.com.br/news/industrial-news/flir-receives-innovation-award-for-methane-detecting-cameras/>> Acesso em 24.10.2022.

TELEDYNE FLIR. **FLIR GF320**. 2022. Disponível em: <<https://www.flir.com.br/products/gf320/>> Acesso em 24.10.2022.

TELEDYNE FLIR. **FLIR GF77**. 2022. Disponível em: <<https://www.flir.com.br/products/gf77/?vertical=optical%20gas&segment=solutions>> Acesso em 24.10.2022.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. **Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem**. *Psicologia Escolar e Educacional*, v. 7, n. 1, p. 11-19, 2003.

WIKIPEDIA®; **Diretiva ATEX**. 2022. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/ATEX_directive> Acesso em 24.10.2022.

ANEXO A – PRODUTO EDUCACIONAL



UNEB
UNIVERSIDADE DO
ESTADO DA BAHIA



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacion
Profissional em
Ensino de Física

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 a 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	4
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.....	21
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

AULA	ATIVIDADE	OBJETIVO	CARGA HORÁRIA
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 explanação 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 explanação 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>. 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°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 $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou 0 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.

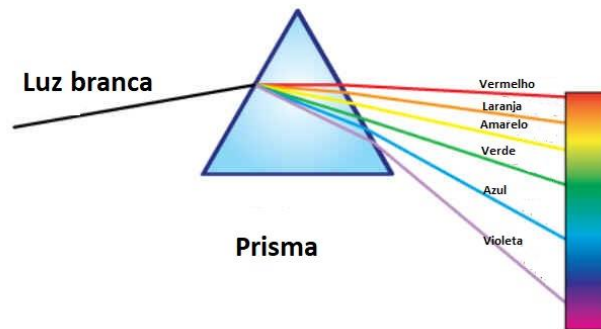
Todas as radiações existentes no universo se encontram no espectro, e temos, por exemplo, as ondas de rádio, micro-ondas, luz visível, infravermelho, ultravioleta, raios X e raios gama. As ondas de raio Gama têm a frequência mais alta e as ondas de rádio possuem a frequência mais baixa.

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

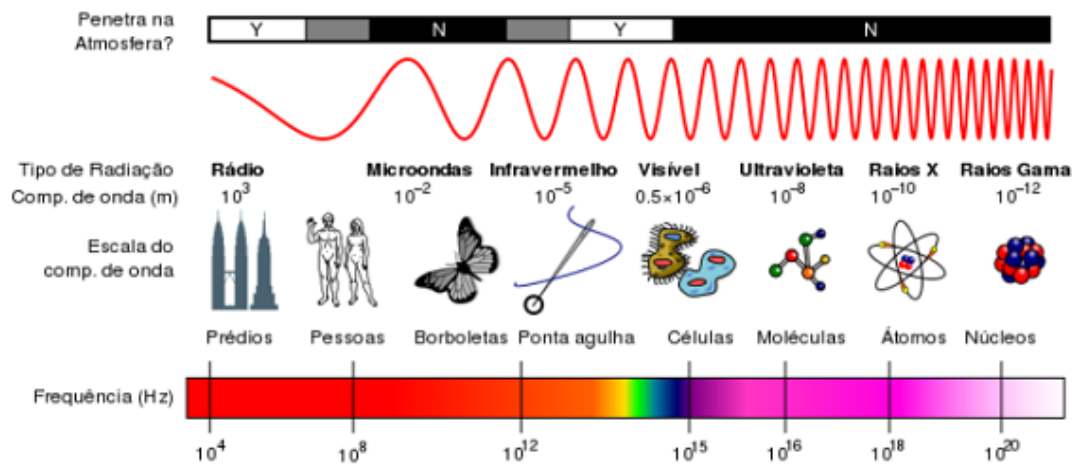


Fonte: Equipe Portal São Francisco

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, essa 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 μm , Infravermelho onda média 2- 5 μm , Infravermelho Onda longa 7,5-14 μm e Onda curta 1-2,5 μm .

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.

