



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ –  
IFCE – CAMPUS SOBRAL**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ – UVA**

**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COM ARDUINO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA  
PARA O ENSINO DE FÍSICA**

**DEYMES SILVA DE AGUIAR**

**SOBRAL**

**2018**



**DEYMES SILVA DE AGUIAR**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COM ARDUINO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA  
PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação de Mestrado de Deymes Silva de Aguiar, apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Polo 56 (IFCE Campus Sobral e UVA) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**Orientador:**  
Dr. Wilton Bezerra Fraga

Sobral - CE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Instituto Federal do Ceará - IFCE  
Sistema de Bibliotecas - SIBI  
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- A282r Aguiar, Deymes Silva de.  
ROBÓTICA EDUCACIONAL COM ARDUINO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O  
ENSINO DE FÍSICA / Deymes Silva de Aguiar. - 2018.  
173 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Campus Sobral, 2018.  
Orientação: Prof. Dr. Wilton Bezerra Fraga.
1. Aprendizagem. 2. Robótica Educacional. 3. Ensino de Física. I. Título.

CDD 530.07

---

DEYMES SILVA DE AGUIAR

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COM ARDUINO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA  
PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação submetida ao Polo 56 UVA/IFCE do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 06 de Abril de 2018.

**BANCA EXAMINADORA**



---

WILTON BÉZERRA DE FRAGA (ORIENTADOR)  
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE



---

GLENDO FREITAS GUIMARÃES (MEMBRO EXTERNO)  
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE



---

AMARÍLIO GONÇALVES COELHO JUNIOR  
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por ter me guiado nessa jornada.

Ao meu orientador, Professor e amigo Dr. Wilton Bezerra de Fraga.

A todos os professores envolvidos no MNPEF Polo 56, em especial ao Coordenador do Mestrado Dr. Amarílio Gonçalves Coelho Junior, não somente pela Coordenação e aulas, mas como motivação para a turma.

Ao IFCE Campus Sobral, a UVA Campus Sobral.

Ao IFPI Campus Parnaíba por ter me apoiado no meu trabalho.

Aos meus novos amigos do Mestrado que me ajudaram muito me incentivando e proporcionando diversos momentos felizes.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio de bolsa concedida.

À minha família por ter me dado sempre apoio e suporte.

À minha esposa por ter me dado total apoio nessa nova jornada científica.

Educar verdadeiramente não é ensinar fatos  
novos ou enumerar fórmulas prontas, mas  
sim preparar a mente para pensar.  
Albert Einstein

## RESUMO

### **ROBÓTICA EDUCACIONAL COM ARDUINO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Deymes Silva de Aguiar

Orientador:

Prof. Dr. Wilton Bezerra Fraga

O produto educacional pretende abordar a construção e a utilização de um robô seguidor de linha utilizando plataforma Open Source Arduino de baixo custo como ferramenta pedagógica para o ensino de conceitos básicos de Física do Ensino Médio. Pretende-se compreender as reais contribuições da utilização da robótica no ensino de Física no Ensino Médio como também verificar as dificuldades da implementação dessa ferramenta no ensino de Física. Além da análise qualitativa, pretende-se produzir um material descritivo com metodologias para que o professor de Física possa estar utilizando dentro da sala de aula e também analisar de como as teorias construtivistas possam estar sendo utilizadas nesse processo. Ao final da elaboração do produto educacional será realizado experiências dessa metodologia, A primeira foi realizada no Campus IFPI Parnaíba para alunos de séries diversas do Ensino Médio para viabilidade de usar as ferramentas da robótica com Arduino nas aulas de Física. Realizou-se uma comparação da utilização de outros kits educacionais presentes no mercado, porém, essa análise é feita como proposta para futuros trabalhos, escolhemos a plataforma Arduino e outros componentes eletrônicos de baixo custo para melhor adequação à realidade do ensino público de nível médio. O objetivo principal deste trabalho não é exclusivamente ensinar robótica, mas sim os fenômenos Físicos que possam ser trabalhadas no Ensino Médio como também as motivações para que o aluno possa estar mais motivado pelo estudo da Física, foi escolhido o Arduino por se tratar de uma ferramenta mais acessível financeiramente para alunos e professores da rede pública além de ser de fácil utilização. Como fundamentação teórica para a produção do produto educacional será abordado as teorias de Piaget para as ideias do construtivismo.

Palavras chave: Aprendizagem , robótica educacional, ensino de Física

## **ABSTRACT**

### **EDUCATIONAL ROBOTICS WITH ARDUIN AS A TEACHING TOOL FOR PHYSICAL EDUCATION**

Deymes Silva de Aguiar

Advisor:

Prof. Dr. Wilton Bezerra Fraga

The educational product intends to approach the construction and the use of a line follower robot using low-cost Arduino Open Source platform as a pedagogical tool for teaching basic concepts of High School Physics. It is intended to understand the real contributions of the use of robotics in the teaching of Physics in High School as well as to verify the difficulties of the implementation of this tool in the teaching of Physics. In addition to the qualitative analysis, it is intended to produce a descriptive material with methodologies for which the physics teacher can be used within the classroom and also to analyze how the constructivist theories can be used in this process. At the end of the elaboration of the educational product will be carried out experiments of this methodology, The first one was realized in the Campus IFPI Parnaíba for students of diverse series of High School for viability to use the tools of the robotics with Arduino in the classes of Physics. A comparison was made of the use of other educational kits in the market, but this analysis is done as a proposal for future work, we chose the Arduino platform and other low cost electronic components to better adapt to the reality of public secondary education. The main objective of this work is not only to teach robotics, but the physical phenomena that can be worked in high school as well as the motivations for the student to be more motivated by the study of physics, was chosen the Arduino because it is a tool more accessible financially for students and teachers of the public network besides being easy to use. As theoretical foundation for the production of the educational product will be approached the theories of Piaget for the ideas of constructivism.

Keywords: Learning, educational robotics, physics teaching

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Arduino Uno	página: 36
Figura 02: Alguns tipos de Arduino	página: 37
Figura 03: Portas digitais e analógicas	página: 37
Figura 04: IDE Arduino	página: 39
Figura 05: IDE Arduino 2	páginas:40
Figura 06: Rodas com redução	página: 42
Figura 07: Chassi 4 rodas	página: 43
Figura 08: Ponte H	página: 43
Figura 09: Protoboard	página: 44
Figura 10: Sensor ultrassônico	página: 44
Figura 11: Circuito ultrassônico	página: 45
Figura 12: Sensor refletância	página: 45
Figura 13: Funcionamento do sensor ultrassônico	página: 46
Figura14: Kit fios jumpers	página: 46
Figura 15: Fonte DC 12V	página: 47
Figura 16: Circuito motor com Arduino	página: 48
Figura 17: Robô seguidor de linha	página: 55
Figura 18: Participação dos alunos	página: 56
Figura 19: Exemplo de robôs desenvolvidos	página: 58
Figura 20: Finalizando projeto	página: 58
Figura 21: Competição de robô	página: 59
Figura 22: Oficina Jornada de Física em Sobral – CE	página: 60
Figura 23: Atividades práticas em Paracuru – CE	página: 61
Figura 24: Projeto de robótica na Escola Abigail Sampaio em Paracuru – CE	página: 62
Figura 25: Entrevista para o Jornal Meio Norte	página: 62
Figura 26: Apresentação do Projeto IFPI na Praça	página: 63
Figura 27: Alunos apresentando Projeto IFPI na Praça	página: 63
Figura 28: Questão 01 sobre aprendizagem de Física	página: 66
Figura 29: Questão 02 sobre aprendizagem de Física	página: 67
Figura 30: Questão 03 sobre aprendizagem de Física	página: 67
Figura 31: Questão 04 sobre aprendizagem de Física	página: 68
Figura 32: Questão 05 sobre aprendizagem de Física	página: 68
Figura 33: Questão 06 sobre aprendizagem de Física	página: 69

Figura 34: Questão 07 sobre aprendizagem de Física	página:69
Figura 35: Questão 08 sobre aprendizagem de Física	página: 70
Figura 36: Questão 09 sobre aprendizagem de Física	página: 70
Figura 37: Questão 10 sobre aprendizagem de Física	página: 70
Figura 38: Questão 11 sobre aprendizagem de Física	página: 71
Figura 39: Questão 12 sobre aprendizagem de Física	página: 71
Figura 40: Questão 13 sobre aprendizagem de Física	página: 72
Figura 41: Questão 01 para alunos do curso	página: 73
Figura 42: Questão 02 para alunos do curso	página: 73
Figura 43: Questão 03 para alunos do curso	página: 74
Figura 44: Questão 04 para alunos do curso	página: 74
Figura 45: Questão 05 para alunos do curso	página: 75
Figura 46: Questão 06 para alunos do curso	página: 75
Figura 47: Questão 07 para alunos do curso	página: 76
Figura 48: Questão 08 para alunos do curso	página: 76
Figura 49: Questão 09 para alunos do curso	página: 77

## **LISTA DE QUADRO**

Quadro 01: Materiais para utilização do produto educacional

página:41

Quadro 02: Plano de atividades do produto educacional

página: 52

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	pág. 12
CAPÍTULO 1- REFERÊNCIAL TEÓRICO E PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	pág. 15
1.1 Desafios na educação atual	pág. 15
1.2 Desafios do ensino de Física no Brasil	pág. 18
1.3 O uso de novas Tecnologias na Educação	pág. 19
1.4 As contribuições de Jean Piaget	pág. 24
1.5 A robótica educacional	pág. 28
1.6 O construtivismo na sala de aula	pág. 33
1.7 O uso do Arduino no Ensino de Física	pág. 35
CAPÍTULO 2- O PRODUTO EDUCACIONAL	pág. 41
2.1 Lista de materiais	pág. 41
2.2 Orientações para utilização do produto educacional	pág. 47
CAPÍTULO 3- USO DO PRODUTO EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA	pág. 49
3.1 Sobre o curso	pág. 48
3.2 Plano de atividades e sugestões	pág. 51
CAPÍTULO 4- ALGUMAS EXPERÊNCIAS DURANTE A ELABORAÇÃO DO PRODUTO	
4.1 Como foi realizado o curso	pág. 54
4.2 Publicação de oficinas, minicursos, artigo e projetos na escola.	pág. 59
CAPÍTULO 5- ANÁLISE DOS RESULTADOS	pág. 64
5.1 Questionário dos alunos e análise quantitativa	pág. 65
5.2 Resultados dos questionários feito pelos alunos	pág. 66
5.2.1 – Questionário I – Sobre a aprendizagem de Física	pág.66
5.2.2 – Questionário II – Sobre a aplicação do produto educacional	pág.72
5.3. Análise dos resultados obtidos	pág. 77
CONCLUSÃO E NOVOS DESAFIOS	pág. 79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	pág. 81
APÊNDICE	pág. 84
APÊNDICE I Questionário I – Sobre a aprendizagem de Física	pág., 85
APÊNDICE II Questionário II – Sobre a aplicação do produto educacional	pág. 87
APÊNDICE III – Produto Educacional	pág. 89

## INTRODUÇÃO

A Física é uma das ciências mais antigas, ela surgiu da curiosidade do homem em entender como funciona a natureza e revelar desde a composição dos átomos até mesmo a grandiosidade do Universo, deste modo, ela está presente nas mais variadas áreas de estudos.

Quando se fala de Física para os alunos as vezes os conceitos e fenômenos abordados em sala se tornam muito abstratos fazendo com que a correlação entre a teoria não seja possível ser verificado na prática, tornando o processo de ensino – aprendizado ineficaz. A compreensão do mundo juntamente com os fenômenos da natureza tem relação direta com o estudo da Física, tais como o funcionamento de um micro-ondas, o celular, o arco íris, o reflexo em um espelho ou como os navios muito pesados conseguem flutuar são áreas abordadas nas salas de aulas que muitas vezes não são compreendidas pelos alunos pelo tradicionalismo de resolver questões que não apresentam nada mais que apenas uso de fórmulas matemáticas ou resolução “mecanizadas”, resultando em desinteresse pelo estudo da Física e em um “aprendizado mascarado” onde o alunos conseguem descobrir o valor de “x” mas não conseguem compreender o que o fenômeno descreve.

O mundo em que conhecemos tem passado por várias mudanças, e essas mudanças não parecem estar presente no cotidiano dos alunos, o uso de ferramentas tecnológicas já se tornou intrínseco dentro e fora da escola, mas a educação ainda mudou muito pouco, além de que o professor agora é visto não apenas como detentor do conhecimento e sim como um facilitador do processo de aprendizado dos alunos, e, nesse universo de informações de fácil acesso, já que com um único celular conectado à internet é possível ter milhares de informações de maneira instantânea e muito fácil, faz com que ter informação se torne muito diferente de aprendizagem de fato.

Os professores do ensino básico sempre se depara na dificuldade de estimular os alunos para estudar a Física, em todo o mundo o tema é muito comum quando tratamos sobre o desinteresse pelo estudo da Física, assim, um dos principais desafios do professor atual é ter que motivar o aluno para que este possa ter a curiosidade científica para o estudo dos fenômenos da natureza. Isso realmente não é uma tarefa fácil, pois o currículo escolar ainda não está adequado à nova sociedade da informação, e por isso os alunos não conseguem fazer a relação dos assuntos abordados nas aulas de Física com o seu cotidiano.

Refletindo sobre essa dificuldade de procurar estimular os alunos a compreender os assuntos vistos nas aulas de Física surgiu a ideia de utilizar a robótica educacional como

ferramenta didática para aprofundar os conhecimentos de Física abordados dentro da sala de aula, buscando ao mesmo tempo trazer uma proposta mais participativa do aluno nesse processo baseada nas teorias de aprendizagem construtivista, como também fazer das aulas de Física uma disciplina mais atrativa para os alunos do ensino médio trabalhando a disciplina de forma menos abstrata e mais prática.

A proposta deste trabalho foi procurar criar um estímulo para uma melhor compreensão de diversos fenômenos da Física através do uso da robótica educacional utilizando plataforma de código e hardware aberto de baixo custo como material didático dentro da sala de aula, relacionando diversos outros assuntos e despertando a curiosidade e a participação proativa dos alunos nesse processo.

A escolha da plataforma Arduino por ser Open Source é mais acessível tanto financeiramente quanto em material disponível de fácil acesso e de forma muitas vezes gratuita, principalmente na internet, como também utilizando materiais de baixo custo para que qualquer professor da rede pública de ensino possa está utilizando esse material. Em uma pesquisa de diversas outros kits de robótica educacional comerciais disponíveis atualmente, estes fogem da realidade dos estudantes e professores da rede pública de ensino, assim, o produto educacional desenvolvido no MNPEF pode ser aplicado a qualquer tipo de escola, sendo ela pública ou privada com um pequeno recurso financeiro e que pode ser adaptado à realidade da escola, em especial no ensino de Física.

No primeiro momento o professor pode ter um pouco de dificuldade (ou até mesmo preconceito) devido à falta de qualificação na área do uso de tecnologias na sala de aula, que na grande maioria do curso de licenciatura em Física ainda utiliza uma metodologia bastante tradicionalista baseada nas resolução de questões do livro, porém, este material também tenta quebrar essa dificuldade mostrando que essa metodologia apesar de bastante trabalhosa é muito gratificante e capaz de proporcionar uma grande motivação por parte dos alunos e até mesmo de outros professores das mais diferentes disciplinas.

O produto educacional inicialmente foi aplicado no Instituto Federal do Piauí Campus Parnaíba para alguns alunos do ensino técnico integrado ao médio, entretanto, foram realizadas diversas outras atividades que descreveremos nessa dissertação.

Este trabalho foi organizado em capítulos para uma melhor compreensão do leitor, descritos da seguinte maneira:

O **Capítulo 01** descreve a fundamentação teórica sobre o tema, abordando desde assuntos diretamente relacionados ao processo de ensino aprendizagem, ao ensino de Física, como também o uso da plataforma Opens Soure Arduino e o uso da robótica educacional, fazendo sempre relação com seu uso para o ensino de Física.

O **Capítulo 02** explana sobre o produto educacional, de como foi organizada a metodologia didática da robótica educacional relacionando com as aulas de Física e a sugestão de lista de materiais para utilização como também a metodologia utilizada na aplicação do produto educacional.

O **Capítulo 03** descreve sobre a metodologia utilizada pelo produto educacional descrevendo o planejamento de atividades e os tópicos explorados na Física durante as atividades.

O **Capítulo 04** destaca as experiências vivenciadas pelo autor do trabalho na utilização da robótica dentro da sala de aula, narrando as vivências práticas e descrevendo os trabalhos acadêmicos desenvolvidos durante a elaboração do material didático.

O **Capítulo 05** faz uma análise qualitativa do uso do produto educacional no IFPI Campus Parnaíba como ferramenta para uma melhor compreensão dos fenômenos físicos como também outros aspectos desenvolvidos a partir da utilização do produto educacional.

Em **Conclusões e Novos Desafios** foi relatada as conclusões do autor do trabalho perante ao uso do produto educacional, fazendo uma relação com as pesquisas realizadas neste trabalho.

Desejo que este material (produto educacional e dissertação) seja um estímulo para um processo de reflexão e modernização no ensino de Física para o ensino médio para que as aulas de Física sejam vistas como uma ciência além de importante, uma ciência muito prazerosa de se estudar.

## CAPÍTULO 01- REFERÊNCIAL TEÓRICO E PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo discute concepções de alguns autores sobre a problemática da educação no Brasil, dando ênfase ao ensino de Física e sobre o uso de novas tecnologias para a educação, também são pleiteado as contribuições de Piaget sobre o processo de aprendizagem e sobre o uso do Arduino na robótica.

### 1.1 Desafios na educação atual

A educação de qualidade é um direito de todo brasileiro de acordo com a nossa Constituição vigente: “*Art. 205. A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho*”. (BRASIL, 2017), na realidade sabemos que a nossa educação ainda não possui qualidade de fato, o problema não é simples e discutiremos alguns desses problemas ao longo deste trabalho. Mas afinal, que tipo de educação estamos oferecendo nas escolas públicas brasileiras?

Como destaca MO (2013), existe uma resistência em provocar uma mudança na educação brasileira:

Apesar dos avanços reais no Brasil, ainda estamos distantes de uma educação de qualidade. E, com frequência, caminhamos no limite da irresponsabilidade, quando privilegiamos mais o lucro, o faz de conta, o “jeitinho”. Ou quando burocratizamos a gestão, demorando para introduzir mudanças e mantendo tudo como sempre foi.

A escola tem um papel de extrema importância na sociedade, como também no desenvolvimento de um país, infelizmente é notório a dificuldade dos nossos alunos em compreender assuntos básicos por deficiências cognitivas que se acumulam durante toda a vida escolar da educação básica que formam alunos com dificuldades na interpretação de textos e no raciocínio lógico, fazendo com que as aulas de Física tenham uma grande quantidade em notas baixas, reprovação, evasão escolar, indisciplina, dentre tantos outros presentes na escola pública brasileira.

De acordo com Moran (2013), uma pesquisa realizada no Instituto de Cidadania em 2014 para 3.501 brasileiros de 15 a 24 anos de seis estados diferentes para 198 municípios mostrou que 23% dos alunos nunca leram um livro e que 52 % nunca estiveram em biblioteca fora da escola, fato alarmante que mostra que nossos alunos não costumam ter o hábito de estudar fora da escola, tornando-se alunos com grande dificuldade em aprendizagem e com desinteresse pela escola, muitas vezes “mascarados” pela escola ao longo de todo o ensino

médio, isso gera uma série de dificuldades na diversas área da educação, como cita Moran(2013):

A educação tem de surpreender, cativar, conquistar os estudantes a todo momento. A educação precisa encantar, entusiasmar, seduzir, apontar possibilidades e realizar novos conhecimentos e práticas. O conhecimento se constrói com bases em constantes desafios, atividade significativas que excitam a curiosidade, a imaginação e a criatividade.

Ribeiro (2013) ressalta que para se melhorar a educação atual é necessária a busca permanente da significação dos conteúdos escolares, de modo a trazer para ao aluno os conhecimentos adquiridos em sala de aula com o seu cotidiano. Alinhar as novas tecnologias no cotidiano escolar têm-se tornado um grande desafio, já que as ferramentas tecnológicas na escola ainda são poucos utilizadas no cotidiano escolar, fazendo do ensino um processo que não condiz com a realidade dos alunos. O método tradicionalista de ensino tem de ser substituído por um sistema construtivista, onde o aluno passa a criar e buscar o seu conhecimento, cabe ao professor adequa-se pela busca de novas ferramentas de aprendizagem, Moran (2013) critica a lentidão do avanço escolar:

A educação avança menos do que o esperado, porque enfrenta uma mentalidade predominantemente individualista, materialista, no nível pessoal e institucional, que busca soluções isoladamente. É difícil para a escola trabalhar com valores comunitários diante dessa avalanche de propostas individuais que acontecem a todo momento em todos os espaços sociais.

Outro ponto de destaque é o papel do professor para enfrentar esses novos desafios na educação brasileira, infelizmente ainda temos uma má formação dos professores onde esse despreparo pedagógico vem acompanhado de uma série de problemas, tais como a evasão escolar, repetência, falta de motivação dos alunos, dentre tantos outros. Muitos sabem até o conteúdo, porém não sabem como gerenciar bem uma aula, fazer um planejamento levando em conta a aprendizagem dos alunos ou até mesmo uma avaliação, a falta de investimentos dos professores também ocasiona que o professor acaba por ministrar uma quantidade exorbitante de aulas fazendo com que a qualidade no ensino seja insatisfatória.

Para Schwartzman (2005) os desafios para a educação são cada vez mais complexos e não serão solucionados com um “passe de mágica”, não basta ter apenas escolas pois é muito mais fácil construir um prédio do que administrar uma escola, o processo de ensino aprendizado requer um esforço coletivo e da capacitação dos professores, fazer desenvolvimento na educação e aplicar em programas governamentais através de pesquisas científicas para que a

educação básica e da educação superior proporcionem professores mais capacitados e mais engajados na educação em geral.

Também é preciso criar mecanismos para diminuir a evasão escolar que é cada vez mais comum no ensino médio e no ensino superior, pois as metodologias de ensino e os estímulos para os estudantes são muito defasados com o cotidiano fazendo com que as aulas não dialoguem com o mercado de trabalho, onde o ensino ainda tem raízes tradicionalistas, onde se é abordado uma grande quantidade de informações sem sentido para o aluno, resultando em uma desmotivação e em consequência reprovações e evasão escolar.

Os argumentos acima citados mostram que os problemas a serem enfrentados já estão bem claros e que o discurso de que é necessário uma mudança significativa na maneira de como a escola funciona é praticamente unânime entre os doutrinadores e principalmente entre os professores que estão colocando a “mão na massa” no dia a dia se deparando com uma série de atribuições e novos desafios, porém, a solução ainda não está tão clara, sabemos que de imediato ela irá ser iniciada quando o poder público e os professores derem o primeiro passo, pois além desses protagonistas da educação é preciso que a comunidade como um todo esteja engajada nesse novo desafio, assim, discutiremos sobre estes problemas.

Nada acontece se o poder público não der as devidas prioridades para essa mudança, é preciso investir em pesquisas científicas de qualidade e fazer com que essas pesquisas sejam usadas como parâmetros para uma mudança na educação, sabemos mais sobre os problemas porém sabemos ainda muito pouco sobre a solução, além de melhorar é claro a estrutura das escolas públicas com mais ambientes de ensino como bibliotecas, laboratórios, salas de aulas adequadas e alimentação para alunos além de uma carga horária em que seja possível aprender com qualidade.

Entretanto, nenhuma estrutura será suficiente se o professor não tiver as condições adequadas para o seu trabalho, valorizar o professor tanto com melhores salários quanto com capacitações de qualidade, estimulando-o à pesquisa científica e a produção acadêmica, além de melhor preparar os professores nas universidades pois as teorias vistas no ensino superior ainda não condizem com a realidade das escolas de ensino básico e ainda forma o professor de maneira tradicionalista fazendo com que esse ciclo vicioso continue, além de preparar melhor o professor para o uso de novas ferramentas para o ensino, em especial o uso de tecnologias na educação.

## 1.2 Desafios do ensino de Física no Brasil

O ensino de Física na atualidade tem passado por diversas dificuldades, e esses problemas parecem que não estão sendo solucionados, as dificuldades em fazer com que nossos alunos possam aprender significativamente parece ser um desafio ainda muito longe de ser conquistado. Em seu artigo, Moreira (2017) cita treze razões do porquê que o ensino de Física esteja passando por tantas dificuldades:

1. Continua se ocupando das alavancas, do plano inclinado, do MRU, e nada de Quântica, de Partículas, de Plasma, de Supercondutividade, ...
2. Treina para os testes, ensina respostas corretas sem questionamentos.
3. Está centrado no docente, não no aluno.
4. Segue o modelo da narrativa.
5. É comportamentalista.
6. É do tipo “bancário” (tenta depositar conhecimentos na cabeça do aluno).
7. Se ocupa de conceitos fora de foco.
8. Não incentiva a aprendizagem significativa.
9. Não incorpora as TICs.
10. Não utiliza situações que façam sentido para os alunos.
11. Não busca uma aprendizagem significativa crítica.
12. Não aborda a Física como uma ciência baseada em perguntas, modelos, metáforas, aproximações.
13. Em geral, é baseado em um único livro de texto ou em uma apostila.

De fato, parece que estamos retrocedendo o ensino de Física abordando conceitos ultrapassados e que não condiz com o novo cotidiano do aluno. Neste mesmo trabalho, Moreira (2017) relata que cada vez mais as aulas de Física estão sendo reduzidas, os professores não estão sendo bem preparados para a nova escola e que as condições de trabalho do professor de Física são ineficazes, fazendo do ensino de Física uma problemática que só tende a aumentar.

Ainda sobre seu trabalho, existem muitas críticas sobre as pesquisas relacionadas com a prática do professor que são geralmente feitas por acadêmicos que não mostram a verdadeira realidade da escola atual, onde a formação dos professores ficam a cargo de professores universitários que ainda possuem em sua grande maioria por usarem uma metodologia tradicionalista e ineficaz para o ensino atual, além da dificuldade que tem os professores do ensino básico em dominar assuntos ligados à Física Contemporânea e da Moderna, fazendo com que os assuntos abordados dentro da sala de aula fiquem defasados com o cotidiano e focado em fórmulas matemáticas e assuntos decorados e ultrapassados e voltados para a resolução de listas de exercícios e não para a aprendizagem do aluno.

O autor ainda destaca a importância de se utilizar novas tecnologias dentro e fora da sala de aula, como também fazer uma relação da Física com vários aspectos saindo do modelo tradicionalista, ou como ele cita como “ensino bancário” onde é valorizada a quantidade de

informações que o aluno consegue absorver e não a sua aprendizagem, realmente existe ainda um longo caminho a ser percorrido pelo ensino de Física, mas de fato essa caminhada deverá ser inicialmente percorrida pela motivação do professor de Física, Moreira(2017) narra que apenas passar conteúdos não é suficiente, e que hoje o ensino de Física é um desafio:

Mas é óbvio que somente conteúdos, mesmo com significatividade não é suficiente. É preciso também incorporar, ao ensino da Física, as tecnologias de informação e comunicação, assim como aspectos epistemológicos, históricos, sociais, culturais. Ensinar Física é um grande desafio, mas pode ser apaixonante se conseguirmos melhores condições de trabalho para os professores, livrar-nos do ensino para a testagem e, metaforicamente, abandonarmos o modelo da narrativa, o quadro-de-giz e o livro de texto. (MOREIRA, 2017)

### 1.3 O uso de novas tecnologias na educação

Na atualidade estamos constantemente nos deparando com o termo “novas tecnologias” ou até mesmo “hoje a tecnologia está presente em todos os lugares da nossa sociedade”, mas afinal o que seria essa “nova tecnologia” e como a educação atual está ligada a essa nova maneira de pensar? Moran (2013) fala sobre a necessidade de alinhar as tecnologias em educação:

O domínio pedagógico das tecnologias na escola é complexo e demorado, os educadores costumam começar utilizando-as para melhorar o desempenho dentro dos padrões existentes. Mais tarde, animam-se a realizar algumas mudanças pontuais e, só depois de alguns anos, é que educadores e instituições são capazes de propor inovações, mudanças mais profundas em relação ao que vinham fazendo até então. Não basta ter acesso à tecnologia para ter domínio pedagógico. Há um tempo grande entre conhecer, utilizar e modificar processos. (MORAN, 2013)

Quando assistimos um filme de ficção nos deparamos com cenas com várias máquinas sofisticadas ou robôs com grande inteligência e informação, onde essas máquinas tentam dominar o mundo ou até mesmo extinguir a raça humana, esses filmes mostram que ainda existe um certo receio da sociedade sobre a evolução das tecnologias. No entanto, as tecnologias não são apenas invenções maquinarias, ela está presente em coisas simples do nosso cotidiano como o lápis, o caderno, o livro ou a geladeira por exemplo, ou seja, tudo que foi desenvolvido para facilitar a vida da sociedade pode ser definido como algo tecnológico.

