



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE CERRO LARGO
CURSO DE FÍSICA – LICENCIATURA**

EDIANE CRISTINA SCHNEIDERS

**POTENCIALIDADES DA CONTEXTUALIZAÇÃO DA TEMÁTICA DE RADIAÇÃO
ULTRAVIOLETA PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

CERRO LARGO

2018

EDIANE CRISTINA SCHNEIDERS

**POTENCIALIDADES DA CONTEXTUALIZAÇÃO DA TEMÁTICA DE RADIAÇÃO
ULTRAVIOLETA PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Ms. Luís Fernando Gastaldo

CERRO LARGO
2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Schneiders, Ediane Cristina

Potencialidades da contextualização da temática de radiação ultravioleta para o ensino de física na educação básica / Ediane Cristina Schneiders. -- 2018.

40 f.:il.

Orientador: Mestre Luís Fernando Gastaldo. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -

Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Física-Licenciatura, Cerro Largo, RS , 2018.

1. Física. 2. Radiação ultravioleta. 3. Ensino de física. 4. Currículo. I.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

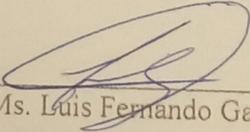
EDIANE CRISTINA SCHNEIDERS

POTENCIALIDADES DA CONTEXTUALIZAÇÃO DA TEMÁTICA DE RADIAÇÃO
ULTRAVIOLETA PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

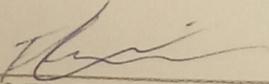
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Física - Licenciatura da Universidade
Federal da Fronteira Sul, como requisito para
obtenção do título de Licenciado em Física.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido e aprovado pela banca em:
10/12/2018.

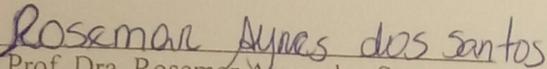
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Ms. Luis Fernando Gastaldo



Prof. Dr. Thiago de Cacio Luchese



Prof. Dra. Rosemar Ayres dos Santos

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que foram importantes para a construção desse trabalho. Independentemente do tipo da contribuição, todos foram importantes para o resultado obtido nesse trabalho.

Sem a contribuição de cada um que faz parte do meu cotidiano não seria possível a graduação ou a elaboração desse trabalho.

Não citarei nomes, mas independente se foram familiares, amigos, colegas de trabalho, colegas de curso ou professores, todos contribuíram para a formação da pessoa que sou hoje, possibilitando que se construísse o presente exposto.

“Contanto que o universo tenha tido um início, podemos supor que houve um criador. Mas, se o universo fosse de fato absolutamente contido em si mesmo, sem contorno nem borda, ele não teria início nem fim: ele simplesmente seria. Nesse caso, qual é o papel de um criador?”
(HAWKING, 1988)

RESUMO

O Ensino de Física na Educação Básica pode ser aprimorado, abordando tópicos diferentes da matriz curricular quase padrão que encontramos atualmente, inserindo temas atuais que são relevantes à sociedade. No intento de apresentar possibilidades didáticas de abordagem à contextualização da temática de radiação solar para o Ensino de Física na Educação Básica, relacionando o cotidiano dos educandos com a Física Moderna e Tecnologias de Informação, constituiu-se esse trabalho. O fato de ter conhecimento sobre determinado assunto possibilita que as pessoas tomem decisões sobre o que afeta seu cotidiano. Nesse trabalho apresenta-se uma proposta que pode ser utilizada diretamente em sala de aula com a utilização da ferramenta Arduino. O Arduino é uma ferramenta que possui simples funcionamento e com a qual podem ser construídos diversos tipos de ambientes interativos. Com o auxílio de sensor ultravioleta pode-se realizar medidas do índice diário da radiação ultravioleta e, juntando assim um tema ligado à saúde pública, o cotidiano, a Física Moderna e as Tecnologias de Informação, proporcionando uma aula interativa e dinâmica.

Palavras-chave: Radiação Ultravioleta. Ensino de Física. Física Moderna. Possibilidades Didáticas.

ABSTRACT

The teaching of Physics in Basic Education can be improved, approaching topics different from the almost standard curriculum matrix that we find currently, inserting current themes that are relevant to society. In the attempt to present didactic possibilities of approach to the contextualization of the theme of solar radiation for the Teaching of Physics in Basic Education, relating the students' daily life with Modern Physics and Information Technologies, this work was constituted. Being knowledgeable about a given subject enables people to make decisions about what affects their daily lives. This paper presents a proposal that can be used directly in the classroom using the Arduino tool. Arduino is a tool that has simple operation and with which different types of interactive environments can be built. With the aid of an ultraviolet sensor, measurements can be made of the daily index of ultraviolet radiation, and thus bringing together a theme related to public health, daily life, Modern Physics and Information Technology, providing an interactive and dynamic lesson.

Keywords: Ultraviolet Radiation. Teaching Physics. Modern physics. Didactic Possibilities.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1- Placa Arduino UNO.....	29
Imagem 2 – sensor ultravioleta - frente.....	30
Imagem 3 - sensor ultravioleta - verso.....	30
Imagem 4 – Execução do programa.....	34
Quadro 1 - Programa a ser utilizado para realizar as medidas pelo sensor ligado ao Arduino.....	32
Tabela 1 - Índice de radiação ultravioleta, dados retirados em várias fontes.....	34
Gráfico 1- Índice de radiação ultravioleta no transcorrer dos dias.....	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	12
2.1. RADIAÇÃO.....	13
2.1.1. Efeitos da Radiação em sistemas biológicos.....	17
2.1.2. Radiação Ultravioleta.....	20
2.1.3. Efeitos Biológicos causados pela Radiação Ultravioleta.....	24
3. METODOLOGIA.....	27
4. PLACA ARDUINO.....	28
4.1. CONSTRUÇÃO PRÁTICA.....	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, os educandos veem a disciplina de Física como algo a ser evitado, pois é de difícil compreensão e permeada de cálculos levando em consideração, também, o fato de que durante a Educação Básica tópicos de Física Moderna, geralmente, são desviados com a alegação de que não há tempo hábil, que não são temas usuais em vestibulares e ainda que não há material de apoio para ser utilizado em sala de aula.

Para quem não está inserido diretamente no cotidiano escolar é muito simples visualizar e apontar as falhas nas estratégias de ensino utilizadas pelos educadores, sendo que os mesmos se sentem despreparados para todas as mudanças e exigências a eles impostas. A inserção da Física Moderna na Educação Básica vem sendo defendida por vários trabalhadores em educação há algum tempo, entre esses defensores cita-se Terrazzan (1992) e Ostermann e Moreira (2000). Construiu-se esse trabalho objetivando analisar e apresentar uma das potencialidades de abordagem à contextualização da temática de radiação solar para o estudo de Física na Educação Básica, relacionando o cotidiano dos educandos com a Física Moderna e as Tecnologias de Informação.

Não se pode dizer que a temática da radiação ou as tecnologias de informação são recentes nas propostas para o Ensino de Física na Educação Básica, pois o assunto já fora abordado nos textos do Physical Science Study Committee (PSSC) que possui disponibilidade online, que é um projeto para o Ensino de Física produzido pelo MIT na década de 1950 e na década de 1960 foram traduzidos para o português com o apoio do MEC. Estão também previstas nos Parâmetros Curriculares Nacionais e na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio em sua 2ª versão, homologada em dezembro de 2018. Esse trabalho possui intuito de apresentar possibilidades didáticas à abordagem de um tema que usualmente não é apresentado na Educação Básica, mas que possui grande importância no cotidiano da população como um todo.

Nesse sentido, percebeu-se a necessidade de ser buscado ferramentas didáticas que possibilitem a abordagem do tema proposto. O Arduino, por ser uma ferramenta simples de hardware e software flexíveis, pode ser adaptado a diversos tipos de projetos, desde que utilize prototipagem eletrônica. Nesse caso será utilizado juntamente com um sensor de radiação ultravioleta como possibilidade de abordagem do tema.

Se faz necessária a abordagem da radiação ultravioleta, durante a Educação Básica, para que os educandos possam visualizar que a mesma está inserida em nosso cotidiano, não sendo algo distante. Possibilita, também, tomar decisões sobre se proteger ou não dessa radiação tendo propriedade sobre o assunto.

Inicialmente será abordada a questão do Ensino de Física na Educação básica, na sequencia será introduzido o conceito de radiação, os efeitos da radiação em sistemas biológicos, como se caracteriza a radiação ultravioleta e os efeitos biológicos causados por ela.

Na metodologia será apresentado as possibilidades didáticas de abordagem ao tema, em seguida será apresentada placa Arduino e como se constituiu a construção prática da possibilidade proposta.

2. O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A situação atual da educação brasileira nos abre um leque de possibilidades de estudo, onde os professores têm buscado levar para a sala de aula diferentes formas de incentivar os educandos.

A Física teve o seu início quando o homem teve curiosidade de observar e entender o funcionamento do mundo a sua volta, tentando explicá-lo aos demais, ou seja, tentou conceber uma explicação que respondesse satisfatoriamente o que ocorria em fenômenos observados. Pelo que nos é conhecido, as especulações do surgimento do universo são algumas das mais antigas questões realizadas pela humanidade, tendo grande importância no desenvolvimento da Física.

De um modo geral a história da Física é composta de reviravoltas e fenômenos desconcertantes, mas essas reviravoltas foram justamente o que nos levaram a formar a Física que hoje conhecemos. No século anterior, muitos foram os que tentaram resolver o “quebra-cabeça” no interior dos átomos ou até mesmo das forças da natureza.