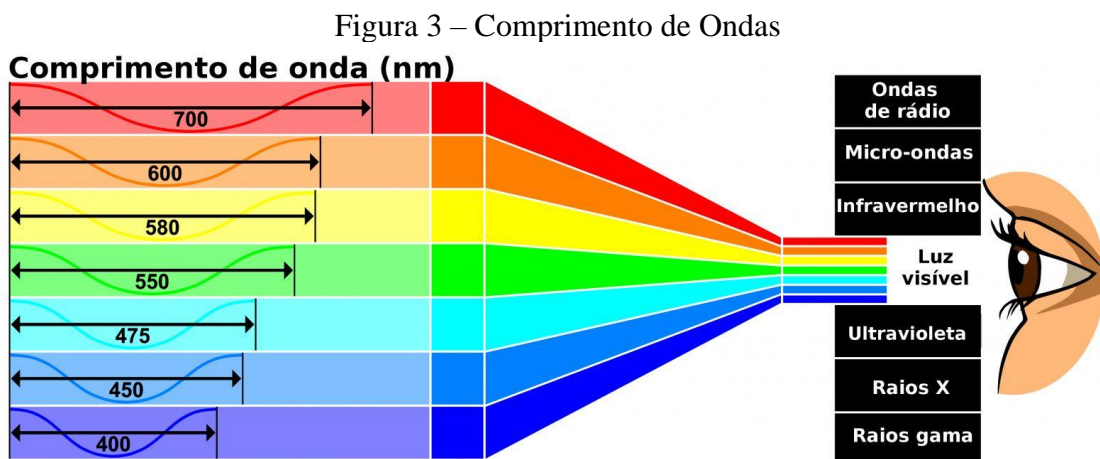
Como a radiação infravermelha é um tipo não ionizante, ou seja, de baixa frequência, baixa energia e por apresentar frequência menor que a da luz vermelha não pode ser enxergada pelo olho humano sem ajuda de um equipamento específico, por isso dizemos que não está dentro do espectro eletromagnético visível.

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 (f) e pelos comprimentos de onda(λ) e na ilustração destacamos esses comprimentos.



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

O comprimento de onda do infravermelho está entre "1 μm ($1 \times 10^{-6}\text{m}$) e 1 mm ($1 \times 10^{-3}\text{m}$)" 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

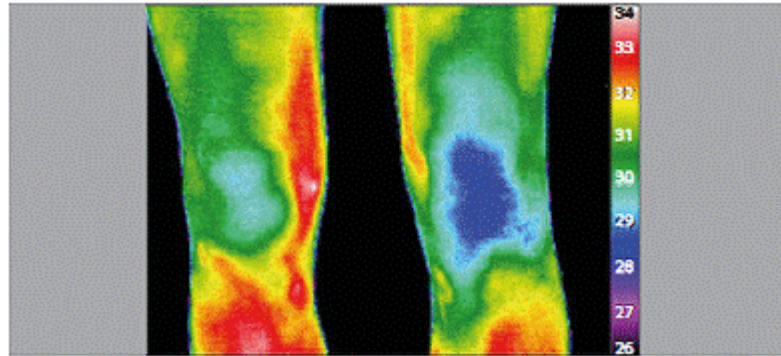
Segundo (PELIZZARI et al., 2006), vários setores, como a engenharia, industrial, elétrica, automotiva, outros e até a medicina tem utilizado a Termografia recurso para a prevenção e manutenção. Na indústria, por exemplo, podemos citar algumas aplicações termográficas como, aquecimento de componentes 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 (ϵ) 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 (λ). 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⁻².μm⁻¹] 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⁻¹] é a velocidade da luz no vácuo = 2,99792458 x 10 [m.s⁻¹]

λ [m] é o comprimento de onda

k [J.K⁻¹] é a constante de Boltzmann = 1,380658 x 10 [J.K⁻¹]

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°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