O conceito de tecnologia, portanto, é bastante variável e contextual, muitas vezes confundida com o conceito de inovação. Destacamos também a Tecnologias de Informação e Comunicação que através da facilidade de aquisição de computadores e celulares conseguiram

mudar drasticamente o acesso à internet e de como nos comunicamos, como afirma Kenski V, (2015) *“As novas TICs não são apenas meros suportes tecnológicos. Elas têm suas próprias lógicas, suas linguagens e maneiras particulares de comunicar-se com as capacidades perceptivas, emocionais, cognitivas, intuitivas e comunicativas das pessoas.”*

Deste modo, a educação precisa passar também por mudanças para se alinhar ao cotidiano da nossa sociedade, já que a sociedade está passando por uma mudança radical sobre como os alunos usam as tecnologias, onde a escola parece não está acompanhando tais transformações, faz da sala de aula um lugar obsoleto e que não condiz com a realidade dos alunos. Repensar de como estamos ensinando e qual o papel da nova escola é um grande desafio para professores, alunos e da escola como um todo, já que as TICs transformam a sociedade em uma velocidade muito rápida. É importante ressaltar que as tecnologias também chegam como uma ferramenta para ajudar o desenvolvimento do ensino nas escolas, através de recursos adequados aliados com a qualificação de professores podem ser uma ferramenta muito útil nesse processo. Nossos alunos já estão acostumados a utilizarem diversas tecnologias como também aprenderam se adequar elas, porém, para muitos professores sair do método tradicional de explicar no quadro negro com resolução de questões do livro didático seja um processo difícil por não possuir capacitação adequada ou até mesmo recursos materiais na escola, Kenski V, (2015) também descreve sobre a interferência das tecnologias nas formas de ensinar e aprender:

As alterações sociais decorrentes da banalização do uso das tecnologias eletrônicas de informação e comunicação e do acesso a elas atingem todas as instituições e espaços sociais. Na era da informação, comportamentos, práticas, informações e saberes se alteram com extrema velocidade. Um saber ampliado e mutante caracteriza o estágio do conhecimento na atualidade. Essas alterações refletem-se sobre as tradicionais formas de pensar e fazer educação. Abrir-se para novas educações, resultantes de mudanças estruturais nas formas de ensinar e aprender possibilitadas pela atualidade tecnológica, é o desafio a ser assumido por toda a sociedade.

A ferramenta tecnologia deve ser adequada a necessidade do professor na sala de aula, por exemplo, para uma turma com grandes números de alunos ou com dificuldades de aprendizagem, o professor deve buscar essas ferramentas tecnológicas como meio de proporcionar um ensino mais atrativo e mais adequado à sua atividade didática. Além dos recursos que o professor pode usar em sala de aula, este também poderá está utilizando de diversos também fora da sala de aula, tais como as redes sociais e/ou ambiente virtual de aprendizagem.

Porém, Kenski V (2015) afirma que “*a tecnologia apesar de ser essencial à educação, muitas vezes pode levar a projetos chatos e poucos eficazes. Mas por que isso ocorre? As causas são múltiplas. Nem sempre é por incompetência ou má vontade dos profissionais envolvidos, sobretudo professores*”

Deste maneira, a escola se vê em um dilema a enfrentar, já que é preciso fazer com que os alunos busquem o conhecimento, sendo que, as metodologias de ensino e as ferramentas didáticas ainda possuem um caráter tradicionalista e que muitas vezes foge da realidade dos alunos, assim, é necessário buscar uma renovação no processo de ensino como descreve Brito & Purificação (2015):

A comunidade escolar se depara com três caminhos a seguir em relação com as tecnologias: repeti-las e tentar de fora do processo; apropriar-se da técnica e transformar a vida em uma corrida atrás do novo; ou apoderar-se dos processos, desenvolvendo habilidades que permitam o controle das tecnologias e de seus efeitos

Destaco também, a facilidade com que nossos alunos têm em aprender a utilizar diversas ferramentas tecnológicas, tais como a internet e jogos eletrônicos, a utilizarem os computadores e celulares como ferramentas principais como fonte de estudo e de pesquisas. Essa nova geração de estudante vem bombardeada de novas informações e ferramentas tecnológicas muitas vezes precisam de certa orientação para não se perderem diante de tantas facilidades de informação, como destaca Kenski V (2015):

As crianças e jovens da geração digital têm muitas histórias para contar. Jovens *hacker* invadem computadores e *sites* alheios como os mais diferenciados propósitos. Autodidatas, em geral, utilizam as facilidades de acesso às informações disponíveis nas redes para pesquisas e aprender o que lhe interessa sobre o que pretende invadir. Assim, também, surgem inúmeros casos de jovens que ganharam muito dinheiro em ações, criando identidades fictícias e aproveitando-se do anonimato das redes para blefar e gerar movimentações financeiras que repercutiram no mercado.

Não é de se espantar que alguns professores tem um certo receio dessa autonomia dos novos alunos, porém, essa preocupação não faz sentido quando professor e escola procuram usar esse recurso como mais uma ferramenta didática, ou seja, usar as tecnologias como mais uma ferramenta para propiciar o processo de ensino aprendizagem, este “mar de informação” precisa de um direcionamento e um uso adequado para que seja utilizado para o ensino-aprendizado, assim, as aulas tradicionalistas já não são suficientes, são necessários se adequar à novas metodologias e à nova realidade dos alunos, como destaca:

Os melhores produtores de *software* têm mais medo dos jovens e de sua capacidade para gerar inovações do que das próprias empresas concorrentes. Essa ruptura nas hierarquias de poder em relação ao acesso e processamento de informações é característica da internet e atinge diretamente as maneiras formais de treinamento e aquisição de conhecimentos. Cada vez mais, é preciso que haja uma nova escola, que possa aceitar o desafio da mudança e atender as necessidades de formação e treinamento de novas bases. (KENSKI V, 2015)

Direcionar a atenção dos alunos para as novas formas de aprender é um desafio constante, procurar fazer com que o uso da internet seja uma aliada na educação não é tão simples, pois nossos alunos gastam muito mais tempo com entretenimento tais como jogos e redes sociais do que mesmo procurando aprender o que é ensinado na escola, no entanto, o professor pode se utilizar desses hábitos para buscar novas formas de ensinar de maneira a estimular esses alunos, sabemos que isso não é simples mas com um pouco de esforço é possível realizar diversas atividades que englobam o mundo virtual dos alunos.

Mas ainda é preciso saber como integrar essas tecnologias para o ensino de maneira eficiente, Brito & Purificação (2015) afirma que apenas utilizar ferramentas tecnológicas no ensino não garante um “avanço” na educação, pois é necessário que a ferramenta seja bem utilizada, caso contrário, está se torna apenas uma novidade que depois de algum tempo não acontece uma melhora significativa no processo de ensino aprendizagem.

Brito & Purificação (2015) ainda afirma “*não se trata simplesmente da implantação de novos projetos, trata-se de entender que são criadas novas formas de comunicação, novos estilos de trabalho, novas maneiras de ter acesso ao conhecimento e de produzi-lo*”, pois não apenas usar a ferramenta e sim se adequar a uma nova realidade dos alunos e da sociedade para formas mais eficazes do processo de ensino aprendizagem.

O professor deve estar sempre atento a buscar novas metodologias através do recurso tecnológico de modo a está sempre renovando seu processo de ensino. O professor, portanto, é o agente principal para repensar o ensino na escola, a prática pedagógica tem pela frente um grande desafio pois utilizar novas metodologias de ensino não é uma tarefa fácil ou até mesmo rápido, a capacitação e o preparo do professor são requisitos fundamentais, como relata Brito & Purificação (2015):

O professor, como todo ser humano, é construtor de si mesmo e da sua história. Essa construção ocorre pelas ações, num processo interativo permeado pelas condições e pelas circunstâncias que o envolvem. Portanto, o docente é criador e criatura ao mesmo tempo: sofre as influências do meio em que vivo e por meio delas deve se construir. Quando se fala em prática

pedagógica, o professor é aquele que, tendo adquirido o nível de cultura necessário para o desempenho de sua atividade, dá direção ao ensino e à aprendizagem.

Como destaca Moran (2013), o professor deixou de ter aquele simples papel de transmitir a informação para ao aluno como um ser passivo, hoje o processo de ensino aprendizagem é feito junto com o aluno, dentro e fora da sala de aula, através de ambientes virtuais de aprendizagem, pela internet, por projetos multidisciplinares, etc. A escola deixou de ser o único lugar onde o estudante aprende, e o professor passa a ser um integrante dentro e fora da sala de aula no papel da aprendizagem.

Assim, o professor passou a ter atualmente um papel bem mais desafiador dentro e fora da escola, onde este tem que estar em constante aprendizado e adaptação, Moran (2013), destaca algumas dessas habilidades do novo professor:

- Crescer profissionalmente, atento a mudanças e aberto à atualização;
- Conhecer a realidade econômica, cultural, política e social do país;
- Participar de projetos da escola;
- Escolher didáticas que promovam a aprendizagem de todos os alunos;
- Utilizar diferentes estratégias de avaliação de aprendizado;

(Moran, Massetto, & Behrens, 2015) ainda destaca que a escola é desafiada a procurar sair do seu tradicionalismo, onde o professor agora não está preso dentro da sala de aula, com as novas tecnologias o professor pode fazer uso do processo de ensino aprendizagem fora da sala de aula, através por exemplo das redes sociais, podendo utilizar melhor o tempo para ensinar os alunos. Essa é uma mudança muito grande na forma como nós ensinamos, já que aprendemos de uma forma muito diferente da maneira de como os alunos da sociedade atual necessitam, além de que os professores devem se adequar à nova realidade onde o uso de tecnologias educacionais esteja presente cotidianamente, isso com certeza não é uma tarefa fácil, porém cabe ao professor dar o primeiro passo para que ocorra tal mudança.

## 1.4 Contribuições de Piaget para o ensino

Jean Piaget nasceu em 09 de agosto de 1896, numa cidade ocidental da Suíça chamada Neuchâtel, veio de família culta, onde o pai (Arthur Piaget) lecionava literatura medieval na Academia de Neuchâtel, que depois se tornaria universidade. A mãe é descendente de família inglesa que morava na França.

Jean Piaget possuía uma família muito bem estruturada e culta que deu condições para os seus estudos em diversas áreas, com uma inteligência fora do comum, desde cedo mostrou grande habilidade nas ciências em diversas áreas, passando pela filosofia, física, literatura, religião e biologia além da psicologia.

As preferências do estudante de ginásio cedo perderam seu caráter lúdico, dando lugar ao interesse pela mecânica, depois por pássaros e, mais tarde, por fósseis. Concomitantemente, o estudante passou a escrever. Num primeiro escrito, esboçou o projeto de um automóvel impulsionado a vapor. Num segundo, ocupou-se com os nossos pássaros. Contudo, o pai desaprovou-o, observando que era apenas uma compilação. Em todo caso, aos dez anos de idade, Piaget viveu o honroso evento de ver um texto saído de sua pena publicado numa revista. (KESSELRING, pág. 21. 2008)

Aos 19 anos, licenciou-se em Ciências Naturais, em seguida em Filosofia, além de ter estudado Religião, Sociologia e Psicologia. Trabalhou em clínica psiquiátrica, momento no qual descobriu que a psicologia experimental o ajudaria em seus estudos sobre a aprendizagem. Piaget aos 22 anos passou a se interessar pelo desenvolvimento infantil e a observar crianças com idades semelhantes sobre a questão de erros, estudos no qual lhe renderam diversos artigos e publicações.

Para compreender as teorias de Piaget, é necessário inicialmente definir alguns conceitos por ele abordados, tais como *esquema*, *acomodação*, *equilibração*.

**Esquema:** são estruturas mentais onde o indivíduo organiza o meio onde vive, assim, são estruturas que se organizam a medida do desenvolvimento da pessoa e essas reorganizações são responsáveis pelo processo de aprendizado.

**Assimilação:** é o processo no qual é captado o meio e o organiza internamente, nesse processo usa-se as estruturas mentais já existentes para uma nova organização, portanto, a assimilação é captar o mundo de acordo com suas possibilidades mentais e sensoriais.

**Acomodação:** processo quem surge depois da assimilação, ocorre a internalização do mundo e que pode ocorrer duas formas distintas, o surgimento de um novo esquema mental

quando não está relacionado a nenhum novo ou a reestruturação de um novo esquema mental a partir dos conhecimentos já existentes. Assim, essa estrutura mental ocorre um processo de adaptação.

**Equilibração:** processo no qual há uma passagem de menor equilíbrio para o de maior equilíbrio. Ocorre quando não se compreende algo o que ocorre uma perturbação nas estruturas mentais para achar a resposta para um dado problema, essas estruturas se reorganizam para tentar chegar a uma solução causando o estado de equilíbrio.

Piaget estudou sobre a inteligência humana, que, segundo ele, é um fenômeno natural como qualquer outra estrutura orgânica, mas com que é dependente das relações do indivíduo com o meio do que qualquer outra. Em seus trabalhos e pesquisas observou há uma clara diferença entre o fazer com sucesso e compreender o que foi feito. Ele observou que a criança pode realizar alguma atividade com sucesso, mas não estar atenta a todas as variáveis envolvidas no processo, deste modo, podemos certamente falar de que neste caso não há aprendizagem, apenas conhecimento. Relata ainda o conhecimento é um processo de construção (denominado por ele como construtivismo) onde os conhecimentos são estruturas que vão se completando e se aperfeiçoando.

O conhecimento não pode ser concebido como algo predeterminado nem nas estruturas internas do sujeito, porquanto estas resultam de uma construção efetiva e contínua, nem nas características preexistentes do objeto, uma vez que elas só são conhecidas graças à mediação necessária dessas estruturas, e que essas, ao enquadrá-las, enriquecem-nas (SANTOS, 2015 *apud* PIAGET, 2007, p. 1).

Ele procurou uma relação entre a psicologia e a biologia, onde desenvolveu uma teoria própria de pesquisa através de uma linha de investigação seguindo uma técnica dividida em três momentos: a observação do comportamento espontâneo da criança, a observação do experimento provocado por uma situação experimental e o diálogo estabelecido entre o pesquisador e a criança (SANTOS, 2015).

Piaget descreve em várias etapas do amadurecimento as etapas cognitivas no processo do conhecimento, fazendo relação entre maturidade e aprendizagem. Neste trabalho destacaremos o que ele define como **Estágio Operacional** que ocorre aproximadamente após os 12 anos de idade pelo fato de ter relação com o pensamento científico:

“...o adolescente começa a raciocinar lógica e sistematicamente. Esse estágio é definido pela habilidade de engajar-se no raciocínio proposicional. As

deduções lógicas podem ser feitas sem o apoio de objetos concretos. O pensamento hipotético-dedutivo é o mais importante aspecto apresentado nessa fase de desenvolvimento, pois o ser humano passa a criar hipóteses para tentar explicar e sanar problemas” (BORGES, 2011 apud PIAGET, 1971)

Essas observações de Piaget também são observadas por Becker (2014) que sintetiza os conhecimentos de Piaget sobre três postulados:

1° - Tal como toda entidade biológica tem uma organização interna, a cognição humana teria também uma organização interna característica.

2° - A referida organização interna é responsável pelo modo único do funcionamento do organismo.

3° - A interação entre o organismo e o ambiente, por meios dos invariantes modos de funcionamento, há uma adaptação das estruturas cognitivas (processos de adaptação) bem como o desenvolvimento delas (processos de organização).

Segundo Piaget, o conhecimento não está no *sujeito*- organismo e no *objeto* – meio, mas ocorre entre as relações entre os dois, desse modo, para Piaget todo pensamento é derivado de uma ação. Em seus trabalhos Piaget deixou claro que ele não é pedagogo e nem psicólogo e nem tão pouco desenvolveu uma teoria de aprendizagem, no entanto, suas teorias formam uma base para propostas pedagógicas para uma metodologia de trabalho didático-pedagógica visando o processo de ensino-aprendizagem através do construtivismo:

Santos (2015) *apud* Piaget (1970, p. 28), asseguram que “cada vez que se ensina prematuramente a uma criança alguma coisa que ela poderia descobrir sozinha, se lhe impede de inventá-la e conseqüentemente, de entendê-la completamente.”.

É evidente de que para Piaget a aprendizagem é decorrente do desenvolvimento do indivíduo, e que, ocorre de “*dentro para fora*”, é necessário um desenvolvimento mental através de Renovação de estruturas e então nova estruturas produzem a aprendizagem.

Assim, Stoltz (2012) relata que para Piaget o desenvolvimento vem antes da aprendizagem, porque o ato de aprender deve-se ter uma interpretação do dado novo a partir dos conhecimentos prévios de modo que o novo conhecimento se incorpore ao conhecimento antigo através de um processo de reestruturação.

Para Piaget a aprendizagem ocorre através de estruturas cognitivas, sendo que todo conhecimento é produzindo a partir de estruturas prévias onde novas estruturas são

reorganizadas tornando-se novas estruturas mais complexas, os conhecimentos prévios são fundamentais no processo da aprendizagem, como descreve Borges 2011 *apud Piaget 1975*:

Nenhum comportamento, nem mesmo quando é novo para o indivíduo, constitui um início absoluto. Está sempre apoiado em esquemas anteriores e, portanto, leva à assimilação de novos elementos a estruturas já construídas (inatas, como os reflexos, ou previamente adquiridas)

Para se compreender os processos de aprendizagem descritos por Piaget devemos compreender o termo Construtivismo, de acordo com Cardoso, 2014 *apud Carretero (1993, p. 21)*,

A teoria ou o conjunto de teorias que mantém que o indivíduo não é um mero produto do meio, nem um simples resultado de suas disposições interiores, mas uma construção própria que vai se produzindo dia-a-dia como resultado da interação entre esses dois fatores. Em consequência, segundo a posição construtivista, o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas uma construção do ser humano.

Percebemos que as aulas não podem ser vistas como uma transferência de conhecimentos passados do professor para ao aluno, para o construtivismo, o aluno também faz parte desse processo de aprendizagem onde o professor passa ser apenas um facilitador dessa aprendizagem e o aluno participante e procurando o seu conhecimento.

O construtivismo descrito por Piaget também ressalta a importância do erro, para ele o erro também é uma forma de aprendizagem onde a criança a partir das ações dos erros realiza novas possibilidades para resolução do problema, fazendo do erro uma importante etapa do processo do conhecimento, como também afirma Santos (2015):

Os erros revelam apenas um momento breve em que os indivíduos se encontram na sequência temporal construída pelo conhecimento, devendo avançar, desde que o sujeito perceba o conflito gerado entre o que já conhecia e a informação nova, fazendo com que o indivíduo não procure apenas superar o conflito, elaborando um novo conhecimento que o devolverá o equilíbrio.

As obras de Piaget deixam uma grande fonte para a compreensão do desenvolvimento, de como dá sua construção perante o sujeito e sobre o significado da aprendizagem, onde são aspectos essenciais para metodologias de ensino-aprendizagem, principalmente incorporando tendências construtivas de ensino.

Para Piaget, os conhecimentos prévios têm grande importância para a aprendizagem e de papel do professor também nesse processo como afirma (Stoltz, 2012),

Quando ensinamos, precisamos, primeiro, resgatar o conhecimento que o sujeito já traz, para, a partir disso, leva-lo a refletir sobre o conhecimento científico com o qual estamos trabalhando. É isso que pode leva-lo a uma nova compreensão, não apenas a aula expositiva. É preciso que o sujeito interaja com o conhecimento científico, relacionando-o com o que sabe, perceba o seu não saber e construa uma nova compreensão. (STOLZ, 2012).

## 1.5 – A robótica educacional

De acordo com Rosário (2005): *A palavra ‘robô’ origina-se da palavra tcheca robotnik, que significa ‘servo’. O termo foi utilizado inicialmente por Karel Capek em 1923, época em que a ideia de um ‘homem mecânico’ parecia pertencer a uma obra de ficção. Não é só do homem moderno o desejo de construir robôs: alguns fatos históricos nos mostram que a ideia não é nova.*

A robótica não é algo tão recente, porém, os grandes desenvolvimentos da tecnologia nos últimos anos aliada com a diminuição dos materiais eletrônicos fizeram com que a utilização de ferramentas robótica de baixo custo fosse uma opção para serem usados nas escolas.

Robótica é a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com ou sem intervenção dos humanos. Ela pertence ao grupo das ciências informáticas, está em expansão e é considerada multidisciplinar, pois nela é aplicada o conhecimento de microeletrônica (peças eletrônicas do robô), engenharia mecânica (projeto de peças mecânicas do robô), física cinemática (movimento do robô), matemática (operações quantitativas), inteligência artificial e outras ciências. (CÉZAR, 2004)

A robótica educacional possui grande potencial para sua aplicação como ferramenta de ensino, entretanto, a necessidade de importação dos equipamentos necessários (Kits de robótica educacional) pode tornar a sua implementação bastante onerosa, além dos problemas relacionados à falta de capacitação do educador e da infraestrutura limitada das escolas, já citados anteriormente. Uma alternativa possível, do ponto de vista financeiro e metodológico, é a utilização da plataforma *Open-Source* Arduino, composta por hardwares e *softwares* livres.

Para o desenvolvimento tecnológico a robótica também tem se mostrado bastante necessária, hoje temos o uso da robótica em praticamente todos os tipos de trabalhos possíveis e a cada dia seu uso está sendo cada vez mais necessária como afirma Rosário (2015):

Na sociedade atual, é crescente a necessidade de realizar tarefas com eficiência e precisão. Existem também tarefas a ser levado a cabo em lugares em que a ação humana é difícil, arriscada e até mesmo impossível, como no fundo do mar ou em meio à imensidão do espaço. Para executá-las, faz-se necessária a presença de dispositivos mecatrônicos (robôs), que as realizam sem risco de vida. A robótica é a área que se preocupa com o desenvolvimento

de tais dispositivos; multidisciplinar e em constante evolução, ela busca o desenvolvimento e a integração de técnicas e algoritmos para a criação de robôs. (ROSÁRIO, 2015, pág.142).

Os alunos facilmente conseguem fazer uma relação do seu cotidiano com a robótica, já que hoje nossos alunos estão cada dia mais conectados com a internet e com os meios eletrônicos, proporcionando uma autonomia na aprendizagem, a escola e o professor precisam se adequar a essa nova realidade e que por isso não se pode mais ensinar da mesma maneira que ensinaram nossos avós, a robótica não é a solução, é apenas uma ferramenta didática que propõe trazer para um aluno um enfoque diferente da aprendizagem dos conteúdos da sala de aula.

Uma das principais características da robótica é o fato de poder relacionar diversas áreas tanto da escola nas mais diferentes disciplinas, quanto ao cotidiano do aluno. Trazer a tecnologia para dentro da escola faz com que a teoria seja cada vez mais compreensível ao aluno, além de estimular diversas habilidades como o trabalho em equipe, a discussão de ideias, formulação de soluções para determinados problemas, assim, a robótica educacional aparece como uma ferramenta didática que possui uma grande diversidade de aplicação na educação, como destaca Ribeiro (2011):

A RE pode ser utilizada como um processo de “Alfabetização Robótica” em que se faz uma abordagem dos conceitos mais simples desta tecnologia tais como conceitos de construção e de programação e, por outro lado, pelo facto de se poder usar de uma forma precisa e avançada para aprender conceitos de várias áreas disciplinares e desenvolver múltiplas competências.

De modo geral, a escola nos últimos anos tenta se adequar à nova realidade dos alunos, já não é mais aceitável que a metodologia tradicionalista esteja predominantemente inserida dentro da sala de aula, para isso, a nova escola procura diversas formas de agregar os conteúdos escolares abordado pelos professores com a cotidiano do aluno, para que este, através de estímulos didáticos possa estar fazendo uma melhor compreensão no processo de ensino aprendido, procurando fazer uma contextualização dos assuntos além de buscar os conhecimentos prévios para que a aprendizagem seja significativa, assim, a robótica educacional agrega essa nova realidade da nossa educação, como afirma:

Uma forma de minimizar as dificuldades da aprendizagem é utilizar a Robótica Educacional nas aulas de Física, a fim de estimular o interesse pela Física e a aprendizagem significativa dos alunos. Sabemos que a aprendizagem significativa se caracteriza pela ligação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Ou seja, o novo conhecimento adquire significados para o discente e o conhecimento prévio por sua vez, fica mais rico, mais elaborado em termos de significados e adquire mais estabilidade. (RABELO, 2014).

Nas últimas décadas, a produção de robôs no Brasil e no mundo tem se destacado pelo seu grande aumento, principalmente nas indústrias, além de que os custos relacionados a compra de robôs têm diminuindo seu valor comercial fazendo com que eles sejam bem mais acessíveis, e por isso cada vez mais presentes em diversos setores da sociedade como um topo nos mais variáveis setores. Rosário (2015) cita que *“A utilização de robôs também se tornou frequente na área cirúrgica (cardíaca, oftalmológica, etc.), na tele operação, na reabilitação por meios de próteses de pernas e braços e em operações em ambientes adversos (exploração submarina, em cavernas, espacial, etc.).”*

Levantamento da companhia indica que o número de robôs industriais vendidos nos Estados Unidos saltará cerca de 300% em menos de uma década. Para ter uma dimensão mais concreta, o número de robôs vendidos no mercado norte-americano aumentou 40% nos últimos quatro anos, de acordo com dados coletados pela Robotic Industries Association. A indústria automobilística tem sua maior participação, representando 70% das remessas de robôs industriais norte-americanos em 2016. (CIO, 2017)

É natural que a robótica esteja presente na vida de nossos alunos já que a cada dia há um aumento da utilização da robótica nos mais diversos campos, por isso, existe uma certa curiosidade por parte de nossos alunos para descobrir sobre essas novas tecnologias, cabe a escola e o professor poder adequar os currículos escolares de forma a poder fazer melhor a relação dos conteúdos escolares com novos meios tecnológicos, em especial a robótica.

A robótica educacional, conforme o dicionário Interativo da Educação Brasileira é um termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem, sendo estes compostos por diversas peças, motores e sensores, controlados por computador e softwares, sendo possível programar, de alguma forma, o funcionamento dos robôs. (RIBEIRO, 2013).

A dificuldade na implementação de uma metodologia satisfatória para o ensino de física nas escolas sempre esteve associada à capacidade de abstração dos alunos, e à um currículo escolar predominantemente conteudista. O que pode ser atribuído em parte à utilização de metodologias tradicionais, onde o professor se apresenta como um repetidor do que é mostrado nos livros didáticos, e o aluno um receptor das informações repassadas pelo docente. A partir dessa problemática diversos estudos propõem metodologias alternativas de

ensino que buscam facilitar a compreensão, bem como motivar os alunos para o estudo de física (PIRES E VEIT, 2006; SOUZA ET AL., 2011; SILVA, 2011).

Fazer com que a aprendizagem ocorra dentro da sala de aula realmente é um grande desafio, o professor tem que possuir diversas habilidades e ferramentas pedagógicas para motivar e fazer com que o construtivismo ocorra na sua prática docente, como afirma Lakomy (2014):

Com isso, podemos afirmar que a aprendizagem é um processo dinâmico que envolve a interação do aluno com o meio. Para que ela ocorra, é necessário que o professor dê a devida atenção aos fatores que motivam o aluno a aprender e entenda que o processo ensino-aprendizagem é uma espiral de conhecimentos- e que cada conhecimento serve de base ou pré-requisito para a aquisição do seguinte. (LAKOMY, 2014).

A robótica educacional veio como ferramenta que propõe ao estudante uma forma diferente de aprender diversas áreas de forma multidisciplinar, tais como Física, Matemática, Informática, dentre tantas outras, além de fugir do tradicionalismo dentro da sala de aula.

