

# UMA PROPOSTA DE ENSINO DE ONDAS SONORAS COM USO DE ARDUINO

*Data de submissão: 30/08/2024*

*Data de aceite: 01/10/2024*

### **Jaqueline da Silva Rocha**

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física Programa, Universidade Federal de Viçosa – Viçosa – MG

### **Ana Paula Campos Fernandes**

Universidade Presidente Antônio Carlos, Governador Valadares

**Resumo:** Este artigo aborda a introdução da robótica no ensino de física com o objetivo de capacitar os alunos como protagonistas de sua própria aprendizagem. Destaca a importância de permitir que os alunos compreendam fenômenos naturais e avanços tecnológicos, criando um ambiente de aprendizado interativo que estimula habilidades como abstração, criatividade, liderança, habilidades computacionais e trabalho em equipe. O método utilizado é qualitativo, com uma abordagem de pesquisa-ação, onde o professor intervém para promover mudanças positivas no ambiente escolar. O projeto é dividido em três etapas: apresentação do ambiente de programação, exploração de conceitos físicos relacionados a ondas mecânicas e ecolocalização, e a construção de um sensor de estacionamento. No geral, o

projeto demonstrou que a robótica e a física podem ser usadas de forma eficaz para promover uma aprendizagem significativa e duradoura, destacando o trabalho em equipe e o desenvolvimento de habilidades cognitivas como benefícios. O projeto foi reconhecido com o primeiro lugar em uma feira de ciências da UFV, evidenciando o sucesso da iniciativa, embora sugira-se a realização de mais estudos para explorar ainda mais o impacto dessas abordagens inovadoras no ensino de física.

**Palavras-chave:** Tikercad; Ecolocalização; Ensino de Física; Arduino.

### **A PROPOSAL FOR TEACHING SOUND WAVES USING AN ARDUINO**

**Abstract:** This article addresses the introduction of robotics in physics teaching with the aim of empowering students to be protagonists of their own learning. Highlights the importance of enabling students to understand natural phenomena and technological advances, creating an interactive learning environment that encourages skills such as abstraction, creativity, leadership, computational skills and teamwork. The method used is qualitative, with an action research approach,

where the teacher intervenes to promote positive changes in the school environment. The project is divided into three stages: presentation of the programming environment, exploration of physical concepts related to mechanical waves and echolocation, and the construction of a parking sensor. Overall, the project demonstrated that robotics and physics can be used effectively to promote meaningful and lasting learning, highlighting teamwork and the development of cognitive skills as benefits. The project was recognized with first place in a UFV science fair, demonstrating the success of the initiative, although it is suggested that more studies be carried out to further explore the impact of these innovative approaches in teaching physics.

**Keywords:** Tinkercad; Echolocation; Physics Teaching; Arduino.

## INTRODUÇÃO

O ensino de Física tem como objetivo investigar os fenômenos mais fundamentais da natureza e estuda as interações entre matéria e energia. Como também levar o estudante a entender e relacionar a importância de estudar essa disciplina para sua formação e para sua vida, é um aspecto fundamental é um desafio para os educadores. O método tradicional de ensino é sempre muito criticado por pesquisadores em ensino, visto este ambiente a proposta deste trabalho é proporcionar uma ferramenta de ensino que envolve a prática experimental e tecnologia.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio enfatizam que:

É preciso discutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica clara. É sempre possível, no entanto, sinalizar aqueles aspectos que conduzem o desenvolvimento do ensino na direção desejada.

Não se trata, portanto, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. (Brasil, 1999, p. 23)

Abordar o ensino da física no ensino médio, pressupõe-se conhecer o percurso histórico de inclusão deste componente curricular na educação básica no Brasil, o qual é relativamente recente, há registros de sua implantação em 1837, no Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro. Entretanto, somente em 1950 “a Física passou a fazer parte dos currículos desde o ensino fundamental até o médio, tendo sua obrigatoriedade ocorrido em função da intensificação do processo de industrialização no país.” (Rosa; Rosa, 2005, p. 4).

Na década de 1960, com a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) os currículos foram reformulados e intensificaram-se “os investimentos na aquisição de materiais para aulas experimentais, sobretudo através de convênios com instituições e governos estrangeiros.” (Rosa; Rosa, 2005, p. 5). Assim, havia o ensejo de que o ensino da física deixasse de ser centrado unicamente através de aulas expositivas, com resolução de exercícios algébricos, memorização de conceitos e fórmulas, centrado na preparação dos alunos para provas e vestibulares.

Na década de 1980 surgiu um novo paradigma educacional. A partir da modernização, a produção do conhecimento passou a ser direcionada para os avanços tecnológicos. Assim, iniciou-se a discussão de que não é possível separar o ensino de ciência e tecnologia. Mais uma vez o ensino sofre uma reformulação para que este esteja centrado em benefícios para a melhoria da sociedade.

Diante de tantas reformulações nos currículos da educação básica e no ensino da física, ainda hoje é possível encontrar um processo de ensino tradicional, em que o aluno não consegue fazer a correlação dos conteúdos aprendidos com as vivências do dia a dia, conforme salientam Rosa e Rosa (2005, p. 6):

No Brasil mais uma vez, de concreto não sofreu alterações significativas no ensino de Ciências, permanecendo um ensino preso a modelos tradicionais. O ensino de Física em particular, não consegue atingir os níveis desejados, sendo praticado, na sua grande maioria, por professores que desconheciam as relações entre Sociedade, Tecnologia e Ciência, mantendo-se arraigados aos processos de ensino voltado a informação, sem qualquer vínculo com as concepções modernas de educação. (Rosa e Rosa, 2005, p. 6)

Assim, é necessário que haja uma alteração efetiva e real no ensino da física na educação básica, pois os índices de proficiência demonstram que a aprendizagem dos alunos encontra-se muito abaixo do esperado, além de estar estagnado desde 2009, conforme dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA).