Quando o homem logrou mais amplos progressos na investigação dos constituintes básicos do mundo, reconheceu que os conceitos de que tradicionalmente se serviu para representar a realidade mostraram-se inadequados. As coisas que formam o mundo não podem ser descritas nem como corpúsculos nem como ondas, embora sempre se comportem ora como estas, ora como aqueles, dependendo da situação. Não há uma ontologia visualizável que permita unificar essa descrição. (CHIBENI, 1992, p. 08)

Quanto mais aprendemos sobre o universo quântico, mais estranho ele se mostra aos nossos olhos, pois na Física do minúsculo não há uma regularidade aparente, com frequências intrigantes. Ela não é intuitiva e se comporta de forma bem diferente do mundo clássico ao qual se está mais familiarizado.

Entende-se que a Física é uma Ciência que busca descrever os diversos fenômenos que fazem parte de cotidiano. Terrazzan (1992) já defendia a necessidade de serem abordados temas referentes a Física Moderna durante o Ensino Médio, não somente tópicos relacionados à Física Clássica, ou seja, ensina-se a Física do século XIX como é comumente constituída a matriz curricular da Educação Básica.

Pode-se dizer que, em geral, não se admite mais a possibilidade de um retorno aos antigos manuais, os quais apresentavam rudimentos de Física Moderna em seguida ao estudo do Eletromagnetismo, ao final do 2º grau, considerando assim que a compreensão destes novos conceitos depende de uma compreensão exaustiva dos conceitos de Física Clássica. (TERRAZZAN, 1992, p. 212).

Com base na tese de Terrazzan propõe-se esse trabalho, no intuito de formar cidadãos capazes de compreender o cotidiano e estarem efetivamente inseridos na sociedade.

O cotidiano a que nos referimos inclui não só aspetos derivados do sistema produtivo e da realidade geral em que vivemos, mas também a satisfação da curiosidade natural inerente ao ser humano, que o impulsiona na busca do conhecimento, e a satisfação das solicitações incentivadas pelos meios de comunicação. (TERRAZZAN, 1992, pg 213).

No entanto, para que sejam realizadas mudanças efetivas no cotidiano escolar se faz necessário que a sociedade esteja engajada nesse projeto, possibilitando que hajam novas Políticas Públicas voltadas à Educação Básica.

2.1. RADIAÇÃO

Desde os primórdios da Física, uma das questões mais intrigantes deriva do que é formada a matéria, que possui muitas definições; uma delas é tida por tudo aquilo que ocupa lugar no espaço. Desde a antiguidade tem-se a ideia de que a matéria não é infinitamente divisível. Durante muito tempo teve-se a noção que as menores partículas encontradas eram os átomos, que juntos formam estruturas diversas, desde as mais simples até as mais complexas. Atualmente, sabe-se que o átomo é formado por partículas menores e nem por isso menos intrigantes ou importantes, onde sua divisão continua sendo um processo difícil.

Entre as propriedades físicas da matéria, destaca-se, aqui, a massa e a energia. Construir um conceito mais aprofundado de energia exige estudo e conhecimento, pois esta apresenta um conceito abrangente e de grande importância. A energia pode apresentar-se em uma grande variedade de formas, entre elas: energia mecânica, energia elétrica, energia solar, energia luminosa, etc. Pode-se transformar de um tipo de energia para outro ou mesmo ser transferida de um corpo para outro. A propriedade mais importante da energia é que ela se conserva. Em todas as transformações de energia de um tipo para outro e em todas as transferências de energia de um corpo para outro, a energia total não aumenta nem diminui, o que significa que ela mantém seu valor. É comum no Ensino Médio apresentar o conceito de energia de uma forma mais generalizada, tal como: energia é a capacidade de realização de trabalho. Ao mencionarmos que a energia está sendo consumida ou gasta, estamos nos referindo ao fato dela estar se transformando de um para outro tipo de energia.

De acordo com Okuno (2007) define-se a radiação como qualquer processo físico de emissão e propagação de energia em um meio. Esta emissão pode ocorrer a partir de fenômenos ondulatórios ou de partículas providas de energia cinética.

É de entendimento público que a radiação é que uma das formas de energia. O termo radiação é utilizado para designar um feixe de partículas ou um feixe de ondas eletromagnéticas. A radiação eletromagnética transporta energia através do espaço a partir de combinações entre campos elétrico e magnético, pois as mesmas possuem a capacidade de transportar energia sem necessidade de transportar massa ou matéria. Quando estas são absorvidas, elas causam uma agitação nas moléculas do objeto receptor, gerando assim um aquecimento neste.

A radiação eletromagnética pode ser descrita e/ou apresentada como sendo um feixe de fótons (pacotes de energia). A radiação eletromagnética está presente em tudo e existe em um grande intervalo de frequência de aproximadamente 10 a 10^{24} Hz, com um comprimento de onda associado de 10^7 a 10^{-16} m, onde o feixe de Raios X e a luz visível são exemplos de radiação eletromagnética, os quais podem ser representados com sendo um feixe de fótons. Nesta grande faixa de valores de frequência e comprimento de onda existe um grande número de tipos de radiações eletromagnéticas diferentes. O conjunto destas radiações constitui o contínuo eletromagnético o qual é mais conhecido como o espectro eletromagnético. (MEDEIROS, 2011, p 12.)

Desde a elaboração das leis de Maxwell, tem-se avançado muito no estudo das ondas eletromagnéticas que, embora possam ser classificadas em faixas de frequências, todas possuem a mesma constituição: e campos elétricos e campos magnéticos. O espectro eletromagnético nada mais é que o intervalo completo da radiação eletromagnética que contém ondas de rádio, as micro-ondas, o infravermelho, os raios X, a radiação gama, os raios violeta e a luz visível ao olho humano (dentre outras).

Os vários tipos de onda diferem quanto ao comprimento de onda (λ), o que modifica o valor da frequência (f), modificando assim a forma de produção e de captação dessas ondas. De maneira análoga, a fonte da qual elas originam e quais instrumentos são utilizados para que elas sejam captadas é o que as diferem. Entretanto, todas as ondas possuem a mesma velocidade no vácuo ($c = 2,998 \times 10^8$ m/s) e podem ser originadas a partir de aceleração de cargas elétricas.

Para que possamos compreender os tipos de ondas eletromagnéticas, será feita uma breve diferenciação entre as que estamos sujeitos ou utilizamos no nosso cotidiano:

Ondas de rádio: São as ondas eletromagnéticas de baixas frequências, até aproximadamente de 10^8 Hz. São assim denominadas pelo fato de serem utilizadas para fazer transmissões das estações de rádio.

Ondas de micro-ondas: Estas ondas possuem frequência entre 10^8 Hz e 10^{11} Hz. São utilizadas na fabricação de aparelhos micro-ondas e nas telecomunicações (transporte de sinais de TV via satélite ou transmissões telefônicas).

Radiação Visível: Possuem frequência entre $4,6 \times 10^{14}$ Hz e $6,7 \times 10^{14}$ Hz, tendo grande importância para os seres humanos, pois elas sensibilizam a nossa visão, são as chamadas radiações luminosas. Como podemos perceber as radiações luminosas possuem um pequeno espaço no espectro eletromagnético, o que nos leva a presumir que os olhos humanos percebem muito pouco das radiações do espectro eletromagnético.

Radiação ultravioleta: É composta pelas frequências superiores às da região visível ao olho humano e inferior às frequências dos Raios X e Gama (γ).

Podemos determinar o comprimento de onda (λ) como sendo a menor distância entre dois pontos em concordância de fase, ou seja, se os comprimentos possuírem a mesma aceleração, velocidade e elongação. O produto da frequência pelo comprimento de onda vai ser sempre igual a velocidade da luz ($2,988 \times 10^8$ m/s) para a radiação eletromagnética.

A radiação, inicialmente identificada por comportar-se como partícula, foi denominada radiação corpuscular. Posteriormente, observou-se que estes raios também possuem comportamento ondulatório. Teorias atômicas desenvolvidas desde o final do século XIX demonstram que a matéria tem composição de diferentes tipos atômicos, porém a estrutura interna destes átomos é comum: um núcleo central formado de prótons e nêutrons e um envoltório externo de forma variável, no qual orbitam elétrons em diferentes níveis energéticos.

Núcleos atômicos instáveis, em busca de uma maior estabilidade energética emitem espontaneamente algumas dessas partículas, tais como as partículas alfa, os elétrons e os pósitrons. Esse fenômeno é chamado de desintegração ou decaimento nuclear. (MEDEIROS, 2011, p 15.)

Os decaimentos nucleares representam uma transição nuclear de um estado excitado para um estado de mais baixa energia. O decaimento mais simples é a emissão de raios gama, havendo também a emissão de partículas alfa, beta, prótons e nêutrons. Os núcleos que emitem espontaneamente uma partícula transformam-se em um núcleo diferente.

Como a radiação é a propagação de energia pelo espaço, podemos separá-la em duas partes:

- Se acompanhada de matéria: radiação corpuscular;
- Se é composta somente energia: radiação eletromagnética.

Quando a radiação tem capacidade de arrancar elétrons de um átomo, ela pode ser definida por radiação ionizante. Como por exemplo, os raios X e raios gama são radiações ionizantes; já a luz, as micro-ondas e os raios ultravioletas são radiações não-ionizantes.

Podemos dizer que a interação entre a radiação e a matéria não é uniforme, podendo haver grandes variações na troca de energia. Esta interação depende de vários fatores, o que faz com que se tenha maior ou menor probabilidade de ocorrência.

