

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

**Igor Alberto Duarte**

**RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA E O ENSINO DE BIOLOGIA: UTILIZANDO O  
ARDUINO COMO RECURSO DIDÁTICO**

Sorocaba-SP

Fevereiro, 2024

**Igor Alberto Duarte**

**RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA E O ENSINO DE BIOLOGIA: UTILIZANDO O  
ARDUINO COMO RECURSO DIDÁTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientação: Prof. Dr. Antonio Augusto Soares

**Sorocaba, 2024**

Duarte, Igor Alberto

Radiação ultravioleta e o ensino de biologia: utilizando o Arduino como recurso didático / Igor Alberto Duarte -- 2024.  
41f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Antonio Augusto Soares

Banca Examinadora: Hylío Laganá Fernandes, Renato Fernandes Cantão

Bibliografia

1. Arduino. 2. Ultravioleta. 3. Interdisciplinaridade. I. Duarte, Igor Alberto. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -  
CRB/8 6979

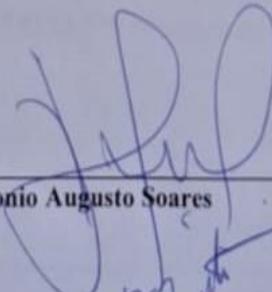
FOLHA DE APROVAÇÃO

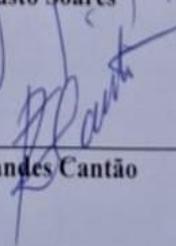
IGOR ALBERTO DUARTE

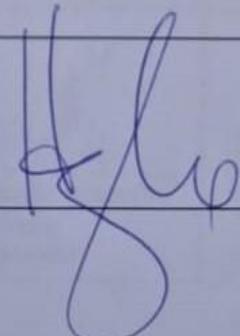
*Radiação ultravioleta e o ensino de biologia: utilizando o  
arduino como recurso didático*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para  
obtenção do grau de licenciado no curso de ciências Biológicas – Licenciatura  
Plena, da Universidade Federal de São Carlos Campus de Sorocaba.

Sorocaba, 15 de fevereiro de 2024.

Orientador:   
Prof. Dr. Antonio Augusto Soares

Examinador:   
Prof. Dr. Renato Fernandes Cantão

Examinador:   
Prof. Dr. Hylio Laganá Fernandes

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho a toda a minha família, avós, tios, primos, pais e irmãos, em especial a Dulce, Edivaldo, Kauê, Yasmin e ao meu filho felino, Andre Gatos.*

# AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha família por todo o suporte durante esses anos para que eu permanecesse em outra cidade estudando.

Ao meu orientador Antônio Augusto Soares por todos os ensinamentos durante a realização deste trabalho, sendo paciente e ajudando sempre que necessário.

Aos amigos que conheci ao me mudar para Sorocaba e que estiveram comigo em diferentes momentos tanto na universidade quanto fora dela: Wesley Nogueira, João Vitor Martins, Mateus Ferreira, Everton Xavier, Jorge Kennedy, João Felipe, Nicollas Henrique, Yago Oliveira, Watila Rodrigues, Rodrigo Formigon, João Paulo, Wesley Moura, Carina Altieri, Kaity Caroline, Tifani Saori, Luisa Barbosa, Mariana Pagani, Bianca Braule, Sofia Sorensen, Clara Fernandes e muitos outros, graças a esse pessoal, esses oito semestres foram incríveis dez semestres da minha vida.

À Gabriela Rie por acompanhar quase diariamente as minhas adversidades na escrita deste trabalho.

A todos os professores pelos conhecimentos compartilhados durante todos esses anos, não estaria terminando a graduação se não fosse em grande parte por conta deles.

E por fim, à Universidade Federal de São Carlos, por toda a estrutura oferecida para a minha formação e aos mais diferentes profissionais da instituição, sejam da limpeza, do restaurante universitário, da biblioteca, da segurança e das demais atividades presentes no campus para que tudo esteja em seu devido funcionamento.

# RESUMO

DUARTE, Igor Alberto. Radiação Ultravioleta e o ensino de Biologia: Utilizando o Arduino como um recurso didático. 2024. Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, 2024.

Este trabalho pretende contribuir para o ensino de Ciências, buscando relacionar conceitos de Física e Biologia, utilizando o Arduino, um dispositivo tecnológico, como recurso didático em sala de aula, indo deste modo além da metodologia tradicional, estimulando mais o aprendizado dos discentes. Ao ser exposto ao Sol, o dispositivo mede o grau de radiação ultravioleta e a luminosidade proveniente do astro, gerando resultados que podem ser analisados e discutidos com os alunos posteriormente. O experimento aqui proposto se mostrou eficiente, gerando dados que permitem criar contexto para o ensino sobre as implicações biológicas da radiação ultravioleta, tendo sido exibido para alunos do ensino Fundamental, onde puderam visualizar o dispositivo funcionando.

**Palavras-chave:** Ensino de biologia, radiação ultravioleta, tecnologias da informação e comunicação aplicadas ao ensino.

# ABSTRACT

DUARTE, Igor Alberto. Ultraviolet Radiation and the Teaching of Biology: Utilizing Arduino as a Didactic Resource. 2024. Federal University of São Carlos, Sorocaba campus, 2024.

This project aims to contribute to the teaching of Science by seeking to relate concepts from Physics and Biology. It utilizes Arduino, a technological device, as a didactic resource in the classroom, thus surpassing traditional methodology and fostering enhanced learning among students. When exposed to sunlight, the device measures the degree of ultraviolet radiation and the brightness emanating from the sun, generating results that can be analyzed and discussed with students later on. The proposed experiment has proven to be effective, providing data that can create context for teaching about the biological implications of ultraviolet radiation, having been shown to elementary school students, where they were able to see the device working.

**Keywords:** Biology teaching, ultraviolet radiation, information and communication technologies applied to teaching.

# LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Comprimento de onda sendo representado por $\lambda$ e amplitude por $a$ .....	18
<b>Figura 2:</b> Espectro Eletromagnético, evidenciando os diferentes comprimentos de ondas, desde as mais longas com menor frequência e menor energia às mais curtas com maior frequência e maior energia, além também da amplitude das ondas, que está relacionada com a quantidade de energia transportada, onde ondas com maior amplitude transportam mais energia do que ondas com menores amplitudes.....	19
<b>Figura 3:</b> A. Os dímeros são formados a partir da chegada do UV nas bases nitrogenadas do DNA. B: O DNA distorcido..	21
<b>Figura 4:</b> Arduino UNO, interface compacta com entradas analógicas, digitais e portas de comunicação, incluindo USB, alimentação e programação.....	22
<b>Figura 5:</b> Esquema do trabalho mostrando as conexões entre o Arduino e os dispositivos que estão inseridos em duas protoboards .....	27
<b>Figura 6:</b> Exposição do dispositivo devidamente montado para teste em campo. É possível observar a cobertura opaca (OP) colocada sobre o fotoresistor. ....	29
<b>Figura 7:</b> Resultados obtidos em um experimento iniciado por volta das 7h20min no final da primavera de 2023.....	30
<b>Figura 8:</b> Gráfico com dados de incidência UV durante 12h. Eixo à esquerda referente a luminosidade, eixo à direita referente ao índice UV. ....	31

# LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Habilidades da BNCC contempladas neste trabalho (BRASIL, 2018) .....	14
<b>Tabela 2:</b> Componentes para a montagem do dispositivo e seus valores. Os componentes foram comprados em diferentes lojas online.....	25

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	12
1.1 OBJETIVOS.....	16
DISCUSSÃO TEÓRICA E O ARDUINO .....	17
2.1 ONDAS .....	17
2.2 ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO E A RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA.....	18
2.3 O ARDUINO .....	22
METODOLOGIA.....	24
3.1 CONSTRUÇÃO DO DISPOSITIVO.....	24
RESULTADOS .....	29
CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS .....	36
APÊNDICE .....	38

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

Com o intuito de sair do método tradicional de ensino, recursos didáticos diferenciados em sala de aula podem contribuir na construção do conhecimento dos alunos (FREITAG, 2017). Recursos comuns como quadro, giz e livros didáticos, sozinhos, na maioria das vezes não despertam o interesse de aprendizagem do estudante. Dado isso, a utilização de materiais que estimulem maior interação dos discentes com o assunto estudado se faz necessária, contribuindo para a maior assimilação do conteúdo por parte dos alunos (NICOLA e MAZOCCO, 2016).