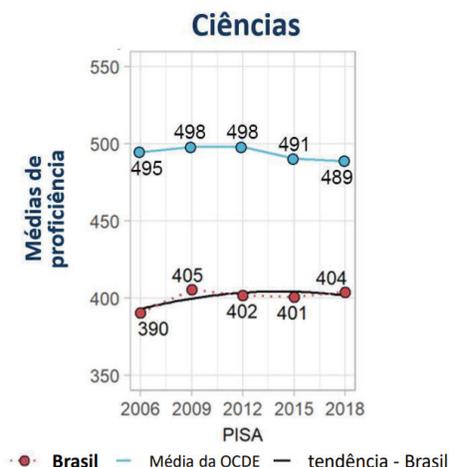


Gráfico 1 - Tendência das médias de proficiência do Brasil em Ciências do PISA. Fonte: Brasil (2019b)

Percebe-se, portanto, que embora tenha sido realizado o aumento nos investimentos na área de educação, a contar 18 bilhões de reais 2009 a 39 bilhões de reais em 2018, os índices de aprendizagem continuam abaixo do esperado e da média internacional, ou seja, o desempenho escolar não acompanhou o aumento dos gastos em educação. Além disso, 55% dos estudantes não possuem nível básico de proficiência em Ciências, sendo incapazes de resolver questões simples e rotineiras. Estes dados colocam o Brasil em último lugar no ranking de aprendizagem de ciências na América do Sul. (Brasil, 2019a)

Tais dados demonstram a necessidade de melhorar os índices de aprendizagem. Assim, além do professor dominar o conteúdo o qual irá lecionar, é igualmente importante que ele saiba como vai ensinar para os alunos aprenderem. A este respeito, Carvalho e Sasseron (2018, p. 43):

Dizíamos que os alunos aprendiam quando eles sabiam repetir na prova de avaliação o que o professor tinha falado em classe, o que eles tinham decorado do livro texto e, também, quando o aluno acertava os problemas muito parecidos com a lista de exercício já resolvidos em aulas. Um aluno que estudasse na véspera da prova era um bom aluno. Mas esse padrão de ensino, no qual o professor é o agente que pensa e o aluno é o agente passivo, que segue o raciocínio do professor, mudou. Passou-se a exigir que o professor levasse o aluno a construir ele próprio a estrutura do pensamento. Era importante ter um aluno intelectualmente ativo. E isso não é fácil. A profissão de professor ficou muito mais difícil. (Carvalho; Sasseron, 2018, p. 43)

Nesta perspectiva, o “como” ensinar está centrado no processo de formação de professores. Ensinar na atualidade pressupõe saber o conteúdo a ser lecionado, mas também refletir sobre teorias da área de pedagogia e didática, para conseguir trazer o conhecimento aplicado às práticas cotidianas dos alunos. Estas práticas podem ser embasadas em estudos realizados desde a década de 90, os quais difundem que o ensino da atividade científica deve ser realizado como prática social (Longino, 1990; Knorr-Cetina, 1999 apud Carvalho; Sasseron, 2018, p. 44).

Nesse sentido, o ensino da física deve possibilitar ao estudante uma formação no contexto científico que o mesmo compreenda e interprete os fenômenos naturais e a evolução tecnológica. Norteada pelos conceitos de Lev S. Vygotsky, onde o aluno não é simples receptor mas faz parte de um processo de construção dos conceitos que, inclusive, valoriza os conhecimentos do cotidiano, parte deles para a construção de saberes mais sistematizados. Logo, saber Física corresponde, a saber, empregar instrumentos conceituais para dialogar com o mundo em vários níveis do seu contexto.

Introduzir a robótica nas aulas de física oferece ao professor o papel de mediar, fazendo com que o aluno torne-se o protagonista da sua própria aprendizagem, além de criar situações ambientes de aprendizagem, desenvolvendo a capacidade de abstração, pois serão levados a colocarem suas ideias em um ambiente virtual de interação simultânea e depois com experimentação prática. Portanto, o processo de ensino/aprendizagem deixa

de estar centrado no professor e o educando assume um papel ativo na construção do seu próprio conhecimento, ele planeja, elabora e testa hipóteses, desenvolve habilidades como curiosidade, liderança, habilidades computacionais, criatividade e inovação, comunicação eficiente, planejamento e organização, trabalho em equipe, usadas como ferramentas não só no ensino de física mas para seu dia a dia.

Assim, levando em conta a necessidade de transformação do processo de ensino aprendizagem no conteúdo de física, além de para melhorar os índices de aprendizagem, nos próximos capítulos serão descritas as etapas da sequência didática proposta.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Para que os alunos conseguissem a melhor compreensão do funcionamento do sensor de estacionamento se fez necessário que os mesmos tivessem estudado sobre ondulatória, um conteúdo da disciplina Física costumeiramente abordado no segundo ano do ensino médio. Como o foi ofertado para todos os alunos do ensino médio, e tivemos participantes do segundo e terceiro ano, logo foi grande importância uma pequena revisão do conteúdo.

Abaixo segue um pouco da referência teórica e imagem reproduzida a partir do quadro branco no dia dessa revisão. Usando como referência o livro didático ofertado pela escola Ser Protagonista, e o livro Fundamentos de Física” de Halliday e Resnick publicada em 1991, a sequência foi uma explicação do que é uma onda, suas características e nos fenômenos ondulatórios focado apenas para reflexão da onda.

### Ondulatória

Estamos rodeados em nosso meio por ondas, mecânicas, sonoras, luminosas, de rádio eletromagnética. Graças a elas temos acesso a muitas maravilhas do mundo moderno, como GPS, Raio X, radar, telecomunicações, tv, o rádio, etc.

#### *O que é uma onda?*

Esse fenômeno pode ser descrito como uma perturbação num meio. É toda sequência de pulsos na qual há transporte de energia sem que haja transporte de matéria.

#### *Ondas Sonoras*

Definimos o som como uma onda mecânica é uma onda mecânica, longitudinal, tridimensional e periódica. Definiremos agora algumas características das ondas, destacando dentre elas as que se atribuem as ondas sonoras. Elas podem ser classificadas quanto a sua natureza de vibração, direção de vibração, e grau de liberdade para a propagação (Halliday e Resnick, 1991).