Nas interações entre a radiação e a matéria ocorrem alguns fenômenos, dentre os quais podemos destacar:

Efeito Fotoelétrico: ocorre quando há a interação entre um fóton e um elétron fortemente ligado a um núcleo atômico, onde a energia será totalmente absorvida pelo elétron e o fóton deixará de existir, o elétron será ejetado do átomo, provocando uma ionização. Para que isso ocorra, o fóton deve necessariamente ter uma energia maior que a energia de ligação entre o elétron e o átomo.

Espalhamento Compton: ocorre quando há a interação entre um fóton e um elétron fracamente ligado ao núcleo atômico. Neste caso, o fóton perde uma porcentagem de sua energia e muda sua trajetória, o elétron é ejetado do átomo, ocorrendo assim uma ionização. Sendo que a probabilidade de ocorrer interação não depende da energia do fóton.

Produção de pares: ocorre quando um fóton se aproxima muito do núcleo do átomo. Quando ocorre a interação, haverá uma total conversão de energia do fóton em massa. Quando o fóton sofre esse tipo de interação, surgem duas partículas em seu lugar, e ele desaparecerá. As referidas partículas são um elétron de carga elétrica negativa e um elétron de carga elétrica positiva (pósitron). Quanto maior a energia do fóton, maior é a probabilidade de que ocorra esse tipo de interação.

Fotodesintegração: ocorre quando os fótons com elevada energia escapam da interação com elétrons e são absorvidos diretamente pelo núcleo atômico. Nesta interação o núcleo emite um núcleon ou fragmento nuclear.

Além desses fenômenos, anteriormente citados, temos ainda o decaimento radioativo. Pode ser apresentado como sendo o número de núcleos que decaem em relação ao tempo.

A meia-vida dos elementos radioativos pode ser definida por: tempo necessário para diminuir a metade dos átomos instáveis. Podemos encontrar três diferentes tipos de decaimentos:

Decaimento alfa (α): O núcleo emite uma partícula alfa, sendo núcleos de Hélio (2 prótons + 2 nêutrons) mais comum para núcleos pesados (grande número de massa). Pelo fato de serem pesadas suas trajetórias são de pequeno alcance, sendo facilmente blindadas.

Decaimento beta (β): O núcleo emite um elétron + antineutrino ou positron + neutrino. Como a energia deve ser distribuída entre elétrons e antineutrinos ou pósitrons e neutrinos, existe um espectro contínuo de energias para estas partículas que depende da fração da energia de desintegração carregada por elas.

Decaimento Gama (γ): O núcleo emite um fóton, só acontece depois de um decaimento alfa ou beta. É causada por um núcleo que ainda possui excesso de energia e procura estabilidade. Esta liberação é da mesma natureza das ondas eletromagnéticas da luz.

Cada tipo de radiação tem poder de penetração diferente, as partículas alfa, geralmente, são barradas por uma folha de papel; as partículas beta possuem a capacidade de penetrar em alguns milímetros de alumínio; já os raios gama atravessam alguns centímetros de chumbo.

2.1.1. Efeitos da Radiação em sistemas biológicos

Para que a sociedade possa gozar dos benefícios que a radiação pode nos trazer, existem ações de proteção radiológica. Os limites de exposição são definidos, sendo avaliado ainda o custo benefício de cada ação. A legislação estabelece os Princípios Fundamentais de Proteção Radiológica, sendo eles: Justificação, Otimização, Limitação de Dose e Prevenção de Acidente.

Um feixe de radiação ionizante, ao interagir com material biológico, necessariamente modifica átomos e moléculas, essas modificações normalmente são passageiras, mas eventualmente danificam as células. Se o dano celular ocorre e não é adequadamente reparado, a célula pode permanecer viva, no entanto é modificada; este é o efeito denominado estocástico. De outra forma, se a célula danificada é impedida de viver ou reproduzir-se, isto pode originar um tipo de efeito chamado determinístico. Todos os efeitos biológicos decorrentes de exposição à radiação são classificados em um desses dois segmentos. (MEDEIROS, 2011, p 50.)

As variações nas estruturas moleculares dos genes são denominadas mutações, não podendo ser distinguidas entre mutações espontâneas e mutações causadas por um agente externo. Se a mutação for somática ela não é transmitida aos descendentes, já a mutação germinal pode ser transmitida às próximas gerações.

Para determinar os efeitos biológicos em um indivíduo devem ser levadas em consideração as características desse indivíduo, tais como sexo, idade, estado geral de saúde, predisposição a algum tipo de enfermidade, etc. Assim, podemos quantificar o impacto de exposição à radiação ionizante sobre uma população ou grupo populacional, envolvendo distribuição de sexo e idade, índices de mortalidade, oferta de serviços de saúde, assentamentos das ocorrências de casos de câncer e diversos outros fatores sociais, como hábitos ou qualidade de vida. (MEDEIROS, 2011, p 51.)

As reações causadas podem ser descritas em quatro estágios:

Primeiro estágio: tem duração na ordem de quadrilionésimo de segundo após a radiação. Ocorrendo a absorção da energia da radiação. O elétron ganha energia.

Segundo estágio: chamado físico – químico, onde as ligações químicas das moléculas são rompidas, sendo formados radicais livres. Tendo a duração de um milionésimo de segundo.

Terceiro estágio: tem duração de alguns segundos, é caracterizado pelo fato de ser um estágio químico, onde os radicais livres que são formados no segundo estágio se ligam às moléculas importantes da célula (proteínas, enzimas, moléculas de DNA), danificando-as. Os radicais livres podem ser desativados por elétrons liberados pelas vitaminas C e E. E o próprio corpo possui maneiras de recompor as moléculas danificadas. Não é possível impedir que ocorram danos, causados pelos radicais livres, também não se pode reparar todos os danos que vão se acumulando no organismo.

Quarto estágio: nesse estágio ocorrem os efeitos bioquímicos e fisiológicos, que produzem as alterações funcionais e/ou morfológicas. O tempo de duração é variado, podendo durar horas até anos.

Dois são os mecanismos pelos os quais a radiação ionizante pode lesar uma molécula: o direto e o indireto. No mecanismo direto a radiação age diretamente sobre uma biomolécula importante, tal como a de DNA, danificando o material genético. No mecanismo indireto, as moléculas como a da água, que constituem cerca de 70 % das células, são quebradas pela radiação. Seus produtos, o radical livre hidroxila (OH⁻) e o produto oxidante peróxido de hidrogênio (H₂O₂), comumente conhecido como água oxigenada, são muito eficientes em produzir danos biológicos, ao atacar biomoléculas importantes da célula. (MEDEIROS, 2011, p 55.)

Quando a radiação passa pelo corpo humano podem ocorrer uma ou mais das seguintes reações: não produz dano na célula; danifica a célula, mas ela é reparada; a célula é morta ou se torna incapaz de reproduzir-se; a célula é lesada, sem que ocorra a morte da mesma, assim ela pode se reproduzir de forma adulterada, podendo no futuro ser diagnosticado mutações celulares malignas no local.

Os efeitos somáticos podem ser distribuídos em duas categorias:

Efeitos Determinísticos: são observados logo depois (horas, dias ou semanas) da exposição do indivíduo a uma alta dose de radiação em um curto intervalo de tempo.

Efeitos Estocásticos (somáticos tardios): são observados em indivíduos expostos a baixas doses em um longo intervalo de tempo. Sendo os efeitos relacionados: câncer e lesões degenerativas; temos que ressaltar que não há enfermidades específicas ligadas aos efeitos estocásticos. Estes efeitos não são observados em todas as pessoas expostas a estas doses radioativas.

Entende-se, pelo exposto anteriormente, que o corpo humano possui a capacidade de absorver de diferentes formas a radiação das diversas faixas do espectro eletromagnético. A permeabilidade do corpo humano é aproximadamente como a do ar, onde a indução de cargas cria a possibilidade de gerar a destruição, não visíveis a olho nu, de cargas no meio.

Na superfície do corpo agem os campos elétricos de ondas eletromagnéticas que possuem frequência de aproximadamente 60Hz, o que se difere dos campos magnéticos que penetram sem atenuações significativas. De acordo com Okuno e Yoshimura (2010, p. 14) considerar o conceito de que quanto maior for a energia de uma onda eletromagnética, maior será a profundidade de penetração, é errôneo, pois a profundidade de penetração depende basicamente da interação que ocorre durante o processo.

A absorção das ondas eletromagnéticas da faixa do Infravermelho, pelo corpo, possui maior força que as micro-ondas, penetrando na pele, juntamente com a faixa da luz visível, muito mais que a radiação ultravioleta. Já os fótons das faixas de raios X e raios gama possuem a capacidade de atravessar o corpo humano.

As radiações eletromagnéticas estão interligadas com várias das atividades que realizamos em nosso cotidiano. Apesar disso, elas geralmente são abordadas de forma superficial e breve na Educação Básica. Entende-se que é possível fazer com que os educandos se interessem e compreendam os fenômenos ligados às radiações a partir de situações que por eles é vivenciada diariamente. Levando em consideração que muitos dos alimentos que ingerimos possuem componentes radioativos, muitas das tecnologias que possuímos dependem da radioatividade para funcionarem, o próprio ar está repleto de elementos radioativos, muitos destes provindos do cosmos. Todos estes elementos são necessários para que se mantenha a vida, mas mesmo que necessários temos que observar os limites de exposição a estes elementos, pois a exagerada

exposição pode causar diversas reações no corpo humano, sendo que a maioria delas tem diagnóstico após um considerável período de tempo.