Ciências e Biologia são matérias muitas vezes consideradas difíceis pelos estudantes, talvez por conta das nomenclaturas complexas que não fazem parte do seu cotidiano, resultando em um certo afastamento dessas disciplinas (NICOLA e MAZOCCO, 2016). Assim, cabe ao professor buscar métodos inovadores, utilizando recursos didáticos que contribuam para o processo de aprendizagem dos estudantes, superando o método tradicional com quadro, giz e exclusivamente dialógicos (CASTOLDI e POLINARSKI, 2009).

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) possuem potencial para a construção de ferramentas que podem facilitar a compreensão dos conteúdos em ambiente escolar, isto porque no mundo atual, praticamente todos os estudantes possuem familiaridade com recursos tecnológicos, fomentando um caráter contextualizado. Deste modo, a partir do uso das TDIC é possível construir novas maneiras de estimular o engajamento e, conseqüentemente, o aprendizado dos estudantes (XAVIER, TEIXEIRA e SILVA, 2010). Todavia, apesar da importância de se utilizar recursos tecnológicos em sala de aula, existem barreiras como a falta de recursos financeiros, por exemplo. Isso interfere na obtenção dos equipamentos necessários para ações dessa natureza. Em decorrência disso, é necessário buscar dispositivos tecnológicos de custo relativamente baixo (ARAUJO e BRAGA, 2017) com vistas à universalização do acesso ao conhecimento científico para a formação de indivíduos críticos acerca do mundo ao seu redor.

Nessas condições, o Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica que pode desempenhar papel importante em contextos de aulas experimentais de Ciências e até mesmo interdisciplinares (MARIANO, 2021), pois trata-se de um dispositivo de hardware e software abertos, relativamente fácil de utilizar, além de seu custo ser relativamente baixo, podendo assim ser utilizado para práticas científicas em escolas (MOREIRA, 2018).

Por exemplo, em uma aplicação didática do Arduino no ensino de biologia, foi utilizado um sensor de temperatura e umidade denominado DHT-11, acoplado esse sensor ao Arduino devidamente programado. Dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados em uma aula de ecologia realizada no Parque Estadual do Pico do Jabre, na Paraíba. A partir dos dados coletados, análises descritivas foram realizadas e discussões com os alunos foram feitas com base nos conteúdos ministrados anteriormente à prática e nas observações realizadas após esta (MARIANO, 2021).

Em outra abordagem, foi realizada uma aula com o tema Energia, com crianças do ensino Fundamental I em uma turma do 5º ano de uma escola municipal da região metropolitana de São Paulo. Nela os alunos assistiram a explicação prévia e teórica sobre a construção de um circuito elétrico, sendo posteriormente desafiados a construir um circuito real, onde tiveram que criar um circuito com LED e um sensor de luminosidade (LDR) conectados ao Arduino. Nesta prática, os alunos puderam observar o LED acendendo sempre que o sensor LDR detectava presença de luz. Assim, os alunos observaram a relação entre circuitos programados e não-programados, havendo aqueles que apresentaram mais facilidade e outros que declararam certa dificuldade no desenvolver do experimento (SOBREIRA, VIVEIRO e D'ABREU, 2017).

Seguindo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), existem diferentes habilidades que condizem com a proposta do presente trabalho numa perspectiva de ensino de Ciências, tanto podendo ser aplicada no ensino fundamental quanto no médio.

Tabela 1: Habilidades da BNCC contempladas neste trabalho (BRASIL, 2018)

<b>HABILIDADE</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
EF02CI07	Descrever as posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada.
EF09CI06	Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.
EF07CI14	Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.
EF09CI07	Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a laser, infravermelho, ultravioleta etc.).
EM13CNT302	Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a

	participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental
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, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
EM13CNT306	Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
EM13CNT308	Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

Considerando as habilidades da BNCC propostas, a partir do trabalho em questão, é possível observar as variações na intensidade da radiação ao longo do dia, correlacionando-as com a posição do Sol, o que proporciona uma compreensão das posições solares e seus efeitos na intensidade da radiação. Além disso, a classificação das radiações eletromagnéticas permite que discussões acerca das implicações do uso dessas radiações em diversos contextos sejam feitas, desde

tecnologias cotidianas até aplicações médicas, proporcionando reflexões sobre os impactos sociais e ambientais dessas tecnologias.

Nesse contexto, também é possível justificar a importância da camada de ozônio para a proteção contra os raios ultravioleta prejudiciais, identificando os fatores que influenciam sua presença na atmosfera e discutindo propostas para sua preservação. Além disso, o trabalho em questão mostra a importância de se utilizar recursos tecnológicos em ambientes educacionais, promovendo uma construção do conhecimento mais atrativa aos estudantes.

## **1.1 OBJETIVOS**

Levando em conta as habilidades da BNCC na tabela 1, o presente trabalho busca, com a utilização do Arduino em um contexto de sala de aula, desenvolver e testar uma proposta de abordagem experimental tecnológica com potencial para gerar maior engajamento dos estudantes no que tange aos conceitos científicos referentes ao Sol e ao espectro eletromagnético com enfoque em radiação ultravioleta (UV) e suas implicações para os organismos vivos.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é contribuir para o ensino de Ciências e Biologia, propondo o uso do Arduino como recurso didático na compreensão da radiação UV ao longo do dia e em diferentes condições climáticas, dando suporte para as discussões sobre os impactos biológicos desse tipo de radiação, desenvolvendo relações entre Física, Biologia e Tecnologia em sala de aula. Com isso buscaremos obter um contexto de maior interação e engajamento dos estudantes em seu processo de aprendizagem do tema. O fenômeno, portanto, será abordado de uma forma mais tangível ao estudante, com potencial para aumentar o engajamento e a compreensão acerca do conteúdo explorado.

No contexto deste trabalho, considerando a utilização do recurso didático aqui proposto, é buscado pelo docente que os alunos no final possam compreender o que é radiação UV, mutações genéticas e como a radiação UV pode impactar nas nossas vidas.

# CAPÍTULO 2

## DISCUSSÃO TEÓRICA E O ARDUINO

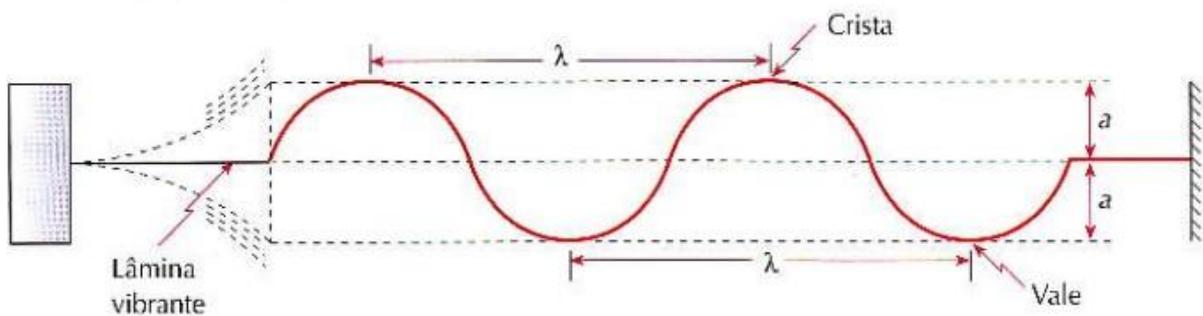
Para o prosseguimento deste projeto, faz necessário compreender o que são cada um dos elementos envolvidos no tema.

### 2.1 ONDAS

Uma onda é uma perturbação que se propaga em um meio, transferindo energia de um ponto para outro sem o transporte de matéria. Quanto à natureza das ondas, existem duas classificações: - as ondas mecânicas, que precisam de um meio material para que se propaguem como, por exemplo, na situação onde uma pedra que cai na superfície de uma piscina, perturbando o meio e fazendo com que seja propagada uma onda circular na água, e as ondas eletromagnéticas, que podem ser originadas por cargas elétricas que sofrem aceleração, como a luz infravermelha de um controle remoto de TV, ondas de rádio, as microondas, a radiação UV, os raios X e os raios gama. As ondas eletromagnéticas, ao contrário das mecânicas, não necessariamente precisam de um meio material, propagando-se, inclusive, no vácuo (RAMALHO, FERRARO e SOARES, 2007).