## Características das ondas

Podem ser classificadas pela direção de vibração, direção de propagação e pela natureza.

- Pela direção de vibração:
  - Ondas transversais: a direção da perturbação é perpendicular à direção da vibração
  - Ondas longitudinais: a direção da perturbação é a mesma da propagação.
- Pela direção de propagação:
  - Ondas unidimensionais: se propagam em uma direção, exemplo: ondas em uma corda.
  - Ondas Bidimensionais: se propagam em duas direções, exemplo as ondas se propagando na superfície de um lago.
  - Ondas Tridimensionais: as ondas que se propagam em todas as direções possíveis., como exemplo as ondas sonoras.
- Pela natureza:
  - Ondas mecânicas: precisam de meio material para se propagar, como por exemplo, as ondas sonoras e as ondas em uma corda.
  - Ondas eletromagnéticas: se propagam tanto no ar quanto no vácuo, como por exemplo, as ondas de rádio e a luz.

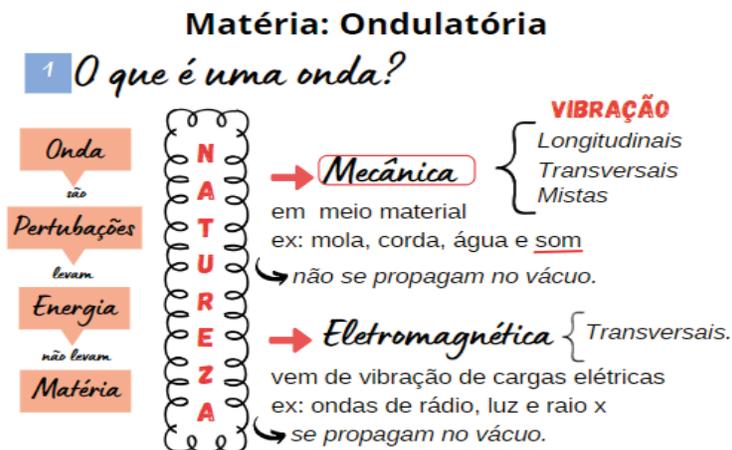


Figura 1: Ilustração do quadro branco no dia da aula sobre ondas. Fonte: acervo dos autores.

## Propriedades gerais da onda

A figura abaixo representa o modelo simplificado de onda.

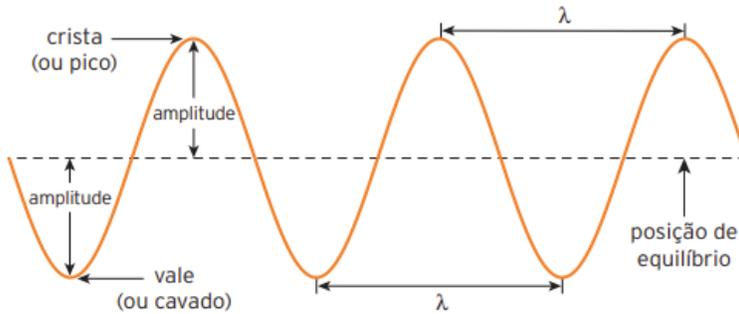


Figura 2: Esquema com as principais propriedades de uma onda. Fonte: Válio et al (2015)

- **Crista:** ponto mais alto de uma onda.
- **Vale:** ponto mais baixo de uma onda.
- **Amplitude (A):** máximo deslocamento escalar da onda a partir da sua posição de equilíbrio
- **Comprimento de onda ( $\lambda$ ):** a distância entre duas cristas ou entre dois vales.
- **Período (T):** intervalo de tempo que uma onda leva para realizar um ciclo completo.
- **Frequência (f):** número de ciclos completos por unidade de tempo. A frequência pode ser calculada como o inverso do período.
- **Velocidade da onda (v):** é comprimento de onda dividido pelo período, equação fundamental da ondulatória  $v = \lambda \cdot f$

## Fenômenos ondulatórios

Quando uma onda incide em uma superfície, ela se propaga. As formas de propagação das ondas são reflexão, refração, difração e interferência.

Quando uma onda incide na fronteira entre dois meios, uma parte da energia incidente retorna ao meio onde a onda se propagava (reflexão); a outra parte passa a se propagar no novo meio (refração).

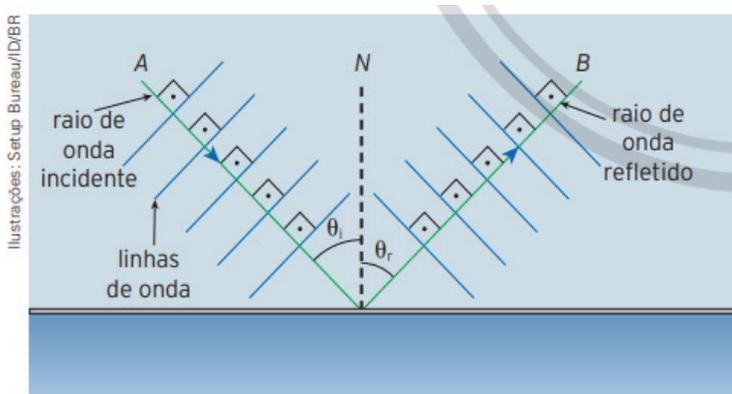


Figura 3: Exemplo de onda reta sendo refletida. Fonte: Válio et al (2015)

## MÉTODOS

O projeto tem uma abordagem qualitativa, não atendo análise numéricas da aprendizagem. Além disso, é uma pesquisa-ação a qual pode ser definida como intervenção realizada pelo professor em busca de mudanças positivas no contexto escolar.

Os autores deste projeto trabalham em escolas estaduais do estado de Minas Gerais sendo uma delas faz Mestrado Profissional no Ensino de Física. Como parte do plano de ensino da disciplina “Atividades Experimentais para o Ensino Médio e Fundamental” foi proposto um uma aplicação do Arduino no Ensino da Física. Esta proposta foi inscrita na Feira de Ciências da UFV e na Feira de Ciências do STEM Brasil.