A Radiação Ultravioleta (UV), em aspectos físicos, é semelhante à luz visível o diferencial está foto que ela não nos permite “ver” as coisas. A região do ultravioleta tem seu início logo após o violeta, que é a cor visível com menor comprimento de onda, mas com maior frequência. Temos que a radiação ultravioleta tem comprimento de onda mais curtos em comparação com a luz visível e comprimentos de onda mais longos em relação aos raios-X.

O organismo humano percebe as radiações de origem solar de formas distintas, a radiação infravermelha é percebida pela forma de calor, a radiação ultravioleta é percebida através de várias reações fotoquímicas, já a radiação visível é percebida pelo sistema ocular sob as mais diversas colorações. A percepção da radiação solar se faz necessária para o estímulo da produção de melanina, mas a alta exposição pode gerar inflamações, queimaduras ou anomalias genéticas nas células.

Com base no que apresentamos, afirma-se que a elevada exposição a qualquer tipo de radiação pode causar dano ao sistema imunológico. A radiação solar não é diferente, o que nos motivou a estudar este tema, abordando-o de uma forma simples, mas sem faltar os conceitos necessários para que se possa compreender o assunto. É um grande desafio da atualidade compreender e desenvolver métodos de prevenção desses efeitos, pois como podemos perceber as radiações têm muitos benefícios que nos são necessários.

2.1.2. Radiação Ultravioleta

Como vimos anteriormente, para que a radiação seja considerada ionizante ela deve possuir a capacidade de arrancar elétrons, ligados por força elétrica em átomos ou moléculas. A radiação ultravioleta está entre a radiação ionizante e não-ionizante, por ter a capacidade de penetração, na pele, menor que a luz visível ela é considerada não-ionizante no contexto radiológico. A publicação, de 1998, da Comissão Internacional de Unidades e Medidas de Radiações (ICRU-60), sugere que o limiar em que a energia radioativa não seja mais ionizante depende da aplicação, na radiobiologia o valor a ser considerado é de 10 eV. Já para a radiação eletromagnética esse limite é considerado em 12,42 eV, que é justamente o valor máximo alcançado pelos fótons da radiação UVC. Os fótons de radiação ultravioleta, proveniente do sol,

UVA e UVB possuem energia no intervalo de 4,42 a 3,10 eV, enquanto que os fótons da UVC têm energia máxima de 12,42 eV.

A radiação ultravioleta é classificada em:

UVA: popularmente denominada luz negra, possui comprimento de onda no intervalo de 315 nm a 400 nm, os fótons possuem energia entre 3,94 eV e 3,10 eV.

UVB: sua denominação popular é de luz eritematogênica, o intervalo de comprimento de onda vai de 280 nm a 315 nm, e seus fótons possuem energia no intervalo de 4,42 eV a 3,94 eV.

UVC: chamada popularmente de radiação germicida, sendo que os comprimentos de onda são de 100 nm a 280 nm, e a energia dos fótons vai de 12,42 eV a 4,42 eV.

Essas divisões foram realizadas por dermatologistas da Comissão Internacional de Iluminação (CIE) na década de 1930, mas a sua adoção formal foi realizada somente na década de 1970.

A radiação ultravioleta que possui o intervalo de comprimento de onda no intervalo de 100 nm e 200 nm, é denominada também de UV vácuo, pois a mesma possui a capacidade de se propagar bem no vácuo, no entanto é absorvida, quase em sua totalidade, em poucos centímetros de ar.

A UVA é denominada, popularmente, de luz negra pelo fato de a mesma possuir efeito fluorescente: muitos objetos que são expostos a ela brilham. A UVB é conhecida como luz eritematogênica pelo fato da mesma possuir a capacidade de causar eritema, ou seja, queimadura de pele pela exposição à radiação ultravioleta. Já a UVC é a faixa mais energética e recebe o nome de radiação germicida, por sua capacidade de destruir germes.

Há pesquisas, como a de Sgarbi, Carmo e Rosa, que apontam para existência de forte correlação entre câncer da pele e demasiada exposição solar. Levando em consideração que o tipo de interação entre o corpo humano e a radiação ultravioleta é basicamente de excitação dos átomos que podem resultar em danos biológicos, conquanto que o corpo possui inúmeros mecanismos de reparação de danos, se esses danos não forem devidamente reparados pode-se resultar no desenvolvimento de anomalias que podem desenvolver-se na forma de câncer.

A incidência de câncer de pele vem aumentando nas últimas décadas; a radiação UV é a causa principal do desenvolvimento dessa doença; a identificação de mutações específicas em oncogenes e genes supressores de tumor confirmam a ação mutagênica da radiação UV sobre o câncer de pele; a indução de imunossupressão parece contribuir para a progressão da doença [...]. (SGARBI, CARMO e ROSA, 2007, pg 249)

O Sol é a nossa fonte natural de radiação Ultravioleta, ele é um corpo incandescente que na superfície possui uma temperatura de aproximadamente 6.000 K, possuindo espectro de radiação contínuo.

Devido a vários fatores há pessoas que estão expostas à radiação solar durante várias horas do dia, algumas devido a sua profissão, sendo o caso de agricultores, pescadores, entre outros. Outras o fazem por lazer ou com a finalidade de se bronzear. Para tal, torna-se importante que se tenha um conhecimento sobre a irradiância solar em função das horas do dia, estações do ano, altitude, latitude, presença ou não de nuvens, espessura da camada de ozônio, entre outros fatores.

Okuno (2005), nos apresenta que a radiação solar que chega à superfície terrestre é atenuada pela atmosfera, sendo constituída por uma componente direta e uma componente difusa ou espalhada. Os processos de Rayleigh e Mie descrevem como se dá esse espalhamento.

No processo de Rayleigh, algumas moléculas que possuem um “tamanho” menor que o comprimento de onda (λ) da radiação, espalham a radiação solar, onde percebe-se que ocorrem espalhamentos desse tipo mais para a radiação UVB do que para a radiação UVA. Já o Espalhamento Mie é causado por partículas que possuem um diâmetro proporcional ao comprimento de onda da radiação.

No meio do dia solar, a irradiância que chega a superfície terrestre possui proporções “iguais” de radiação direta e espalhada, no entanto no amanhecer ou entardecer há muito mais a presença da componente espalhada do que da componente direta.

No transcorrer de nossos estudos percebemos que a radiação UVC praticamente não atinge a superfície terrestre, pois a mesma é quase que totalmente barrada pela atmosfera. Muito pouco da radiação UVB chega à superfície e em relação a radiação UVA esse valor não chega a ser muito maior que os anteriores. A maioria da irradiância solar ao nível do mar é proveniente das ondas eletromagnéticas na faixa da luz visível, no entanto a maior parte é na faixa do infravermelho que é a radiação que causa o aquecimento de nossa pele.

De acordo com Okuno (2005), os principais agentes que interferem na irradiância solar são fatores temporais, geográficos e meteorológicos. Dentre os fatores temporais se encontram a hora do dia e a estação do ano, explicando o motivo de que no verão se recomenda que sejam evitadas exposições à radiação solar entre às 9 e 15 horas, onde não há horário de verão vigente e

entre às 10 e 16 horas onde há vigência do horário de verão, pois nesse intervalo a irradiância está entre 70 e 80% da irradiância total diária.

A latitude geográfica e a altitude nos trazem que o fluxo de radiação ultravioleta diminui com o aumento da distância da linha do Equador. E, ainda que o fluxo de irradiância aumenta com o aumento da altitude, é esse o motivo para que a pele se queime mais facilmente em localidades cuja altitude é maior que o nível do mar.

A presença de nuvens afeta na quantidade de radiação infravermelha que chega à superfície terrestre, mas praticamente não afeta na radiação ultravioleta, ou seja, a pele sofrerá quase os mesmos danos que em um dia claro se não for devidamente protegida.

Uma pessoa que está na praia sob um guarda sol não estará recebendo radiação solar direta, mas a mesma é refletida pela areia podendo causar queimaduras. Assim como a areia e a água do mar, a neve, também, é um agente que reflete parte da radiação que chega à superfície.

Segundo Okuno (2005), o ozônio é considerado o fator mais importante de absorção da radiação ultravioleta. Ele absorve grande parte da radiação UVB e praticamente toda UVC. A diminuição das moléculas de ozônio libera a passagem de fótons de UVB pela atmosfera, de maneira que os mesmos possam chegar à superfície. Daí a importância de prevenção da camada de ozônio.

Até o momento foi abordada a questão da radiação ultravioleta, no entanto o Índice Ultravioleta não foi devidamente apresentado. Ele nada mais é que uma medida da intensidade da radiação ultravioleta. Sendo relevante pelo fato de que a partir dele podemos entender alguns dos efeitos sobre a pele humana da radiação incidente sobre a superfície terrestre.

O índice é calculado e representa o valor máximo diário da radiação ultravioleta, correspondendo ao meio-dia solar. A Organização Mundial de Saúde recomenda o agrupamento dos valores em categorias de intensidade, apresentadas a seguir:

Baixo: <2;

Moderado: 3 a 5;

Alto: 6 a 7;

Muito Alto: 8 a 10;

Extremo: >11;

O cálculo do IUV leva em consideração todos os fatores acima citados, esses fatores são parâmetros de entrada no modelo computacional que realiza os cálculos. A irradiância espectral

resultante é ponderada a partir da resposta da pele humana a esse tipo de radiação, formulada pela *Commission on Illumination*, a sua segunda norma denominada como Espectro de Ação Eritêmica. O que nos leva a compreender que o índice de radiação ultravioleta é uma versão simplificada da Irradiância Eritêmica.