As ondas possuem pontos mais altos e pontos mais baixos, amplitudes denominadas de cristas e vales, respectivamente. A distância entre duas cristas ou entre dois vales constitui o chamado comprimento de onda. Como pode ser observado na Figura 1, a amplitude de uma onda pode ser representada por  $a$  e seu comprimento de onda pela letra grega  $\lambda$  (RAMALHO, FERRARO e SOARES, 2007).

Figura 1: Comprimento de onda sendo representado por  $\lambda$  e amplitude por  $a$ . Fonte: RAMALHO, FERRARO e SOARES, 2007.



As ondas se propagam no espaço com uma velocidade  $v$ . A frequência de uma onda indica a quantidade de ciclos ou oscilações que ocorrem em um dado intervalo de tempo. Quanto mais oscilações em um mesmo intervalo de tempo, maior sua frequência. A frequência  $f$  se relaciona com o comprimento de onda segundo a Equação (1)

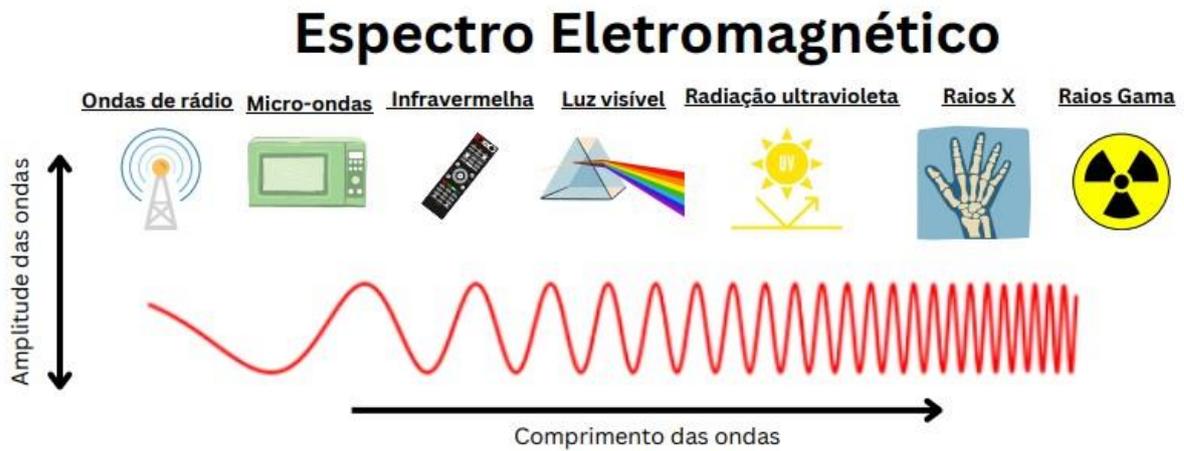
$$v = \lambda f \quad (1)$$

A Equação (1) é conhecida como equação fundamental da ondulatória.

## 2.2 ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO E A RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

A radiação UV é um tipo de radiação eletromagnética, constituída por diferentes frequências de ondas, desde ondas longas até ondas curtas. Como mostrado na Figura 2, essas ondas podem ser ordenadas das mais longas para as mais curtas da seguinte maneira: rádio, microondas, infravermelho, luz visível, UV, raios x e raios gama (MORAES, 2002).

Figura 2: Espectro Eletromagnético, evidenciando os diferentes comprimentos de ondas, desde as mais longas com menor frequência e menor energia às mais curtas com maior frequência e maior energia, além também da amplitude das ondas, que está relacionada com a quantidade de energia transportada, onde ondas com maior amplitude transportam mais energia do que ondas com menores amplitudes. Fonte: Elaborado pelo autor.



Segundo a Equação (1), para uma mesma velocidade de propagação, quanto maior a frequência, menor é o comprimento de onda, e maior é a energia carregada por essa onda. A relação entre a energia da onda eletromagnética e sua frequência é dada por:

$$E = hc/\lambda \quad (2)$$

onde  $h$  é a constante de Planck ( $6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ), e  $c$  é a velocidade da luz no vácuo ( $299.792.458 \text{ m/s}$ ). Na Figura 2 é possível observar a diminuição do comprimento das ondas desde as ondas de rádio até os raios gama, em uma ordem de menor energia para maior energia, respectivamente.

A partir disso, o UV é definido como a radiação com comprimentos de ondas que compreendem uma faixa que se inicia em 100nm indo até 400nm, estando entre o comprimento da luz visível e o do raio X na escala do espectro eletromagnético. Além disso, a radiação UV é categorizada em um espectro de três faixas: UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) e UVC (100-280 nm), (GALLAGHER, LEE, *et al.*, 2010). Apesar de a UVC ter o maior potencial danoso ao ser humano devido a ser a que possui menores comprimentos de onda e conseqüentemente ser a mais energética,

ela não atravessa a camada de ozônio; sendo assim, somos atingidos apenas pela UVA e UVB (SGARBI, CARMO e ROSA, 2007). Este é mais um motivo para a preservação da camada de ozônio, dado que a redução na concentração do ozônio estratosférico permitiria que a radiação prejudicial aos seres vivos chegasse na superfície da Terra (CIRINO e SOUZA, 2008)

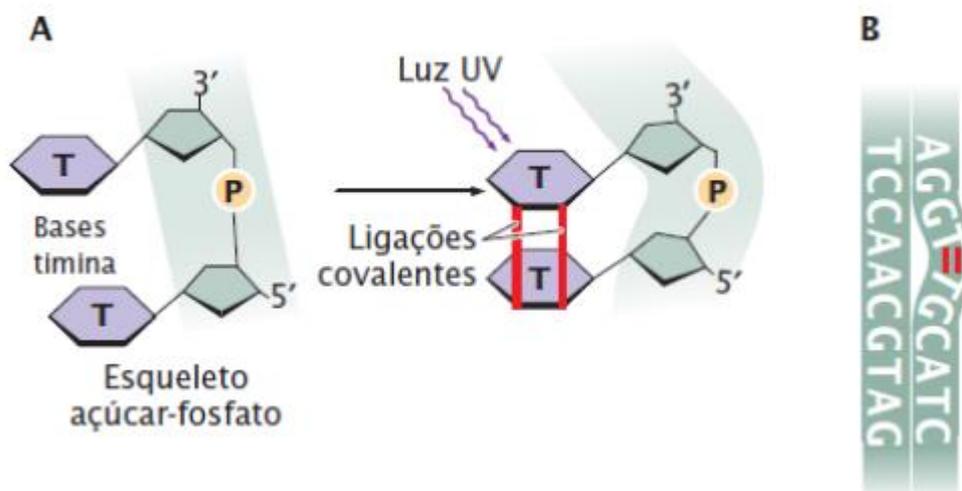
No espectro UV, a faixa de UVA é responsável pela pigmentação da pele e bronzeado, o UVB é o responsável pela grande maioria dos efeitos biológicos danosos nos corpos e o UVC, detalhado anteriormente. O UVC tem uso prático como esterilizador contra microrganismos, sendo a única faixa de UV capaz de eliminar toda a biota microscópica existente em materiais (JUCHEM, HOCHBERG, *et al.*, 1998). Neste ponto de vista, o UVC apresenta implicação positiva.

A luminosidade advinda do Sol é importante para os humanos para a produção de vitamina D e para gerar uma saudável proteção de melanina para a pele. Apesar disso, a alta exposição ao UV sem proteção apropriada pode ser altamente danosa (JUCHEM, HOCHBERG, *et al.*, 1998). Efeitos negativos da radiação UV no corpo podem ser diversos, como ressecamento, envelhecimento precoce, pigmentação profunda e câncer de pele em decorrência de mutações genéticas (SGARBI, CARMO e ROSA, 2007).

As mutações são alterações na sequência do DNA que podem acontecer de maneira espontânea, assim como podem ser induzidas por agentes ambientais, como substâncias químicas e por radiação (PIERCE, 2011). As radiações mais agressivas a um organismo são as de maiores frequências, logo de menores comprimentos de ondas, pois possuem a capacidade de penetrar os tecidos e danificar o DNA, conseguindo expulsar os elétrons dos átomos e modificar as moléculas. Deste modo, ocorrem alterações nas estruturas de base do DNA, ou seja, estamos tratando de radiação ionizante: os raios X e raios gama fazem parte deste grupo (PIERCE, 2011).