As etapas do desenvolvimento das atividades foram: Etapa 01, apresentação do ambiente de programação, o Tinkercad que usa a linguagem de programação C++ e apresentação dos componentes do kit robótica, etapa 02, referencial teórico envolvidos no tema do trabalho, ondas mecânicas e ecolocalização, com o objetivo de potencializar a aprendizagem dos conceitos físicos por trás da temática, e etapa 03 a elaboração e construção do sensor de estacionamento. Todas essas etapas serão melhor detalhadas no próximo capítulo.

Ainda no próximo capítulo haverá um tópico específico para a avaliação dos alunos sobre o projeto realizado. Nesta etapa os mesmos responderam um breve questionário detalhado na seção.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Detalhamento da sequência didática: o uso do Arduíno na disciplina de física

#### *Etapa 4.1: Apresentação do ambiente de programação*

A abertura da aula foi com a seguinte pergunta: O que é programação? Esperava-se que os alunos apresentassem seus conhecimentos sobre o assunto, dando a eles um tempo para pensarem individualmente sobre a pergunta norteadora. A partir das respostas, a discussão foi conduzida para a linha correta de raciocínio, levando-os a pensar onde se vê programação no seu cotidiano e os aproximar da linguagem do futuro, já que o uso da tecnologia faz parte das nossas vidas e o seu conhecimento é cada vez mais valorizado no mercado de trabalho. Posteriormente, eles conheceram três grandes áreas que prometem ser as mais promissoras:

- Desenvolvedores: dentre outras atribuições, são os profissionais capacitados para criar aplicativos e softwares;
- Analistas/cientistas/Engenheiros de dados: resumidamente são profissionais que atuam em coletas, compilação, análise e interpretação de grandes volumes de dados. Trabalham em muitos setores como por exemplo em grandes empresas e agências governamentais.
- Especialistas machine learning e Inteligência artificial: esses profissionais tem a capacidade de criar dispositivos eletrônicos que analisem dados e tomem decisões como se fosse o cérebro humano.

Também foi apresentado um breve dicionário da linguagem de programação com os significados mais relevantes para o desenvolvimento do trabalho: Algoritmo, Backup, bug, código e loop. Assim como, as principais linguagens de programação, JavaScript, Python, C++, onde são vistas no dia a dia para uma melhor identificação da importância da aula. A situação foi aproveitada para atentar por meio de exemplos de seu uso e onde são encontradas:

- JavaScript: em sites front-end e no desenvolvimento de jogos, como o linkedin e o jogo Mortal Kombat, com salários médios de 4.814,00/mês.
- Python - trabalham com scripts e arquitetura de sites, softwares e aplicativo, com salários médios de R\$ 5.469,00/mês;
- C++ - criam programas de computador, sistemas operacionais, desenvolvimento de videogames, com salário médio de R\$ 7.156,00/mês.

Nesta mesma aula, os alunos foram instruídos de como utilizar o Tinkercad, que é uma ferramenta online de design de modelos 3D e simulação de circuitos elétricos, desenvolvida pela Autodesk, que será a ferramenta usada para a próxima etapa do projeto. Usaram o ambiente de simulação de circuitos, os quais não precisaram fazer cadastro no site, pois a professora criou uma sala de aula e cadastrou cada participante, sendo possível o controle e auxílio dos circuitos.

Os estudantes tiveram a oportunidade de conhecer todo o ambiente com a ajuda da professora. Cada um criou, inicialmente, para se familiarizar, a simulação de um semáforo e logo depois passaram essa simulação para a prática com os kits de robótica que receberam. Assim, montaram o protótipo, conhecendo os componentes envolvidos, sendo eles, leds, resistores, protoboard, jumpers e uma placa de Arduino uno.

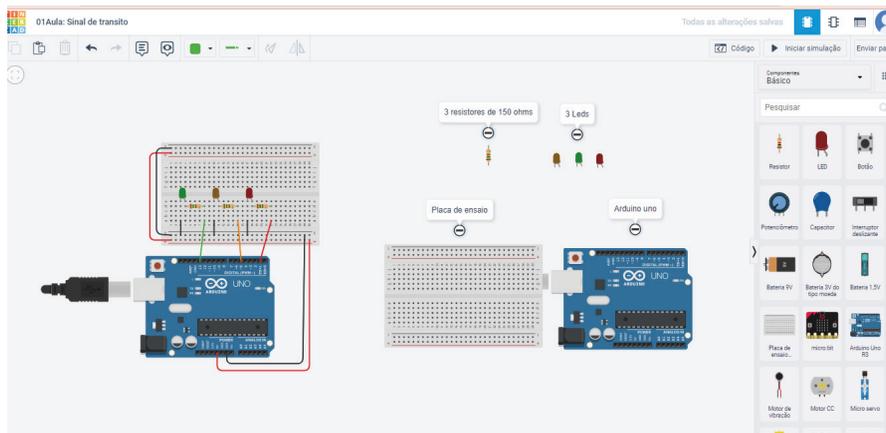


Figura 4: Ambiente de simulação tinkercad e componentes usados. Fonte: acervo dos autores

Cada estudante usou as portas que achava mais conveniente, e ao realizarem a atividade prática de montagem na placa de ensaio, notaram que o semáforo não funcionava, os leds não estava piscando como eles imaginavam, faltava alguma coisa e assim surgiram questionamentos como:

“Mas professora, tem alguma coisa errada!”

“Está tudo ligado, mas nada acende.”,

Criando a oportunidade esperada para que, em vez de respondê-los de imediato, os mesmos foram questionados com algumas perguntas do tipo:

“Mas porque vocês acham que nada funciona?”,

“Vocês deram algum comando para o programa?”,

“Como vamos nos comunicar com a máquina?”.

A partir destes questionamentos, foi possível notar que eles tiveram alguns insights, do tipo:

“Nossa é mesmo! Ninguém falou nada para o computador”,

“A gente estava achando que ele ia adivinhar o que era para fazer com esse tanto de fio.”