2.1.3. Efeitos Biológicos causados pela Radiação Ultravioleta

A radiação proveniente do Sol, possui funções essenciais para a manutenção da vida na superfície terrestre. Dentre as funções podemos destacar: síntese da vitamina D, aquecimento, iluminação, participação na fotossíntese. Muitos povos antigos adoravam o sol como um deus. Esses mesmos povos já possuíam conhecimento sobre seu poder cicatrizante. Apesar de todos os benefícios citados e os que não foram citados, a componente ultravioleta pode causar alguns danos indesejáveis no organismo humano. Os órgãos mais afetados são a pele e os olhos.

A radiação ultravioleta tem pequena capacidade de penetração no corpo humano, o que torna a pele o principal tecido atingido pela mesma. A pele é o maior órgão do corpo humano responsável pela proteção, isolando o corpo de agressões externas, evita a perda de água e colabora com a termorregulação.

Usualmente a pele é dividida em três camadas, sendo elas a epiderme, derme e hipoderme. A epiderme é a camada mais externa, a derme é a camada “central” e a hipoderme é a camada mais interna da pele.

A chamada zona da membrana basal, que liga a epiderme e a derme, tendo função de barreira para impedir a penetração de moléculas imunologicamente ativas, bem como a invasão da derme por células neoplásicas, ou seja, cancerígenas. Na camada basal se alojam, também, os melanócitos que são os responsáveis pela produção de distribuição da melanina, que é uma substância natural que dá pigmentação à pele. A produção de melanina é estimulada pela radiação ultravioleta.

A interação da radiação ultravioleta com a pele se dá da seguinte forma: parte da radiação é refletida novamente para o meio e parte é absorvida até que a energia incidente seja totalmente dissipada. Uma parte, pequena, da energia que é absorvida é reemitida na forma de fluorescência. Sendo que a absorção da radiação depende muito do comprimento das ondas que atingem a pele, também da espessura e o teor de melanina na pele.

Quando a luz UV alcança as células da pele, os diferentes comprimentos de onda começam a exercer seus efeitos: a luz UV-A (UVA-1 e UVA-2) atua principalmente gerando radicais livres que irão posteriormente ser responsáveis pela peroxidação lipídica. Se houver deficiência de vitamina E intracelular, o radical livre irá se combinar com a molécula lipídica e liberar um átomo de oxigênio, iniciando uma peroxidação do lipídeo poli-insaturado que produz moléculas não ativas de peróxido. Estas moléculas de peróxido podem causar dano celular considerável. Já a radiação UV-B, embora possa também gerar radicais livres, tem como principal mecanismo de ação a interação direta com o DNA, causando a sua destruição. (SGARBI, CARMO e ROSA, 2007, pg 247)

Ao interagir com a radiação ultravioleta a molécula é excitada induzindo reações fotoquímicas que alteram o cromóforo, que é definido como constituinte tecidual resultante da energia da radiação, sendo que na pele os mais importantes seriam o DNA e o ácido urânico. Essas reações agem transferindo energia em um processo conhecido como fotossensibilização.

Quanto mais cedo iniciam as exposições ou quanto maior o número delas mais intensas serão as reações fotobiológicas, sendo influenciadas ainda pela intensidade e os demais fatores anteriormente mencionados. Os efeitos biológicos são classificados em duas categorias, sendo elas: agudos ou imediatos quando seus resultados são percebidos após algumas horas ou alguns dias a exposição causando eritemas ou queimaduras, bronzeamento ou melanogênese e ainda a indução à imunossupressão, e os crônicos ou tardios que seriam as consequências de exposições prolongadas e repetitivas no transcorrer do tempo que podem causar o foto-envelhecimento e a foto-carcinogênese.

De acordo com Okuno (2005), a radiação UVC é, dentre a radiação ultravioleta proveniente do sol, a que possui maior poder carcinogênico. Mas a radiação UVB é a que possui maior indução ao melanoma cutâneo. O que não exime a radiação UVA, pois a mesma também tem poder carcinogênico, havendo significativo aumento na exposição da UVA pelo fato de que as medidas foto-protetoras são direcionadas para barrarem a radiação UVB e pela utilização de câmeras de bronzeamento.

O fato de a pele ser suscetível ou não a doenças causadas pela radiação ultravioleta varia de acordo se há a presença ou não de predisposição genética ou metabólica para o desenvolvimento da fotos-sensibilidade ou a ingestão ou a utilização de substâncias fotossensibilizantes.

As mudanças nas características relacionadas a alterações genéticas irreversíveis nas células somáticas (na maioria das vezes), que faz com que as mesmas perdem o controle no processo de divisão, diferenciação e morte celular das mesmas, estão intimamente ligadas as alterações malignas.

Okuno (2005), apresenta que outro órgão que sofre com a irradiância ultravioleta são os olhos, localizados na órbita, protegidos pelas pálpebras, movidos por estruturas musculares externas e constituídos por três túnicas concêntricas e por quatro meios transparentes.

A absorção pelas estruturas oculares da radiação ultravioleta agride, principalmente, a córnea e o cristalino que são dois meios transparentes. Assim como na pele os efeitos da radiação ultravioleta no olho podem ser imediatos ou tardios e dependem do intervalo entre a exposição e o aparecimento do efeito.

A partir do exposto por Okuno (2005), conclui-se que o principal dos efeitos imediatos da radiação ultravioleta nos olhos é o aparecimento da ceratoconjuntivite, que pode ser evitado com a utilização de lentes apropriadas. É uma doença que causa irritação ocular severa e a inflamação da córnea e da conjuntiva. Geralmente esse tipo de lesão é dolorosa e temporária, tendo um ou dois dias de duração, pois o epitélio se reconstitui muito rapidamente. O tempo de latência é de aproximadamente de 4 a 12 horas que precede os sintomas, que são: sensação de areia, fotofobia, borramento da visão, lacrimejamento e um piscar constante e doloroso.

Dentre os principais efeitos tardios estão o pterígio e a catarata. O pterígio é uma produção carnosa, em um processo anormal em que a conjuntiva cresce invadindo a córnea. Ocorrendo comumente no canto interno do olho causando distúrbios de visão, principalmente se atingir a pupila. A causa exata não é bem conhecida, mas ocorre principalmente em pessoas que ficam constantemente expostas à radiação ultravioleta ou pessoas que possuem irritação ocular crônica.

A catarata gera a opacificação do cristalino, geralmente evidente em pessoas com idade avançada, podendo causar cegueira. Dentre os causadores da catarata se encontram a exposição a radiação UVB, diabetes, desidratação, alguns medicamentos, álcool e fumo. No caso da radiação UVB, ela induz a oxidação de proteínas, sendo o triptofano uma delas. Essa tem como função filtrar a radiação, portanto com a oxidação dele há um aumento no risco de opacificação do cristalino.

Entre os benefícios e os malefícios da radiação ultravioleta se encontra, ainda, o efeito hormesis na pele, um efeito benéfico que ocorre na exposição radiante baixa fazendo a síntese de vitamina D. Sendo que o mesmo agente causa efeitos maléficis quando a exposição radiante for alta.

3. METODOLOGIA

A sociedade está em contínua evolução e a escola não pode ficar alheia a todas essas mudanças, para que o ensino não se torne obsoleto. Atualmente é tão simples obter-se as respostas dos questionamentos que se possui. Nesse contexto o professor tem que se adaptar às novas necessidades, acompanhando as mudanças e desenvolvendo atividades que instiguem a curiosidade dos educandos.

A física desenvolvida na escola de 2º grau deve permitir aos estudantes pensar e interpretar o mundo que os cerca. Aqui, o cotidiano vivido pelos estudantes assume papel fundamental na definição da forma de abordagem dos conteúdos previamente definidos como relevantes. (TERRAZZAN, 1992, p.213),

Com o escopo de apresentar uma possibilidade didática que possa efetivamente ser utilizada em sala de aula, propõe-se esse trabalho, em que a partir de pesquisas bibliográficas, obtenção e busca de dados construa-se possibilidades de abordagem de um tema que comumente não é abordado durante a educação básica. Os dados a serem coletados serão medidos utilizando o Arduino ou buscados em sites que disponibilizem o Índice Ultravioleta diário.

Ao realizar uma busca no Google Acadêmico, utilizando as palavras-chave: <"Ensino de Radiação Ultravioleta">, no dia 03 de novembro de 2018, obtém-se um resultado, que trata da inserção da Física Moderna no Ensino Médio.

Nesse contexto houve a busca de como os documentos oficiais abordam o assunto. A escola não tem a necessidade de realizar campanhas efusivas com a intenção de fazer com que os educandos mudem seus hábitos de forma instantânea. O papel dela está mais em apresentar os benefícios e malefícios dos fenômenos, cabendo aos educandos e sua família a decisão de mudar ou não de hábitos na intenção de prevenir futuros problemas de saúde.

Com base nesse pressuposto optou-se por abordar a questão da radiação ultravioleta com o auxílio da placa Arduino, pois a mesma possibilita uma grande quantidade de aplicações, aplicações estas que podem ser adaptadas de acordo com o interesse do indivíduo.

4. PLACA ARDUINO

Com o avanço tecnológico ocorrido nos últimos tempos, percebe-se também a disponibilização de vasto número de propostas didáticas que envolvem a Física e estas tecnologias, tais como Pires e Veit (2006); Vaniel, Heckler e Araújo (2011), entre outros. O que geralmente inviabiliza a aplicação dessas propostas é o alto custo que teria que ser utilizado, então opta-se por alternativas viáveis que contenham um baixo custo. Entre as alternativas viáveis que se adaptam em questões de custos e praticidade se encontra a placa Arduino, pois a mesma custa menos de R\$ 100,00 atualmente, o valor varia bastante de acordo com o modelo. A referida placa é baseada em um microcontrolador, versátil, que possui a capacidade de potencializar funções de uma simples interface de aquisição de dados à operação no controle de vários dispositivos de robótica.