A radiação UV é menos energizada que as radiações ionizantes e não retira elétrons dos átomos. Apesar disso, também é altamente mutagênica, pois as bases purina e pirimidina (bases que constituem os ácidos nucleicos) absorvem o UV com facilidade, resultando na criação de dímeros de pirimidina (compostos por duas bases timina), distorcendo as configurações do DNA (PIERCE, 2011).

Figura 3: A. Os dímeros são formados a partir da chegada do UV nas bases nitrogenadas do DNA. B: O DNA distorcido. Fonte: PIERCE, 2011.



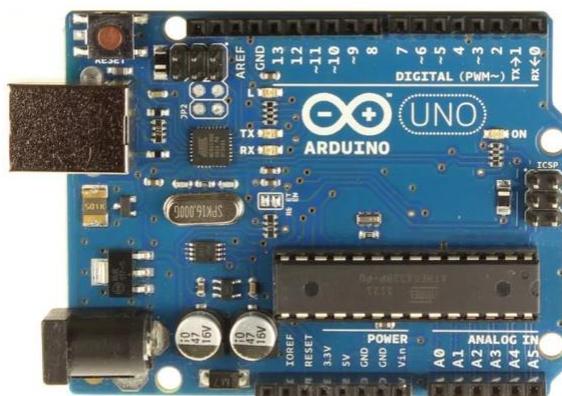
Deste modo, o UV pode começar uma série de mudanças genéticas em um organismo, tendo como uma de suas consequências mais graves o desenvolvimento de um câncer (WIKONKAL e BRASH, 1999). Para diminuir as chances de mutações no DNA causadas pela radiação solar, é necessário o uso de protetores solares, produtos que reduzem a quantidade de radiação UV absorvida pela pele (ARAUJO e SOUZA, 2008). Além de protetores solares, outros acessórios para proteger contra os efeitos nocivos do UV são as vestimentas para proteger o corpo, chapéus para proteger a região da cabeça incluindo o rosto e óculos escuros para prevenir danos oculares causados pelo UV, como catarata e perda progressiva da visão (BALOGH, PEDRIALI, *et al.*, 2011).

Existe uma classificação referente a quantidade de UV que atinge um determinado ambiente, onde nessa classificação, se a medida do UV estiver entre 1 e 2, é considerado baixo, o que de modo geral, significa que um indivíduo está seguro mesmo sem proteção, entre 3 e 5, se considera moderado, 6 e 7 é alto, 8 a 10 é muito alto e de 11 para cima é considerado extremo, sendo que a partir de 3 já é recomendado que deva-se proteger (SLEVIN, 2015)

## 2.3 O ARDUINO

O Arduino é uma placa eletrônica de prototipagem que permite criar diversos projetos em diferentes contextos. É possível acoplar diferentes componentes e sensores, permitindo criar protótipos para a atividade que se deseja realizar. Além do hardware, existe um software gratuito denominado Arduino IDE (*Integrated Development Environment*, Ambiente de Desenvolvimento Integrado em Português) que pode ser utilizado para criar os códigos de programação que farão com que o Arduino possa atuar sobre os sensores, obtendo os dados experimentais (CIRIACO, 2015). Esses dados podem ser apresentados diretamente na tela do computador ou salvos em um cartão de memória para análise posterior. No Arduino há várias conexões analógicas e digitais que admitem que componentes como sensores e atuadores sejam conectados no aparelho (ARAUJO e BRAGA, 2017).

Figura 4: Arduino UNO, interface compacta com entradas analógicas, digitais e portas de comunicação, incluindo USB, alimentação e programação. Fonte: Eletrodex



Ao realizar a montagem de um Arduino é necessário compreender a disposição das portas e conexões disponíveis no dispositivo. Existe uma variedade de modelos de Arduino, desde pequenos a grandes, além de possuírem características diferentes nos seus funcionamentos, o utilizado neste projeto é o Arduino UNO, que por sua vez, apresenta portas digitais (14) e analógicas (6), além das de alimentação e comunicação. As portas digitais são destinadas a operações de entrada e saídas digitais, além de que podem estar apenas em dois estados, alto (HIGH) e baixo

(LOW), que são representados por 1 ou 0, respectivamente; enquanto as portas analógicas podem medir sinais analógicos, deste modo, sinais que podem variar continuamente em vez de apenas alternar entre dois estados, neste caso, podendo ler sensores analógicos, como por exemplo sensores de temperatura, luz, potenciômetros e outros mais.

As portas de alimentação, que são marcadas como 5V e GND são essenciais para garantir uma conexão adequada dos fios de alimentação, sendo fundamental respeitar a polaridade (positivo e negativo). Além disso, a porta USB desempenha o papel tanto para o carregamento do programa na placa como bem como para alimentação e comunicação com um computador.

Valendo-se dessas funcionalidades do Arduino e respectivos sensores, foi criado e testado um dispositivo com um sensor de radiação UV e um sensor de luminosidade acoplado ao Arduino, criando um protótipo capaz de captar as seguintes variáveis: índice UV e intensidade luminosa.

# CAPÍTULO 3

## METODOLOGIA

### 3.1 CONSTRUÇÃO DO DISPOSITIVO

O dispositivo foi construído para medir o índice de radiação UV e de intensidade luminosa que o atinge durante um período de várias horas, deste modo, armazenando esses dados captados em um cartão de memória. A partir disso, com os dados coletados são gerados gráficos que permitem comparar os momentos de menor e maior incidência de UV no decorrer do dia, fazendo um paralelo com a intensidade luminosa.

Para o desenvolvimento do dispositivo, foram acoplados ao Arduino, um sensor UV (URV) que capta ondas entre 200nm e 370nm, um LDR (*Light Dependent Resistor*, resistor dependente de luz, em Português), um resistor limitador de corrente elétrica, um módulo de cartão micro SD, um cartão micro SD, um LED de cor laranja, um *Push Button*, duas protoboards e fios jumpers (tabela 2). Todos os dispositivos são previamente programados para as suas respectivas funções no software Arduino IDE. O código comentado utilizado nesta montagem é apresentado no apêndice deste trabalho.

Todos esses componentes e o Arduino custaram R\$142,55. Considerando que são dispositivos de longa durabilidade permitindo a replicação do experimento em várias turmas e em vários anos letivos, este experimento pode ser considerado um experimento de baixo custo. Além disso, com o Arduino em mãos, é possível desenvolver outros projetos, fazendo o uso da plataforma para acoplar outros componentes e realizar diferentes atividades práticas aplicadas ao ensino de Ciências.

Tabela 2: Componentes para a montagem do dispositivo e seus valores. Os componentes foram comprados em diferentes lojas online.