“Isso faz todo sentido, mas e agora? Como vamos fazer funcionar?”

O momento foi como esperado para explicar que, para nosso semáforo funcionar precisamos dar ordens para o circuito e assim, criar um código de programação ou uma linguagem para o homem interagir com a máquina.

A linguagem C++, é a linguagem disponível no simulador Tinkercad, foi utilizada para o desenvolvimento das atividades. Este software é bem didático, além da forma mais comum de códigos que são em textos, ele fornece aos usuários os códigos em forma de blocos, que é muito mais simples de compreensão e utilização, sendo assim esta foi a escolhida para o desenvolvimento dos dois projetos, o semáforo e o projeto principal, o sensor de estacionamento.

Esse momento também foi um grande desafio, pois a linguagem de programação exige dos aprendizes raciocínio lógico, o aluno acaba sendo ensinado a pensar de forma estruturada, pois eles dignam ações a serem cumpridas através dos códigos específicos para cada. O ensino de robótica estimula o aluno a organizar seus pensamento e ações. Essa atividade pode vir a melhorar o desempenho em outras disciplinas escolares, as que foram observados pelos próprios, a matemática, física e também o inglês.

Vencida a etapa da criação do código para o funcionamento do semáforo, chegou a hora da instalação do programa Arduino, esta etapa os alunos puderam notar que para o nosso semáforo virar algo físico e sair no ambiente de programação deveria existir uma ponte de ligação e comunicação entre esses dois sistemas. Cada um entrou no site oficial do Arduino (<https://www.arduino.cc/en/software>) baixaram e instalaram o Arduíno IDE 1.8.19. Lhes foi passada pequenas informações sobre a interface, baixamos o código do tinkercad e carregamos.

Como era de se esperar os circuitos de alguns alunos não deram certo, mesmo funcionando no simulador, o que também foi um grande momento do trabalho, pois lhes foi explicado sobre as portas, a disposição e separação da placa de ensaio, alguns leds estavam queimados, mas o alunos só conseguiram notar o mal funcionamento das peças porque houve um grande comprometimento de todos e trabalho em equipe, o aluno que conseguiu resolver o seu problema passou a ajudar os demais.

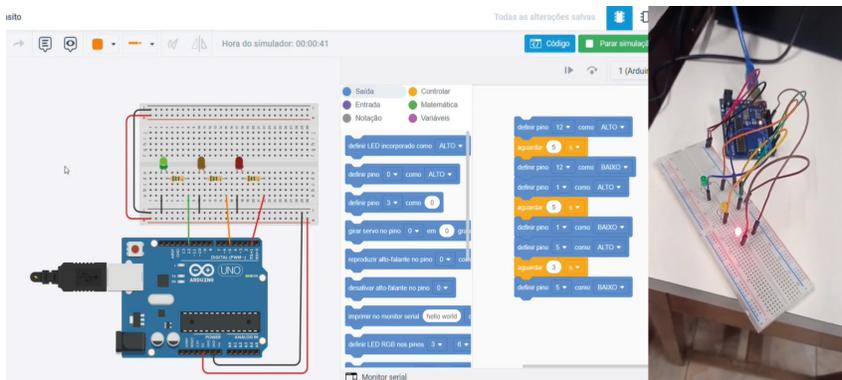


Figura 5: Simulador e protótipo de sinal de trânsito. Fonte: acervo dos autores

Ao final desta aula, depois de tantas barreiras e erros, o projeto do sinal de trânsito estava funcionando, e pode ser notado a felicidade e satisfação dos alunos. A presença do erro, é inevitável, ensinar a pensar sobre ele faz muita diferença no processo de ensino aprendizagem, como afirma Luckesi (2002). “o erro não é fonte de castigo, mas suporte para o crescimento”, a final de contas, aprender é reestruturar o sistemas de compreensão. O objetivo não era os alunos na primeira barreira erro, largar o projeto, e sim buscarem por si mesmo as respostas.

No processo de investigação científica o não sucesso tem duas indicações, em primeiro, um indicador que ainda não chegou na solução necessária, e em segundo, o modo de como não resolver um problema. Toda essa etapa foi necessária para facilitar as próximas, criar subsunçores para o crescimento do conhecimento.

*Etapa 4.2: Questão problema: Como os morcegos se orientam sem utilizar a visão?*

Nesta etapa, foram explicados conceitos físicos envolvidos no projeto, descobertos os subsunçores que os estudantes tinham sobre a pergunta e assim desenvolvidos os novos conceitos em torno da ecolocalização.

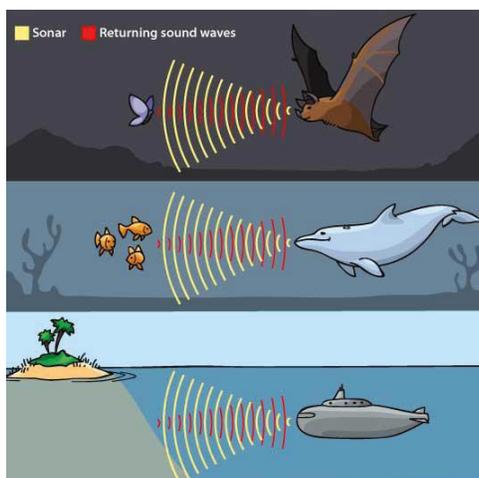


Figura 6: Ilustração da ecolocalização de morcegos, baleias e também a emissão de ondas ultrassônicas artificiais. Fonte: sonarfisica.blogspot.com

Definida como uma forma de comunicação, utilizada por alguns animais, como morcegos e golfinhos. Pode ser chamada de biossonar ou localização pelo eco, sendo uma importante adaptação, que permite o reconhecimento do ambiente sem o auxílio da visão. Esses animais conseguem montar um mapa de localização, pois têm uma visão pouco desenvolvida ou vivem em ambientes pouco iluminados.

Através da observação, dessa característica nestes animais, a ecolocalização é usada em várias áreas como, por exemplo, na medicina com o ultrassom, no sensor de estacionamento dos carros.