De acordo com Silva (2014), o conceito Arduino surgiu na Itália no ano de 2005, com o objetivo de criar um dispositivo para controlar projetos e protótipos construídos de uma forma mais acessível do que outros sistemas disponíveis no mercado.

O Arduino é uma ferramenta simples que requer um pouco de prática e conhecimento superficial de linguagem de programação, ao mesmo tempo que é uma plataforma livre que permite a construção de projetos interativos. Sendo formada por dois componentes básicos: a placa e a IDE Arduino. Na placa constrói-se os projetos e na IDE Arduino escreve-se as instruções para o que a placa fará.

O que se destaca na utilização dessa ferramenta é a facilidade de utilização da mesma, além do fato de possuir de custo acessível, indicada para qualquer pessoa interessada em criar projetos interativos.

Outro fato relevante é que todo o projeto eletrônico, além da plataforma, anteriormente citada, é de acesso público e gratuito, tendo uma vasta comunidade de técnicos, desenvolvedores, educadores e educandos formada no intuito de alavancar o projeto. Atualmente há uma vasta diversidade de placas Arduino no mercado, sendo que há até implementações nacionais, cada modelo de placa possui características que as difere das demais, tais quais: velocidade, memória, pinos de saída e entrada, etc. Sendo características entre as variadas versões a flexibilidade e o baixo custo.

Imagem 1- Placa Arduino UNO



Fonte: Elaborado pela autora.

A placa, a parte hardware, do projeto cabe na palma da mão, e é um computador como qualquer outro, pois possui memória RAM, memória flash, microprocessador, temporizadores, entre outras. Sendo que as versões mais encontradas, atualmente, são versão Uno e versão Duemilanove. O que difere o Arduino de um usual computador, além da diferença em seu tamanho (físico e em capacidade de processamento), é a utilização de diferentes dispositivos de entrada e saída. No Arduino esses dispositivos seriam os circuitos elétricos e nos computadores usuais mouse e teclado seriam dispositivos de entrada e monitores de saída.

Nesse sentido, pode-se dizer que a interface do Arduino está mais próxima dos demais dispositivos do que a de um computador, por um meio físico, através dele podemos ler dados de sensores ou controlar outros circuitos, coisas que não podemos fazer diretamente em um computador. O diferencial é que no Arduino somos nós que construímos os circuitos utilizados, ou seja, a limitação da capacidade dele é nós que damos.

No momento de construirmos a programação no ambiente de desenvolvimento do Arduino (IDE), que tem como principais funções: escrever o código do programa; salvar o código do programa; compilar o programa; e transportar o código para a placa Arduino. Na criação de um programa se faz necessário a utilização das funções: *setup ()*, que é onde se define as

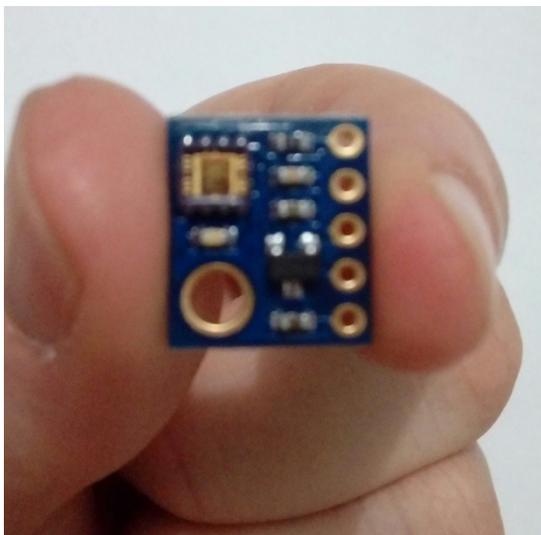
configurações iniciais do programa que a executa apenas uma vez; e a função **loop ()**, sendo esta a principal função da programação, executando a mesma indefinidamente. Sem as funções acima citadas o programa não será executado. Outra ferramenta que podemos utilizar é o monitor serial, o mesmo é utilizado para a comunicação entre o Arduino e o computador.

Na internet há vários sites e fóruns que descrevem todas as componentes e funcionalidades do Arduino, tais como o site oficial do Arduino, disponível no link <https://www.arduino.cc/>, ou o HostGator disponível na página <https://www.hostgator.com.br/blog/o-que-e-arduino/>, entre muitos outros. No entanto o interesse aqui é a apresentação dessa ferramenta como uma possibilidade didática da temática das radiações ultravioleta na Educação Básica. Para tal será necessário que o educador tenha um conhecimento básico das principais funcionalidades do Arduino.

4.1. CONSTRUÇÃO PRÁTICA

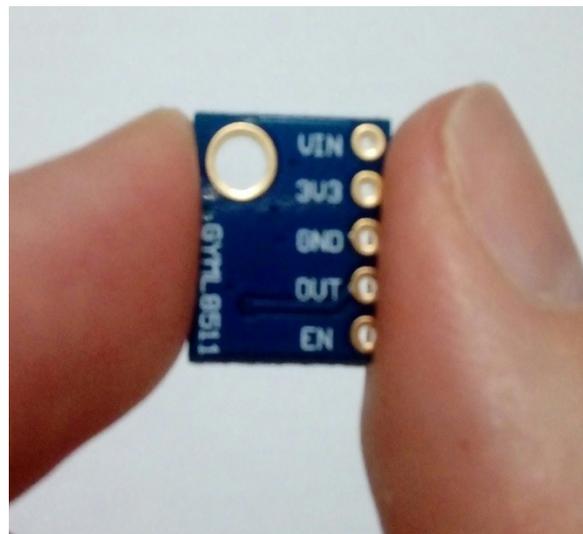
Para abordar a temática da radiação ultravioleta com o auxílio do Arduino, se faz necessário possuir as seguintes componentes: um computador com a IDE instalada, uma placa Arduino, uma placa protoboard, conectores e um sensor de radiação ultravioleta.

Imagem 2 – sensor ultravioleta - frente



Fonte: Elaborado pela autora

Imagem 3 - sensor ultravioleta – verso



Fonte: Elaborado pela autora

O sensor utilizado é do modelo MP8511. Seu funcionamento é baseado na emissão de um sinal analógico a partir da quantidade de luz ultravioleta detectada. Podendo ser utilizado em dispositivos de detecção de radiação ultravioleta para evitar queimaduras solares ou referente às condições climáticas. Possuindo maior eficiência na captação das ondas eletromagnéticas com comprimento no intervalo de 280-390nm, emitindo então uma tensão analógica relacionada com a intensidade da radiação ultravioleta medida. Para que esse processo seja possível o microcontrolador faz um sinal analógico e o converte em tensão que será lida como um sinal digital.

O programa a ser efetuado para a realização da leitura é bem simples. A busca do mesmo se deu a partir da definição do modelo de sensor a ser utilizado. Há muitas variações do programa disponível na internet, a definição do qual será utilizado para a obtenção dos dados se dá a partir da definição do que se deseja obter como resultado. Uma versão do mesmo estará constante na sequência (Quadro 1), versão esta que foi utilizada para obtenção dos dados:

Quadro 1 - Programa a ser utilizado para realizar as medidas pelo sensor ligado ao Arduino

```

/*
MP8511 UV Sensor Read Example
The MP8511 UV Sensor outputs an analog signal in relation to the amount of UV light it
detects.
This sensor detects 280-390nm light most effectively. This is categorized as part of the UVB
(burnin grays)
spectrum and most of the UVA (tannin grays) spectrum.
There's a lot of good UV radiation reading out there:
*/
//Hardware pin definitions
int UVOUT = A5; //Output from the sensor
int REF_3V3 = A4; //3.3V power on the Arduino board
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pin Mode(UVOUT, INPUT);
  pin Mode(REF_3V3, INPUT);
  Serial.println("MP8511 example");
}
void loop()
{
  int uvLevel = average Analog Read(UVOUT);
  int refLevel = average Analog Read(REF_3V3);
  //Use the 3.3V power pin as a reference to get a very accurate output value from sensor
  float output Voltage = 3.3 / refLevel * uvLevel;
  float uv Intensity = mapfloat(output Voltage, 0.99, 2.9, 0.0, 15.0);
  Serial.print("MP8511 output: ");
  Serial.print(uv Level);
  Serial.print(" MP8511 voltage: ");
  Serial.print(output Voltage);
  Serial.print(" UV Intensity (mW/cm^2): ");
  Serial.print(uv Intensity);
  Serial.println();
  delay(1000);
}
//Takes an average of readings on a given pin
//Returns the average
int average Analog Read(int pin To Read)
{
  byte number Of Readings = 8;
  unsigned int running Value = 0;
  for(int x = 0 ; x < number Of Readings ; x++)