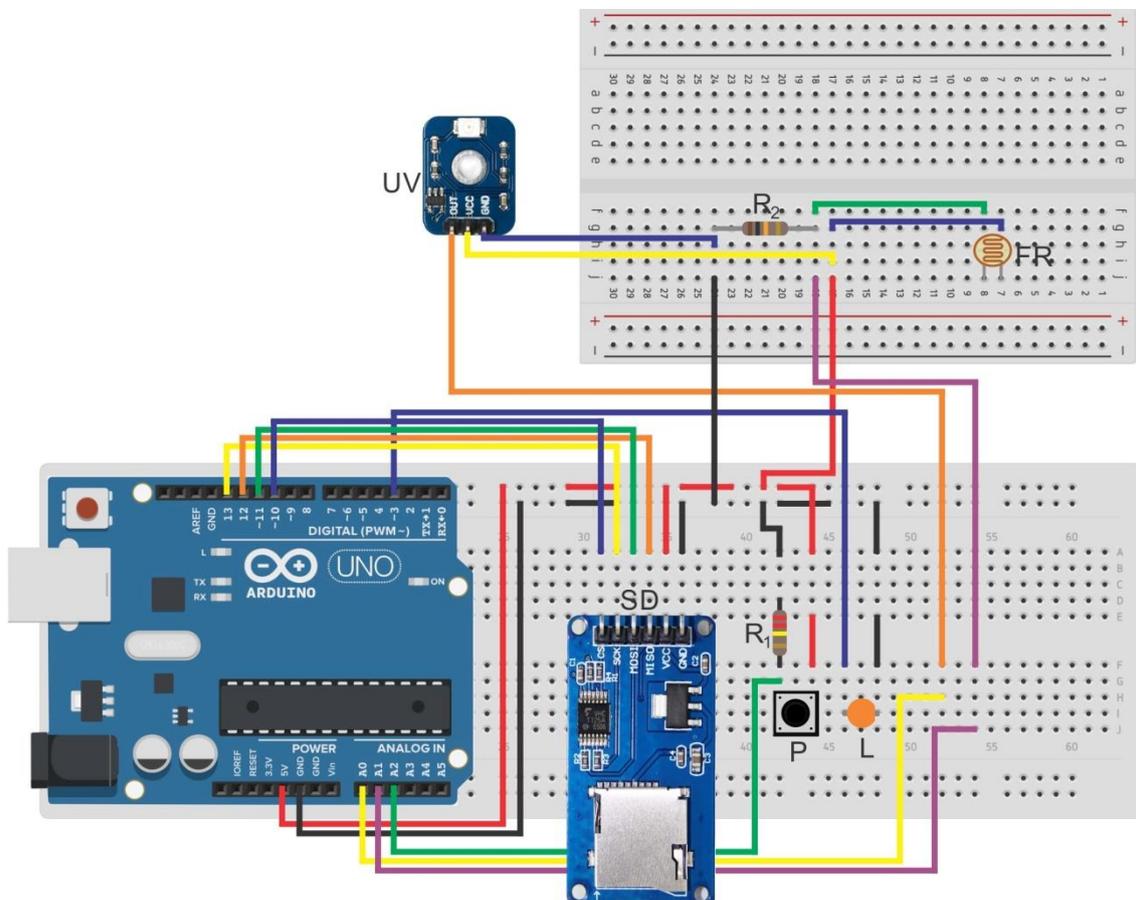
<b>Componentes</b>	<b>Descrição</b>	<b>Preço</b>
Arduino UNO	Componente principal do trabalho, plataforma de código aberto projetada para facilitar o desenvolvimento de projetos interativos e controlados por microcontroladores.	R\$ 40,00
Sensor UV modelo URV (capta 200nm – 370nm)	O sensor UV é o principal dispositivo acoplado ao Arduino, dado que ele é o responsável por captar o índice de radiação ultravioleta.	R\$ 38,00
Sensor fotoresistor LDR 5mm	Capta a luminosidade presente no momento do funcionamento do dispositivo. A partir dos dados captados pelo LDR é possível relacionar em forma de gráfico os períodos de maior intensidade luminosa com os períodos de maior índice de UV.	R\$ 0,60
Resistor 1K 5% (1/4W) (2 unidades)	Os resistores limitam e controlam o fluxo de corrente elétrica em um circuito, assim sendo utilizados para ajustar a corrente e proteger componentes sensíveis, evitando que queimem.	R\$ 0,15 cada
Módulo de cartão microSD	Permite a leitura e escrita em cartão micro SD, com fácil ligação ao Arduino e outros microcontroladores.	R\$ 7,90

<p><b>Cartão micro SD de 32GG</b></p>	<p>O cartão micro SD é inserido no módulo de cartão micro SD, ele se faz necessário para armazenar os dados coletados pelo sensor UV e pelo LDR durante o tempo que o Arduino permanecer ligado.</p>	<p><b>R\$ 27,90</b></p>
<p><b>LED</b></p>	<p>Colocado para indicar que o dispositivo como um todo está ligado e funcionando, a partir do momento em que o circuito está ligado, ele acende, ficando laranja, a partir do momento que o circuito é desligado, o LED apaga</p>	<p><b>R\$ 0,25</b></p>
<p><b>Push Button</b></p>	<p>Botão liga e desliga</p>	<p><b>R\$ 0,40</b></p>
<p><b>Protoboard 400 pontos</b></p>	<p>Uma placa com furos que permite a montagem de circuitos sem a necessidade de soldagem. Os seus furos são ligados por trilhas condutoras, onde os componentes eletrônicos são inseridos e conectados pelos fios jumpers, assim, estabelecendo interações com o Arduino. Neste projeto foram utilizadas duas protoboards por questões de organização visual, mas com apenas uma já é possível de realizar a proposta.</p>	<p><b>R\$ 15,90</b></p>
<p><b>Fios jumpers</b></p>	<p>Cabos condutores para realizar conexões entre componentes eletrônicos, eles facilitam a montagem e prototipagem de projetos eletrônicos.</p>	<p><b>R\$ 11,30 (kit com 40 unidades)</b></p>

A protoboard mencionada na tabela é outro componente importante do trabalho, esta que por sua vez é uma placa de ensaio com diversos furos de conexões para montar circuitos elétricos experimentais, sendo vantajosa por apenas precisar da

inserção de componentes, não necessitando realizar soldagem. Na protoboard é necessário estabelecer conexões elétricas apropriadas, empregando os denominados fios jumpers para criar vínculos entre os diversos componentes. A atenção às polaridades é muito importante ao conectar o LED, os sensores e outros componentes, pois se feito de maneira incorreta, pode resultar em dano aos componentes. A Figura 5 apresenta uma representação esquemática da montagem experimental. Nessa figura, o sensor ultravioleta está indicado com UV, o fotoresistor por FR, o push button por P, o LED por L, os resistores por R<sub>1</sub> e R<sub>2</sub> e o cartão micro SD.

Figura 5: Esquema do trabalho mostrando as conexões entre o Arduino e os dispositivos que estão inseridos em duas protoboards



Como pode ser observado, foram utilizadas duas protoboards. A maior, na parte inferior da figura 5, carrega o Arduino, o módulo e o cartão de memória, o botão de acionamento e o LED indicador de que a medição se iniciou. Já a protoboard menor (na parte superior da figura 5), comporta o sensor UV e o fotoresistor. Essa separação permite que apenas os sensores fiquem expostos ao ambiente iluminado, preservando os demais componentes que podem ficar em ambiente coberto e protegido. Ainda, estando o sensor UV conectado a jumpers, é possível movê-lo de forma a posicioná-lo para maior incidência de luz solar. Embora não mostrado na figura, o fotoresistor deve ser coberto com um material opaco (copinho de café, por exemplo) para limitar a incidência de luz solar, evitando a saturação do sinal, isto é, sem essa precaução, o sinal analógico advindo do fotoresistor apresentará sempre valor máximo.

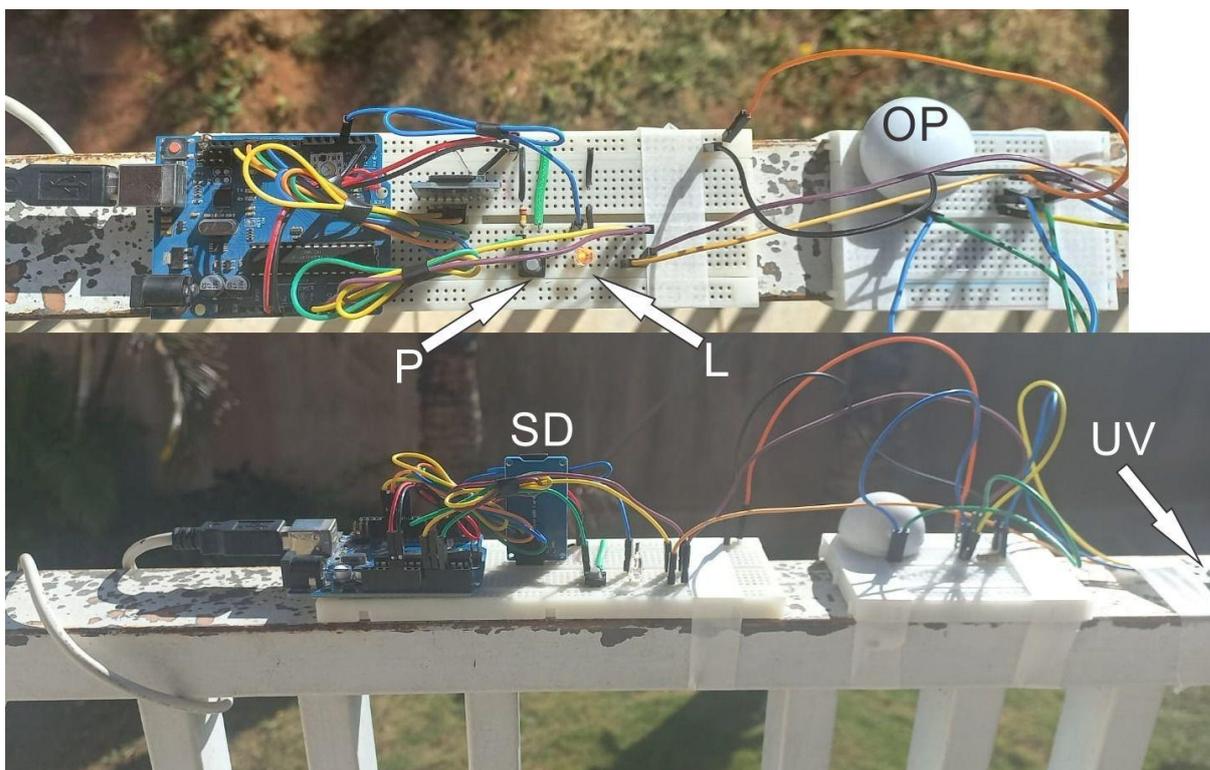
O botão indicado por P na Figura 5 tem como função dar início ao processo de coleta de dados, isto é, enquanto ele não for pressionado, os dados gerados pelos sensores não são registrados no cartão. Isso evita que dados inválidos sejam registrados enquanto os estudantes procedem com a correta fixação do dispositivo. Uma vez pressionado o botão o LED se acende, indicando que os dados já estão sendo registrados, portanto não se devendo mover ou obstruir os sensores.