Apesar de a robótica ter um caráter atrativo para os alunos, por si só ela não é capaz de promover uma aprendizagem significativa, a metodologia empregada pelo professor é fundamental para que essa ferramenta de ensino obtenha sua potencialidade para os alunos, já que cabe a professor direcionar essa aprendizagem.

A robótica enquanto ferramenta educacional atua como auxílio para o processo de ensino e de aprendizagem na medida em que, além de ser um objeto atrativo e estimulante para os jovens, apresenta uma gama de possibilidades de utilização estratégica no ensino das diferentes componentes curriculares. (RIBEIRO, 2013)

A robótica pode proporcionar os modelos de aprendizagem proposta por Piaget, o professor tem que ser capaz de usar determinada teoria ao que lhe achar mais adequada ao momento da aula com a robótica. A interação com o objeto (no caso do robô) com o manuseio e testes de equipamentos e outras matérias durante as atividades em sala traz bem o caráter Piagetiana, onde o professor propões desafios a partir dos conhecimentos prévios procurado com que o aluno tenha um desequilíbrio e fazendo com que este se desenvolva em suas potencialidades. É importante também observar o caráter maturacional, já que os desafios que o aluno terá tem que ser de acordo com suas capacidades e desenvolvimento, pois na robótica podemos ter desafios simples ou até mesmo bastante avançados.

Os custos da utilização de kits de robótica ainda são muito onerosos e que infelizmente ainda possuímos uma dificuldade de uso de tecnologias como computadores e internet por partes de muitos alunos no acesso da informática e eletrônica tanto na escola como em suas residências.

Nesse ponto o uso da plataforma arruíno têm-se mostrado uma ferramenta viável e de baixo custo, pois utiliza equipamentos eletrônicos simples.

Ribeiro (2013), cita que a utilização da robótica no ensino de Física tem-se mostrado uma grande ferramenta multidisciplinar de ensino, pois é uma maneira interessante de se aprender Física pois estimular o aluno a compreender os conceitos vistos em sala de aula. A questão da interdisciplinaridade é um desafio na escola, pois é preciso que os professores através de projetos de ensino procurem abordar em conjunto para que ao aluno possa ter uma maior assimilação, nesse ponto a robótica vem como uma ótima ferramenta, e que ainda possui uma grande diversidade de vantagens para a educação, a qual podemos destacar como:

- trabalho em equipe;
- autodesenvolvimento;
- capacidade de resolver problemas;
- integração de disciplinas;
- senso crítico;
- postura empreendedora;
- construção de pensamento lógico;
- criatividade;

Conforme Gomes (2017), existem cinco vantagens em se aliar robótica a educação. São elas: (i) transforma a aprendizagem em algo motivador; (ii) permite aos alunos testarem em um equipamento físico o que aprenderam utilizando programas modelos que simulam o mundo real; (iii) faz com que os alunos verbalizem seus conhecimentos, experiências e desenvolvam a capacidade de argumentar e contra argumentar—essa vantagem pode ser utilizada como uma ajuda na superação de limitações na comunicação —; (iv) desenvolve o raciocínio e a lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos; (v) favorece a interdisciplinaridade, integrando conceitos de diferentes áreas, tais como matemática, física, eletrônica, mecânica e arquitetura.

A ideias de Gomes (2017) e Ribeiro (2013) corroboram, portanto, que a robótica educacional pode ser utilizada como uma ótima ferramenta educacional, pois possui diversas características que estão presentes na nova realidade da educação, podendo agregar diversos assuntos curriculares de diferentes disciplinas ao mesmo tempo, além de agregar outras habilidades como o empreendedorismo, autonomia, trabalho em equipe e resolução de problemas.

### 1.6 O Construtivismo na sala de aula

Para Lakomy (2014), o construtivismo *“não é uma teoria psicológica, mas um referencial explicativo que interpreta o processo de ensino e aprendizagem como um processo social de caráter ativo, em que o conhecimento é fruto da construção pessoal e ativa do aluno”*.

De acordo com a autora, o aluno consegue aprender quando retém o conhecimento e formaliza uma representação pessoal do objeto de estudo fazendo relação com sua realidade, nesse processo é necessário que haja uma interação com o objeto de estudo fazendo uma relação com os conhecimentos prévios e um interesse pelo que se está pretendendo a aprender.

Nesse processo é necessário que o professor faça uso das teorias construtivista em seus planejamentos de aulas, fazendo uso da participação do aluno durante as aulas, levando em conta as experiências vividas pelos alunos como também os conhecimentos prévios adquiridos por ele para que este tenha uma participação proativa durante a construção do conhecimento, a autora ainda ressalta:

Com isso, podemos afirmar que a aprendizagem é um processo dinâmico que envolve a interação do aluno com o meio. Para que ela ocorra, é necessário que o professor dê a devida atenção dos fatores que motivam o aluno a aprender e entenda que o processo de ensino-aprendizagem é uma espiral de conhecimentos- e que cada conhecimento serve de base ou pré-requisito para aquisição do seguinte. (LAKOMY, 2014).

O processo de ensino aprendido não é uma tarefa fácil, fazer com que nossos alunos possam adquirir tais conhecimentos e habilidades desejadas em nossos planos de aula é um desafio, principalmente quando temos uma grande variedade de alunos com níveis de conhecimentos prévios distintos. Para fazer essa tarefa, utilizamos as teorias de aprendizagem, hoje temos a concepção construcionista, onde o aluno deve fazer parte do processo de ensino aprendido, deixando de ser um ser passível para ser um ser proativo, e o professor deixa de ser um mero “passador de informações” e passa a ser um facilitador neste processo, mas afinal, como fazer com que nossas aulas sejam construcionista, e como essa teoria pode ser

incorporada na nossa prática de ensino? Essas perguntas não são tão simples, pois aqui tratamos de uma teoria de aprendizagem e que as variáveis para que a aprendizagem seja significativa mudam muito de escola para escolas, ou até mesmo de aluno para aluno, porém, podemos utilizar a teoria construcionista como norteamento para a produção de uma metodologia de ensino mais adequando a nova escola, esse ponto de vista é discutido por Coll (2009):

Se aceitássemos que o ensino é exclusivo ou fundamentalmente uma atividade rotineira, estática e até estereotipada, não precisaríamos de teorias sobre essas características; nesse caso, as receitas e instruções seriam mais adequados. Mas já sabemos que ensinar é outra coisa, e que os planos fechados raramente se adaptam às necessidades da situação.

Como também afirma Coll(2009), a aprendizagem não se resume em copiar ou reproduzir a realidade, pois para as teorias construtivista, o aluno deve fazer sua própria concepção da realidade ou do que o professor esteja tentando ensinar, portanto, preciso que haja um vínculo entre o aluno e o objeto de estudo, para que essa interação faça com que seus conhecimentos possam ser modificados a partir dessa interação e fazendo um novo enfoque sobre o objeto de estudo.

Antunes (2014) relata que as novas reflexões do movimento da Nova Escola nos levam a afirmar que o professor não ensino, na verdade ele apenas contribui para que o aluno aprenda, sendo esse processo sendo conduzido pelo professor fazendo com que os estímulos sejam guiados para reconstruir seus saberes, onde são se aprende sem esse confronto entre o saber antigo e novo saber.

Não é difícil perceber a imensa diferença entre passar informações- atividade que pode ser utilizada por um professor, ainda que seu trabalho a isso não se restrinja- e transformar informação em conhecimento, fazendo com que o aluno verdadeiramente aprenda. (ANTUNES, 2014).

Aqui quando destacamos na necessidade de atribuir significado no que o aluno esteja aprendendo, estamos fazendo um processo que o aluno mexer no seu nível cognitivo, fazendo uma modificação em seus esquemas mentais, para se reorganizar e portanto, fazendo mudanças. Essas mudanças podem ser pequenas ou grandes, dependendo dos conhecimentos prévios ou até mesmo em alguns casos nulas, quando não ocorre o processo de aprendizado, cabe o professor observar e avaliar essas mudanças e intervir quando necessário, isso faz com que o professor tenha um papel importantíssimo nesse processo.

Conseqüentemente, um bom planejamento é de extrema importância, já que o professor deve saber intervir nas mais diferentes etapas a partir das avaliações durante o processo da aprendizagem do aluno, e que nem sempre essa avaliação não é realizada, aqui não estamos falando em avaliar o que o aluno aprendeu como resultado de uma aula, e sim no acompanhamento do processo de aprendizado dos alunos, ou seja, não estamos falando do final do processo de ensino aprendizagem, mas sim do acompanhamento do processo da aprendizagem como um todo, diversas vezes negligenciados na escola, como destaca:

É preciso acrescentar ainda que, frequentemente, também não sabemos aproveitar o conhecimento já disponível atualmente, portanto, que o planejamento, a implantação e a avaliação de situações escolares de ensino e aprendizagem nem sempre têm as características mais adequadas para fomentar essas formações, cuja tendência para o “intelectual” parece definitivamente instalada, sobretudo nas etapas superiores. (COLL, 2009).

Outro destaque pertinente no processo de aprendizado é uma pré disposição do aluno em aprender, tarefa muito desafiante nos dias atuais onde o celular e as mais diferentes tecnologias disputam a atenção dos assuntos escolares, para isso, pensar na motivação para aprender é essencial para o professor que pretenda usar a teoria construcionista dentro da sala de aula, sem contar que é necessário um esforço tanto por parte do professor quanto por parte do aluno, isso envolve uma série de fatores como tempo, condições básicas de estudo e até mesmo um envolvimento entre a turma com o professor, assim, o professor deve sempre buscar fazer com que o aluno possa estar estimulado nesse processo de ensino, como afirma:

Naturalmente, se um aluno não conhece o propósito de uma tarefa e não pode relacionar esse propósito à compreensão daquilo que implica a tarefa e às suas próprias necessidades, muito dificilmente poderá realizar aquilo que o estudo envolve em profundidade. Pelo contrário, quando tudo isso permanece desconhecido, o que emerge como guia são as indicações do professor para cumprir os requisitos da tarefa, que, como não podem ser relacionadas às finalidades a que respondem, podem levar à adoção de um enfoque superficial. (COLL, 2009)

## 1.7- O uso do Arduino no ensino de Física

De acordo com McRoberts (2015):

Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software.

O Arduino surgiu na Itália no ano de 2005 em uma universidade para alunos de Design que queriam utilizar micro controladores em alguns projetos, mas queriam uma placa simples e barata para a construção de projetos que exigiam circuitos eletrônicos e programação. Assim, surgiu o Arduino, com um fim de facilitar a utilização para desenvolvimento de projetos eletrônicos de forma simples para pessoas que a priori não possuíam grandes conhecimentos de eletrônica. Como não possuía um caráter comercial ela tem projeto e código aberto (Open Source) de modo que qualquer pessoa com conhecimentos de eletrônica possa fazer sua própria placa, a partir daí surgiu diversos modelos em todo mundo, cada uma com suas características, a figura 01 mostra a placa Arduino UNO que é um dos modelos mais utilizado pela comunidade Arduino.

**Figura 01 – Arduino Uno**



Fonte: <https://mindsetonline.co.uk/shop/arduino-uno-r3/>

O Arduino pode ser utilizado para desenvolver objetos interativos independentes, ou pode ser conectado a um computador, a uma rede, ou até mesmo a Internet para recuperar e enviar dados do Arduino e atuar sobre eles. Em outras palavras, ele pode enviar um conjunto de dados recebidos de alguns sensores para um site, dados estes que poderão, assim, ser exibidos na forma de um gráfico. (MCROBERTS,2015).

Atualmente existe uma grande variedade de kits comerciais de robótica educacionais, porém, o alto custo desses kits faz com que a utilização destes sejam uma barreira, principalmente quando tratamos de escolas públicas, assim, o uso do Arduino é uma alternativa bastante viável pois este, por ser Open Source, possui uma grande diversidade de placas como demonstra a Figura 02, fazendo com o seu custo se tornasse bem mais fácil para ser adquirido pelos professores e alunos do ensino médio, além de possuir uma grande diversidade de comunidades na internet, que de forma fácil e gratuita, disponibilizam uma grande quantidade de material didático para o aprendizado da ferramenta, tais como apostilas, tutoriais, vídeos, dentre tantos outros.

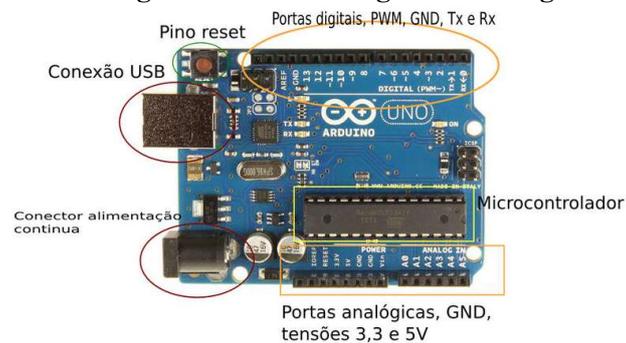
**Figura 02 – Alguns tipos de Arduino**



Fonte: [http://mbrobotics.es/blog/wp-content/uploads/2016/04/modelos\\_Arduino\\_2014.png](http://mbrobotics.es/blog/wp-content/uploads/2016/04/modelos_Arduino_2014.png)

O Arduino foi desenvolvido para que a sua utilização fosse bastante simples, de modo que seu hardware possui um característica de ser bastante simples, para que o uso de portas digitais ou analógicas, como também alimentação (tensão elétrica) e conexões fossem feitas de maneira rápida e prática como a Figura 03 demonstra, assim, a conexões com outros dispositivos eletrônicos seja uma tarefa muito fácil, além de possuir uma programação simples, sendo possível conectá-lo com diversos componentes eletrônicos independentes, inclusive componentes reciclados, diferente dos outros kits comerciais de robótica educacionais por exemplo.

**Figura 03 – Portas digitais e analógicas**



Fonte: <https://wiki.sj.ifsc.edu.br/>

A quantidade de portas digitais, analógicas ou PWM (*Pulse-Width Modulation*), dependerá da placa Arduino que você utilizar, na figura acima temos as portas do Arduino UNO, as portas analógicas de saída (Portas PWM) estão simbolizadas pelo símbolo “~”. Para energizar o Arduino, você pode tanto usar uma fonte externa quanto pela porta USB, todas as

placas possuem um regulador de tensão, mas elas possuem um limite, o recomendado é que você utilize uma tensão entre 7 a 12 V e que não utilize nas portas digitais ou analógicas atuadores que utilizem uma corrente maior que 40 mA, que é a corrente elétrica máxima que as portas suportam, nesses casos, você deverá um circuito separado, como um Módulo Ponte H por exemplo.

O modelo mais popular é o Arduino Uno como cita Multilógica (2017):

O Arduino Uno SMD R3 é uma placa de microcontrolador baseado no ATmega328 (datasheet). Ele tem 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação uma conexão ICSP e um botão de reset. Ele contém todos os componentes necessários para suportar o microcontrolador, simplesmente conecte a um computador pela porta USB ou alimente com uma fonte ou com uma bateria e tudo pronto para começar.

Por ser uma das mais simples e baratas que podemos encontrar no mercado, de acordo com Multilógica (2017) tem as seguintes características:

Microcontrolador	ATmega328
Voltagem Operacional	5V
Voltagem de entrada (recomendada)	7-12V
Voltagem de entrada (limites)	6-20V
Pinos E/S digitais	14 (dos quais 6 podem ser saídas PWM)
Pinos de entrada analógica	6
Corrente CC por pino E/S	40 mA
Corrente CC para o pino 3,3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) dos quais 0,5KB
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidade de Clock	16 MHz

Para você usar o Arduino você tem que dizer para ele o que fazer como em qualquer computador, para isso devemos utilizar a linguagem de programação, o leitor terá caso ainda não saiba programar terá que estudar pelo menos o básico, hoje graças a internet temos diversos materiais gratuitos além de diversos livros sobre algoritmo, rapidamente você será capaz de

produzir seus códigos para o Arduino, por isso, antes de prosseguir para as próximas atividades sugiro algumas pesquisas básicas de programação, ao final dessa atividade irei dá algumas sugestões.

O Arduino possui um microcontrolador, ele só entende linguagem de máquina (zero ou um), para facilitar nossa vida usamos um compilador do Arduino para converter nosso programa para a linguagem de máquina, para fazer isso você deve baixar a IDE do Arduino (do inglês Integrated Development Environment ou Ambiente Integrado de Desenvolvimento) no site oficial do Arduino : (<https://www.arduino.cc/en/main/software>) e instalar em seu computador de acordo com o seu sistema operacional, ele é gratuito, mas caso queira pode contribuir para ajudar os desenvolvedores da plataforma, a Figura 04 mostra a tela inicial de instalação da IDE do Arduino:

**Figura 04: IDE Arduino**



Fonte: Próprio autor

Com a IDE instalada você poderá começar a digitar o seu código, na figura abaixo mostra as principais funções da IDE, com as próximas atividades você vai familiarizar intuitivamente com cada função da IDE, mas é importante saber o que cada botão faz para ajudar nas primeiras atividades, essas funções estão descritas na Figura 05.

**Figura 05: IDE Arduino**



Fonte: <http://omecatronico.com.br/blog/introducao-ao-arduino/>

## CAPÍTULO 2- O PRODUTO EDUCACIONAL

Esse capítulo relata os materiais utilizados para o desenvolvimento e utilização do produto educacional desenvolvido no Mestrado Profissional em Ensino de Física Polo 56 e coloca algumas orientações para sua utilização pelo professor de Física.

### 2.1 Lista de materiais

A lista de material utilizada no produto educacional são descrita em cada atividade, a tabela abaixo mostra uma lista de materiais a serem utilizadas na produção do robô final, alguns materiais podem ser substituídos por material semelhantes e facilmente encontrados no mercado de eletrônica ou até mesmo reciclado, além dos materiais citados na tabela, também são necessários equipamentos básicos de eletrônica como multímetro, alicate, tesoura e computador para edição e envio de códigos ao Arduino, o chassi também pode ser produzido pelo aluno com diversos tipos de materiais, uma rápida pesquisa na internet você poderá encontrar muitas ideias interessantes, a Tabela 01 mostra os componentes utilizados nas atividades práticas do produto educacional.

**Quadro 01: Materiais para utilização do produto educacional**

<b>MATERIAL</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
Arduino	1	Pode ser qualquer modelo, existem vários, minha sugestão é que o Arduino Uno por ser o mais barato e se adequa perfeitamente ao projeto (não se esqueça do cabo USB junto com Arduino)
Rodas com caixa de redução	2 ou 4	Você pode usar o robô com 2 ou 4 rodas, caso o robô seja com duas rodas você também deverá usar uma pequena roldana no chassi, por isso, na hora de adquirir o chassi veja se ele é para 2 ou 4 rodas)
Chassi Robô Móvel	1	Para duas ou quatro rodas, eu por exemplo criei com material de sucata um com duas rodas.
Shield Ponte H L293D	1	Existem outros modelos, porém, as atividades foram desenvolvidas para essa ponte H
Protoboard 200 pontos	1	Pode ser utilizada também a de 400 pontos
Kit Fios Jumpers	1	Kits com Fios M-M, M-F, F-F
Kit resistores	1	Os mais usados são de 200Ω a 10 k Ω
Kit LEDs	1	Várias cores
Multímetro digital portátil	1	Não precisa ser para cada grupo pois pode compartilhar
Ferro de solda	1	Não precisa ser para cada grupo pois pode compartilhar

Sensor ultrassônico HC- SR04	1	-
Sensor de refletância	2 ou 4	Usaremos 2, mas com 4 a precisão é melhor
Computador ou notebook	1	Para instalar a IDE e a digitar os códigos
Fonte de tensão ou bateria	1	Entre um valor de 9V a 20V, recomendo uma de 12 V.
Kit Parafusos e porcas	1	O tamanho vai depender dos chassis e de sensores
Kit de LDR	1	variável

Fonte: Próprio autor

A grande maioria dos materiais utilizados nas atividades do produto educacional podem ser encontradas nas lojas de eletrônicas, o leitor com uma rápida pesquisa encontra esses materiais com um preço bem acessível, a seguir destacaremos algumas características importantes da utilização de alguns dos componentes descritos na tabela acima, a figura 06 mostra rodas com caixa de redução usadas para movimentar o robô:

**Figura 06 – Rodas com redução**



Fonte: <http://s3.amazonaws.com/>

### **Especificações:**

- Tensão de Operação: 3-6VDC
- Torque: 0,35 Kgf/cm (3V) e 0,80 Kgf/cm (6V)
- Dimensões: 70 x 37 x 23mm

Existem hoje no mercado diversos tipos de chassis de robótica educacional, de duas ou 4 rodas, a escolha vai depender dos recursos disponíveis para o professor ou para a escola, a sugestão abaixo possui um preço bem acessível, mas o professor ou aluno pode facilmente

utilizar outro kit disponível como também montar seu próprio chassi, a figura 07 mostra um kit comercial e um chassi com 4 rodas utilizada nas atividades.

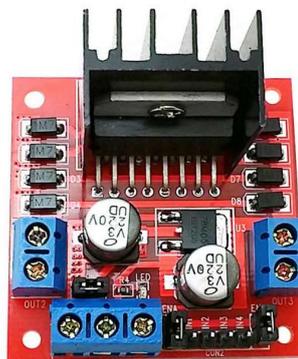
**Figura 07 – Chassi 4 rodas**



Fonte: [www.baudaeletronica.com.br](http://www.baudaeletronica.com.br)

Os motores possuem uma corrente de operação maior que 40 mA que é a corrente máxima que as portas do Arduino suportam, assim, a tensão da bateria deve estar ligada fora do circuito do Arduino, além de que também precisamos controlar o sentido do giro dos motores em horário ou anti horário, por isso, utilizamos um módulo ponte H para Arduino que pode suportar tanto a corrente elétrica dos motores até a tensão necessária, a figura 08 mostra um módulo Ponte H usada para fazer o controle do giro e potência utilizada nos motores para controle do movimento.

**Figura 08 – Ponte H**



Fonte: <http://discuss.bluerobotics.com/t/led-driver-micro-controller-a6211/1592>

Especificações Módulo Ponte H L298N:

- Tensão de Operação: 4~35v
- Chip: ST L298N

- Controle de 2 motores DC ou 1 motor de passo
- Corrente de Operação máxima: 2A por canal ou 4A máxima
- Tensão lógica: 5v
- Corrente lógica: 0~36mA
- Limites de Temperatura: -20 a +135°C
- Potência Máxima: 25W
- Dimensões: 43 x 43 x 27mm
- Peso: 30g

O Arduino é uma placa de prototipagem, ou seja, ela precisa ser utilizada para fazer testes de uso e não o produto final, portanto, como temos que reutilizar diversos equipamentos em atividades distintas, utilizamos uma protoboard para fazer nossos circuitos elétricos sem precisar usar soldas, a Figura 09 mostra um tipo de protoboard que pode ser utilizada nas atividades.

**Figura 09 – Protoboard**



Fonte: <http://www.baudaeletronica.com.br/protoboard-400-pontos.html>

O Sensor de distância ultrassônico HC-SR04 é um sensor de custo baixo e de muitas aplicações para o estudo da Física, funciona basicamente como um sonar, emitindo um som e recebendo esse som, o tempo de ida e volta ele pode calcular a distância com precisão de milímetros, a Figura 10 mostra o módulo sensor ultrassônico utilizado.

**Figura 10 – Sensor ultrassônico**



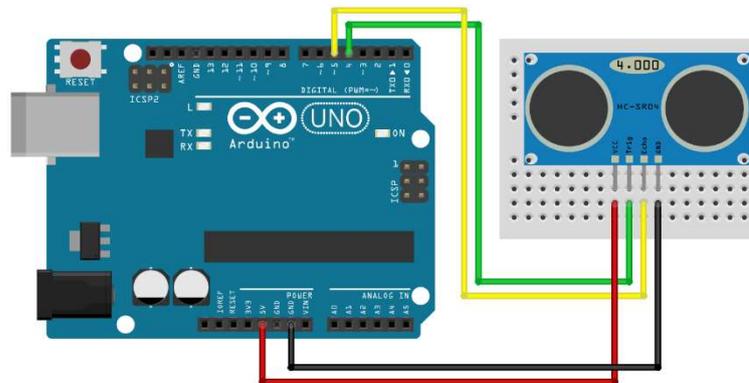
Fonte: <https://www.robocore.net/loja/produtos/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04.html>

### Especificações:

- Alimentação: 5V DC
- Corrente de Operação: 2mA
- Ângulo de efeito: 15°
- Alcance.: 2cm ~ 4m
- Precisão.: 3mm

A montagem do circuito elétrico no Arduino é bastante simples e já possui uma biblioteca que facilita muito na hora de coletar os dados pois a maior parte da programação já está incluído nessa biblioteca, a Figura 11 mostra um exemplo de montagem de circuito proposta na atividade sobre as propriedades do som.

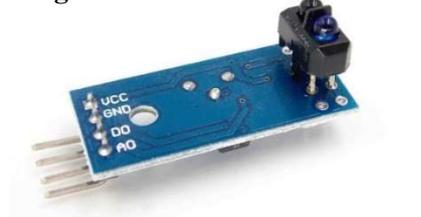
**Figura 11 – Circuito ultrassônico**



[https://www.filipeflop.com/wp-content/uploads/2011/07/Arduino\\_HC\\_SR04\\_bb.png](https://www.filipeflop.com/wp-content/uploads/2011/07/Arduino_HC_SR04_bb.png)

O sensor de refletância foi usado tanto para explicar conceitos de óptica quanto de eletromagnetismo, possui muitas aplicações, além de ser facilmente aplicada a diversos tópicos da Física, o funcionamento é bem simples e muito fácil de compreender, a Figura 12 mostra um sensor utilizado para o Arduino diferenciar as superfícies brancas ou pretas, usadas nas atividades sobre propriedades das ondas eletromagnéticas, já a figura 13 mostra sobre o funcionamento desse sensor.

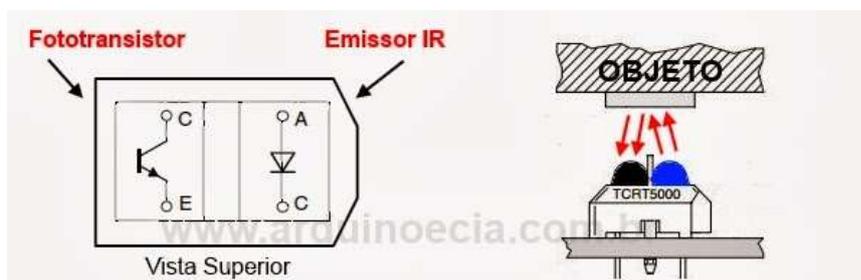
**Figura 12 – Sensor refletância**



Fonte: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-781206881-sensor-de-linha-segura-faixa-infravermelho-ir-tcrt5000-\\_JM](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-781206881-sensor-de-linha-segura-faixa-infravermelho-ir-tcrt5000-_JM)

**Especificações:**

- Modelo: TCRT5000
- Tipo do Detector: Fototransistor
- Dimensões: 10,2 x 5,8 x 7,0mm
- Tamanho de Onda Emissor: 950nm
- Máxima Detecção: 25mm

**Figura 13 – Funcionamento do sensor de refletância**

Fonte: <https://www.arduinoecia.com.br/2013/10/sensor-optico-reflexivo-tcrt5000.html>

Para fazer as conexões sem precisar ficar soldando os fios utilizamos kits de fios que podem ser macho-macho; macho-fêmea ou fêmea-fêmea, esses kits são mais práticos principalmente quando usados com a protoboard, podem ser utilizados outros fios, porém, é importante verificar sempre se as conexões estão passando corrente elétrica para que não ocorra erros durante a montagem e realização das atividades, a Figura 14 mostra um kit de fios utilizados no projeto, por ter várias cores esse é uma opção bem didático para a aprendizagem de montagem de circuitos pelos alunos.

**Figura 14 – Kit fios jumpers**

Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-807651191-kit-40-jumpers-macho-fmea-30cm-cabo-fios>

Para a alimentação dos motores e do Arduino, temos que utilizar fontes de tensão contínua, o Arduino possui um regulador de tensão que varia entre 5 a 20 Volts e possuem uma carga de operação muito pequena, em torno de 40 mA, porém, já com a utilização de outros componentes como motores, devemos alimentar de acordo com as especificações dos motores, as portas PWM do Arduino geralmente são utilizadas para controlar a tensão do motor fazendo com que a velocidade de rotação ou o seu sentido sejam facilmente alterados. Essa fonte pode ser alterada por pilhas recarregáveis que possuem tensões contínuas semelhantes, as fontes geralmente usadas estão próximas de 12 volts e possuem corrente de 1 A, a Figura 15 mostra uma fonte usada para alimentação dos motores e do Arduino nas diversas atividades.