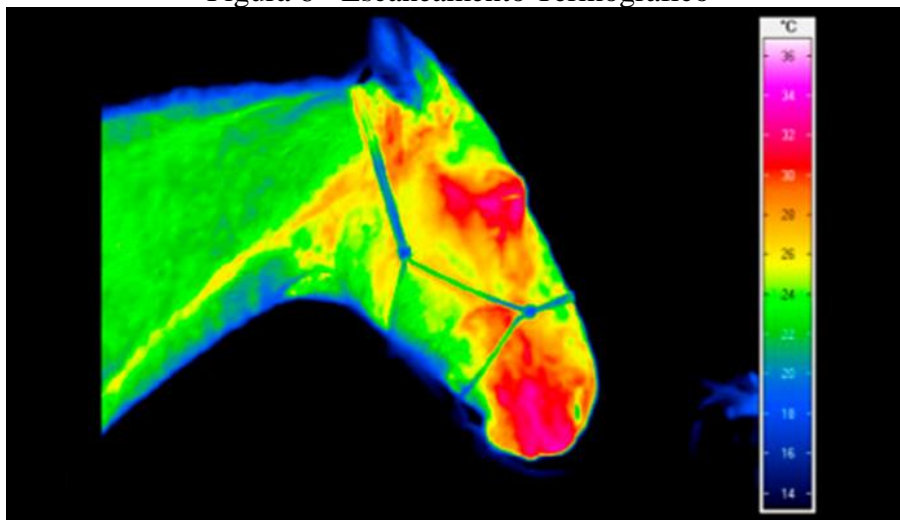
Através de relatos históricos foi possível obter a informação de que a primeira câmera termográfica surgiu em 1948 e era capaz de registrar uma imagem em 20 minutos, segundo a revista de pesquisa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), e graças aos avanços tecnológicos hoje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

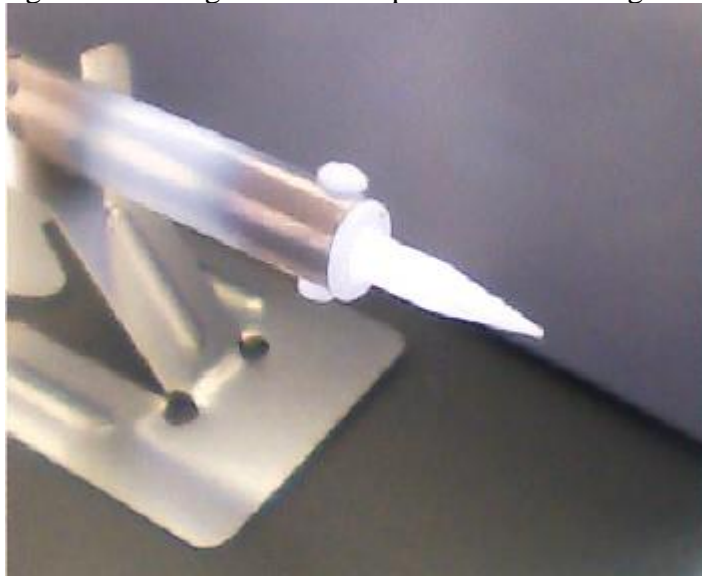


Fonte: Próprio Autor

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> 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> Acesso em 24.10.2022.
- 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

Unidade Escolar/NTE:		Colégio Estadual "Beltrano de Sicrano"/NTE 26			
Federal ()	Estadual (X)	Municipal ()	Privada ()	Comunitária (..)	Outros ()
Coordenador(a):		Prof ^a . Dr ^a . Fulana de Beltrano (Pode ser o Diretor da Unidade ou o Professor Regente)			
Componente Curricular:		Física ou Ciências ou EJA			
Turma:	2º ano/B	Ano letivo:	2021		
Professor responsável:		Fulano Beltrano de Sicrano			
Assunto: de caráter mais geral, mais abrangente; um assunto pode dar lugar a vários tema		<ul style="list-style-type: none"> • Cinemática 			
Tema: 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.			
Objetivo geral:		Promover a aprendizagem significativa do conceito de aceleração			
Objetivos específicos: 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 infinitivo (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>Conceitos-chave: listar aqui os conceitos que serão tratados na aula, destacando o principal para aquela atividade</p>	<p>aceleração; velocidade, intervalo de tempo, espaço, posição inicial, velocidade inicial</p>
<p>Conhecimentos prévios:</p>	<p>listar os conhecimentos prévios e subsunçores necessários à aprendizagem</p> <p>Esse tópico não é geral; refere-se somente à Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e colaboradores</p>
<p>Articulações culturais, sociais, tecnológicas e de inovação desejáveis:</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>Motivação:</p>	<p>As articulações acima se ligam a possibilidades de motivação dos alunos que o professor pode utilizar:</p> <p>Intelectuais: 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>Emocionais: é possível usar de elogios, moderadamente, e de premiações. Evitar repreensões e críticas. Permitir que se refaça tarefas e demais atividades.</p> <p>Sociais: estimular a cooperação e a colaboração; emulação/superação, competitividade, aprovação pública, respeito às diferenças, atividade</p>

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

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

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.