# CAPÍTULO 4

## RESULTADOS

A Figura 6 mostra uma foto da montagem em um momento de teste de campo, isto é, não ocorrido no contexto escolar. Nessa figura é possível observar o elemento opaco colocado sobre o fotoresistor.

Figura 6: Exposição do dispositivo devidamente montado para teste em campo. É possível observar a cobertura opaca (OP) colocada sobre o fotoresistor.

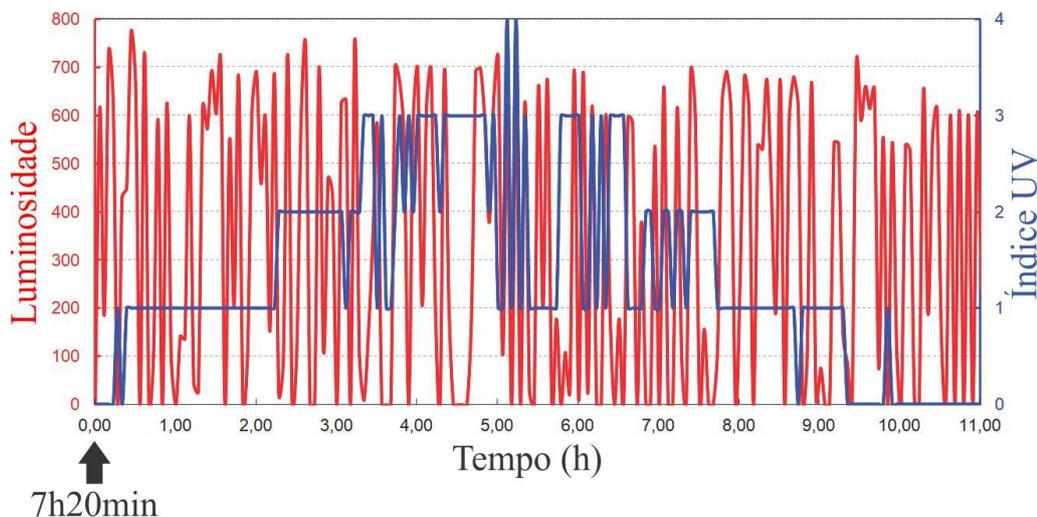


À direita na Figura 6 é possível observar o sensor ultravioleta (UV). Na parte superior dessa mesma figura, os demais dispositivos indicados na figura 5 também são visíveis, estando na situação em que os dados estão sendo gravados no cartão de memória visto que o LED laranja está aceso.

A Figura 7 apresenta um exemplo de resultado obtido no final da primavera de 2023 em um teste, ainda não levado para ambiente escolar. O experimento durou aproximadamente 11h e como pode ser observado, tratou-se um dia de relativa

baixa incidência UV, atingindo um valor máximo de 4 unidades. Já a luminosidade ficou aproximadamente constante ao longo do dia, indicando um dia nublado.

Figura 7: Resultados obtidos em um experimento iniciado por volta das 7h20min no final da primavera de 2023.



Pode ser observado na Figura 7 que, embora baixos, os maiores valores para o Índice UV (3 e 4) ocorreram aproximadamente entre 10h e 14h, justamente no período do dia onde se recomenda a não exposição à radiação solar direta.

Neste teste, como fonte de alimentação de energia para o funcionamento do dispositivo, foi inserida uma bateria ao Arduino, o que não foi considerada muito satisfatória, pois ao observar o gráfico, é possível observar quedas abruptas em muitos momentos, ao invés de medidas constantes (como na Figura 8), o que fez com que substituíssemos a bateria por uma conexão com cabo USB alimentada em uma tomada para a aplicação na escola posteriormente.

O dispositivo devidamente montado, programado e testado na bancada foi levado para uma escola pública na zona sul da cidade de Sorocaba, no interior do estado de São Paulo, em uma turma de Clube de Ciências com 10 alunos, todos do 7º ano do ensino fundamental.

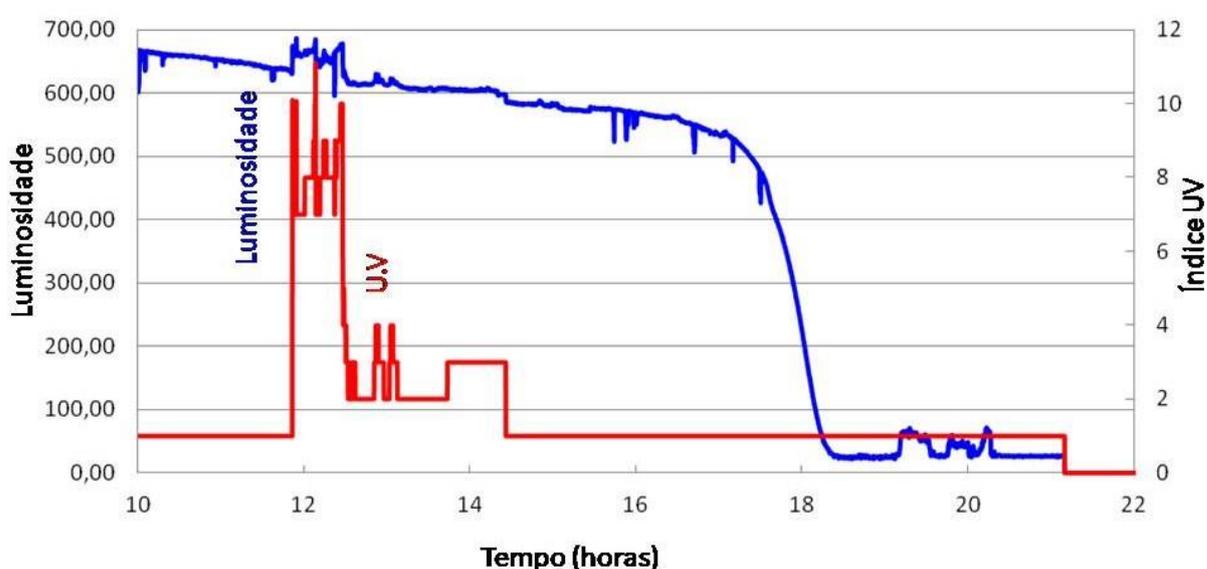
Antes da realização do experimento propriamente dito, foi apresentada uma aula teórica, com a utilização de slides na TV, abordando o tema de radiação UV e seus impactos biológicos. Em seguida o dispositivo foi apresentado e discutido junto aos estudantes, ocasião onde tiveram contato com o recurso didático. Além desse contato e compreensão das diferentes funções dos diferentes componentes do

dispositivo por parte dos estudantes, um teste exibindo o dispositivo ligado e funcionando por alguns minutos foi feito.