**Figura 15 – Fonte 12 volts**



Fonte: <http://www.dgimportados.com/fntes-12-volts/fonte-12v-2a-chaveada-bivolt-24w>

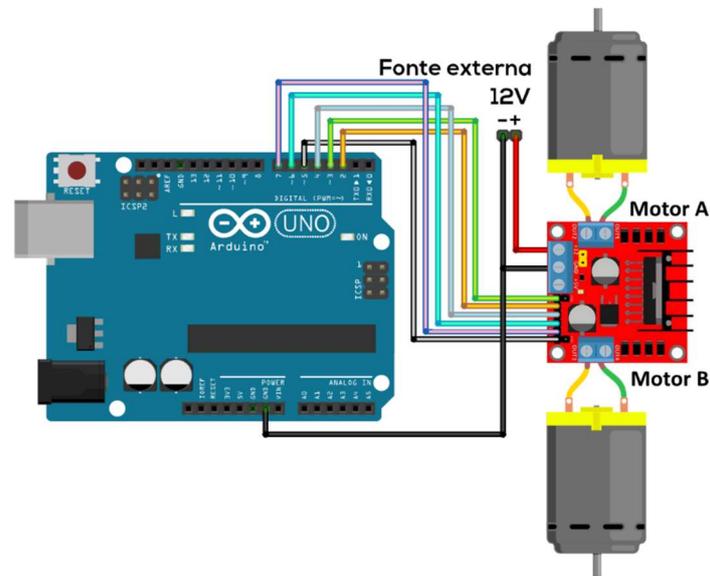
## 2.2 Orientações para utilização do produto educacional

As especificações mais detalhadas dos usos dos componentes e módulo descritos no tópico anterior estão relatadas dentro do produto educacional, o professor e aluno(s) podem ainda está usando componentes eletrônicos de sucatas, tais como resistores, fontes elétricas, baterias, fios, etc. A aplicação do produto educacional se mostrou melhor aproveitado quando utilizada sobre forma de projeto extra sala, as experiências vividas sobre a aplicação serão melhor detalhadas nos tópicos seguintes.

A carga horária total de aplicação do produto educacional irá depender de uma série de fatores, tais como materiais disponíveis, quantidades de horas extraclasse nível escolar da turma, assim, a sugestão mínima para aplicação das atividades é de pelo menos 20 horas aulas.

Em cada atividade devem ser abordados conceitos iniciais da Física que servem como introdução ao estudo, além de que são especificados os objetivos de cada atividade e dos materiais necessários. Em cada atividade é feito um exemplo de como se pode aplicar o assunto abordado como mostrado na Figura 16, informando o circuito colorido para facilitar para aluno e professor a montagem como também um código para o Arduino, após o exemplo é feita uma pequena avaliação sobre a atividade e um desafio para os alunos. Ao final das atividades tem alguns referenciais bibliográficos que podem ser utilizados para complemento de aprendizagem caso o professor ou aluno desejem.

**Figura 16 – Circuito motor com Arduino**



Fonte: <http://www.dgimportados.com/fntes-12-volts/fonte-12v-2a-chaveada-bivolt-24w>

## **CAPÍTULO 3- USO DO PRODUTO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO**

Este capítulo relata a experiência da utilização do produto educacional abordando o plano de atividades desenvolvidas, destacando os objetivos e como são relacionados os assuntos de Física com a robótica.

### **3.1 Sobre o curso**

A ideia principal para implementação do produto educacional é de criar um estímulo e gerar debates para a compreensão de fenômenos físicos abordados em sala de aula com o uso da robótica educacional de baixo custo, como os temas de física abordados na robótica educacional são bastantes diversos e abrange conteúdos de todas os anos do ensino médio de acordo com a organização curricular e didática da grande maioria dos livros didáticos é aconselhável utilizar o produto para alunos do 3º ano do ensino médio, no entanto, o material não é bem aprofundado, e portanto é preciso sempre a orientação do professor de Física como também a utilização de outros materiais didáticos para uma melhor abordagem do conteúdo durante a aplicação do produto educacional, como o livro didático por exemplo, assim, caso o professor de Física ache melhor, poderá utilizar o produto educacional para alunos das diversas etapas do ensino médio, só que terá que utilizar os assuntos das diferentes anos do ensino médio, utilizando-se sempre outros materiais complementares e até mesmo fazer uma interdisciplinarização com outras disciplinas tais como a informática, a matemática ou outras tantas que o uso da robótica educacional possa proporcionar.

Como o material produzido não obedece sistematicamente o cronograma dos assuntos por ano letivo, o material foi utilizado para alunos de diferentes anos do ensino médio de alunos do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia (IFPI) Campus Parnaíba no qual o este autor leciona, para alunos dos cursos técnicos integrado ao médio de informática e de eletrotécnica, pois ambos os cursos possuem uma certa familiaridade com alguns conceitos usados na robótica educacional e que foi um grande atrativo para estes.

No primeiro momento foi feita uma inscrição dos alunos que estavam interessados em participar do curso por meio de um formulário e, devido a uma limitação na quantidade de materiais eletrônicos para a construção dos robôs (que davam para fazer apenas 5 robôs aproximadamente), a turma teve que ser reduzida para apenas 20 alunos, 10 de cada turma, em horário da tarde no contra turno escolar para não interferir nos horários de aulas, foi escolhido as segundas feiras pois os horários se adequavam para as duas turmas do projeto.

O produto educacional foi aplicado sob forma de curso extracurricular, com um objetivo inicial de aplicação de 40 horas aulas sob forma de projeto de interesse institucional no turno da tarde, cada encontro com um tempo aproximado de 4 horas, portanto, aproximadamente 10 encontros pois vai depender bastante do desempenho das equipes e dos recursos materiais disponíveis durante o curso.

O produto educacional foi dividido em 09 atividades, sob grau de dificuldades e por temas de Física que o professor poderá utilizar durante o curso e que também poderá fazer relação com os assuntos vistos em sala de aula, mas caberá ao professor “puxar” o assunto a partir das atividades práticas e teóricas de cada atividade.

Durante a realização do curso é comum um certo anseio dos alunos em já “colocar a mão na massa”, em produzir logo os robôs, porém, é preciso deixar claro para os alunos que para fazer o robô é preciso antes aprender diversos conceitos básicos que vão desde a robótica em si como também assuntos da Física, por isso, o material produzido foi dividido em graus de dificuldades para poder se adequar a realidade das escolas brasileiras.

Alguns alunos já chegam no curso com alguns conhecimentos prévios do uso da robótica, é importante que o professor no primeiro momento possa está fazendo essa verificação com toda a turma como também mostrar para eles o uso da robótica não apenas como entretenimento, mas também como compreensão do mundo atual em que vivemos e que a robótica está presente bastante no mercado de trabalho e de que a cada ano há um crescimento muito significativo, pois cria uma motivação a mais já que no primeiro momento eles terão que ver bastante teorias.

A aquisição de materiais, descritas no capítulo anterior, pode ser adquirida por etapa, e foi pesquisada para ser o mais acessível financeiramente possível para se adequar a realidade das escolas públicas, cada kit de materiais foi utilizada para 5 alunos, assim, para uma turma de 20 alunos foi utilizado materiais para 4 equipes, na experiências descritas posteriormente este número não foi o aconselhado, por isso, sugiro ao professor ter em média 4 alunos por robô já que 5 alunos acredito ser o limite para uma aprendizagem significativa do curso.

A avaliação ocorreu no desempenho das atividades práticas durante todo o curso, ocorreram algumas desistências de alguns alunos por motivo de recursos materiais da escola tais como transporte e refeitório que será discutido posteriormente, no mais, as atividades foram muito gratificantes e prazerosa, como o objetivo é o estímulo para a aprendizagem de conceito de Física a avaliação da aplicação do produto ocorreu de forma qualitativa durante todo o curso.

Ao final, foi realizado um questionamento através de formulário para verificar as dificuldades encontrada pelos alunos, sugestões e qualidade dos cursos para uma análise dos resultados obtidos e de futuros trabalhos.

### 3.2 Plano de atividades e sugestões

A aplicação do produto educacional ocorreu sob forma de um curso com duração de 60 horas aulas com aulas teóricas e práticas, para aplicação do curso foi dividida em 09 atividades:

Atividade 00– Introdução ao uso do Arduino para Robótica

Atividade 01- Como funciona um LED?

Atividade 02 – Resistores e Circuitos Elétricos

Atividade 03 – O que é uma Onda Eletromagnética?

Atividade 04- O que é o som e como funciona o eco?

Atividade 05- Como funciona os motores elétricos?

Atividade 06 – O que é um movimento curvo?

Atividade 07 – Vamos subir um plano inclinado?

Atividade 08– Robô seguidor de linha que desvia de obstáculos

Cada atividade tem como objetivo trazer discussões e debates sobre fenômenos físicos distintos, é normal também surgirem temas que dialogam com outras áreas de ensino, pois a robótica educacional não delimita apenas em uma área de estudo, cabe ao professor não reprimir essas discussões, e sim buscar trazer ao máximo sobre discussões sob o olhar da Física para melhor se adequar ao roteiro de atividades proposto no produto educacional.

A primeira atividade (ATIVIDADE 00) foi chamada de zero porque ela é apenas um capítulo de guia de programação para utilização da plataforma Arduino e não aborda aqui conceitos da Física, ela é apenas um rápido guia para auxiliar professores e estudantes que ainda não possuem conhecimentos prévios e que por isso pode ser pulado caso alunos e professores já possuem conhecimentos prévios da utilização dessa plataforma, ao final desse capítulo tem também uma lista de livros sobre Arduino com poderão ajudar caso o professor e aluno queiram aprofundar mais sobre o assunto.

A tabela a seguir descreve os objetivos de cada atividade realizada no produto educacional:

**Quadro 02 – Plano de atividades do produto educacional**

ATIVIDADE	OBJETIVO
00 - Introdução ao uso do Arduino para Robótica	- Compreender o que é o Arduino, a utilização de portas digitais e analógicas, lógica de programação em linguagem estruturada, usar variáveis, constantes e funções; aprender a usar operadores lógicos.
01 - Como funciona um LED?	- Praticar a utilização do Arduino, funcionamento de LED, aprender sobre corrente elétrica, tensão, frequência e potência elétrica
02 – Resistores e Circuitos Elétricos	- Entender como funciona os circuitos elétricos; compreender a utilização de resistores, compreender como fazer um circuito simples;
03 – O que é uma Onda Eletromagnética?	- Princípios da óptica geométrica, compreender o que é uma onda eletromagnética, relacionar e identificar as diferentes formas de ondas eletromagnéticas no cotidiano, aprender a usar portas digitais e analógicas no Arduino.
04 - O que é o som e como funciona o eco?	- Identificar as características e propriedades do som; diferenciar altura, timbre e intensidade do som; aprender sobre o funcionamento do ouvido humano, compreender como funciona o eco e o sonar;
05- Como funciona os motores elétricos?	- Compreender a relação entre eletricidade e magnetismo; entender os conceitos físicos presentes no funcionamento do motor elétrico; discutir a importância do motor elétrico na sociedade atual; aprender a utilizar motores junto com Arduino;

<p>06 – O que é um movimento curvo?</p>	<p>Compreender sobre as características físicas de um movimento circular; Diferença entre velocidade escalar e velocidade angular; comparar velocidades em engrenagens (ou polias); comparar velocidade linear e angular em função do raio de uma engrenagem; diferenciar movimentos de translação e de rotação; aprender a fazer curvas no robô.</p>
<p>07 - Vamos subir um plano inclinado?</p>	<p>Compreender o que é um plano inclinado, identificar o ângulo referente a esta inclinação; definir as Forças que agem num plano inclinado; aprender a decomposição da Força Peso; Compreender a força de atrito;</p>
<p>08 - Robô seguidor de linha que desvia de obstáculos</p>	<p>Relacionar os fenômenos físicos durante a construção do robô; compreender sobre calibração e medição de sensores na prática; utilizar todos os conhecimentos adquiridos nas atividades anteriores para a produção de um robô seguidor de linha que desvia de obstáculos.</p>

## **CAPÍTULO 4- ALGUMAS EXPERÊNCIAS DURANTE A ELABORAÇÃO DO PRODUTO**

O capítulo descreve a aplicação do produto educacional no IFPI caracterizando o ambiente e de como foi realizado as atividades, como também algumas os trabalhos desenvolvidos relacionado à elaboração do produto educacional.

### **4.1 Como foi realizado o curso**

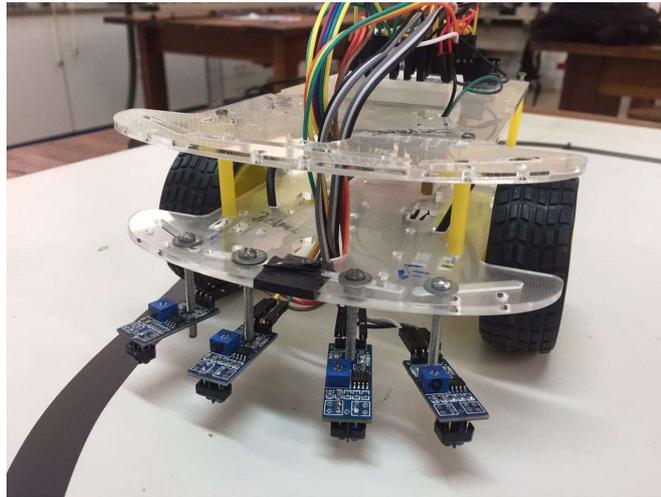
A aplicação do produto educacional do trabalho do mestrado foi realizada em forma de curso de interesse da instituição com o título: Curso de Robótica com Arduino I entre agosto a dezembro de 2017 destinado a para alunos do IFPI Campus Parnaíba do ensino médio dos cursos técnicos de Eletrotécnica e de Informática, realizado no próprio campus para 20 alunos de 14 às 18 horas das segundas feiras.

A realização das atividades relacionadas ao trabalho do produto educacional foi aplicado integralmente nesse curso, no entanto, alguns tópicos foram abordados nas aulas de Física em turmas distintas, obedecendo ao cronograma das atividades bimestrais de acordo com o planejamento da disciplina.

Como relatado no tópico 3.2, o plano de atividades do produto educacional foram divididas em 09 atividades, essas atividades foram criadas seguindo um critério de dificuldade para os alunos, assim, as primeiras atividades são mais simples já que os alunos estão ainda se habituando com o uso dos equipamentos da robótica, e durante as atividades o grau de dificuldade vai aumentando aos poucos, a Figura 17 mostra um exemplo de um robô desenvolvido pelos alunos nas atividades.

É importante também destacar que algumas atividades dependem de outras atividades anteriores, por isso, mesmo que a turma já tenha alguns conhecimentos prévios sobre determinada atividade, mesmo que brevemente o professor deve abordar o assunto da atividade.

**Figura 17 – Robô seguidor de linha**



Fonte: Próprio autor

Vamos aqui destacar alguns pontos importantes da utilização de algumas atividades do produto educacional, baseada na experiência que tive da aplicação deste produto dentro e fora do IFPI Parnaíba.

A primeira atividade foi nomeada como Atividade 00, foi nomeada assim porque em algumas situações, o professor ou o aluno em outros projetos podem já conhecer o uso da plataforma Arduino, por isso, esse capítulo não aborda de início os fenômenos da Física que o principal objetivo do produto educacional. Deste modo, o professor poderá utilizar a atividade 00 ou não, dependendo da necessidade da turma. Esta atividade aborda alguns conceitos básicos para a utilização do Arduino, mas ela não é um material completo, é apenas uma breve introdução, o professor deve, portanto, utilizar outros materiais complementares para aprofundamento do conteúdo. Este capítulo, também pode ser utilizado como um “nivelamento” dos alunos quando estes já tiveram um primeiro contato com a plataforma, por isso, mesmo que a turma já tenha visto é importante fazer uma análise dos conhecimentos prévios. A atividade 00 como é apenas uma introdução não foi definido um tempo de sua aplicação, já que para diferentes turmas o uso da atividade foi diferente porque uma das turmas já possuem tais conhecimentos prévios sobre o assunto.

A Atividade 01 “Como funciona o LED” faz uma breve introdução ao uso da robótica, aqui foram feitas as primeiras configurações do Arduino, é comum nessa atividade surgirem muitas dúvidas principalmente sobre a instalação, é importante o professor já observar os alunos que possuem certas aptidões com o uso de computadores, eles vão ajudar outros colegas que apresentam algumas atividades. Outro ponto importante é fazer um teste antes da aula, já que alguns computadores podem aparecer algumas dificuldades de conexões por problemas de

origem de software, com um pouco de paciência e com algumas pesquisas esses problemas são sanados, faz parte do curso ter essas dificuldades também.

A Atividade 01 já começa fazendo com que o aluno possa “colocar a mão na massa”, porém, apesar da ansiedade dos alunos em começar a manusear o Arduino, o professor deve abordar de imediato alguns conceitos da Física presente na atividade, tais como eletricidade e física moderna. Para abordar esses assuntos, o professor deve está utilizando outros materiais didáticos para aprofundamento, também é importante usar alguns conhecimentos prévios dos alunos sobre eletricidade, pois é um tempo muito presente no cotidiano, e por isso, o professor pode usar como meio de promover o proativíssimo dos alunos através da participação destes, como mostra a Figura 18 que destaca alunos de eletrotécnica ensinando a outros alunos a utilizar o multímetro:

**Figura 18 – Participação dos alunos**



Fonte: Próprio autor

Durante cada atividade, sempre temos uma demonstração do código, a lista dos materiais necessários, o desenho esquemático do circuito, um desafio para os alunos e algumas questões relacionado com a atividade para ser discutido no início da outra aula, essa atividade é parte da avaliação, a quantidade de acertos não devem ser levado em conta como avaliativa, a ideia principal é com que os alunos discutam suas respostas para debaterem sobre erros e acertos, de modo que todos possam estar participando nesse processo de aprendizagem, por isso, é sugerido que os alunos possam estar fazendo essas atividades com calma fora do horário das atividades práticas.

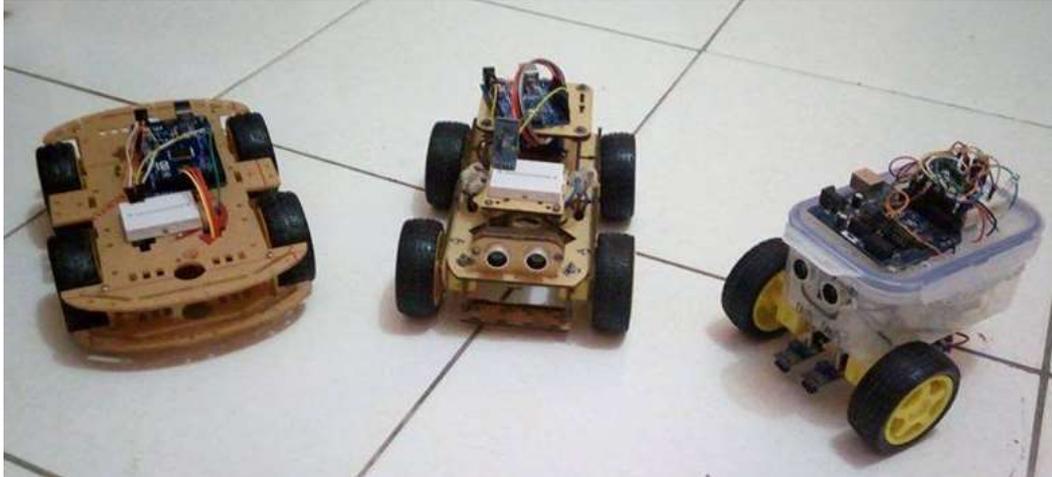
A atividade 02 trabalha a eletrodinâmica, é um complemento da atividade anterior, só que agora o assunto é visto mais aprofundado com a utilização de protoboard, aqui o assunto de resistores, corrente elétrica e tensão elétrica são bastante explorados, além também de começar a utilizar as portas digitais e analógica do Arduino. Nessa atividade o professor já deve ter notado que alguns alunos se destacam mais do que outros, devido a motivação de alguns alunos associados com alguns conhecimentos prévios, é importante usar esses alunos para ajudar outros alunos, por isso, essas atividades devem ser realizadas por grupo de alunos de no máximo 5 componentes, para que todos possam estar aprendendo. As questões ao final da atividade possuem um grau de dificuldade maior do que a outra atividade, por isso, a participação do professor nessa etapa é fundamental, como também outros materiais como o livro de Física, essa utilização de outros materiais também é importante pois faz a ligação entre as atividades vistas com os assuntos vistos em sala de aula.

A atividade 03 trata sobre as ondas eletromagnéticas, assunto bastante presente no cotidiano, porém, pouco compreendido devido a matematização dos livros didáticos que fazem com que o assunto se torna abstrato. Nessa atividade o professor poderá utilizar a prática para explicar outros assuntos relacionado ao conceito de ondas de óptica geométrica. Nessa atividade são utilizados outros sensores para o Arduino, pode-se também trabalhar outras ideias para utilização desses sensores para outros tipos de aplicações, a relação com o olho humano também traz uma ligação com a realidade do aluno e deve ser utilizado pelo professor para uma melhor compreensão da física com o mundo do aluno. A atividade 04 trata sobre as ondas sonoras, essa atividade traz também diversos assuntos relacionado com o cotidiano dos alunos além de ser bastante interessante e que pode ser relacionado com a aula anterior.

As atividades 05 começa a tratar sobre os motores elétricos, é normal que o aluno nessa etapa já queira montar o robô por inteiro, mas como a ideia principal do projeto é abordar os conceitos de Física é importante deixar claro para o aluno que é necessário passar por cada etapa. Aqui o professor poderá utilizar conceitos de todo o eletromagnetismo, e discutir muitas ideias.

Os capítulos 06 e 07 vão começar a realizar os primeiros movimentos do robô, nesses capítulos são abordados conceitos de atrito, movimento retilíneo e curvo além de plano inclinado, como os conceitos são bastante diversos faz-se necessário a intervenção do professor em alguns conceitos, de modo que o aluno possa fazer uma relação entre teoria e prática. A Figura 19 mostra alguns exemplos de robôs desenvolvido pelos alunos.

**Figura 19 – Exemplo de robôs desenvolvido**



Fonte: Próprio autor

Por último, o desafio final, a atividade 09 tem como objetivo a finalização de todo o curso, por isso, essa atividade pode ser rápida ou lenta dependendo do nível de aprendizado de cada grupo de aluno como também os recursos utilizados nas atividades anteriores, o professor deve programar essa atividade para que os alunos por conta própria façam seu próprio robô utilizando o que aprenderam durante todo o curso, cabe ao professor apenas auxiliar nesse processo. Para estimular os alunos, ao final das atividades foi proposta uma pequena competição de seguidor de linha e de combate entre robôs, o professor pode montar essa competição a partir dos recursos que ele tiver juntamente com o desempenho dos alunos, essa experiência foi muito gratificante e divertida para todos. A Figura 20 mostra a preparação dos alunos para a finalização do curso, já a Figura 21 mostra a competição de robôs.

**Figura 20 – Finalizando projeto**



Fonte: Próprio autor

**Figura 21 – Competição de robô**



Fonte: próprio autor

O projeto foi utilizado também em sala de aula, entretanto, devido a uma grande variação dos conteúdos abordados, como por exemplo eletricidade e cinemática, ela não pode ser integralmente utilizada dentro da sala de aula por causa da organização dos assuntos trabalhos em Física de acordo com o plano anual da disciplina. A melhor opção a ser trabalhando na sala de aula seria para alunos do 3º ano do ensino médio, já que estes já possuem uma grande parte dos assuntos já estudados no 1º e 2º ano. Houve a utilização de alguns capítulos durante as aulas de Física, porém, devido a pequena carga horária semanal da disciplina (duas horas aulas por semana de 45 minutos cada) essas atividades tiveram que ser bastante reduzidas, por isso, a melhor maneira de utilizar o produto educacional é como atividade extraclasse para que os alunos possam em seu tempo melhor aproveitar a aprendizagem.

#### **4.2 Publicação de oficinas, minicursos, artigo e projetos na escola.**

Os trabalhos desenvolvidos para esta dissertação e da realização do produto educacional foram expostos em algumas atividades acadêmicas que destacaremos aqui. A primeira foi a realização do Mestrado foi a participação do XXII Simpósio Nacional em ensino de Física que ocorreu em São Carlos -SP entre os dias 23 a 27 de janeiro de 2017, foi submetido um artigo titulado como: “Uso da robótica como metodologia alternativa para o ensino de Física” de minha autoria juntamente com os Professores Lucas Izidio de Sampaio Sousa, Bruno Pires Sombra sendo orientado pelo Professor Dr. Wilton Bezerra de Fraga, onde foi mostrado os trabalhos relacionados ao tema dessa dissertação com seus desafios sobre o tema.

Dentro dessa experiência do XXII SNEF, foi possível também notar diversos outros acadêmicos que também estavam utilizando a robótica como ferramenta didática para o ensino de Física, uns com plataforma Arduino outros com outros kits de robótica educacional comerciais, mas todos com a mesma ideia de utilizar a robótica como meio para atrair a curiosidade científica dos alunos e como meio de ensinar a Física de uma maneira mais prazerosa.

Além da apresentação do trabalho relatado acima, também houve a participação de oficinas, que dentre elas destaco a oficina “ENSINO DE ROBÓTICA NO ENSINO MÉDIO: A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE RIBOMIND E DO LEGO MINDSTORMS” com duração de 4 horas. Esta oficina foi importante pois mostrou a utilização da robótica no ensino de Física através de um kit de robótica educacional, mostrando-me outro olhar, é uma ferramenta também muito interessante e prática que pode ser usada pelos professores de Física, porém, ainda muito onerosa para a aquisição por parte dos professores e de alunos, entretanto, seria uma ótima iniciativa se o poder público incentivasse a aquisição para as escolas, em especial a escola pública.

Outra atividade foi a realização do minicurso “**Usando o Arduino no Ensino de Física**”, o qual ocorreu durante a *I Jornada de Física - Evento Científico* realizado entre os dias 09 e 19 de maio de 2017, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* de Sobral, voltado para acadêmicos e professores de Física do ensino médio, foi uma ótima oportunidade para divulgação dos trabalhos realizados sobre a robótica educacional para o ensino de Física, este minicurso mostrado na Figura 22, além da uso da robótica no ensino de Física também houve a participação do professores Lucas Izídio e Oseias, ambos também alunos do mestrado profissional que tem trabalhos semelhantes com o uso do Arduino no ensino de Física.

**Figura 22 – Oficina Jornada da Física em Sobral-CE**

b



Fonte: Próprio autor

Nesse minicurso foi uma introdução da utilização da plataforma Arduino como recurso para o ensino de Física no ensino médio, foi abordado definições, explicações e sugestões de utilização dessa plataforma para experimentos de Física que possam ser utilizadas no ensino médio. Ao final do curso os alunos tiveram uma boa ideia de como utilizar essa plataforma no ensino de Física para que aulas de Física tenha uma proposta mais interessante para os alunos.

Apesar do minicurso ter sido apenas superficial, por ter apenas 4 horas de duração, os alunos puderam ter uma introdução para fazer uso da robótica com Arduino como ferramenta didática dentro da sala de aula, foi possível notar que os professores de Física ali presentes tinham muito interesse em aprender novas tecnologias de ensino para auxiliar no aprendizado dentro da sala de aula.

Nos dias 10 e 11 de outubro de 2017 algumas atividades do produto educacional também foi aplicado na escola EEEP Prof.<sup>a</sup>. Abigail Sampaio na cidade de Paracuru- CE para alunos do curso integrado ao médio em Eletrotécnica como mostra a Figura 23 e Figura 24, experiência motivadora, apesar de todo o material teve que ser levado por mim e por isso foi limitado, por isso, a quantidade de alunos foi pequena, entretanto, houve um bom desempenho na turma.

**Figura 23 – Atividades práticas em Paracuru - CE**



Fonte: Próprio autor

**Figura 24 – Projeto de robótica educacional na Escola Abigail Sampaio em Paracuru - CE**



Fonte: Próprio autor

A robótica aliada no ensino de Física também foi destaque em entrevista pela Rede Meio Norte de televisão tanto via reportagem televisionada quanto pela internet e jornal impresso, a Figura 25 mostra um trecho dessa reportagem onde foram destacadas o uso da robótica como atividade complementar ao ensino de Física, mostrando que o IFPI Campus Parnaíba começa a fazer destaque através da robótica.