Dando prosseguimento à metodologia da aula, os alunos foram indagados de quais outros conceitos físicos estão envolvidos na ecolocalização. A partir deste momento foi abordado o tópico “Som e a habilidade: compreender as propriedades e efeitos das ondas sonoras”, que está dentro do eixo temático “Luz, som e calor”, presentes no plano de curso do Ensino Médio 2022 do Governo de Minas Gerais.

Neste tópico, a aula foi conduzida para a explicação de ondas sonoras, sendo elas um tipo de onda mecânica, longitudinal e tridimensional, sobre velocidade do som em diferentes meios, o espectro sonoro, infrassom, a faixa audível ao ouvido humano e o ultrassom.

Com o auxílio do gerador de som online, foi possível gerar algumas frequências sonoras e observar quantos alunos conseguem escutar o som gerado.

Foi feito um estudo da função de cada peça, com foco no sensor ultrassônico que tem a função de descobrir a distância de um objeto, a partir da emissão de uma onda ultrassônica (Trigger) e aguardar que essa onda atinja algum objeto e retorne (Echo) para saber se há algo em seu trajeto. O sensor usado no Arduino é o sensor ultrassônico HC-SR04 ele é capaz de medir de 2 cm até 4 m e opera na tensão de 5V disponível na placa de Arduino uno.



Especificações técnicas do módulo ultrassônico HC-SR04	
Tensão de Operação	5 V DC
Corrente de Operação	15mA
Frequência Máxima de Leitura	40Hz
Distância Máxima	4m
Distância Mínima	2cm
Sinal de entrada do Trigger	Pulso de 10uS

Figura 7: Pinos do sensor HC-SR04 Tabela 01: Especificações técnicas do módulo ultrassônico HC-SR04, Fonte: [flaviobabos.com.br/sensor-ultrassonico-arduino/sonarfisica.blogspot.com](http://flaviobabos.com.br/sensor-ultrassonico-arduino/sonarfisica.blogspot.com)

Aqui foi explicado como o sensor calcula a distância entre ele e o objeto, que é feito a partir do tempo de emissão e o tempo de recepção do sinal ( $\Delta t$ ), onde o cálculo é feito usando a velocidade do som, que é de 340,29 m/s.

$$\Delta S = 340,29 \cdot \frac{\Delta t}{2}$$

Onde,  $\Delta S$  é a distância percorrida pelo sensor e  $\Delta t$  é a tempo de ida e volta do pulso sonoro.

### Etapa 4.3: Criação do protótipo do sensor de estacionamento

Esta etapa começou com a separação do material usado para a montagem do sensor, que são: dois leds vermelho e outro amarelo, dois resistores de 150 ohms onde foi usada a lei de OHM para chegar ao valor da resistência em cada led, um Buzzer Ativo, um sensor ultrassônico, um Arduino uno, uma protoboard de 400 pontos e alguns jumpers macho.

Com o material separado, iniciou-se a construção do circuito no simulador Tinkercad. Assim como na etapa do semáforo, cada estudante criou o seu circuito, como já havia ambientação com simulador, esta fase foi mais rápida que esperado, pois já tinham conhecimento prévio necessário para a criação tanto do circuito como do código de funcionamento. Houve apenas uma intervenção maior nesta etapa quanto ao código, pois nele havia uma variável nova Distância que foi criada junto com os estudantes e explicada sua função dentro do código.

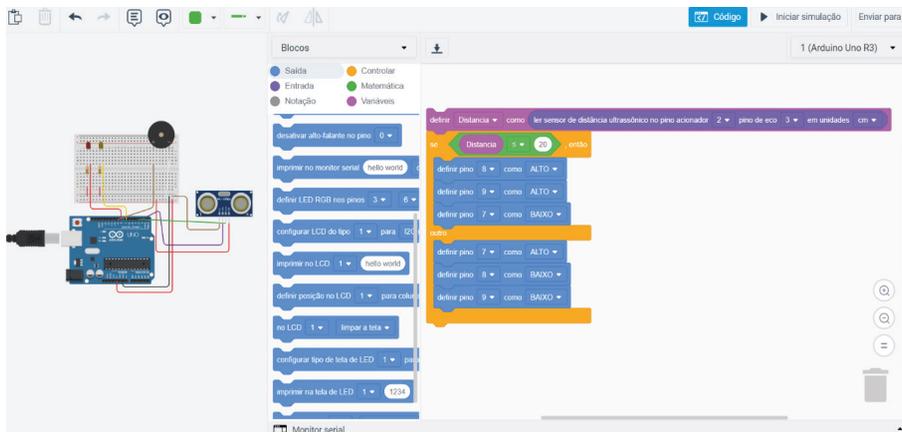
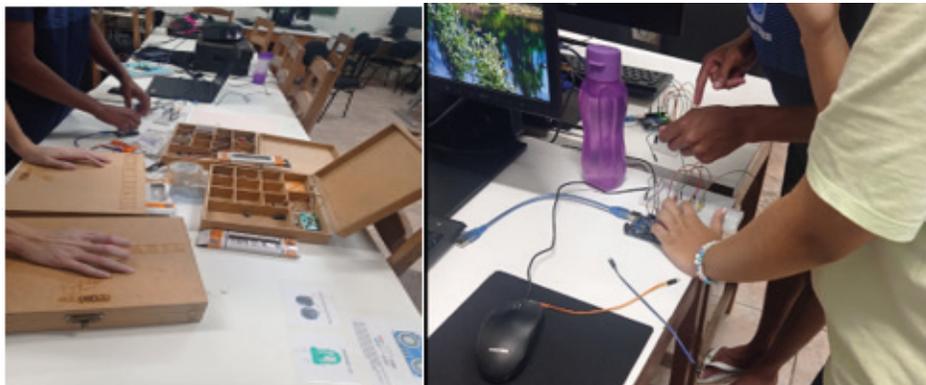


Figura 8: Circuito e código de um dos alunos. Fonte: acervo dos autores

Durante todas as etapas houve erros de programação, erros de montagem e até alguns alunos “perderam a paciência”. Neste momento, foi necessário a intervenção do professor em desenvolver outras atividades para que eles não desistissem do desenvolvimento do projeto. Assim, retornaram para sala de aula e direcionaram a atenção em outras atividades relacionadas ao ensino/aprendizagem de física, pois sem paciência diminuiriam as possibilidades de assimilarem o objetivo do projeto e o desenvolvimento das atividades com êxito. Houve também momentos de eles retornarem, em outro dia, cheios de ideias para resolver algum dos problemas que surgiram durante algumas das atividades.