Após essa aula, o Arduino foi exposto ao campo e ficou ligado durante 12h, tendo seu início às 10h e término às 22h, captando os dados de radiação UV e de intensidade luminosa. Essa exposição aconteceu em um dia relativamente nublado, com certa quantidade de nuvens, o que resultou em poucos momentos de alto índice de UV.

Os dados foram transferidos do cartão de memória para o Excel e foi gerado um gráfico do índice UV e da intensidade luminosa em função do tempo. No Clube de Ciências os alunos puderam ver os resultados do dia em questão. A Figura 8 apresenta os resultados obtidos nesse experimento.

Figura 8: Gráfico com dados de incidência UV durante 12h. Eixo à esquerda referente a luminosidade, eixo à direita referente ao índice UV.



Os dados coletados durante o período de exposição de 12 horas fornecem uma visão do comportamento do índice UV e da intensidade luminosa ao longo do dia. O pico observado por volta das 12h, evidenciado pela linha vermelha no gráfico, mostrado na Figura 8, corresponde a um índice UV 11, um valor considerado alto e indicativo de uma exposição intensa à radiação UV. Esse padrão está conforme as expectativas, refletindo a posição do Sol no horário próximo ao meio-dia, quando a radiação UV atinge seu ponto maior intensidade.

Também é possível observar que em dias menos nublados a tendência da linha vermelha acompanharia a linha azul por um período maior. A linha azul, que representa a luminosidade, apresenta uma queda acentuada a partir das 18h, indicando o escurecer em decorrência da chegada da noite.

A análise detalhada desses dados não apenas reforça a funcionalidade do equipamento, mas também mostra a influência direta de variáveis climáticas na exposição diária à radiação UV. Essas informações são importantes não apenas para a compreensão teórica dos fenômenos, mas também para a conscientização sobre a importância de práticas seguras de exposição solar.

Na sala de aula, ao aplicar a proposta aqui desenvolvida, os estudantes puderam ter condições de melhor compreender a distribuição do UV, assim estabelecendo conceitos de Física e Biologia, além também do contato com o dispositivo tecnológico que deixou a aula mais atrativa. Ainda, verifica-se que atividade permitiu a promoção de uma atividade interdisciplinar visto que foram relacionadas questões biológicas a partir de um experimento que permitiu medir características físicas do meio ambiente. Ainda, considerando que a culminância do experimento ocorre com o tratamento de dados e análise de gráficos, há uma relação estreita com a matemática, aumentando o caráter interdisciplinar.

Quanto às especificidades do trabalho, os alunos compreenderam o que é UV e como as variações na intensidade da radiação UV podem proporcionar mutações genéticas, conseguindo estabelecer a relação entre altas exposições à radiação UV e seus impactos na estrutura genética. Ainda, a abordagem permitiu trazer à baila questões relacionadas à como de proteger da incidência excessiva do UV, inclusive considerando diferentes materiais que atuam como filtro para esse tipo de radiação eletromagnética.

A utilização do recurso didático proposto pôde contribuir para que os alunos adquirissem, além dos conhecimentos teóricos, fundamentos de como a utilização de tecnologias pode ser usada para a coleta de dados.

Essa análise referente ao quanto os alunos puderam compreender foi feita a partir do modo como eles receberam e interagiram com o conteúdo, a partir das discussões, conversas e perguntas realizadas por eles durante as aulas, não tendo sido realizada uma avaliação de caráter mais positivista com questionários ou provas.

O Arduino e o gráfico foram expostos no fim do ano na escola, período em que acontecem exposições das atividades feitas no fim de cada semestre letivo para a comunidade, onde pais e demais familiares dos alunos aparecem. Na exposição o trabalho e o gráfico foram explicados, o que proporcionou muitos comentários positivos de pais, responsáveis e dirigentes da escola.

# CAPÍTULO 5

## CONCLUSÃO

Ao alinhar os resultados aos objetivos estabelecidos, foi possível observar por meio das discussões e perguntas feitas pelos estudantes durante a aula que além de adquirirem conhecimento sobre a radiação UV, também desenvolveram habilidades práticas na coleta e interpretação de dados.

Ao longo do estudo, os estudantes foram capazes de observar as variações na intensidade da radiação UV ao longo do dia, correlacionando-as com a posição do Sol e compreendendo a importância da camada de ozônio na proteção contra os raios UV prejudiciais. Essa análise dos dados não apenas pôde promover a compreensão dos fenômenos naturais, mas também pôde contribuir para a reflexão sobre os impactos sociais, culturais e ambientais das tecnologias contemporâneas, indo de encontro com a BNCC.

A interdisciplinaridade do trabalho permitiu aos alunos explorar não apenas conceitos científicos, mas também aspectos tecnológicos e socioambientais relacionados à radiação UV. Ao compreenderem o funcionamento do Arduino e do sensor de radiação UV, os estudantes puderam desenvolver habilidades de investigação e compreensão de como a tecnologia pode ser utilizada para entender os impactos ambientais da exposição à radiação UV. Além disso, eles foram incentivados a avaliarem os riscos associados à exposição à essa radiação e a adotarem comportamentos de segurança adequados, promovendo assim a conscientização sobre a importância da proteção solar e da adoção de medidas preventivas.

O trabalho não apenas cumpriu com os objetivos propostos, mas também demonstrou a eficácia da abordagem interdisciplinar aliada ao uso de TDIC no contexto educacional. O engajamento dos alunos, a compreensão aprofundada dos temas abordados e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos destacam a relevância desta metodologia para o ensino de Ciências e Biologia.

Essa atividade envolvendo Arduino pode ser considerada uma sugestão para diferentes situações em ambiente escolar, podendo ser levada por exemplo para uma Feira de Ciências ou aplicada como uma disciplina eletiva do Novo Ensino

Médio, onde o professor pode ir além de duas aulas sobre radiação e apenas exibindo o dispositivo, mas fazendo com que haja uma interação mais complexa com o equipamento por parte dos alunos, onde eles aprenderiam a montá-lo e programá-lo também, os aproximando mais de recursos tecnológicos.

# REFERÊNCIAS

- ARAUJO, H. A. B.; BRAGA, M. L. Ensino de Ciências da Natureza e Arduino: Uma Proposta de Interface para Facilitar Práticas Experimentais. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 21, n. Edição Temática V, p. 1-13, 2017.
- ARAUJO, T. S.; SOUZA, S. O. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. **Scientia Plena**, São Cristovão-SE, v. 4, p. 1-7, 2008. ISSN 11.
- BALOGH, T. S. et al. Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, São Paulo, 2011. 732-742.
- BRASIL, M. D. E. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. **A Utilização de Recursos Didático-Pedagógicos na Motivação da Aprendizagem**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, p. 9. 2009.
- CIRIACO, D. O que é arduino? **Canaltech**, 2015. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/hardware/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 07 janeiro 2024.
- CIRINO, M. M.; SOUZA, A. R. D. O DISCURSO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO A RESPEITO DA “CAMADA DE OZÔNIO”. **Ciência & Educação**, Marília, v. 14, p. 115-134, 2008. ISSN 1.
- FREITAG, I. H. A importância dos recursos didáticos para o processo ensino-aprendizagem. **Periódicos UEM**, Maringá, 23 Novembro 2017. 20-31.
- GALLAGHER, R. P. et al. Ultraviolet radiation. **Chronic Diseases in Canada**, v. 29, p. 51-68, 2010.
- JUCHEM, P. P. et al. Riscos à Saúde da Radiação Ultravioleta. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, São Paulo, 13, maio/ago 1998. 47-60.
- MARIANO, E. F. **Aplição didática de protótipos construídos em Plataforma Arduino**. Encontro Nacional de Ensino de Ciências. Online: [s.n.]. 2021. p. 1-5.
- MORAES, E. C. D. **FUNDAMENTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO**. São José dos Campos: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2002.
- MOREIRA, M. M. P. C. Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Fortaleza, 35, dez 2018. 721-745.
- NICOLA, J. A.; MAZOCCO, C. P. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. **InFor - Inovação e Formação - Revista do Núcleo de Educação a Distância da Unesp**, São Paulo, v. 2, p. 355-381, 2016.
- PIERCE, B. A. **Genética - Um Enfoque Conceitual**. 5ª. ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2011.
- RAMALHO, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Os fundamentos da Física 2 - Termologia, Óptica, Ondas**. 9ª. ed. São Paulo: Moderna, 2007.
- SGARBI, F. C.; CARMO, E. D.; ROSA, L. E. B. Radiação ultravioleta e carcinogênese. **Revista de Ciências Médicas**, Campinas, p. 245 - 250, jul/dez 2007.