**Figura 25 – Entrevista para o Jornal Meio Norte**



Em outra área, a Física, nos cursos de Informática e Eletrotécnica do IFPI, os professores Deymes Silva de Aguiar, mestrando na área de **Robótica**, e Athânio de Sousa Silveira, mestre em Física Aplicada, formaram no Laboratório de Robótica, um grupo de alunos, que montam pequenos robôs, que fazem atividades simples, como desviar de obstáculos.

Fonte: <https://www.meionorte.com/blogs/piaui/moderno/laboratorio-de-robotica-favorece-producao-de-energia-renovavel-325652>

No dia 25 de novembro de 2017 foi realizado o “IFPI NA PRAÇA”, evento do IFPI Campus Parnaíba que busca demonstrar para a sociedade os trabalhos desenvolvidos no IFPI, foram vários projetos envolvidos, a robótica educacional esteve também participando do projeto e foi bastante elogiado pela comunidade, como destaca as Figuras 26 e 27.

**Figura 26 - Apresentação no Projeto IFPI na Praça**



Fonte: Próprio autor

**Figura 27 – Alunos apresentando IFPI na Praça**



Fonte: Próprio autor

Os resultados da aplicação do produto educacional relacionado a este trabalho também foram divulgados na XII Encontro de Pós-Graduação e Pesquisa, evento organizado realizado no período de 24 a 27 de outubro 2017, na Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) em Sobral-Ceará, onde foi apresentado de forma oral o trabalho **USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL UTILIZANDO PLATAFORMA OPEN SOURCE COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA.**

Ao final do ano de 2017 foi submetido no IFPI edital de pesquisa científica EDITAL Nº 138 DE 06/10/2017 - CONCESSÃO DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – PIBIC JR IFPI onde o projeto titulado ROBÓTICA APLICADA AO ENSINO DE FÍSICA foi selecionado e atualmente está em execução, onde o autor deste trabalho juntamente com um

aluno bolsista irá fazer uma pesquisa científica no campus sobre os impactos gerados pelo curso de robótica no IFPI Campus Parnaíba.

Além deste edital, o projeto de extensão **ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA** foi também selecionado no EDITAL PIBEX Nº 101/2017 – PROEX/IFPI - Edital de Extensão, onde será realizado um curso de extensão para alunos do ensino fundamental da cidade de Parnaíba nos meses de janeiro a fevereiro de 2017 como estímulo as despertar pelo estudo da tecnologia como também buscar incentivar esses alunos a participarem da seleção para participarem da seleção no IFPI campus Parnaíba para os cursos do ensino médio integrado ao médio.

E por último, o projeto **USANDO A ROBÓTICA EDUCACIONAL DE BAIXO CUSTO PARA ENSINAR FENÔMENOS FÍSICOS** desenvolvido em 2017 no IFPI foi selecionado como um dos finalistas do FEBRACE, a maior feira de ciências e tecnologia do Brasil que ocorrerá em março de 2018 na cidade de São Paulo com a participação de 3 alunos do IFPI Parnaíba, dando também destaque ao produto educacional desenvolvida no mestrado.

## **CAPÍTULO 5- ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Este capítulo aborda a aplicação de dois questionários, o primeiro para alunos do Ensino Médio para compreender algumas dificuldades e comportamentos sobre a aprendizagem de Física, sobre o uso de tecnologias no ensino e o cotidiano dos alunos. O segundo questionário foi direcionado somente para alunos do curso de Robótica na qual foi aplicado o produto educacional, são feitas algumas reflexões sobre os resultados obtidos nos questionários, como também algumas análises qualitativas sobre a aplicação do produto educacional.

### **5.1 Questionário dos alunos e critérios para análise qualitativa**

A proposta da aplicação do produto educacional não é em sua essência conteudista, ela procura abordar a Física de maneira não tradicionalista que “assombram” nossos alunos dentro da sala de aula na maioria das vezes, a aplicação da robótica tenta buscar no aluno o despertar científico, a curiosidade, o seu protagonismo. A aplicação do produto educacional busca relacionar os fenômenos físicos vistos em sala de aula com uma abordagem mais interdisciplinar, onde o aluno constrói o seu conhecimento corroborando com as ideias de Piaget sobre o construtivismo. Os resultados obtidos na aplicação das atividades não buscam verificar a aprendizagem conteudista, mas sim verificar o uso da metodologia como uso complementar para aprendizagem de fenômenos Físicos, onde a análise dos resultados não foi feita em avaliações sobre somente os conteúdos de Física, mas sim, na sua contribuição para a motivação e o despertar científico dos alunos dando ênfase a aprendizagem de fenômenos físicos.

Para essa análise foi considerado o estímulos e dificuldades ocorridas durante todo a aplicação do produto educacional para os alunos do curso de robótica do IFPI Campus Parnaíba que concluíram o curso onde foi aplicado o produto educacional, além da análise de um questionário onde os alunos irão mensurar suas opiniões sobre aspectos tanto relacionados a aprendizagem de Física dentro e fora da sala de aula, a sua compreensão sobre alguns tópicos relacionados com a Física, sobre a robótica em seu cotidiano e sobre a relação com o estudo de fenômenos da Física.

Foram encaminhados dois questionários, o primeiro foi direcionado para alunos do IFPI Campus Parnaíba do Curso Técnicos de Informática e Eletrotécnica ambos integrado ao Ensino Médio para alunos de todo o ensino médio, este formulário tem como objetivo compreender as dificuldades enfrentadas pelos alunos na compreensão e o estudo da Física, como também verificar alguns hábitos atuais pelos estudantes, teve uma participação de 37 alunos de série e cursos distintos.

O segundo formulário foi destinado a apenas aos alunos que realizaram o curso de robótica aplicado ao ensino de Física, ao todo foram direcionados para 15 alunos dos cursos de Técnico em Eletrotécnica e de Informática, o número de alunos para aplicação não pode ter sido maior devido à falta de estrutura do IFPI Campus Parnaíba que estava na época com problemas no Refeitório e de transporte público, fazendo com que 5 alunos dos 20 primeiros selecionados não pudessem participar do projeto que era feito no contra turno das aulas.

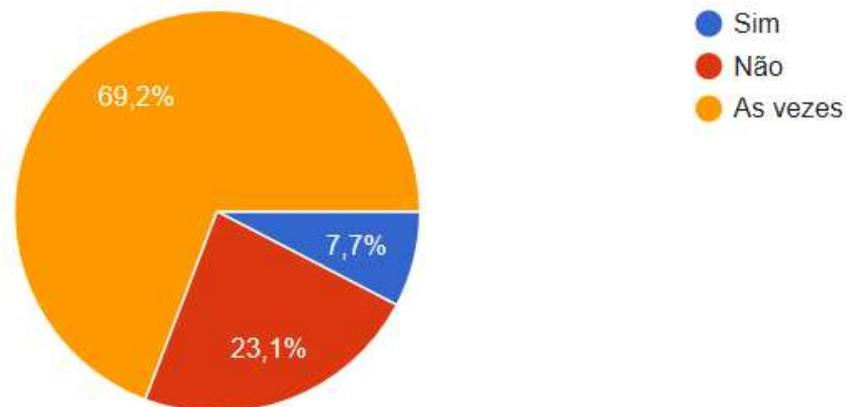
## 5.2 Resultados dos questionários feito pelos alunos do ensino médio IFPI Parnaíba

### 5.2.1 – Questionário I – Sobre a aprendizagem de Física

O questionário a seguir foi aplicado a alunos do ensino médio integrado aos cursos Técnicos de Informática e Eletrotécnica do IFPI Campus Parnaíba que não participaram da aplicação do produto educacional, o questionário completo encontra-se no Apêndice I, ao final de cada pergunta foi montando um gráfico com as respostas coletadas e feito uma reflexão sobre os resultados obtidos.

Questão 01. Você possui dificuldades na aprendizagem em Física?

**Figura 28 – Questão 01 sobre aprendizagem de Física**

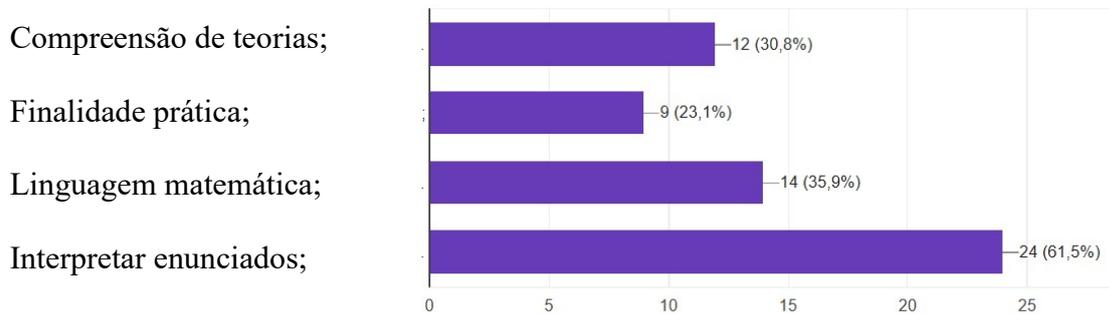


Fonte: Próprio autor

Na figura 28 é observado que a maioria dos alunos ainda possuem algumas dificuldades na aprendizagem de Física.

Questão 2. Enumere quais as principais dificuldades na aprendizagem em Física: (Pode assinar uma ou mais opções)

**Figura 29 – Questão 02 sobre aprendizagem de Física**

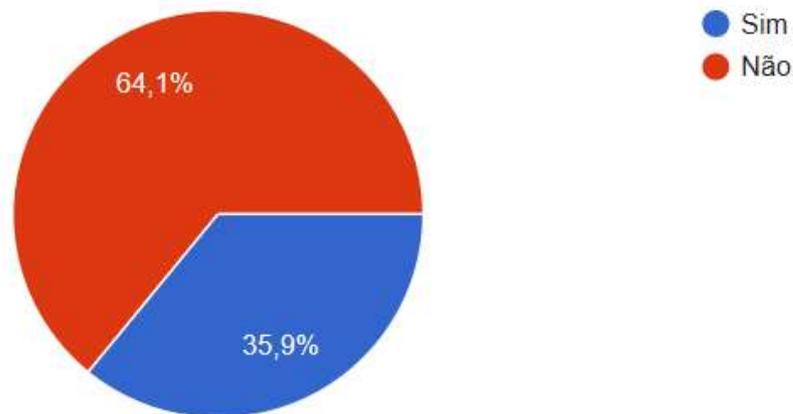


Fonte: Próprio autor

A Figura 29 mostra que a maioria dos alunos tem dificuldade na compreensão dos enunciados das questões, a linguagem usada no questionário foi elaborada para se adequar aos a compreensão dos alunos, esse resultado na verdade mostra que existe uma dificuldade na compreensão dos fenômenos físicos que dificulta na resolução de problemas, também é importante destacar a dificuldade na utilização da linguagem matemática.

Questão 3. Você acha suficiente a quantidade de aulas de Física na sua escola?

**Figura 30 – Questão 03 sobre aprendizagem de Física**

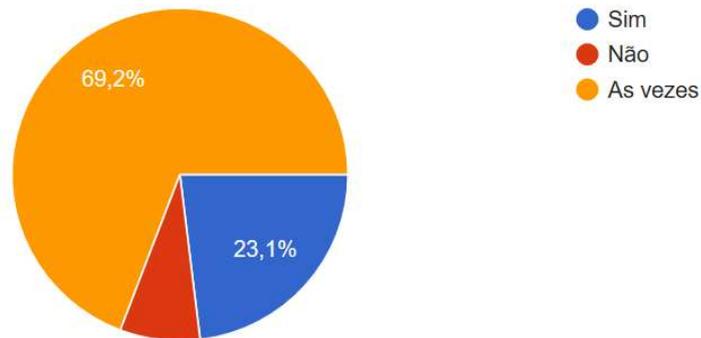


Fonte: Próprio autor

O gráfico da figura 03 mostra que a maioria dos alunos acham insuficiente a quantidade de aulas de Física durante a semana, as turmas analisadas têm duas horas/aulas semanais de 45 minutos cada aula durante a semana com carga horária total de 80 horas/aulas.

Questão 4. Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu cotidiano?

**Figura 31 – Questão 04 sobre aprendizagem de Física**

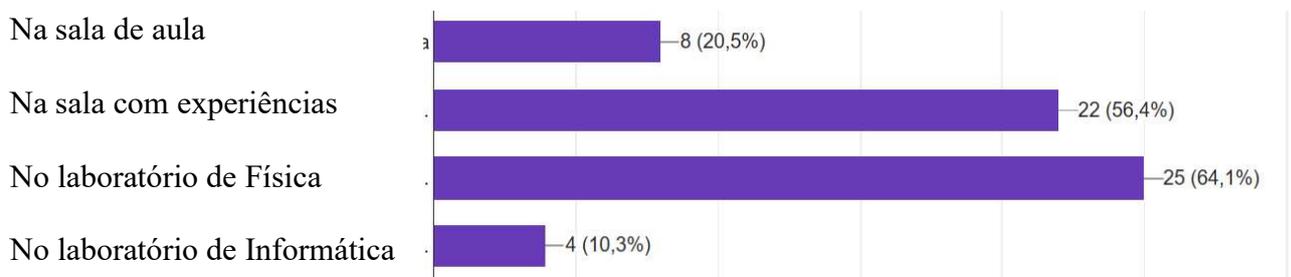


Fonte: Próprio autor

A figura 31 demonstra que para a maioria dos alunos apenas alguns conteúdos abordados nas aulas de Física fazem relação com o cotidiano dos alunos, fato que gera a desmotivação dos alunos para a aprendizagem de Física.

Questão 5. Como você gostaria de estudar física? (Pode assinar uma ou mais opções)

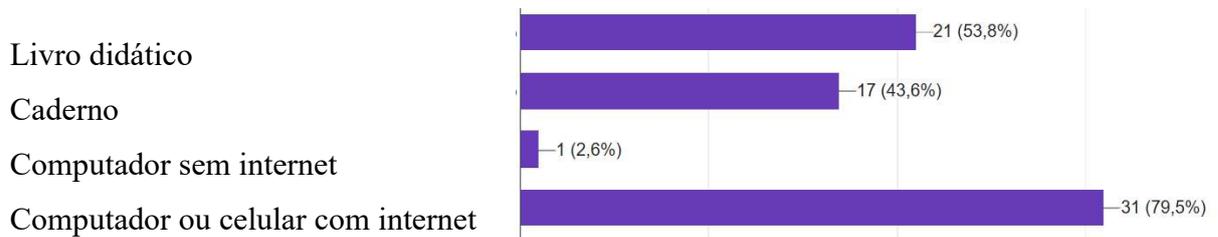
**Figura 32 – Questão 05 sobre aprendizagem de Física**



Fonte: Próprio autor

A figura 32 mostra que os alunos aprendem melhor quando saem do tradicionalismo da sala de aula para prática, dando ênfase ao uso do laboratório de Física.

Questão 6. Enumere quais as ferramentas pedagógicas que você mais utiliza para estudar Física fora da sala de aula: (Pode assinar uma ou mais opções)

**Figura 33 – Questão 06 sobre aprendizagem de Física**

Fonte: Próprio autor

A figura 33 mostra algo bem interessante, o uso do computador e celular com internet é maior fonte de material de estudo para os alunos para estudar Física fora da sala de aula, isso mostra a necessidade de incorporar mais o uso de tecnologias no ensino de Física.

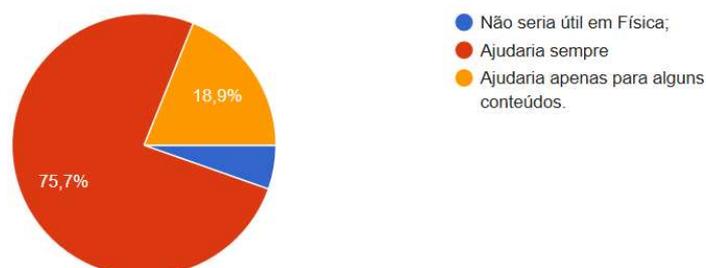
Questão 7. Quantas horas você utiliza o celular e/ou computador no seu dia a dia?

**Figura 34 – Questão 07 sobre aprendizagem de Física**

Fonte: Próprio autor

A figura 34 mostra que os alunos de ensino médio passam muitas horas usando o computador e celular, fazendo com que seja necessário mais metodologias de ensino de Física sejam utilizadas usando esse recurso.

Questão 8. O estudo em grupo para aprender Física:

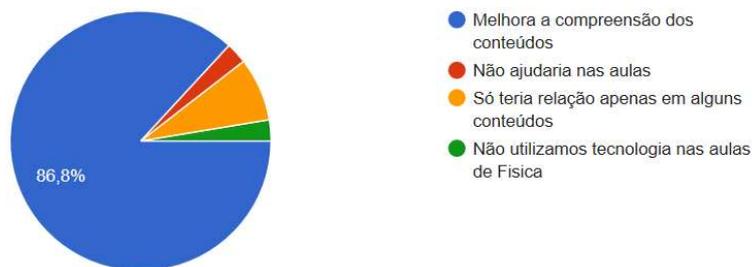
**Figura 35 – Questão 08 sobre aprendizagem de Física**

Fonte: Próprio autor

A figura 35 mostra para a maioria dos alunos pesquisados, o estudo em grupo auxilia na aprendizagem em Física.

Questão 9. A relação entre as tecnologias nas aulas de Física:

**Figura 36 – Questão 09 sobre aprendizagem de Física**

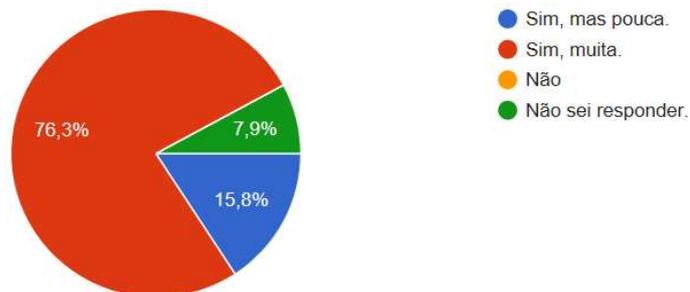


Fonte: Próprio autor

A figura 36 mostra que a grande maioria dos alunos o uso de tecnologias nas aulas de Física proporciona uma melhor compreensão no processo de ensino aprendido.

Questão 10. Você acha que a robótica educacional teria alguma vantagem na aprendizagem em sala de aula?

**Figura 37 – Questão 10 sobre aprendizagem de Física**

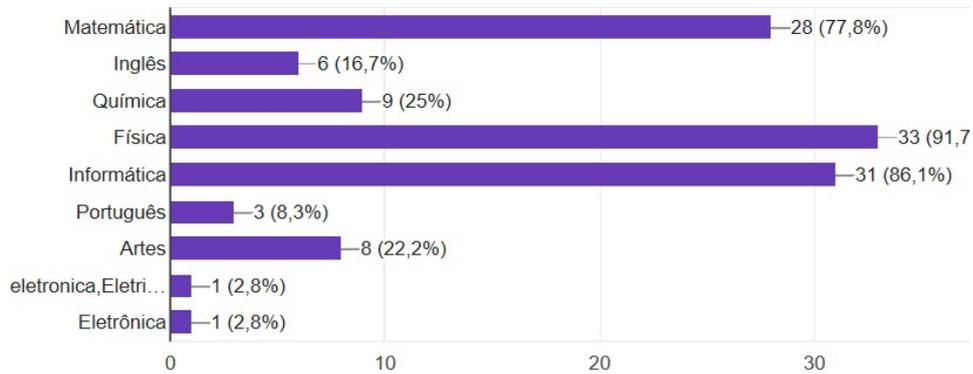


Fonte: Próprio autor

De acordo com a Figura 37, para a maioria dos alunos o uso da robótica educacional poderia ser uma ferramenta auxiliar na aprendizagem na sala de aula.

Questão 11. Se você acha que sim, quais disciplinas poderiam se utilizar da robótica em sua opinião? (Pode assinar uma ou mais opções)

**Figura 38 – Questão 11 sobre aprendizagem de Física**



Fonte: Próprio autor

A figura 38 mostra que para os alunos o uso da robótica pode auxiliar nas aulas de diversas disciplinas, porém, para a maioria a robótica está relacionada com a aprendizagem de disciplinas da área das exatas, tais como Física, Informática e Matemática.

Questão 12. Para você quais vantagens de se utilizar a robótica na escola?

**Figura 39 – Questão 11 sobre aprendizagem de Física**

muitos,por que podemos fazer outras formas de aprendizado com a robotica
Estimula o raciocínio e melhora o aprendizado, faz c/ q o aluno se interesse mais pelo assunto estudado.
seria muito, útil pois muitas áreas do conhecimento estão utilizando a robótica.
axiliar na compreensao de assusntos e melhorar o raciocinio logico
Mais enteresse pelos alunos
estimula mais os alunos
Acredito que é uma forma mais chamativa de ensino, além disso pode ser correlacionada para tornar a aprendizagem mais eficiente e ao mesmo tempo lúdica.
demostar conteudo teorico na pratica com a interdisciplinalidade.
Mais conhecimento
Melhora o rendimento dos alunos
Desenvolve uma espécie de interdisciplina entre áreas de matematica,física e informática

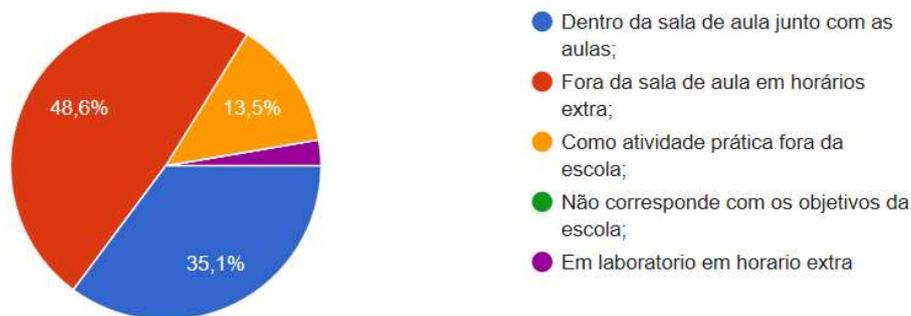
Fonte: Próprio autor

A figura 39 mostra algumas opiniões dos alunos sobre o uso da robótica para o ensino de Física, os comentários contêm muitos erros gramaticais pois os comentários dos alunos

foram feitos em sua grande maioria usando celular, mas mostram os benefícios da utilização da robótica por parte dos alunos.

Questão 13. Para você, a aprendizagem de robótica poderia ser incorporada na escola:

**Figura 40 – Questão 11 sobre aprendizagem de Física**



Fonte: Próprio autor

A figura 40 mostra que para a maioria dos alunos pesquisados, as aulas de robótica poderiam ser aplicadas fora da sala de aula em horário extra, portanto, como atividade extracurricular, outra parcela significativa da pesquisa mostra que poderia ser utilizada dentro da sala de aula.

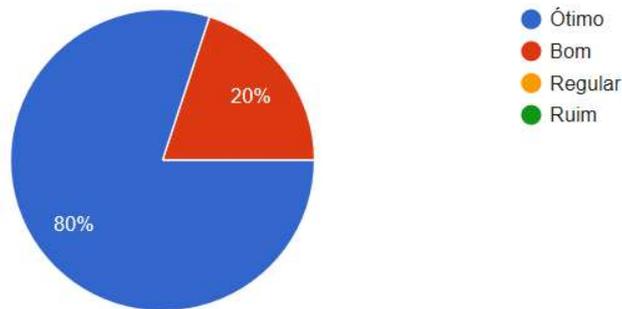
### 5.2.2 – Questionário II – Sobre a aplicação do produto educacional

O questionário a abaixo se encontra no APÊNDICE II e mostra o resultado da avaliação feita pelos alunos do curso de robótica do IFPI Campus Parnaíba sobre a aplicação do produto educacional, ao final de cada questionamento é mostrado uma figura relacionada às respostas dos alunos.

## QUESTIONÁRIO SOBRE O CURSO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

1. Avalie sua aprendizagem durante o curso de robótica:

**Figura 41 – Questão 01 para alunos do curso**

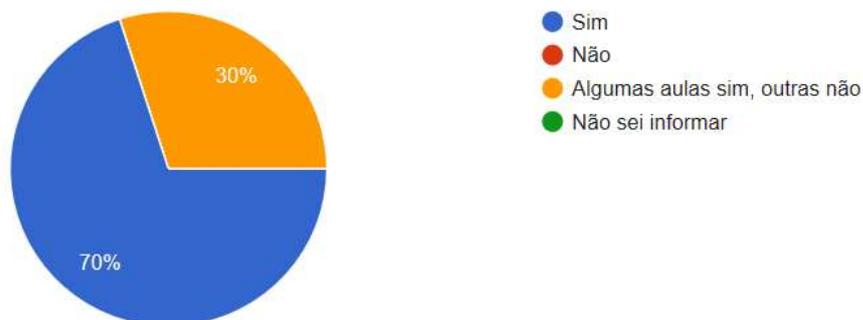


Fonte: Próprio Autor

A Figura 41 mostra que a maioria dos alunos gostaram do curso de robótica onde foi aplicado o produto educacional, mostrando que o aproveitamento do curso teve um bom aproveitamento.

2. Você acha que a aprendizagem durante o curso de robótica lhe ajudará nas aulas de Física?

**Figura 42 – Questão 02 para alunos do curso**

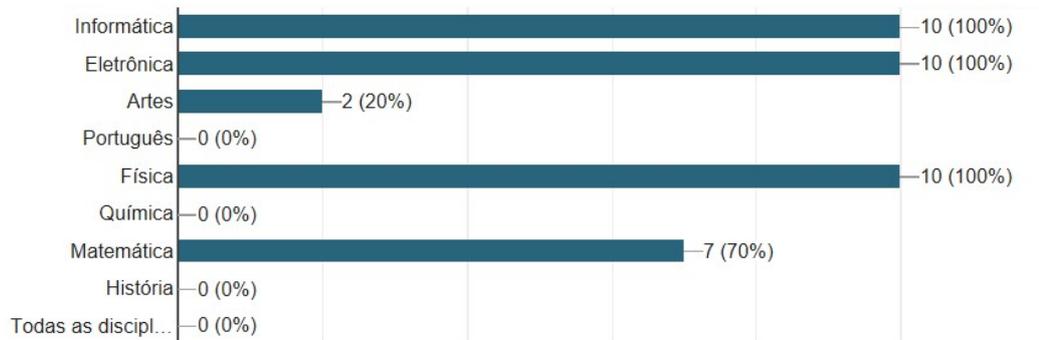


Fonte: Próprio Autor

A figura 42 mostra que para os alunos pesquisados, o curso de robótica educacional irá ajudar aos conteúdos nas aulas de Física, mostrando que houve uma relação entre a robótica e a aprendizagem de fenômenos físicos.

3. Na sua opinião, quais são as disciplinas que tem relação com a robótica? (Pode assinalar mais de uma opção)

**Figura 43 – Questão 03 para alunos do curso**

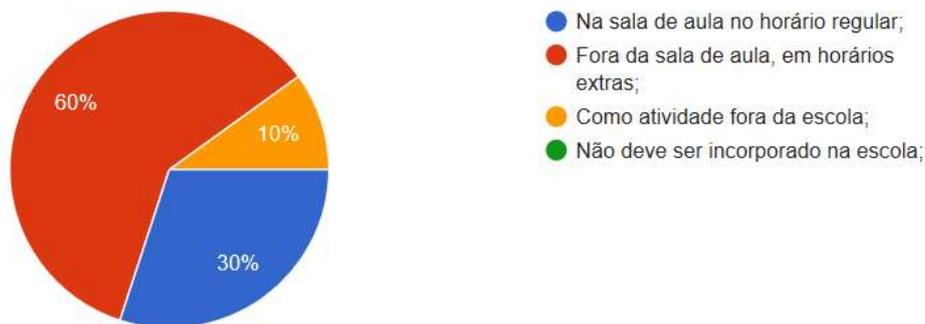


Fonte: Próprio Autor

A figura 43 mostra que para todos os alunos, a robótica tem relação direta com a Física, também como a pesquisa do Apêndice I, as disciplinas relacionadas com a robótica foram as exatas, como informática e a matemática.