Figuras 9 e 10: Montagem do sensor de estacionamento Fonte: acervo dos autores

As figuras 9 e 10 apresentam um dos momentos que desmontaram todo o circuito, testaram as peças, pois no dia anterior houve a tentativa de reduzir a quantidade de jumpers aparente, o que infelizmente não deu certo e tiveram que remontar. Portanto, este processo de erros e acertos, na tentativa de resolver os problemas propostos, é um momento de aprendizagem significativa.

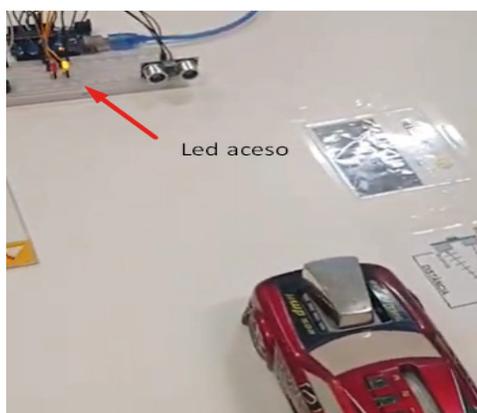


Figura 11: Carro a uma distância segura. Fonte: acervo dos autores

Certamente a atividade descrita poderia ter sido estudada de forma mais profunda, desenvolvendo em mais detalhes a parte teórica com os alunos. No entanto, do ponto de vista didático, este projeto foi extremamente satisfatório, em nível de Ensino Médio o desenvolvimento da atividade prática foi suficiente para dar aos estudantes subsídios para a compreensão da teoria.

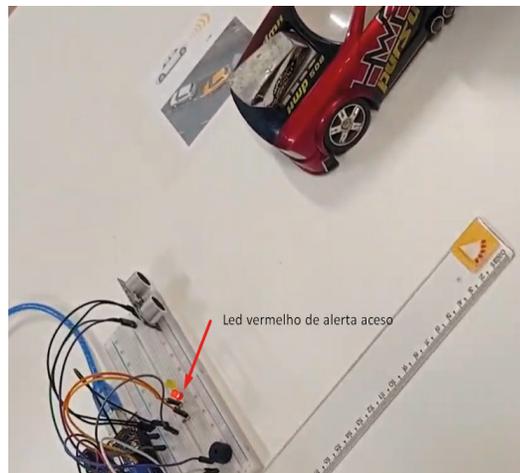


Figura 12: Carro a uma distância menor de 20 cm. Fonte: acervo dos autores

Levando em consideração que a escola a qual foi desenvolvido o projeto é uma escola da rede estadual, situada em uma zona rural, e mesmo depois da pandemia onde o nível de conhecimento dos alunos diminuiu drasticamente devido a inúmeros fatores que não cabe ressaltar neste momento, a participação dos estudantes nas atividades propostas foi de muito empenho. Esta atividade foi ofertada a aproximadamente 60 alunos dentre eles 1º, 2º e 3º ano do ensino médio, mas apenas três alunos tiveram interesse em participar. Acredita-se que foi pela falta de conhecimento sobre o tema, pois quando as atividades iniciaram-se e os envolvidos começaram a comentar com os demais, apareceram mais alunos interessados. A pouca adesão não foi ruim, pois cada aluno recebeu melhor atenção, e a quantidade de material foi suficiente para todos montarem seu próprio protótipo, sem a necessidade de compartilhar.

Ao final da sequência didática, os alunos que desenvolveram as atividades ficaram satisfeitos por terem conseguido resolver o problema apresentado em sala de aula, além de chegaram à conclusão que a robótica e a física proporcionaram aulas mais interativas. Na perspectiva da professora que desenvolveu o projeto, foi possível explicar as teorias da física de forma mais prática e que pudesse relacionar o conteúdo teórico de aplicada em situações do cotidiano. Para um próximo estudo, sugere-se que sejam discutidas questões relacionadas ao aumento da adesão dos alunos em atividades como a apresentada no estudo.

## AVALIAÇÃO E VISÃO DOS ALUNOS

Neste projeto não houve um sistema de avaliação como aplicado na maioria das vezes que apresenta somente uma relação com provas e notas, pois esse poderia gerar um impacto negativo nos estudantes.

Durante todas as atividades acima descritas foram dados feedback de orientação que visava ajudar os estudantes a aprimorar e aumentar seu conhecimento com relação ao que estava sendo ensinado. Em alguns casos, também foi importante deixar visível que seu comportamento ou a sua vontade em aprender “motivação” impacta diretamente na qualidade da sua aprendizagem.

Foi utilizado uma outra forma de feedback da descrita acima, onde podemos ver os resultados pela visão dos alunos, o que possibilita saber se o aluno aprendeu ou não o proposto. Foram elaboradas as seguintes questões:

Sobre o projeto do sensor de estacionamento, descreva:

- Se o projeto alterou sua visão sobre o conteúdo “Física”.
- E como foi sua experiência em participar da elaboração de todas as etapas do projeto?
- Para finalizar, dê sua opinião de qual foi a contribuição desse trabalho para sua vida escolar.

Inicialmente a proposta era um questionário de forma anônima, onde os mesmos ficariam livre para responder as perguntas, mas como a escola é rural e estávamos em período de chuvas, não tinha como os ônibus escolares buscá-los, pois as estradas estavam ruins, impossibilitando assim a ideia inicial, então optamos em enviar o questionário pela rede social.

Abaixo estão as respostas de alguns alunos, estas foram passadas para o formulário. Preferimos colocar apenas uma resposta de cada aluno.