SLEVIN, T. Health Check: what does the UV Index mean? **The Conversation**, 2015. Disponível em: <<https://theconversation.com/health-check-what-does-the-uv-index-mean-51384>>. Acesso em: 08 Fevereiro 2024.

SOBREIRA, E. S. R.; VIVEIRO, A. A.; D'ABREU, J. V. V. **Programação com Arduino para estudo do tema energia nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. Florianópolis, p. 12. 2017.

WIKONKAL, N. M.; BRASH, D. E. Ultraviolet Radiation Induced Signature Mutations in Photocarcinogenesis. **The Society for Investigative Dermatology, Inc**, New Haven, v. 4, p. 6 - 10, Set 1999. ISSN 1.

XAVIER, M. C.; TEIXEIRA, C. R.; SILVA, B. P. S. Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação e os desafios do educador. **Dialogia**, São Paulo, 2010. 105-115.

# APÊNDICE

O código apresentado mostra um sistema baseado em Arduino que utiliza sensores para capturar dados de luminosidade e radiação UV. A funcionalidade do sistema é acionada pelo pressionar de um botão, a partir disso, os sensores realizam leituras e gravam as informações em um cartão de memória micro SD.

A leitura analógica do botão é realizada por meio da função `analogRead()`, e o código utiliza uma abordagem condicional para ativar a funcionalidade apenas quando o botão é pressionado.

Os sensores de luz e radiação UV fornecem dados que são convertidos em índices específicos, permitindo a categorização das condições do ambiente. Esses dados são registrados em um arquivo no cartão SD, possibilitando o monitoramento prolongado.

Para uma compreensão mais aprofundada, os comentários explicativos ao lado de cada parte do código devem ser consultados. Alguns termos utilizados e seus significados estão disponíveis logo abaixo do código.

```
#include <SPI.h> // Necessário para a comunicação SPI (Serial Peripheral
Interface).
#include <Wire.h> // Necessário para a comunicação I2C (Inter-Integrated
Circuit).
#include <SD.h> // Fornece as funções necessárias para interações com cartões SD.

int indiceUV; // Variável para armazenar o índice UV calculado.
float botao; // Variável para armazenar a leitura do botão.
float aux; // Variável auxiliar.

int ldr = A1, UVR = A0; // Pinos usados para os sensores LDR e UV
respectivamente.
int luz = 0; // Variável para armazenar a leitura do sensor de luminosidade
(LDR).

const int pinoSS = 10; // Pino do Slave Select (SS) para a comunicação SPI.
File dataFile; // Objeto de arquivo para interagir com o cartão SD.

void setup()
{
  Serial.begin(9600); // Inicializa a comunicação serial com taxa de baud 9600.
  pinMode(ldr, INPUT); // Configura o pino do LDR como entrada.
  pinMode(UVR, INPUT); // Configura o pino do sensor UV como entrada.
  pinMode(pinoSS, OUTPUT); // Configura o pino SS como saída para comunicação SPI.
  pinMode(3, OUTPUT); // Configura o pino 3 como saída.

  digitalWrite(3,0); // Desliga o pino 3.
```

```

    if (!SD.begin())
    {
        Serial.println("Falha ao acessar o cartao!"); //aparece em caso de alguma
        falha ao inicializar o cartão SD.
        Serial.println("Verifique o cartao/conexoes e reinicie o Arduino...");
        //aparece em caso de alguma falha ao inicializar o cartão SD.
        return; //evita que o programa continue em um estado não confiável quando o
        acesso ao cartão SD falha durante a inicialização.
    }
    Serial.println("Cartao iniciado corretamente!"); //aparece em caso de
    inicialização correta do cartão SD.
    Serial.println(); //\n se refere a "line" e sempre se trata sobre pular uma
    linha no monitor serial.
}

void loop()
{
    botao = analogRead(A2); // Lê o valor do botão(o valor retornado está na faixa
    de 0 e 1023).
    //Serial.println(botao); // Se o botão não estiver pressionado, está mais
    próximo de 0, pressionado mais próximo de 1023.

    if(botao >= 900){
        aux = 900; //Se o valor do botão for igual ou maior que 900, o botão foi
        pressionado.
    }

    if(aux == 900){
        unsigned long tempinho = millis(); // Obtém o tempo em milissegundos.

        //Leitura dos dados do sensor
        int leitura_porta = analogRead(A0);
        //Define índice UV a partir da leitura feita na porta A0, convertendo a leitura
        do sensor UV para um índice UV específico.
        if (leitura_porta <= 10) {
            indiceUV = 0;
        } else if (leitura_porta > 10 && leitura_porta <= 46) {
            indiceUV = 1;
        } else if (leitura_porta > 46 && leitura_porta <= 65) {
            indiceUV = 2;
        } else if (leitura_porta > 65 && leitura_porta <= 83) {
            indiceUV = 3;
        } else if (leitura_porta > 83 && leitura_porta <= 103) {
            indiceUV = 4;
        } else if (leitura_porta > 103 && leitura_porta <= 124) {
            indiceUV = 5;
        } else if (leitura_porta > 124 && leitura_porta <= 142) {
            indiceUV = 6;
        } else if (leitura_porta > 142 && leitura_porta <= 162) {
            indiceUV = 7;
        } else if (leitura_porta > 162 && leitura_porta <= 180) {
            indiceUV = 8;
        } else if (leitura_porta > 180 && leitura_porta <= 200) {
            indiceUV = 9;
        } else if (leitura_porta > 200 && leitura_porta <= 221) {
            indiceUV = 10;
        } else {
            indiceUV = 11;
        }
    }
}

```

```

    }

    luz = analogRead(ldr); // Lê o valor do sensor de luminosidade (LDR).

    File dataFile = SD.open("abc.txt", FILE_WRITE); //Abre o arquivo "abc.txt" no
cartão SD para escrita

    if (dataFile)
    {
        digitalWrite(3,HIGH);
        dataFile.print(tempinho/1000.0); //Converte milissegundos para segundos e
grava no arquivo.
        dataFile.print("; ");
        dataFile.print("; ");
        dataFile.print(luz);
        dataFile.print("; ");
        dataFile.println(indiceUV);
        dataFile.close();
    }
    //Exibe um erro se nao conseguir abrir o arquivo.
    else
    {
        Serial.println("Erro ao abrir o arquivo abc.txt"); //Indica erro ao tentar
abrir o arquivo "abx.txt" no SD.
    }
    }
    delay(10000); //Aguarda 10 segundos antes de repetir o loop.
}

```

### **Termos e significados úteis para melhor compreensão:**

SPI (Serial Peripheral Interface): Se trata de um protocolo de comunicação serial síncrono usado para a comunicação entre microcontroladores e dispositivos periféricos;

I2C (Inter-Integrated Circuit): Que é um protocolo serial que permite a comunicação entre vários dispositivos periféricos;

SS (Slave Selection): O pino Slave Select se faz necessário na comunicação SPI para selecionar o dispositivo com o qual o Arduino irá se comunicar, no caso deste código que estamos utilizando, o pino SS é o 10;

Leitura\_porta: No código utilizado, a variável *leitura\_porta* representa a leitura analógica realizada na porta A0 do Arduino, à qual está conectado o sensor de radiação UV. Essa leitura retorna um valor que representa a intensidade da radiação UV detectada pelo sensor em uma escala de 0 a 1023 (0 a 1023 se deve à resolução do conversor analógico para o digital, que permite representar valores

dentro dessa faixa). Os números presentes no código delimitam faixas de valores de leitura do sensor UV e estão associados aos índices UV correspondentes. Por exemplo, se o valor lido estiver entre 10 e 46, é atribuído o índice UV 1, se o valor for entre 46 e 65, é atribuído índice UV 2 e assim por diante, como é possível observar. Esses valores são referências determinadas com base nas características do sensor e na escala de índice UV. Dessa forma, o código traduz as leituras analógicas do sensor UV em índices UV significativos, permitindo a interpretação da intensidade da radiação UV ambiente e o monitoramento dos níveis de exposição em tempo real.