4. Para você, como a robótica educacional poderia ser incorporado nas escolas?

**Figura 44 – Questão 04 para alunos do curso**

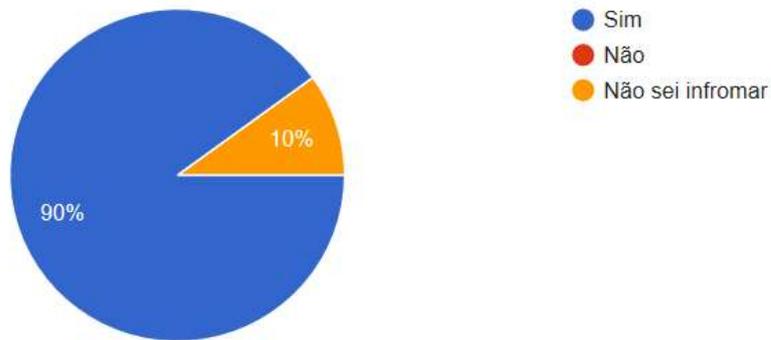


Fonte: Próprio Autor

A figura 44 mostra que para a maioria dos alunos pesquisados a robótica é melhor aproveitada fora da sala de aula em horário extraclasse, corroborando também com a opinião dos alunos da primeira pesquisa.

5. Você acha que a aprendizagem de Robótica pode lhe ajudar no mercado de trabalho?

**Figura 45 – Questão 05 para alunos do curso**



Fonte: Próprio Autor

A figura 45 mostra que para a maioria dos alunos a aprendizagem da robótica pode ser uma ferramenta importante no mercado de trabalho, o que torna a motivação maior durante a aplicação do produto educacional.

6. Cite as dificuldades que você teve durante o curso de robótica.

**Figura 46 – Questão 06 para alunos do curso**

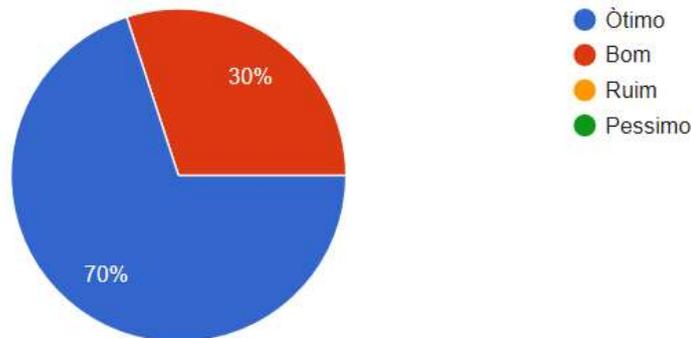
Dificuldade em entender como montar o circuito
Aprender circuito
As outras matérias eu tinha q organiza todas as matérias para não ficar confuso
Programação em linguagem C#
Nenhuma
No Arduino
Programação

Fonte: Próprio Autor

A figura 46 mostra alguns relatos da dificuldade encontrada pelos alunos na aprendizagem de robótica, as respostas que as principais dificuldades são na eletrônica e na linguagem de programação, algumas abreviações e erros ortográficos devem ser ignorados devido ao formulário ter sido respondido on line.

7. Avalie o curso de robótica.

**Figura 47 – Questão 07 para alunos do curso**



Fonte: Próprio Autor

A figura 47 faz uma avaliação do curso como um todo pelos alunos, para eles o curso teve um aproveitamento ótimo ou bom.

8. Cite como o curso de robótica pode ser melhorado

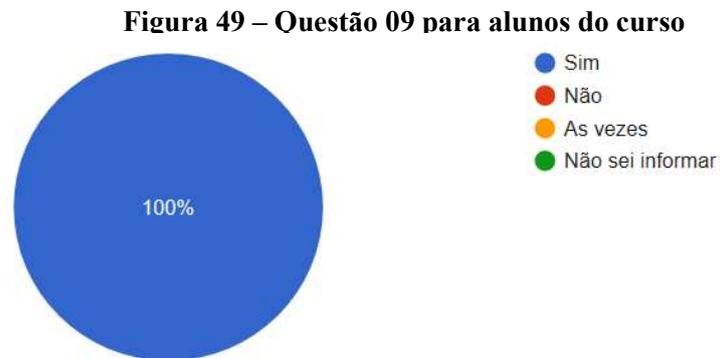
**Figura 48 – Questão 08 para alunos do curso**

Disponibilizar mais mesas para testar os projetos
Ter a própria sala, personalizada
Poderíamos fazer uma atividade diferente com pessoas mais avançada para saber fundo a mais
Uma carga horária um pouco maior
Mais investimentos por meio do governo Federal
Mais informações sobre os componentes em geral
Sala de aula melhor com mais coisas

Fonte: Próprio Autor

A figura 48 mostra relatos de como o curso pode ser melhorado, as respostas mostram alguns problemas como pouco material disponível, maior carga horária e maior participação de outros professores de áreas específicas e de maior investimento público na área.

9. Você acha que a robótica pode lhe ajudar fora da escola?



A figura 49 mostra que todos os alunos irão utilizar os conhecimentos aprendidos no curso de robótica no seu cotidiano, mostrando que a aprendizagem de robótica tem relação direta com o cotidiano dos alunos.

### 5.3 Análise geral dos resultados dos questionários

Apesar da análise dos resultados ser apenas amostral, esta mostra bem o comportamento e algumas novas formas dos estudantes atuais observáveis atualmente em diversas escolas brasileiras.

O primeiro questionário (Apêndice I) mostra alguns desafios em que o ensino de Física tem enfrentado, os resultados dessa pesquisa amostral mostram que:

- A maioria dos alunos apresentam dificuldade no estudo da Física;
- Que para a maioria, a quantidade de aulas de Física é insuficiente;
- Apenas alguns assuntos fazem relação com o cotidiano;
- Eles têm maior motivação quando as aulas são no laboratório de Física;
- Que o computador se tornou um material de estudo mais utilizado do que o livro didático para o estudo da Física.
- Que passam a muito tempo usando as novas tecnologias como celular e computador;
- Que para a maioria o estudo em grupo ajuda no aprendizado;
- Que as tecnologias ajudam na aprendizagem em Física;
- Que a robótica pode auxiliar na aprendizagem em Física;
- Que fazem relação da robótica com outras disciplinas, maioria apenas com as disciplinas exatas;
- Que para a maioria a robótica seria melhor estudada fora do horário das aulas de Física;

Todas as afirmativas acima corroboram com as teorias descritas na fundamentação teórica, e apesar de que a quantidade de amostras ser muito pequena, as afirmações se adequam a vários estudos sobre o tema. As respostas deste questionário validam as ideias discutidas, principalmente de Ribeiro (2013), Moreira(2017) e de (Kenski V. M.,2015).

O segundo questionário (Apêndice II) foi destinado apenas para alunos do curso, os resultados foram gratificantes pois os mesmos apesar da dificuldade com recursos financeiros e tempo para as aulas, se mostraram bem avaliados, além de conseguir fazer relação com o estudo da Física e até mesmo com o mercado de trabalho, estes também corroboram com as ideias de Rabelo (2014), Gomes (2017) e Lakomy (2014).

Além das observações coletadas no questionário, também foi possível verificar aspectos qualitativos durante as aulas, em todas elas houve uma intensa participação dos alunos além de diversos debates sobre fenômenos físicos. Outros aspectos descritos na fundamentação teórica também foram observados tais como trabalho em equipe, liderança, proatividade e capacidade de se adaptar e resolver problemas diversos.

## CONCLUSÃO E NOVOS DESAFIOS

Foi observado durante todas as atividades que houve uma intensa participação da turma, eles não apenas esperaram os conhecimentos como também o buscaram através da prática e da pesquisa, despertando a curiosidade científica e o protagonismo dos alunos. Em todas as aulas houve também vários discursos sobre os fenômenos físicos ali presentes nas atividades práticas e teóricas, esses debates dentro das aulas e fora (através de redes sociais) foram muito significativos para uma melhor compreensão dos fenômenos físicos presentes durante a aplicação do produto.

Apesar dos custos de materiais de robótica educacional terem diminuído nos últimos anos, este ainda é um fator que dificulta a aquisição por parte dos alunos e professores, é preciso que o poder público faça aquisições, em especial para a escola pública, para serem utilizadas pelos professores e alunos, além de ofertar cursos para preparação dos docentes, já que geralmente esses conhecimentos não são ofertados nas disciplinas curriculares do professor de Física. Outra dificuldade é a aquisição de materiais específicos para o ensino de Física utilizando a robótica educacional, os materiais encontrados possuem ainda uma linguagem muito técnica que dificulta tanto para alunos quanto para professores de Física para melhor fazer uma relação no ensino, além de que é preciso investir em uma melhor capacitação do professor de Física para o uso das ferramentas tecnológicas para o ensino, como também em formação continuada pois a tecnologia muda de maneira bem rápida.

O ensino de Física no ensino médio ainda tem muito a melhorar, mas as dificuldades ainda são tantas como a falta de capacitação dos professores, recursos para os laboratórios de Física, laboratórios de informática, estrutura da escola, dentre tantas outras, mas não é mais admissível que o professor cruze os braços, cabe a ele dar o primeiro passo para uma mudança no ensino de Física.

A Física não pode ser apenas usado na sala de aula como uma disciplina em que não faz relação com o cotidiano do aluno, é preciso buscar novas formas de atrair o aluno para o estudo da Física, saindo do método tradicionalista que é ineficaz na nova sociedade. A robótica mostrou ser uma ferramenta muito didática que pode ser usada para abordar diversos fenômenos físicos.

A robótica educacional ainda tem muito a contribuir, naturalmente não irá ser utilizado tão somente pela Física, mas por diversas outras disciplinas do ensino médio, porém, ainda é

preciso adequar melhor os conteúdos da robótica com mais materiais didático e de qualidade, fazendo relação com o ensino de Física e melhor preparando o professor nos cursos de graduação para o uso de tecnologias na educação, além de ofertar cursos de capacitação para o Professor de física para o uso de ferramentas tecnológicas Open Source de baixo custo para poder cada vez mais relacionar os assuntos vistos em sala de aula com o cotidiano dos alunos que a cada dia está vinculado ao uso das mais diversas tecnologias.

O material produzido no produto educacional ainda é limitado, a robótica educacional relacionada com o uso de materiais de baixo custo e Open Source ainda tem muito a contribuir com o ensino de Física, portanto, o material produzido ainda é um começo de uma série de atividades que ainda serão desenvolvidas após o Mestrado, pretendo buscar novos meios que envolvam as tecnologias no ensino de Física, em especial a robótica. Sei que não vai ser uma tarefa simples, mas tenho certeza que será muito gratificante e divertida, o uso da robótica na educação apesar de não ser novidade, nos últimos anos está cada dia mais presente nas escolas públicas e privadas e deste modo, cabe a nós professores de Física trilhar esse novo meio de ensinar a Física para nossos alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, C. (2014). *Professores e professauros: reflexões sobre a aula e prática pedagógicas adversas*. Petrópolis, Rj.: Vozes.
- ARDUINO - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em dezembro de 2017.
- BECKER, Fenando. Jean Piaget e António Damásio: Ensaio de aproximação. Schème-Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas, v. 6, p. 62-79, 2014.
- BORGES, Karen Selbach. A INOVAÇÃO A PARTIR DOS CONCEITOS DE JEAN PIAGET.2011
- BRASIL. **Constituição** (2017). **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado **Federal**: Centro Gráfico, 2018
- BRITO, G. S., & Purificação, I. (2015). *Educação e novas tecnologias: um (re)pensar* (2ª ed., Vol. (Série Tecnologias Educacionais)). Curitiba: Intersaberes.
- CARDOSO, Silvana Pereira. Teorias de aprendizagem e ensino: suas implicações para o ensino de história. Fóruns Contemporâneos de Ensino de História no Brasil on-line, 2014.
- CÉSAR, Danilo Rodrigues. Robótica Livre: Soluções tecnológicas livres em ambientes informatizados de aprendizagem na área da Robótica Pedagógica.**Simpósio sobre Trabalho e Educação**, 2004.
- CARRETERO, Mario. CONSTRUIR E ENSINAR AS CIÊNCIAS SÓCIAS/hist. São Paulo: Artmed, 1997
- CHABANNE, J.-L. (2006). *Dificuldades de aprendizagem: um enfoque inovador do ensino escolar*. (R. Rodrigues, Trad.) São Paulo: Ática.
- CIO (2017). Disponível em <http://cio.com.br/noticias/2017/04/12/quantidade-de-robos-industriais-crescera-300-na-proxima-decada/>. Último acesso em dezembro de 2017.
- COLL, C. (2009). *O construtivismo na sala de aula* (6ª ed., Vol. (Fundamentos)). (C. Schilling, Trad.) São Paulo: Ática.
- CRAIG, J. J. (2012). *Robótica* (3ª ed.). (H. C. Souza, Trad.) São Paulo: Pearson, Education do Brasil.

- FANTIN, M., & Rivoltella, P. (2013). *Pesquisa e formação de professores* (Vol. (Papyrus Educação)). Campinas, SP: Papyrus.
- GOMES, M. C., *Reciclagem Cibernética e Inclusão Digital: Uma Experiência em Informática na Educação*, 2007.
- KENSKI, V. (2015). *Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação*. Campinas, SP: Papyrus.
- KENSKI, V. M. (2015). *Tecnologias e ensino presencial e a distância*. Campinas, SP: Papyrus.
- KESSELRING, T. (2008). *Jean Piaget* (3ª ed.). Caxias do Sul, RS.: Educs.
- KRIEGER, M., Silva, K., Maia, C., & Justo, J. (2013). *Psicodinâmica da aprendizagem* (Vol. (Série Pedagogia Contemporânea)). Curitiba: Intersaberes.
- LAKOMY, A. M. (2014). *Teorias cognitivas de aprendizagem*. Curitiba: Intersaberes.
- MCROBERTS, M. (2015). *Arduino Básico*. (R. Zanolli, Trad.) São Paulo: Novatec.
- MORAN, J. M. (2013). *A educação de desejamos: Novos desafios e como chegar lá*. Campinas, SP: Papyrus.
- MORAN, J., Massetto, M., & Behrens, M. (2015). *Novas tecnologias e mediação pedagógica* (Vol. (Coleção Papyrus Educação)). Campinas, SP: Papyrus.
- MULTILÓGICA. Disponível em <http://multilogica.com.br>. Último acesso em dezembro de 2017.
- NOGUEIRA, M. O., & Leal, D. (2015). *Teorias de aprendizagem: um encontro entre os pensamentos filosóficos, pedagógico e psicológico* (2ª ed., Vol. (Série Construção Histórica da Educação)). Curitiba: Intersaberes.
- PIAGET, J. (2013). *A psicologia da inteligência*. (G. J. Teixeira, Trad.) Petrópolis, RJ: Vozes.
- PILETTI, N. (2013). *Aprendizagem: teoria e prática*. São Paulo: Contexto.
- CÉSAR, Danilo Rodrigues. *Robótica Livre: Soluções tecnológicas livres em ambientes informatizados de aprendizagem na área da Robótica Pedagógica*. **Simpósio sobre Trabalho e Educação**, 2004.
- RIBEIRO, Célia Rosa; COUTINHO, Clara Pereira; COSTA, Manuel FM. A robótica educativa como ferramenta pedagógica na resolução de problemas de matemática no ensino básico. In: **6ª**

**Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (CISTI 2011).** AISTI, 2011. p. 440-445.

RABELO, Ana Paula Stoppa; ANDREATA, Mauro Antonio; STOPPA, Marcelo Henrique. A utilização de robótica educacional no ensino médio: uma estratégia para aumentar o Interesse dos estudantes pela física.(2014).

ROSÁRIO, J. M. (2005). *Princípio de mecatrônica*. São Paulo: Prentice Hall.

MOREIRA, Marco Antônio. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, 2017.

SANTOS, Anderson Oramisio; OLIVEIRA, Guilherme Saramago; JUNQUEIRA, Adriana Mariano Rodrigues. RELAÇÕES ENTRE APRENDIZAGEM E DESENVOLVIMENTO EM PIAGET E VYGOTSKY: O CONSTRUTIVISMO EM QUESTÃO. *Itinerarius Reflectionis*, v. 10, n. 2, 2015.

SCHWARTZMAN, Simon; BROCK, Colin. Os desafios da educação no Brasil. **Os desafios da educação no Brasil. Rio de Janeiro: Nova Fronteira**, p. 9-51, 2005.

STOLTZ, T. (2012). *As perspectivas construtivista e histórico-cultural na educação escolar*. Curitiba: Intersaberes.

## APÊNDICE

## APÊNDICE I

### QUESTIONÁRIO SOBRE A APRENDIZAGEM EM FÍSICA E ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO

Este questionário tem como objetivo analisar o processo de ensino de Física e verificar as potencialidades do uso da robótica na educação para alunos do ensino médio do IFPI Campus Parnaíba, não é necessário se identificar, obrigado pela sua cooperação.

1. Você possui dificuldades na aprendizagem em Física?  
 Sim  
 Não  
 As vezes
  
2. Enumere quais as principais dificuldades na aprendizagem em Física: (Pode assinar uma ou mais opções)  
 Compreensão de teorias;  
 Finalidade prática;  
 Linguagem matemática;  
 Interpretar enunciados;
  
3. . Você acha suficiente a quantidade de aulas de Física na sua escola?  
 sim  
 não
  
4. Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu cotidiano?  
 Sim  
 Não  
 As vezes
  
5. Como você gostaria de estudar física? (Pode assinar uma ou mais opções)  
 Na sala de aula  
 Na sala com experiências  
 No laboratório de Física  
 No laboratório de Informática
  
6. Enumere quais as ferramentas pedagógicas que você mais utiliza para estudar Física fora da sala de aula: (Pode assinar uma ou mais opções)  
 Livro didático  
 Caderno  
 Computador sem internet  
 Computador ou celular com internet
  
7. Quantas horas você utiliza o celular e/ou computador no seu dia a dia?
  
8. O estudo em grupo para aprender Física:  
 Não seria útil em Física;  
 Ajudaria sempre

Ajudaria apenas para alguns conteúdos.

9. A relação entre as tecnologias nas aulas de Física:

- Melhora a compreensão dos conteúdos
- Não ajudaria nas aulas
- Só teria relação apenas em alguns conteúdos

10. Você acha que a robótica educacional teria alguma vantagem na aprendizagem em sala de aula?

- Sim, mas pouca.
- Sim, muita.
- Não
- Não sei responder.

11. Se você acha que sim, quais disciplinas poderiam se utilizar da robótica em sua opinião?  
(Pode assinar uma ou mais opções)

- Matemática
- Inglês
- Química
- Física
- Informática
- Português
- Artes

12. Para você quais vantagens de se utilizar a robótica na escola?

---

---

13. Para você, a aprendizagem de robótica poderia ser incorporada na escola:

- Dentro da sala de aula junto com as aulas;
- Fora da sala de aula em horários extra;
- Como atividade prática fora da escola;
- Não corresponde com os objetivos da escola;

## APÊNDICE II

### QUESTIONÁRIO SOBRE O CURSO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

Este questionário tem como objetivo analisar o processo de ensino de Física e verificar as potencialidades do uso da robótica na educação para alunos do ensino médio do IFPI Campus Parnaíba **que participaram do curso de robótica**, não é necessário se identificar, obrigado pela sua cooperação.

1. Avalie sua aprendizagem durante o curso de robótica:

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim

2. Você acha que a aprendizagem durante o curso de robótica lhe ajudará nas aulas de Física?

- Sim
- Não
- Não sei informar

3. Na sua opinião, quais são as disciplinas que tem relação com a robótica? (Pode assinalar mais de uma opção)

- Informática
- Eletrônica
- Artes
- Português
- Física
- Química
- Matemática
- História
- Todas as disciplinas

4. Para você, como a robótica educacional poderia ser incorporado nas escolas?

- Na sala de aula no horário regular;
- Fora da sala de aula, em horários extras;
- Como atividade fora da escola;
- Não deve ser incorporado na escola;

5. Você acha que a aprendizagem de Robótica pode lhe ajudar no mercado de trabalho?

- Sim
- Não
- Não sei informar

6. Cite as dificuldades que você teve durante o curso de robótica.

7. Avalie o curso de robótica.

Ótimo  
Bom  
Ruim  
Pessimo

8. Cite como o curso de robótica pode ser melhorado

9. Você acha que a robótica pode lhe ajudar fora da escola?

Sim  
Não  
As vezes  
Não sei informar

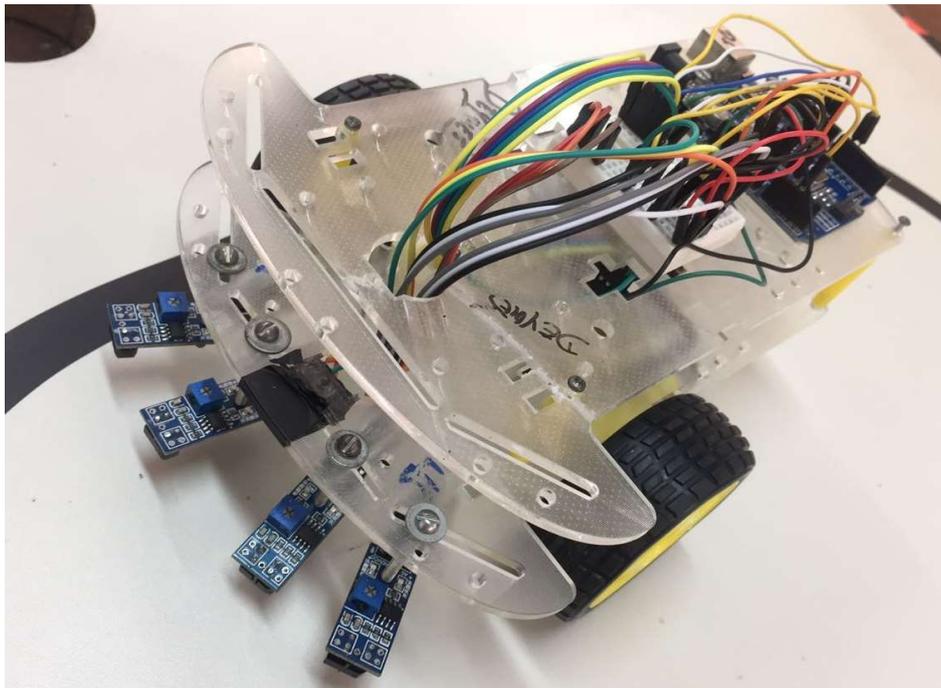
APÊNDICE III  
PRODUTO EDUCACIONAL

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**ROBÓTICA EDUCACIONAL COM ARDUINO COMO  
FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA.**

Guia de atividades



Sobral, CE

2017

## APRESENTAÇÃO

Professor,

Este material tem como objetivo principal a utilização da robótica educacional como ferramenta didática para abordagem de diversos conhecimentos de Física do ensino Médio, a ideia principal é explicar de maneira prática e divertida vários conteúdos da Física para que o aluno possa além de despertar o interesse sobre estes assuntos, também possa estar aplicando esses conhecimentos de maneira prática para uma melhor compreensão de diversos conhecimentos que vão além da Física por haver uma característica interdisciplinar.

Sei que para o professor de Física isso possa a ser um desafio, porém, pela minha experiência da utilização desse material ela com certeza será recompensadora tanto para o Professor quanto para os alunos envolvidos. Talvez seja necessário que para alguns professores no primeiro momento tenha que estudar alguns assuntos que não foram abordados na vida acadêmica tais como linguagem de programação e conhecimentos básicos em eletrônica, mas já adianto que este material foi desenvolvido para facilitar a vida do professor de Física com um guia simples e voltado para o ensino de Física, com guia ilustrado da montagem, dos circuitos elétricos, descrição dos materiais necessários, códigos utilizados, solução de problemas e atividades para os alunos.

A proposta é que este material deva ser utilizado como um projeto extraclasse devido a reduzida carga horária de Física no Ensino Médio e também pelo fato de algumas atividades práticas possam demorar um pouco (isso depende muito da habilidade de alunos e professor) e por tratar também de diversos assuntos distintos do currículo tais como mecânica, energia elétrica, cinemática, dentre tantos outros.

Este é um guia inicial, tanto o professor quanto os alunos terão que “botar a mão na massa” e até mesmo desenvolver novas atividades e outros conhecimentos que não foram abordados aqui, no entanto, é comum surgirem dúvidas e/ou até mesmo sugestões, assim, caso o leitor deseje entrar em contato: [deymes@ifpi.edu.br](mailto:deymes@ifpi.edu.br).

Desejo que este seja um material que possa tornar as suas aulas mais atrativas.

Bom trabalho!

## SUMÁRIO

	<b>PÁGINA</b>
APRESENTAÇÃO-----	03
INTRODUÇÃO -----	04
- Materiais utilizados -----	05
 ATIVIDADES	
ATIVIDADE 00– INTRODUÇÃO AO USO DO ARDUINO PARA ROBÓTICA -----	07
ATIVIDADE 01- COMO FUNCIONA UM LED? -----	16
ATIVIDADE 02 – RESISTORES E CIRCUITOS ELÉTRICOS -----	21
ATIVIDADE 03 – O QUE É UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA? -----	29
ATIVIDADE 04- O QUE É O SOM E COMO FUNCIONA O ECO? -----	37
ATIVIDADE 05- COMO FUNCIONA OS MOTORES ELÉTRICOS? -----	47
ATIVIDADE 06 – O QUE É UM MOVIMENTO CURVO? -----	59
ATIVIDADE 07 – VAMOS SUBIR UM PLANO INCLINADO? -----	68
ATIVIDADE 08– ROBÔ SEGUIDOR DE LINHA QUE DESVIA DE OBSTÁCULOS	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	85

## INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo utilizar a robótica com utilização de materiais de baixo custo como uma ferramenta didática para melhorar a compreensão de diversos fenômenos físicos, entretanto, quando trabalhamos a robótica dentro da sala de aula ela não se limita a determinados assuntos, o conteúdo de ciências está dividido em partes nos livros didáticos para uma facilidade na metodologia do ensino, mas na natureza os assuntos não são fragmentados, um fenômeno físico não pode ser explicado em sua totalidade por apenas um assunto da física. A robótica educacional resgata essa multidisciplinariedade, pois não se dá para aprender robótica apenas com um assunto específico, deste modo, esse material é um complemento das atividades abordadas em sala de aulas, e muitas vezes os assuntos trabalhados aqui terão que auxiliados por livros de Física e até de outras matérias para uma melhor compreensão, como também na internet com sua vasta diversidade, a internet com certeza será uma ajudante muito especial.

Os capítulos dessa apostila foram pensados de modo a dar um certo grau de dificuldades ao decorrer das atividades, ou seja, os primeiros capítulos foram montados de modo que o estudante e o professor possam adquirir habilidades na construção de circuitos elétricos e de programação, não deixando de explicar assuntos relacionados com a Física que é o principal objetivo desse material.

A primeira atividade (ATIVIDADE 00) foi chamada de zero porque ela é apenas um capítulo de guia de programação para utilização da plataforma Arduino e não aborda aqui conceitos da Física, ela é apenas um rápido guia para auxiliar professores e estudantes que ainda não possuem conhecimentos prévios e que por isso pode ser pulado caso alunos e professores já possuem conhecimentos prévios da utilização dessa plataforma, ao final desse capítulo tem também uma lista de livros sobre Arduino com poderão ajudar caso o professor e aluno queiram aprofundar mais sobre o assunto.

Ao final de algumas atividades temos questões de Física que envolvem a robótica como material complementar para aprofundar alguns conceitos de Física descritas nas atividades, minha sugestão é que o professor explique alguns desses conceitos fora da atividade e deixem os alunos fazerem essas atividades em casa para ser discutidas no começo da aula seguinte de robótica, essas questões podem ser facilmente utilizadas para a avaliação do professor sobre o aprendizado desses conteúdos, mas é importante os alunos discutirem essas questões entre eles para uma melhor processo de ensino aprendizado.

Escolhemos utilizar a plataforma Arduino pelo fato de ter muito material disponível gratuitamente além de ser Open Source (ou seja, livre) e ser bem mais barato que os outros kits comerciais de robótica existente no mercado e que por isso se adequa mais a realidade das escolas do ensino médio.

Além do Arduino temos também vários outros materiais (inclusive kits na internet), o professor pode se adequar ao material que quiser adquirir e utilizar nesse material, desde que a plataforma seja o Arduino, por isso você verá vários robôs diferentes, e com certeza você fará o seu, por isso bom trabalho!

### MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS NESSE MATERIAL

A lista abaixo é o material que deve ser utilizado por cada grupo, a quantidade de grupos dependerá da disponibilidade do professor e dos recursos da escola.

MATERIAL	QUANTIDADE	OBSERVAÇÃO
Arduino	1	de ser qualquer modelo, existem vários, na sugestão é que o Arduino Uno por ser mais barato e se adequa perfeitamente ao projeto (não se esqueça do cabo USB junto com Arduino)
Rodas com caixa de redução	2 ou 4	ê pode usar o robô com 2 ou 4 rodas, so o robô seja com duas rodas você também deverá usar uma pequena dana no chassi, por isso, na hora de comprar o chassi veja se ele é para 2 ou 4 rodas)
Chassi Robô Móvel	1	Para duas ou quatro rodas, eu por exemplo criei com material de sucata um com duas rodas.
Shield Ponte H L293D	1	Existem outros modelos, porém, as placas foram desenvolvidas para essa ponte H
Protoboard 200 pontos	1	pode ser utilizada também a de 400 pontos
Kit Fios Jumpers	1	Kits com Fios M-M, M-F, F-F
Kit resistores	1	mais usados são de $200\Omega$ a $10\text{ k}\Omega$
Kit LEDs	1	Varias cores

Multímetro digital portátil	1	ão precisa ser para cada grupo pois pode compartilhar
Ferro de solda	1	ão precisa ser para cada grupo pois pode compartilhar
ensor ultrassônico HC- SR04	1	-
Sensor de refletância	2 ou 4	saremos 2, mas com 4 a precisão é melhor
Computador ou notebook	1	a instalar a IDE e a digitar os códigos
Fonte de tensão ou bateria	1	re um valor de 9V a 20V, recomendo uma de 12 V.
Kit Parafusos e porcas	1	amanho vai depender dos chassi e de sensores

### **ONDE ADQUIRIR ESSES MATERIAIS?**

Alguns materiais como resistores, fios, LEDs e até mesmo o chassi podem ser encontradas em sucatas eletrônicas, mas outras são bem específicas e por isso devem ser adquiridas em lojas. Aqui na minha cidade que apliquei o produto (Parnaíba – PI) não encontrei em lojas, por isso, tive que comprar em lojas na internet, com uma rápida pesquisa na internet você encontrará uma imensidão de sites onde vendem esses materiais, os preços entre eles são muitos variados por isso aconselho a fazer várias pesquisas para você encontrar a melhor relação preço e qualidade.

## ATIVIDADE 00– INTRODUÇÃO AO USO DO ARDUINO PARA ROBÓTICA

### OBJETIVOS DESSA AULA

- Compreender o que é o Arduino e sua utilização;
- Funcionamento e tipos de portas para o Arduino;
- IDE e a programação básica para Arduino;
- Funções, constantes e variáveis;
- Operadores lógicos;
- A função IF, ELSE, WHILE E FOR;

### CONHECENDO O ARDUINO

Para o desenvolvimento de nosso robô utilizaremos a plataforma Open Source Arduino, mas afinal o que é esse Arduino? De acordo com Monk (2014): *“é uma pequena placa de microcontrolador que contém uma conector USB que permite liga-la a um computador, além de possuir diversos pinos que permitem a conexão com circuitos eletrônicos externos, como motores, relés, sensores luminosos, diodos laser, alto falantes, microfones, etc.”*. Portanto, já deu para perceber que ela é responsável pelo controle dos sensores e atuadores do nosso robô, por isso, esse capítulo será um breve resumo das funcionalidades dessa placa, para que você possa escolher dentre diversos modelos de placa Arduino o melhor para a construção do robô seguidor de linha.

O Arduino surgiu na Itália no ano de 2005 em uma universidade para alunos de Design que queriam utilizar microcontroladores em alguns projetos, mas queriam uma placa simples e barata para a construção de projetos que exigiam circuitos eletrônicos e programação. Assim, surgiu o Arduino, com um fim de facilitar a vida para desenvolvimento de projetos de forma simples. Como não possuía um caráter comercial ela tem projeto e código aberto (Open Source) de modo que qualquer pessoa com conhecimentos de eletrônica possa fazer sua própria placa, a partir daí surgiu diversos modelos em todo mundo, cada uma com suas características, usaremos nesse material o Arduino UNO por ser o mais simples e barato, porém, o leitor pode facilmente utilizar outros modelos, já que todos usam a mesma linguagem e não é necessário fazer grandes mudanças de uma placa para outra.



Figura 01 – Arduino Uno  
 Fonte :<http://www.hobbytronics.co.uk/>

Como já afirmamos anteriormente, devido ao seu projeto ser livre temos diversos tipos de Arduino, o leitor deve procurar fazer uma pesquisa para saber quais deles possuem mais vantagem aos seus projetos, facilmente você encontra as especificações deles na internet, aproveite para se aprofundar mais sobre eles.



Figura 02 – Alguns tipos de Arduino  
 Fonte: <http://2.bp.blogspot.com/>

## FUNCIONAMENTO E PORTAS DO ARDUINO

O Arduino utiliza diversos tipos de portas para a comunicação com sensores e atuadores, de modo simples podemos chamar essas portas de digitais ou analógicas, as portas digitais possuem apenas duas situações, desligado ou ligado, zero ou um, gerando nessa porta uma saída de 0 ou 5V respectivamente, usaremos essa porta por exemplo quando quisermos mandar ou receber um sinal, como ativar ou desligar uma lâmpada, ou saber o estado de um botão (se ele está ativado ou não), essas portas podem ser tanto de entrada ou de saída. Temos também as portas analógicas, que por padrão são portas de entradas e que podem possuir valores variáveis de tensão entre 0 a 5V, assim, podemos fazer uma escala entre essas tensões de entradas e usar como métrica em medidas, porém, essa métrica tem valores digitais entre 0 a 1023 bits, ou seja, os valores lidos pelo controlador podem corresponder entre 1 a 1023 bits. Podemos ainda transformar algumas portas digitais portas de saídas analógicas, porém, os valores de saída corresponderão a uma escala entre 0 a 255 bits, são chamadas de portas PWM e são usadas por exemplo para variar a tensão em motores ou lâmpadas.

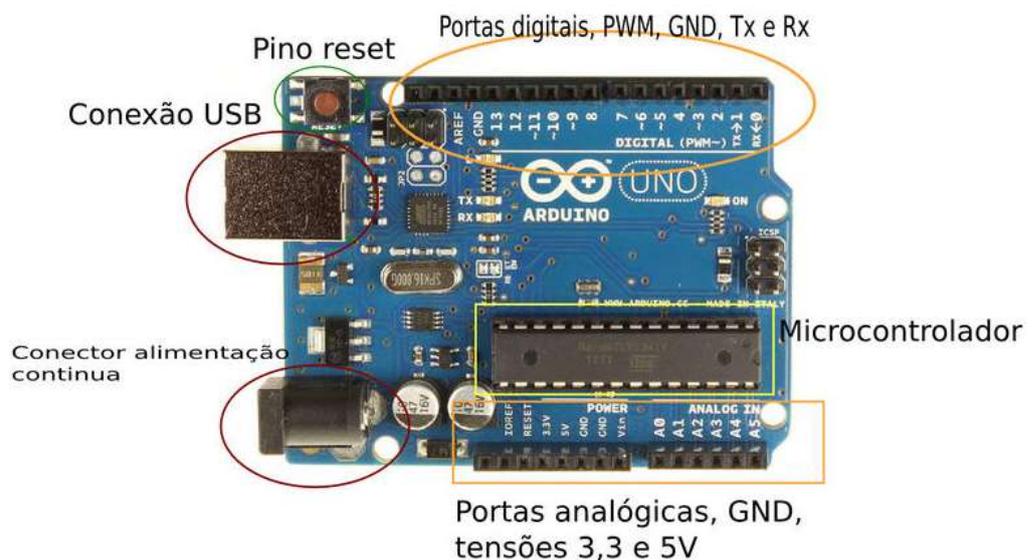


Figura 03 – Portas digitais e analógicas

Fonte: <https://wiki.sj.ifsc.edu.br/>

A quantidade de portas digitais, analógicas ou PWM, dependerá da placa Arduino que você utilizar, na figura acima temos as portas do Arduino UNO, as portas analógicas de saída (Portas PWM) estão simbolizadas pelo símbolo “~”. Para energizar o Arduino você pode tanto usar uma fonte externa quanto pela porta USB, todas as placas possuem um regulador de tensão, mas elas possuem um limite, o recomendado é que você utilize uma tensão entre 7 a 12 V e que não utilize nas portas digitais ou analógicas atuadores que utilizem uma corrente maior que 40

mA, que é a corrente elétrica máxima que as portas suportam, nesses casos, você deverá um circuito separado, como um Módulo Ponte H por exemplo.

## IDE E A PROGRAMAÇÃO BÁSICA PARA ARDUINO:

Para você usar o Arduino você tem que dizer para ele o que fazer como em qualquer computador, para isso devemos utilizar a linguagem de programação, o leitor que ainda não saiba programar terá que estudar pelo menos o básico, hoje graças a internet temos diversos materiais gratuitos além de diversos livros sobre algoritmo, rapidamente você será capaz de produzir seus códigos para o Arduino, por isso, antes de prosseguir para as próximas atividades sugiro algumas pesquisas básicas de programação, ao final dessa atividade irei dar algumas sugestões.

Como já dito acima, precisamos mandar nosso programa para o Arduino para dizer a ele o que fazer, como o Arduino é um microcontrolador ele só entende linguagem de máquina (zero ou um), para facilitar nossa vida usamos um compilador do Arduino para converter nosso programa para a linguagem de máquina, para fazer isso você deve baixar a IDE do Arduino (do inglês Integrated Development Environment ou Ambiente Integrado de Desenvolvimento) no site oficial do Arduino : (<https://www.arduino.cc/en/main/software>) e instalar em seu computador de acordo com o seu sistema operacional, ele é gratuito, mas caso queira pode contribuir para ajudar os desenvolvedores da plataforma.



Figura 04: IDE Arduino  
Fonte: Próprio autor

Com a IDE instalada você poderá começar a digitar o seu código, na figura abaixo mostra as principais funções da IDE, com as próximas atividades você vai familiarizar

intuitivamente com cada função da IDE, mas é importante saber o que cada botão faz para ajudar nas primeiras atividades.

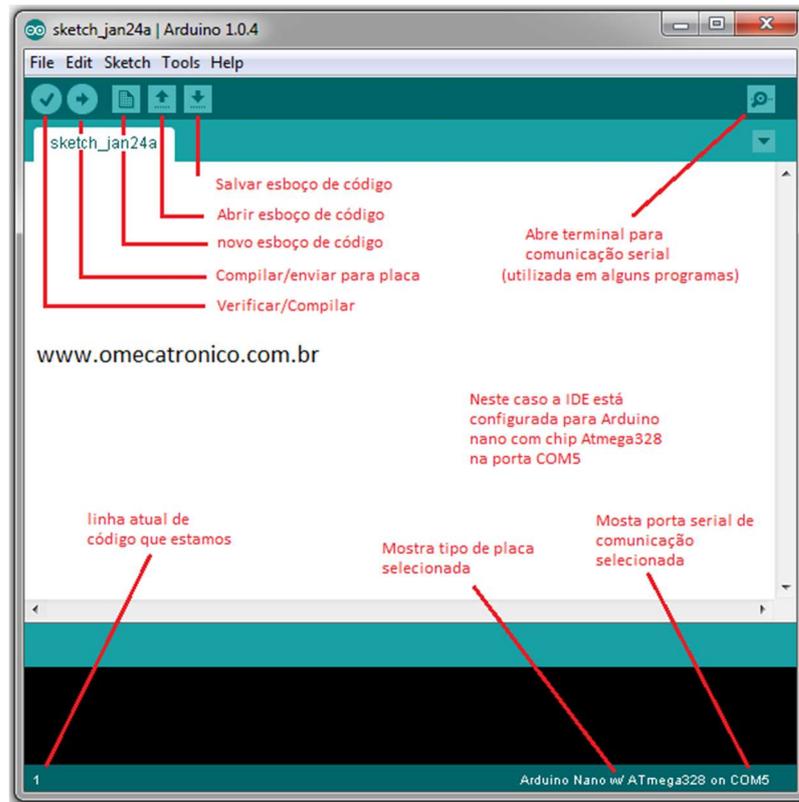


Figura 05: IDE Arduino

Fonte: <http://omecatronico.com.br/blog/introducao-ao-arduino/>

Para mandar o código para o seu Arduino é necessário que você conecte o seu Arduino através do cabo USB e depois no menu

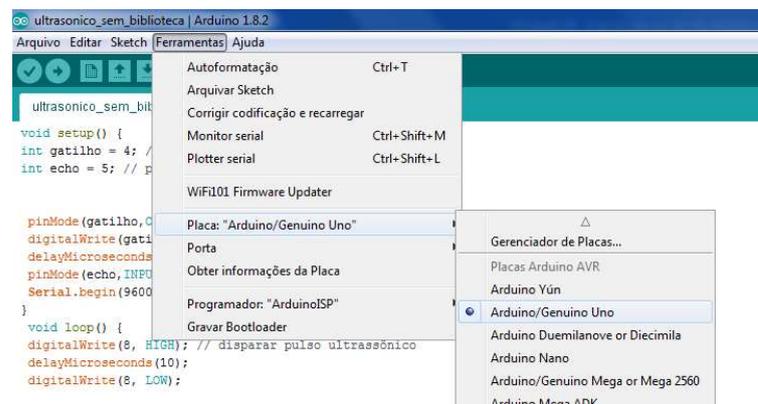


Figura 06: IDE Arduino

Fonte: Próprio autor

Você deverá também escolher a porta correta para que os dados sejam enviados para o Arduino. Toda vez que você colocar um Arduino diferente em seu computador aparecerá uma porta diferente, preste muita atenção quando for enviar os arquivos para o Arduino.

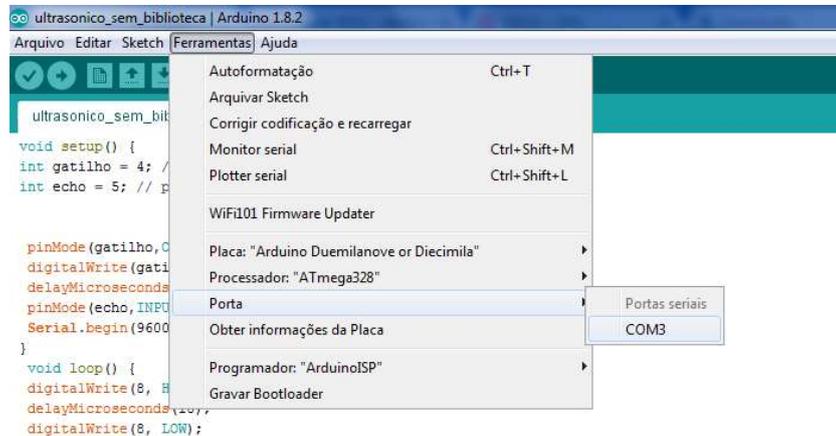


Figura 07: IDE Arduino  
Fonte: Próprio autor

A seguir colocarei algumas informações que poderão ser usados para consultas rápidas para as próximas atividades, você nesse momento não precisará conhecer todas (é um número enorme, acredito que a grande maioria dos programadores não tenham todas elas decoradas), como já dito, esse material é apenas de apoio, você terá que fazer outras pesquisas para aprimorar o seu conhecimento.

## FUNÇÕES, CONSTANTES E VARIÁVEIS;

Para que possamos enviar para o Arduino as instruções das coisas que queremos que ele faça devemos usar algoritmo

### Operadores lógicos:

&& AND

|| OR

! NOT

### Operadores de comparação:

$x == y$  (x é igual a y)

$x != y$  (x não é igual a y)

$x < y$  (x é menor que y)

$x > y$  (x é maior que y)

$x <= y$  (x é menor ou igual a y)

$x >= y$  (x es maior ou igual a y)

**Atribuições:**

```

x++ // igual que x = x + 1, o incremento de x é +1
x-- // igual que x = x - 1, o decremento de x é -1
x += y // igual que x = x + y, o incremento de x é +y
x -= y // igual que x = x - y, o decremento de x é -y
x *= y // igual que x = x * y, o multiplica x por y
x /= y // igual que x = x / y, o divide x por y

```

**Instruções para compilador:**

Constantes	Ação das constantes
false e true	Dois estados lógicos indicando respectivamente falso e verdadeiro. Atribuímos estes valores em variáveis do tipo boolean para sinalizar certas condições no <i>sketch</i> .
INPUT E OUTPUT	Os pinos digitais podem ser configurados como entrada (INPUT) ou saída (OUTPUT). A função para mudar o estado de um pino digital é <b>pinMode()</b> .
HIGH e LOW	Um de dois valores possíveis (níveis de tensão) que um pino digital pode ser configurado. As funções para alterar estes níveis são: <b>digitalWrite()</b> e <b>digitalRead()</b> .

*Aroldo Barsotti Junior*

Figura 08- Algumas funções

Fonte: <https://www.oficinadanet.com.br/>**TIPOS DE DADOS:**

Tipos de Datos	Memoria que ocupa	Rango de valores
boolean	1 byte	0 o 1 (True o False)
byte / unsigned char	1 byte	0 – 255
char	1 byte	-128 – 127
int	2 bytes	-32.768 – 32.767
word / unsigned int	2 bytes	0 – 65.535
long	2 bytes	-2.147.483.648 – 2.147.483.647
unsigned long	4 bytes	0 – 4.294.967.295
float / double	4 bytes	-3,4028235E+38 - 3,4028235E+38
string	1 byte + x	Array de caracteres
array	1 byte + x	Colección de variables

Figura 09: Tipo de dados

Fonte: <http://arduinoamuede.blogspot.com.br/p/recursos.html>**A FUNÇÃO IF, ELSE, WHILE E FOR;**

```
if (someVariable > 50)
{
  // faça alguma coisa
}
```

```
var = 0;
while(var < 200){
  // caso a variável seja menor que 200
  var++;
}
```

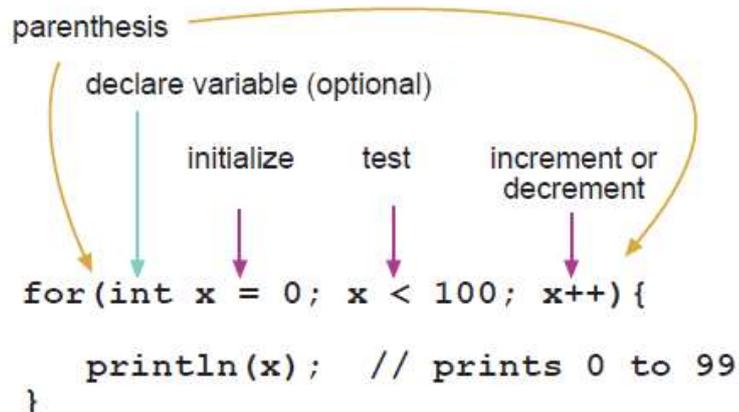


Figura 10: Função FOR

Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Reference/For>

## ALGUMAS SUGESTÕES DE LIVROS DE APOIO AO ESTUDO DO ARDUINO

Abaixo segue uma lista de livros que o leitor poderá adquirir para auxiliar em seus estudos da robótica usando a plataforma Arduino, também é possível encontrar muitos vídeos aulas e outros materiais em diversos blogs e no youtube, existe uma grande variedade de informação, com uma breve pesquisa na internet você terá muita coisa para aprender!

BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.

DE RODRIGUES, Rafael Frank; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Arduino para físicos. 2015.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 201

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Arduino - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.

DE RODRIGUES, Rafael Frank; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Arduino para físicos. 2015.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.

<http://omecatronico.com.br/> . Último acesso em outubro de 2017

<http://arduinoamue.te.blogspot.com.br/> . Último acesso em outubro de 2017

## ATIVIDADE 01- COMO FUNCIONA UM LED?

### OBJETIVOS DESTA AULA:

- Conhecer e utilizar o Arduino;
- Aprender o que é e como funciona o LED;
- Aprender sobre corrente elétrica, tensão, frequência e potência elétrica.

### MAS AFINAL O QUE É UM LED?



Figura 11 Telas

Fonte: <http://www.mediaface.co.jp/photo/led001.jpg>

O LED é um componente **eletrônico semicondutor** (LED = light emitter diode) que tem sua principal função transformar energia elétrica em energia luminosa, porém é diferente das lâmpadas convencionais que, por exemplo, funcionam com filamentos metálicos e/ou gases (sugestão: faça uma pesquisa sobre os diferentes tipos de lâmpadas e comente em sala de aula sobre as vantagens e desvantagens de cada tipo), os LED's são diferentes dessas lâmpadas pois a transformação de energia ocorre na matéria, chamada de estado sólido.

Alguns materiais são condutores elétricos, ou seja, possuem elétrons livres na sua camada de valência no qual facilita o fluxo de elétrons quando submetidos a uma ddp, outros materiais são considerados isolantes que possuem uma dificuldade nesse fluxo de elétrons, os LEDs são considerados semicondutores por possuir essas duas características quando submetido a certas faixas de temperatura.

Ele é um componente bipolar, com um terminal chamado de anodo e o outro chamado de catodo.

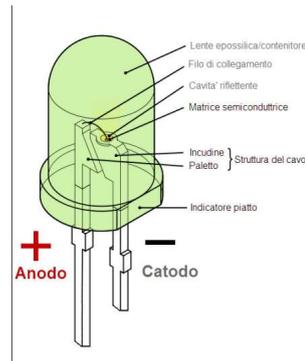


Figura 12 - LED

Fonte: <http://greenworldsolutions.eu/>

Apesar do uso do LED nos últimos anos ter se tornado popular, a sua invenção ocorreu em 1963 por Nick Holonyae que conseguiu fazer um LED apenas da cor vermelha e de baixa intensidade luminosa, somente na década de 90 surgiram os LEDs comerciais com maiores intensidades e com uma grande diversidade de cores (você sabe explicar qual grandeza física está relacionada com a cor de um LED?) e foram utilizadas principalmente nas indústrias.

Para exemplificar hoje temos LED's que atingem 120 lumens de fluxo luminoso e com potência (discuta em sala de aula, o que é uma potência) de 1 a 5 Watts e que já estão substituindo as lâmpadas convencionais.

### ALGUNS BENEFÍCIOS DO USO DO LED:

- Maior vida útil;
- Custo de manutenção reduzido;
- Eficiência;
- Baixa tensão de operação;
- Resistência a impactos e vibração;
- Controle de cor;
- Ecologicamente correto;

A **corrente elétrica** com que o LED funciona depende da fabricação das mesmas, mas geralmente elas operam numa faixa entre 6 mA a 20 mA e uma tensão entre 1 a 3,3 v. Para ligarmos um LED é necessário conhecermos a LEI DE ohm

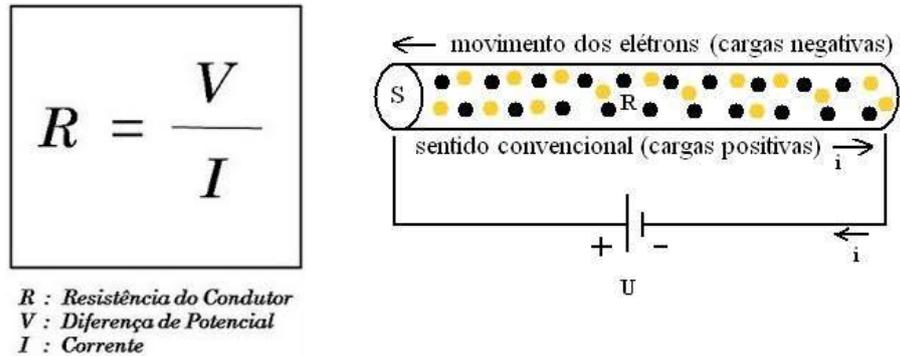


Figura 13- Lei de Ohm  
 Fonte: <http://www.infoescola.com>

## COMO USAR LED NO ARDUINO

Já instalamos e aprendemos algumas funções básicas do Arduino, vamos montar nosso primeiro circuito elétrico. Lembre-se de que os LED possuem uma tensão elétrica muito pequena (em torno de 2 V) e de que o Arduino trabalha com uma saída nas suas portas digitais de 5 V, por isso teremos que reduzir a tensão (na próxima atividade aprenderemos o que é e como usar os resistores no Arduino).

### MATERIAIS:

LED de 5 mm

Resistor de 100 ohms (na próxima aula aprenderemos mais sobre os resistores)

Fios jumper

Arduino

### ATIVIDADE PRÁTICA

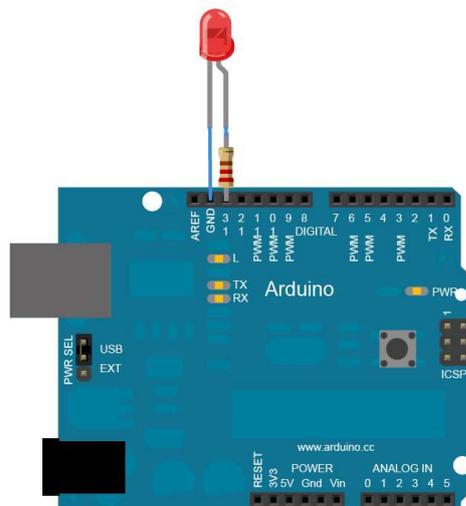


Figura 14- Arduino  
 Fonte: <https://www.arduino.cc/>

Digite e salve o código abaixo no IDE do Arduino:

```
void setup () {
  // Inicializa o pino digital como uma saída.
  // Pin 13 tem um LED conectado na maioria das placas
  Arduino:
  pinMode (13, OUTPUT); }

void loop () {
  digitalWrite (13, HIGH); // set o LED
  delay (1000); // esperar / por um segundo
  digitalWrite (13, LOW); // definir o off LED
  delay (1000); // esperar / por um segundo
}
```

Fonte: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

Monte o circuito, coloque a polaridade positiva do LED na porta 13, digite o código e faça o **upload** no Arduino e veja o funcionamento, logo em seguida mude a polaridade do LED e veja se ele acende. (Você sabe explicar por qual motivo o LED não acende se você coloca a polaridade negativa na porta digital?)

### TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS:

1. O que acontece se você não utilizar a função **delay** no programa acima? Apague essas funções execute novamente e tente explicar o que ocorre.
2. No começo do programa crie uma variável inteira chamado tempo e utilize essa variável dentro da função delay, altere essa variável e veja como utilizar variáveis no código.
3. O que pode acontecer se você não utilizar o resistor junto com o LED? Justifique sua resposta.
4. O que aconteceria se você usasse um resistor de 10 k $\Omega$ ? Justifique sua resposta.
4. Calcule a corrente elétrica que passa pelo LED. (use a lei de ohm sabendo que as portas digitais do arduino tem uma tensão de 5V. (Considere o LED como resistência nula, utilize apenas o valor nominal do resistor que foi utilizado).

**DESAFIO:**

Usando agora 3 leds (vermelho, amarelo e verde) e 1 resistores de 220 ohms faça um semáforo em que os LEDs desliguem e apaguem a cada 5 segundos, para isso será necessário a utilização da protoboard.