```

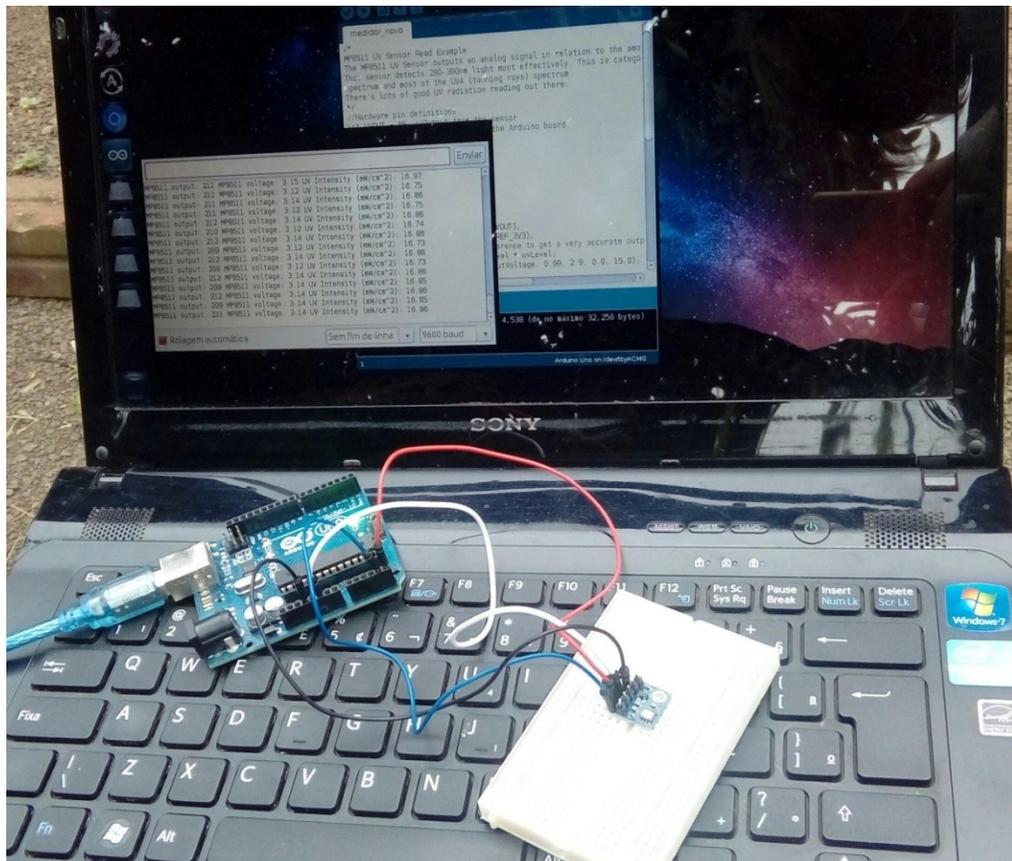
```
running Value += analog Read(pin To Read);  
running Value /= number Of Readings;  
return(running Value);  
}  
//The Arduino Map function but for floats  
float map float(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max)  
{  
return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;  
}
```

Fonte: https://www.elecrow.com/wiki/index.php?title=UV_Sensor_ML8511, 2018.

Depois de escrever o programa só precisa salvar, para que depois não precise reescrevê-lo. Na sequência executa-se o mesmo. Na própria IDE há opção de abrir o monitor serial, no mesmo estarão constantes as leituras efetuadas pelo sensor.

Para obtenção dos dados estabeleci um horário no qual efetuava as medições. Para tal conectava o USB da placa no computador, executava o programa e deixava o sensor em um local aberto, exposto à radiação ultravioleta. O programa ficava executando por cinco minutos, pois assim os valores seriam estabelecidos não havendo mais oscilações significativas. No entanto o valor não é fixo, ele varia em décimos. Para definir o valor final optou-se por fazer uma média dos últimos vinte resultados.

Imagem 4: Execução do programa



Fonte: Elaborado pela autora.

Sugere-se que se compare os dados com os de sites que apresentam estimativas do índice de radiação ultravioleta diário, tais como: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); Climatempo; TEMIS (Tropospheric Emission Monitoring Internet Service) associado ao OMI (Ozone Monitoring Instrument); entre outros.

Os dados obtidos foram os seguintes:

Tabela 1 - Índice de radiação ultravioleta, dados retirados em várias fontes

Data	INPE (DSA)	CLIMATEMPO	TEMIS	Arduino
27/10/2018	10	8	9,6	15
28/10/2018	9	9	9,6	15
29/10/2018	9	9	9,1	16
30/10/2018	10	10	9,8	15
31/10/2018	10	9	10,7	15
01/11/2018	10	9	10,3	15

02/11/2018	10	9	11,1	16
03/11/2018	12	12	11,5	18
04/11/2018	12	12	10,9	15,8
05/11/2018	12	12	11,6	16,8
06/11/2018	12	12	11,7	15
07/11/2018	12	12	12	15
08/11/2018	12	12	11,2	14,5
09/11/2018	12	12	11,2	14,8
10/11/2018	13	13	12,2	16

Fonte: Elaborado pela autora.

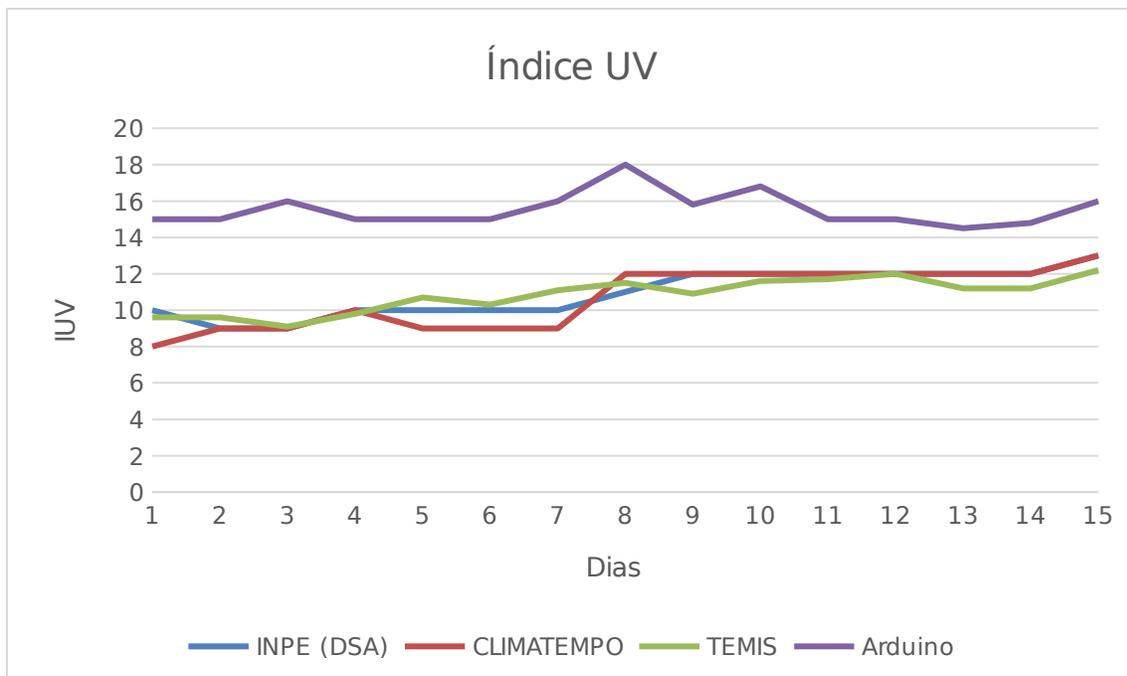
Os dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) apresenta índice máximo de radiação ultravioleta previsto diariamente através da Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA), disponível na página <http://satelite.cptec.inpe.br/uv/> . Esses dados são demonstrados em mapa gráfico para todas as regiões do país.

O Climatempo também apresenta a previsão diária do índice de radiação ultravioleta na página: <https://www.climatempo.com.br/uv/3002/portoxavier-rs> . Esse site traz o índice previsto para o local onde você procura.

O TEMIS (Tropospheric Emission Monitoring Internet Service) é um link (<http://www.temis.nl/index.php>) associado ao OMI (Ozone Monitoring Instrument), que tem dados aproximadamente ao tempo real. Nele podemos encontrar dados para o mundo todo ou uma região específica. No caso para a pesquisa foram utilizadas a Longitude e Latitude de Porto Alegre - RS.

A partir dos dados acima expostos gera-se o seguinte gráfico:

Gráfico 1- Índice de radiação ultravioleta no transcorrer dos dias



Fonte: Elaborado pela autora.

Os valores obtidos pelo Arduino são aproximadamente 50% mais elevados que os demais. Pode-se alegar as fontes de erros existentes ao realizar a medição, dentre elas pode-se citar que alguns dos sites utilizados apresentam dados como previsão e há a participação de agentes que modificam a irradiância, tais como a hora do dia, presença ou variação de camada de nuvens.

Outro fator que pode influenciar na medição é a voltagem utilizada na obtenção da medida. Geralmente a indicação é para que se use a saída de 5,0V na placa, mas se a alimentação da placa for por USB os valores podem variar entre 4,75V e 5,25V, o que torna os dados imprecisos. Para minimizar esses efeitos, alguns sites como o da Elecrow (https://www.elecrow.com/wiki/index.php?title=UV_Sensor_ML8511), sugerem que seja utilizada a saída de 3,3V que possui uma maior precisão. No entanto, os valores obtidos dessa forma, não podem ser tomados como medidas exatas, mas é um levantamento capaz de problematizar a temática da radiação ultravioleta na Educação Básica.

Para evitar que se interprete erroneamente os resultados obtidos é que se sugere a consulta em outras fontes que trazem dados relativos ao tema. A escolha dos sites utilizados na construção desse trabalho se deu pelo fato de serem de fácil compreensão, livres e possuírem dados aplicáveis a variadas regiões, ou seja, qualquer pessoa em qualquer região do país pode encontrar dados para comparar com os obtidos experimentalmente.

Não é possível afirmar que não serão encontrados pequenos problemas durante a instalação e execução do programa, nesse caso ocorreram os seguintes problemas: Como adepta do Linux e inicialmente da plataforma Arduino, encontrou-se algumas dificuldades, não em relação a instalação do software, pois a instalação pelo terminal é sempre muito simples, mas o que realmente deu dor de cabeça foi a liberação da porta serial para a execução dos comandos na placa.