Figura 13: feedback do aluno 01 Fonte: acervo dos autores



Figura 14: feedback do aluno 02 Fonte: acervo dos autores



Figura 15: feedback do aluno 03 Fonte: acervo dos autores

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto abordou o uso de robótica, o uso do Arduino e seus componentes como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem de Física, levando a uma aprendizagem realmente significativa, isto é, capaz de criar aprendizagem duradoura e aplicada à resolução de problemas do dia a dia, uma vez que a proposta era utilizar os conhecimentos da física e robótica para simular um sensor de estacionamento. Além disso, pôde-se observar as relações dos alunos, com o trabalho em equipe, e capacidades cognitivas com a concepção de códigos que estimulam o raciocínio lógico matemático.

A grande interação dos alunos envolvidos os possibilitou aprender fazendo e utilizando os conhecimentos adquiridos durante o processo, os fez relacionar ciência e tecnologia, presente no dia a dia e os conectar com áreas em constante crescimento.

Também foi possível observar que durante as atividades com o material de robótica, notaram que não é um trabalho simples e rápido de se fazer e que requer várias habilidades, e tem a possibilidade de levar o estudante a compreender o mundo do trabalho e a complexidade e responsabilidades em torno da sociedade.

O resultado de todo trabalho desenvolvido em sala de aula, pode ser observado durante a feira de ciência da UFV, cuja organização foi excelente, domínio do conteúdo e principalmente a segurança apresentada pelos alunos durante a apresentação. O final desse trabalho nos levou a ganhar o primeiro lugar, prêmio que veio como um reconhecimento tanto do trabalho dos alunos, quanto de toda comunidade escolar que efetivamente se uniu para levar os participantes em outra cidade, com recursos da comunidade, mas principalmente dos pais.

Portanto, o desenvolvimento desta sequência de atividades foi considerado positivo, tanto pelos professores envolvidos quanto para os alunos, trouxe como resultados que é possível aplicar conhecimentos da física de forma mais prática. Entretanto, sugerem-se mais estudos apresentando os resultados de atividades práticas, bem como, discussões sobre o índice de participação e interesse dos alunos. Uma vez que metodologias ativas e desenvolvimento de resolução de problemas na área de física tem sido pouco exploradas em publicações científicas.

## REFERÊNCIAS

ALLEVATO, Norma SG; ONUCHIC, Lourdes R. *Ensinando matemática na sala de aula através da resolução de problemas. Boletim GEPEN, Rio de Janeiro*, v. 33, n. 55, p. 133-156, 2009. Acesso em: 17 nov. 2022. <http://costalima.ufrj.br/index.php/gepem/article/download/77/228#page=131>

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, 2022, p. 80.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP. *Programa Internacional de Avaliação de Estudantes PISA 2018*. Brasília, 2019b. Acesso em: 5 nov. 2022., [http://portal.mec.gov.br/images/03.12.2019\\_Pisa-apresentacao-coletiva.pdf](http://portal.mec.gov.br/images/03.12.2019_Pisa-apresentacao-coletiva.pdf).

BRASIL. Ministério da Educação. *Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em Leitura, Matemática e Ciências no Brasil*. Brasília, 2019a. Acesso em: 5 nov 2022., <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/211-218175739/83191-pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil>.

BARRO B.. *As 10 Linguagens de Programação Mais Usadas em 2023: Aprimore suas Habilidades em Desenvolvimento Web*. Disponível em: <https://www.hostinger.com.br/tutoriais/linguagens-de-programacao-mais-usadas>. Acesso em: 03 de novembro de 2022.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa; SASSERON, Lúcia Helena. *Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. Estudos Avançados*, v. 32, p. 43-55, 2018. Acesso em: 5 nov 2022., <https://www.scielo.br/j/ea/a/KMMfk3s86fdK6pTrKmcnFBD/?format=pdf&lang=pt>.

BABOS F. *Sensor Ultrassônico com Arduino: Como Controlar?* Acesso em: 03 de novembro de 2022., <https://flaviobabos.com.br/sensor-ultrassonico-arduino/>.

*Gerador de som online*. Acesso 02 de novembro de 2022. <https://www.szynalski.com/tone-generator/>.

Halliday, D., Resnick, R. *Fundamentos de Física* v.2. Rio de Janeiro: LTC, 1991.

MARCHIORI L. *As 9 linguagens mais usadas na programação de jogos?* Acesso em: 03 de novembro de 2022., <https://blog.betrybe.com/linguagem-de-programacao/linguagens-para-programacao-jogos/>.

Martin Evans, J. N. (2013). *Arduino Em Ação*. São Paulo: Novatec

MORAES, M. C. *Robótica Educacional: Socializando e produzindo conhecimentos matemáticos*. Dissertação de Mestrado. UFRG, Rio Grande, RS. 2010.

PAIVA, Vera Lúcia Menezes de Oliveira. *Manual de Pesquisa em Estudos Linguísticos*. São Paulo: Parábola Editorial, 2019.

*Plano de curso do Ensino Médio 2022*. Acesso 02 de novembro de 2022 ., <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>.

*Robótica educacional: o que é, como funciona e importância*. Acesso 02 de novembro de 2022., <https://fia.com.br/blog/robotica-educacional/>.

ROSA, Cleci Werner; ROSA, Álvaro Becker. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, v. 4, n. 1, 2005. Acesso em: 5 nov. 2022., [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2\\_Vol4\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf) .

ROSA, L. D. *O que é um Arduino?*. Usinainfo. Acesso em: 02 de nov. de 2022. , <https://www.usinainfo.com.br/blog/o-que-e-arduino/>.

SOUZA, A. R., PAIXÃO, A. C., UZÊDA, D. D., DIAS, M. A., DUARTE, S., AMORIM, H. S. *A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física*. *Revista Brasileira de Ensino de Física* v. 33, n.1, 1702 (2011).

VÁLIO, Adriana Benetti Marques et al. *Ser Protagonista - Física - 2º Ano*. SM, 2015.