A partir de então aceitou-se o fato de que teria que pesquisar e encontrar a solução em algum dos fóruns relacionados ao tema. Não foi difícil encontrar dicas de como proceder, dicas das mais variadas, inicialmente tentou-se várias delas, algumas das quais bem simples, mas o problema persistia.

Ao tentar o acesso em outra máquina com o mesmo sistema operacional foi simples a resolução do problema, bastou instalar e abrir o programa.

Outro fator que pode influenciar é marca e modelo do sensor utilizado, cada tipo tem uma forma específica de montar o circuito. Depois de montar e executar o programa é só obter os dados, que podem ser lidos pelo monitor serial ou em display, só que no caso do display é necessário acrescentar à programação para que os dados sejam obtidos através dele.

Propostos há mais de 20 anos, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) não são recentes no contexto educacional nacional. Mesmo assim há algumas proposições dos mesmos que não são aplicadas em sua totalidade nos processos educacionais escolares. Em relação ao ensino da radiação ultravioleta durante a Educação Básica, os PCNs não trazem a temática das radiações para o Ensino Fundamental. Para Silva (2014) o documento postula uma educação para a saúde, sugerindo que a “saúde” pode ser atingida como uma meta através da educação. Portanto a temática poderia ser abordada no intuito de discutir temas cotidianos dos educandos ligados à sua saúde.

Nos PCN+, que são voltados ao Ensino Médio, abordam a temática das radiações ultravioleta de forma interdisciplinar, mas destaca-se o item “genética humana e saúde” no campo da Biologia. Em relação ao Ensino de Física a temática aparece relacionada a vários itens, dentre eles encontram-se: “Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia”; “Ciência e tecnologia na atualidade”; “Ciência e tecnologia, ética e cidadania”; “Matéria e radiação”; “Radiações e suas interações”; “Energia nuclear e radioatividade”;

“Radiações e modelos quânticos de átomo”; e “Constituição nuclear e propriedades físico-químicas” (BRASIL, 2002).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), assim como os PCNs, foi criada em dois blocos, um para o Ensino Fundamental, que já possui publicação oficial, e um voltado para o Ensino Médio, que no momento possui homologação, no entanto utilizou-se para as pesquisas a versão preliminar publicada em 2018. Nesses documentos a temática das radiações solares é abrangida tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio.

No Ensino Fundamental não há necessidade de aprofundamento à temática da radiação ultravioleta, mas a mesma pode ser abordada dentro das temáticas: “Terra e Universo”; “Vida e Evolução”; “Matéria e Energia”.

Já para o Ensino Médio a BNCC, em sua versão preliminar utilizada para as pesquisas, a temática pode ser incluída dentro da abordagem às leis e princípios da Física ou nos efeitos biológicos das radiações. No entanto, ao expressar os conteúdos a temática relativa às radiações só é mencionada na unidade “Matéria e radiações – constituição e interações” (BRASIL, 2018).

Apesar de serem apresentadas nesses documentos, entre outros, a temática pouco é abordada, por motivos diversos, sendo alguns deles citados anteriormente.

No campo educacional as TICs são vistas como potencializadoras nos processos de ensino-aprendizagem, pois as mesmas podem possibilitar a equidade educacional. Para os jovens as TICs representam meios de desenvolver conhecimentos ao mesmo tempo em que estão explorando novas potencialidades. No Plano Nacional de Educação (2014-2024), as TICs são citadas como possibilitadoras de melhoria na qualidade da Educação.

Incentivar o desenvolvimento, selecionar, certificar e divulgar tecnologias educacionais para a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio e incentivar práticas pedagógicas inovadoras que assegurem a melhoria do fluxo escolar e a aprendizagem, assegurada a diversidade de métodos e propostas pedagógicas, com preferência para softwares livres e recursos educacionais abertos, bem como o acompanhamento dos resultados nos sistemas de ensino em que forem aplicadas. BRASIL, 2014 (p. 29).

A temática proposta não se limita à Física, ela pode ser abordada interdisciplinarmente, mais diretamente nas disciplinas ligadas às ciências da natureza e indiretamente às demais disciplinas, pois é uma questão ligada à saúde pública.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino na Educação Básica sofreu muitas alterações nos últimos anos. Muitas vezes os educadores não estão preparados para essas alterações. No entanto existem várias ferramentas que facilitam a abordagem de variados temas.

A Placa Arduino possibilita variadas opções de utilização da mesma, podendo proporcionar resultados eficazes no processo de ensino-aprendizagem. A possibilidade aqui proposta pressupõe que a partir do momento em que os educandos tenham um maior conhecimento do assunto eles possam tomar melhores decisões em relação a radiação ultravioleta.

Após a realização das pesquisas decorrentes para a construção desse trabalho, obteve-se como consequência a constatação do quão pouco o tema é abordado na Educação Básica. No entanto entende-se que existe maneira de abordá-lo. A possibilidade apresentada requer a utilização de alguns poucos minutos para a obtenção dos dados.

A utilização da proposta apresentada faz com que os educandos compreendam que a radiação ultravioleta está presente em seu cotidiano e que cabe a eles as medidas de proteção a serem tomadas. Sem falar do fato que ao participar da construção lhes despertam um maior interesse no assunto.

Construir um material que traga embasamentos para ser utilizado em sala de aula não é uma tarefa tão simples, pois ela exige tempo e dedicação. Nesse sentido, esse trabalho buscou sanar uma dessas carências, evidenciando a possibilidade de utilização de uma ferramenta que possui variadas aplicações a um tema que envolve a todos. A importância dessa atividade é justamente demonstrar que a radiação ultravioleta afeta a todas as pessoas independente de crenças, idade, classe social, cor da pele ou qualquer característica que possa nos diferenciar. Evidencia-se que essas potencialidades são relevantes e aplicáveis em sala de aula

Por não ser um tema isolado, e possuir caráter interdisciplinar, pode-se propor sequências de trabalho que envolvam a relação que a elevada exposição à radiação ultravioleta possui com o desenvolvimento do câncer de pele (não melanoma), a relação dessa radiação com os protetores solares disponibilizados para comercialização, dentre outras possibilidades que envolvam o tema.

REFERÊNCIAS

BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases**. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996

BRASIL, **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2002.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2018.

BRASIL. Lei 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE. Congresso. Brasília, DF, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

CHIBENI, Silvio Seno. **O surgimento da física quântica**: Notas de Aula. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/fisquantica.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2018.

EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. **Física Quântica**: Átomos, Moléculas, Sólidos e Partículas. 4.ed. Rio de Janeiro: Ed.Campus, 1979.

FOUREZ, Gerard. **Crise no Ensino de Ciências?** Investigações em Ensino de Ciências – v. 8, n. 2, p. 109 -123, 2003.

HAWKING, S. W. Uma breve história do tempo. Do Big Bang aos Buracos Negros. Tradução Maria Helena Torres. Rio de Janeiro: Rocco, 1988.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília/DF, 2007.

MEDEIROS, Rogério Fachel de. **Introdução à física das radiações** / Rogério Fachel de Medeiros, Flávia Maria Teixeira dos Santos – Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2011. 57 p.; il. (Textos de apoio ao professor de física / Marco Antonio Moreira, Eliane Angela Veit, ISSN 1807-2763; v. 22, n.5).

MORIN, Edgar, 1921- **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento / Edgar Morin; tradução Eloá Jacobina. - 8a ed. -Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 128p. Tradução de: La tête bien faite.

OKUNO, Emico. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. 1ª edição. São Paulo: HARBRA, 1982.

OKUNO, Emico. **Radiação Ultravioleta: características e efeitos** / EmicoOkuno, Maria Aparecida Constantino Vilela. - 1ª. ed. - São Paulo; Editora Livraria da Física; Sociedade Brasileira de Física, 2005. - (Temas Atuais de Física).

OKUNO, Emico. **Radiação: Efeitos, Riscos e Benefícios**. 5. ed. São Paulo: Harbra, 2007. 69 p.

OKUNO, Emiko, YOSHIMURA, Elisabeth M. **Física das Radiações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 5, n. 1, p.23-48, nov. 2000.

PIRES, Marcelo Antonio; VEIT, Eliane Angela. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p.241-248, 2006.

SGARBI, Flávia Celina; CARMO, Elaine Dias do; ROSA, Luiz Eduardo Blumer. Radiação ultravioleta e carcinogênese. **Revista Ciências Médicas**, Campinas, v. 16, p.245-250, jul-dez. 2007.

SILVA, J. L. S.; Melo, M. C.; Camilo, R. S.; Galindo, A. L; e Viana, E. C. 2014. **Plataforma Arduino integrado ao PLX-DAQ: Análise e aprimoramento de sensores com ênfase no LM35**. XIV Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe (ERBASE). Feira de Santana, BA. 2014.

SIQUEIRA, Maxwell; PIETROCOLA, Maurício. **A transposição didática aplicada a teoria contemporânea: a física de partículas elementares no ensino médio**. Disponível em: <http://sites.usp.br/nupic/wp-content/uploads/sites/293/2016/05/Maxwell_A_TRANSPOSICAO_DIDATICA_APLICADA.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. **A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de Física na escola de 2º grau**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, jan. 1992. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7392/6785>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

VANIEL, Berenice Vahl; HECKLER, Valmir; ARAÚJO, Rafael Rodrigues de. **Investigando a inserção das tic e suas ferramentas no ensino de física: estudo de caso de um curso de formação de professores**. 2011. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/handle/1/968>>. Acesso em: 10 nov. 2018.