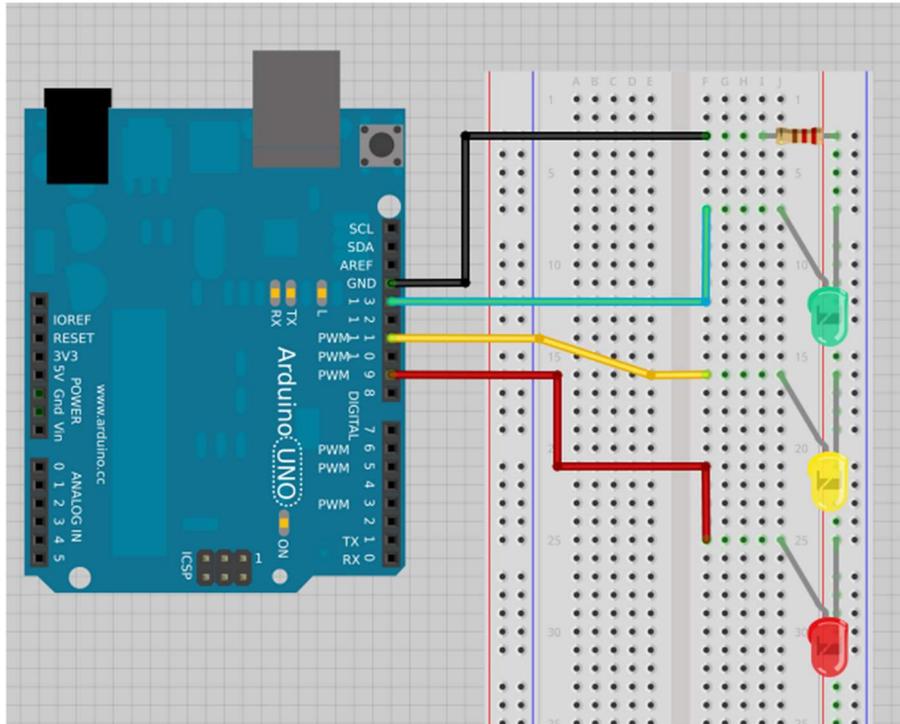


Figura 15- Arduino Semáforo  
Fonte: <http://2.bp.blogspot.com>

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:**

ARDUINO - <http://arduino.cc/>

LABORATÓRIO DE GARAGEM - <http://labdegaragem.com/>

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A., FÍSICA IV - ÓTICA E FÍSICA MODERNA, 12a ed. São Paulo, Addison Wesley, 2008;

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 assistidas pelo PC. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 1702 (2011)

## ATIVIDADE 02 – RESISTORES E CIRCUITOS ELÉTRICOS

### OBJETIVOS DESSA AULA:

- Entender como funciona os circuitos elétricos;
- O que são e para que serve os resistores;
- Fazer um divisor de tensão;
- Aprender a utilizar portas analógicas no Arduino;

Estamos no nosso segundo passo para aprendermos a utilizar o nosso robô seguidor de linha. Neste novo passo teremos que aprender sobre o que é e como utilizar resistores e compreender como funcionam os circuitos elétricos.

### O QUE SÃO OS CIRCUITOS ELÉTRICOS?

É um conjunto de componentes eletrônicos formados por gerador elétrico, condutor elétrico e um outro componente que em um circuito fechado utiliza a energia elétrica gerada pelo gerador. Observe a figura:

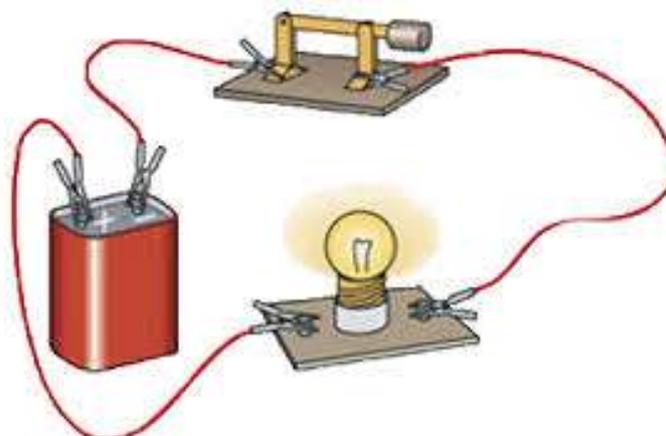


Figura 16- circuito elétrico  
Fonte: [www.aulas-fisica-quimica.com](http://www.aulas-fisica-quimica.com)

Um gerador elétrico é qualquer componente ou aparelho capaz de transformar qualquer energia em energia elétrica, já um receptor elétrico é o inverso, ou seja, é qualquer componente ou aparelho elétrico capaz de transformar a energia elétrica em outra forma de energia.

Os circuitos elétricos podem ser divididos em duas categorias, circuitos em série ou em paralelos:

Os circuitos em série todos os componentes são ligados em série, ou seja, são ligados de tal modo que a corrente que passa por todos os pontos do circuito sejam a mesma, porém a tensão se divide proporcionalmente:

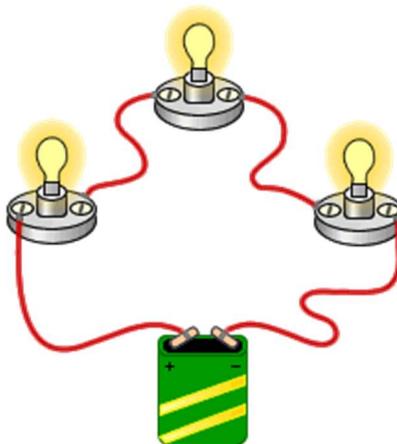


Figura 17- circuito em série  
Fonte: <https://www.educabras.com>

Já em circuitos em paralelo a corrente elétrica percorre em caminho distinta, porém possuem a mesma tensão elétrica ao longo do percurso, veja a figura:

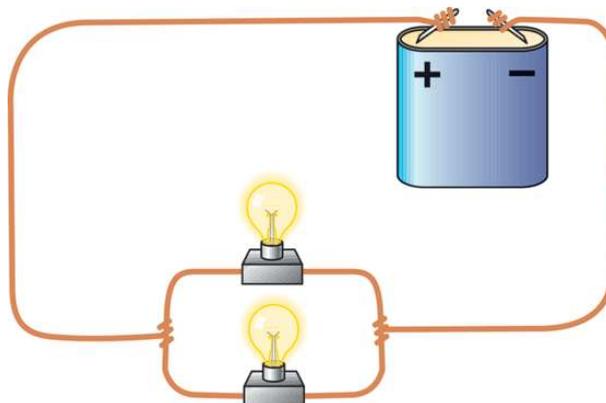


Figura 18- circuito em paralelo  
Fonte: <http://cientificamentefalando-margarida.blogspot.com.br/>

## MAS AFINAL, O QUE SÃO RESISTORES?

Resistores são dispositivos elétricos (ou eletrônicos) muito usado em circuitos elétricos, eles possuem dois terminais e no SI tem unidade de medida de ohm que é equivalente de volt por ampère.



Figura 19 - Resistores

Fonte: <https://www.elprocus.com/wp-content/uploads/2014/03/114.jpg>

As utilidades dos resistores são variadas, mas as duas principais utilidades são a transformação de energia elétrica em energia térmica (Efeito Joule) e o controle de voltagem em circuitos, já que ela produz uma dificuldade na passagem de corrente elétrica (por isso na atividade 1 tivemos que utilizar um resistor para diminuir a voltagem no LED para não queimar!).

Podemos ter vários tipos de resistores, deste com valores fixos como varáveis:

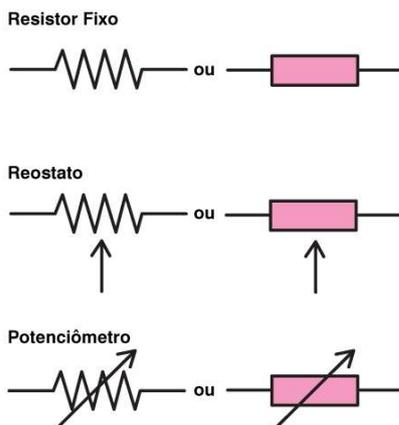


Figura 20- Tipo de resistores

Fonte: <http://www.dreaminc.com.br>

A resistência elétrica está associada a corrente e a tensão que passa pelo circuito elétrico, dada pela função:

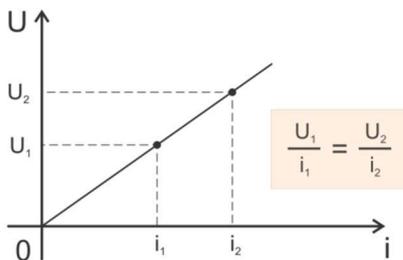


Figura 21– Gráfico Lei de Ohm

Fonte: <http://2.bp.blogspot.com>

Em circuitos elétricos podemos identificar os resistores através do código de cores:

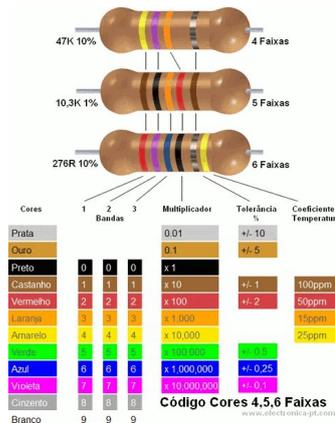


Figura 22– Código de cores  
Fonte: <https://www.electronica-pt.com>

Para entendermos bem o conceito de resistores é importante compreendermos o conceito de corrente elétrica. Em um material condutor elétrico neutro (quando não está submetido a nenhuma tensão elétrica) os elétrons se movem de maneira totalmente desordenada, porém, quando submetemos uma tensão elétrica esta passa a ter um certo fluxo no qual definimos como corrente elétrica.

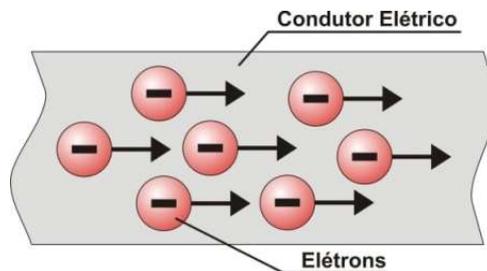


Figura 23– Corrente elétrica  
Fonte: <http://www.netfisica.com>

Por questões históricas o sentido da corrente se definiu como sendo do sentido positivo para o negativo, porém, o sentido dos elétrons ocorre do sentido negativo para o positivo:

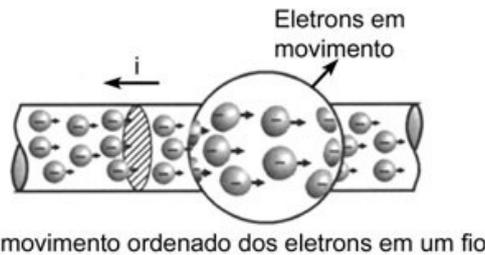


Figura 24: fluxo dos elétrons  
Fonte: <http://fisicapaidegua.com/teoria/corrente1.jpg>

## COMO FAZER UM DIVISOR DE TENSÃO?

Utilizamos um divisor de tensão com a utilização de resistores, o objetivo é utilizar os resistores para diminuir ou aumentar a tensão elétrica em certo componente do circuito como também direcionar a corrente elétrica (muito utilizado no Arduino para receber informações nas portas digitais e analógicas!).

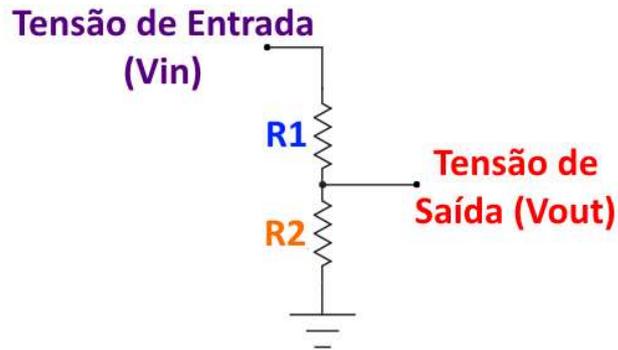


Figura 25- divisor de tensão  
Fonte: <http://1.bp.blogspot.com>

## O QUE É UM LDR?

LDR, em português Resistor Dependente de Luz ou Fotorresistência é um componente eletrônico do tipo resistor variável, mais especificamente, é um resistor cuja resistência varia conforme a intensidade da luz, ou seja, é um componente eletrônico que serve como um sensor de luz sendo utilizado em diversas aplicações tecnológicas.



Figura 26 - LDR  
Figura: <https://fazerlab.files.wordpress.com>

## USANDO O LDR NO ARRUÍNO:

Iremos fazer um sensor de luminosidade, para isso usaremos um LDR que em uma determinada intensidade de luz acenderá um LED, teremos também que usar o divisor de tensão.

### Materiais:

Fios Jumper's

Protoboard

Arduino Uno Rev3

1x LED

1x Resistor 300Ohm

1x LDR

1x Resistor 10kOhm

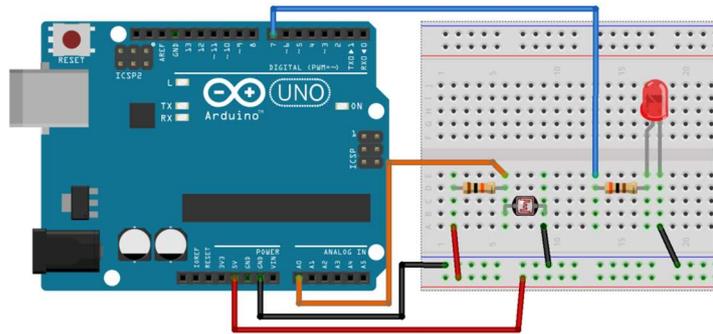


Figura 27- LDR Arduino

Fonte: <http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/basico/sensor-de-luz-ldr/>

```
//Codigo Sensor de luz

int ledPin = 7; //Led no pino 7
int ldrPin = 0; //LDR no pino analógico
int ldrValor = 0; //Valor lido do LDR

void setup() {
  pinMode(ledPin,OUTPUT); //define a porta 7 como saída
  Serial.begin(9600); //Inicia a comunicação serial
}

void loop() {
  ///ler o valor do LDR
  ldrValor = analogRead(ldrPin); //O valor lido será entre 0 e 1023

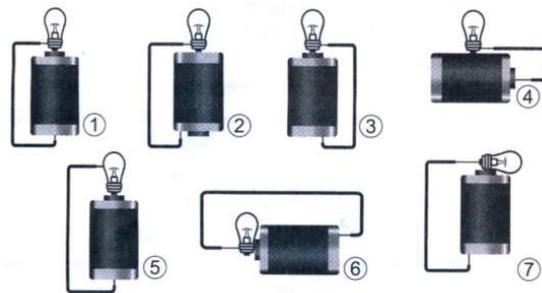
  //se o valor lido for maior que 500, liga o led
  if (ldrValor>= 800) digitalWrite(ledPin,HIGH);
  // senão, apaga o led
  else digitalWrite(ledPin,LOW);

  //imprime o valor lido do LDR no monitor serial
  Serial.println(ldrValor);
  delay(100);
}
```

Fonte do código: próprio autor

### TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS:

1. (ENEM 2011) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. INSTALAÇÃO ELÉTRICA:  
INVESTIGANDO E APRENDENDO.  
SÃO PAULO: SCIPIONE, 1997 (ADAPTADO).

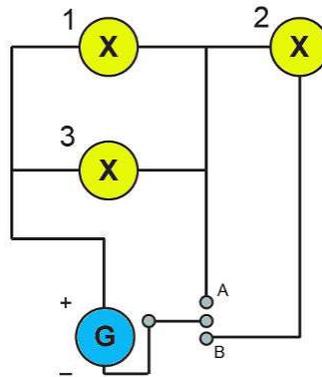
Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- A) (1), (3), (6)
- B) (3), (4), (5)
- C) (1), (3), (5)
- D) (1), (3), (7)
- E) (1), (2), (5)

2. (ENEM/2013) Um circuito em série é formado por uma pilha, uma lâmpada incandescente e uma chave interruptora. Ao se ligar a chave, a lâmpada acende quase instantaneamente, irradiando calor e luz. Popularmente, associa-se o fenômeno da irradiação de energia a um desgaste da corrente elétrica, ao atravessar o filamento da lâmpada, e à rapidez com que a lâmpada começa a brilhar. Essa explicação está em desacordo com o modelo clássico de corrente. De acordo com o modelo mencionado, o fato de a lâmpada acender quase instantaneamente está relacionado à rapidez com que:

- a) o fluido elétrico se desloca no circuito.
- b) as cargas negativas móveis atravessam o circuito.
- c) a bateria libera cargas móveis para o filamento da lâmpada.
- d) o campo elétrico se estabelece em todos os pontos do circuito.
- e) as cargas positivas e negativas chocam-se no filamento da lâmpada.

3. (ENEM/2014) Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B.



Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição

- B, pois a corrente será maior nesse caso.
- B, pois a potência total será maior nesse caso.
- A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.
- B, pois o gerador fornecerá uma maior tensão nesse caso.
- A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

ARDUINO. Disponível em: <http://www.arduino.cc>. Acesso em: 25/05/2017

LABORATÓRIO DE GARAGEM - <http://labdegaragem.com/>

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4

H. D. Young & R. A. Freedman, "Física III: Eletromagnetismo, 12a. ed." Pearson, São Paulo, Brasil, 2009.

### **ATIVIDADE 3 – O QUE É UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA? (APRENDENDO A USAR PORTAS DIGITAIS E ANALÓGICAS NO ARDUINO COM O SENSOR DE REFLETÂNCIA)**

#### **OBJETIVOS DESSA AULA:**

- Compreender como podemos enxergar as cores.
- Compreender o que é uma onda eletromagnética;
- Relacionar e identificar as diferentes formas de ondas eletromagnéticas no cotidiano;
- Aprender a usar portas digitais e analógicas no Arduino
- Utilizar o sensor de refletância para diferenciar cores brancas e escuras;

Estamos dando mais um passo para a construção do nosso robô seguidor de linha, como já foi discutido, para que o robô funcione é necessário ele possuir sensores para poder captar as cores do caminho que ele automaticamente irá percorrer, hoje vamos utilizar um sensor para que nosso robô possa diferenciar em qual caminho é branco e qual caminho é a fita preta para que possa tomar a decisão de sua direção, para isso, é preciso primeiro entender como podemos enxergar as cores e compreender o que são ondas eletromagnéticas.

#### **1- COMO ENXERGAMOS?**

Para nós é muito simples enxergar e diferenciar as cores pretas e brancas, temos um sensor muito especial que são nossos olhos, mas afinal como podemos enxergar um objeto? Essa pergunta parece bem óbvia agora, mas este conhecimento não era tão certo na antiguidade, eles observaram que os olhos de certos animais brilhavam em ambientes com pouca luminosidade, assim acharam que dentro dos olhos existiam uma espécie de fogo que iluminavam e chegava até aos objetos fazendo com que esses objetos sejam vistos, sabemos hoje que para enxergar um objeto uma luz deve ser refletida (ou emitida) por um objeto chegando aos nossos olhos:

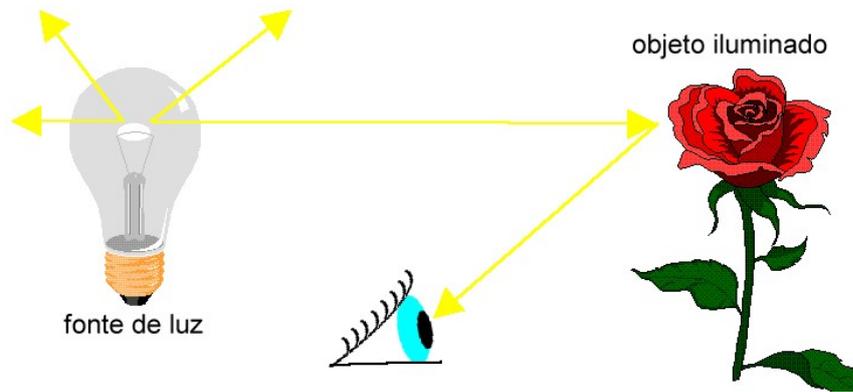


Figura 28 - Luz

Fonte: <https://12dimensao.files.wordpress.com>

Para captar essas imagens nosso olho possui um mecanismo complexo e bem evoluído, de forma resumida podemos dizer que a luz atravessa a pupila, passa pela córnea, pelo cristalino, passando por todo o globo ocular chegando no fundo do olho especificamente na retina que lá possuem foto-sensores que transformam a luz em impulsos elétricos que são transmitidos para o sistema nervoso chegando ao nosso cérebro onde esses dados são transformados novamente em imagem. O nosso olho tem muita semelhança ‘ máquina fotográfica onde a pálpebra é equivalente ao obturador que fecha e abre para a passagem de luz.

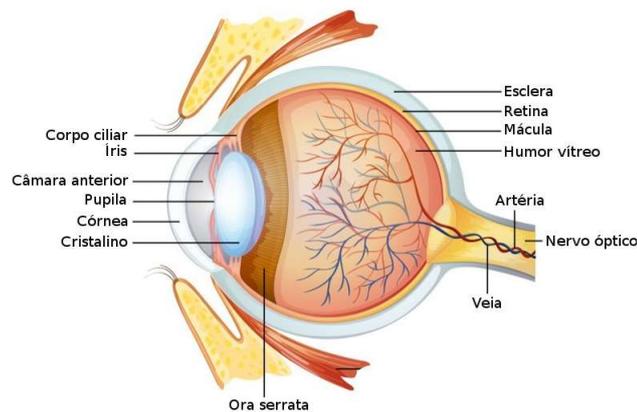


Figura 29 : olho humano

Fonte: [www.infoescola.com/](http://www.infoescola.com/)

## 2 – COMO ENXERGAMOS AS CORES?

Já sabemos como captamos e enxergamos um objeto, mas porque os objetos possuem cores diferentes? E como conseguimos fazer essas distinções? A luz branca é uma luz policromática, ou seja, é formada por diferentes faixas de luz monocromática, quem primeiro conseguiu perceber isso e demonstrar foi o Newton que em 1672 publicou um artigo demonstrando suas ideias sobre as cores de um corpo:



Figura 30 : dispersão da luz

Fonte: <http://rededosaberfisico.xpg.uol.com.br>

Ele afirmou que a cor de um objeto está relacionada com a capacidade de absorção e reflexão de feixes de luz, assim, objetos da cor branca tem a capacidade de refletir totalmente a luz, enquanto objetos pretos absorvem todas os feixes de luz, objetos de cor azul por exemplo, consegue refletir apenas a luz azul absorvendo todas as outras.

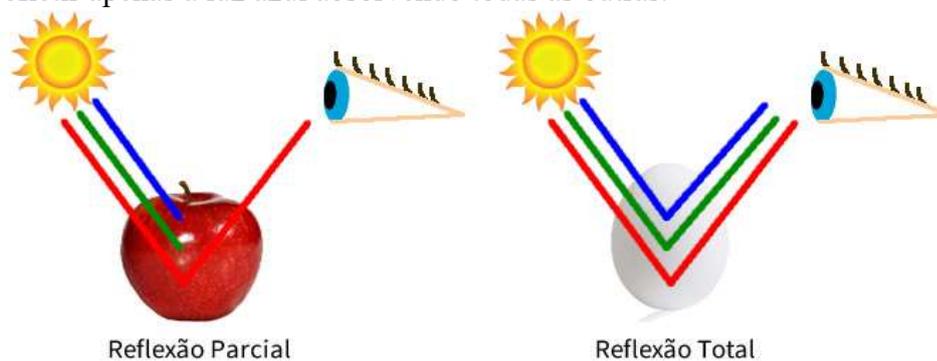


Figura 31: cor de um objeto

Fonte: <https://d24kgseos9bn1o.cloudfront.net>

### 3- O QUE SÃO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS?

O sensor que iremos utilizar nesta nossa prática experimental funciona na faixa do infravermelho, mas o que é uma luz infravermelho? E como não enxergamos essa luz?

Para compreender bem sobre isso é necessário entendermos inicialmente o que são ondas eletromagnéticas. As ondas eletromagnéticas são ondas formadas por um combinação de campo elétrico e campo magnético variável, perpendiculares entre si e que não necessitam de meios materiais para se propagarem, por isso, podem se propagar no vácuo, possuem velocidade de  $3 \times 10^8$  m/s no vácuo. A luz visível é uma onda eletromagnética, por isso, ela consegue viajar pelo espaço vazio, como a luz do Sol por exemplo.

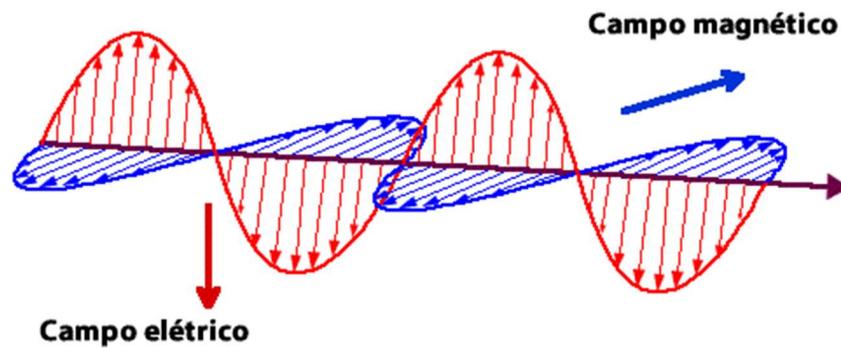


Figura 32: onda eletromagnética  
Fonte: <http://professorbiriba.com.br>

Quem primeiro conseguiu mostrar que a luz é uma onda eletromagnética foi James C. Maxwell, no séc. XIX, onde conseguiu prevê a existência de ondas eletromagnéticas em que o olho humano não consegue detectar, nove anos depois o físico alemão Heinrich Hertz conseguiu demonstrar essas ondas. Hoje utilizamos diversas formas de ondas eletromagnéticas:

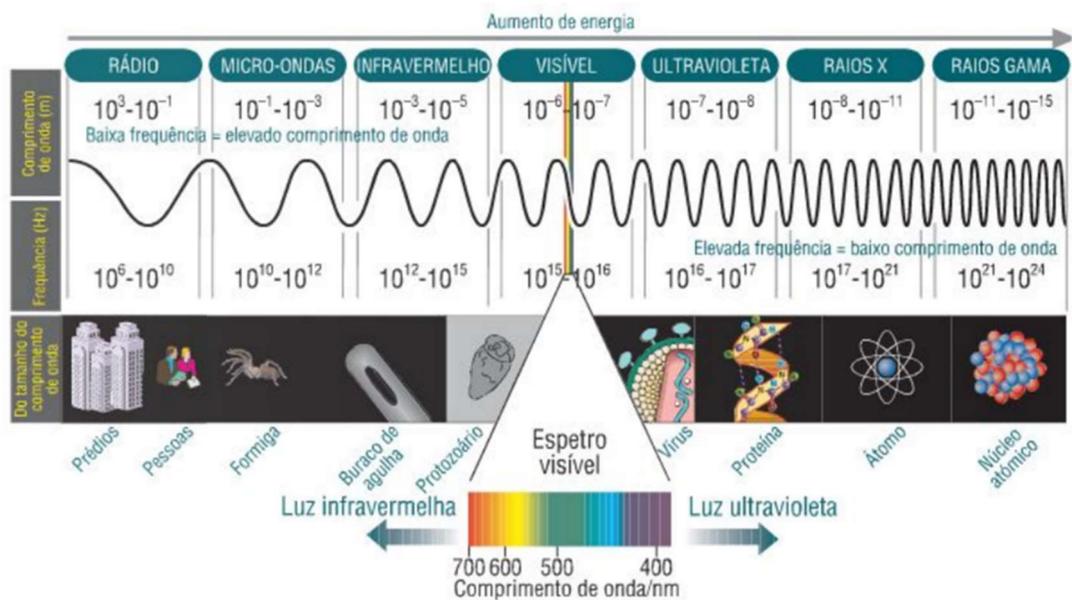


Figura 33: espectro de ondas eletromagnéticas  
Fonte: <http://4.bp.blogspot.com>

Assim, nossos olhos conseguem ver apenas uma parte de ondas eletromagnética, na faixa entre 700 a 400 nm, porém existem aparelhos que detectam faixas diferentes do olho humano, o sensor de refletância que iremos utilizar por exemplo capta ondas que o nosso olho não consegue enxergar.

## 4 –O SENSOR DE REFLETÂNCIA

Infelizmente nosso robô não possui olhos como os nossos, assim, para identificar onde é preto e onde é branco é necessário utilizar um sensor de refletância, que é um sensor que capta determinadas feixes de luz e transforma esses feixes em uma tensão elétrica que varia de 0 a 5 V, e que a partir desses valores podemos identificar a cor de um determinado objeto, usaremos o módulo TCR5000.

### Especificações:

- Fonte de alimentação: 5V
- Corrente: <10mA
- Faixa de temperatura operacional: 0°C ~ + 50°C
- Saída: 1 - VCC, 2 - GND, 3 - OUT
- Medidas: 10mm×35mm
- Peso: Aprox. 1g



Figura 34: sensor de refletância  
Fonte: autor

### Como funciona?

Ele é basicamente composto por um LED emissor de luz na faixa do infravermelho e um sensor infravermelho que capta a luz refletida por um objeto, sendo que pode ser usado na porta digital (recebendo, portanto, valores de 0 ou 1) e nas portas analógicas que iremos utilizar (valores entre 0 a 1024), assim, para objetos brancos ele mostrará para o Arduino um valor próximo de 10 e para objeto:

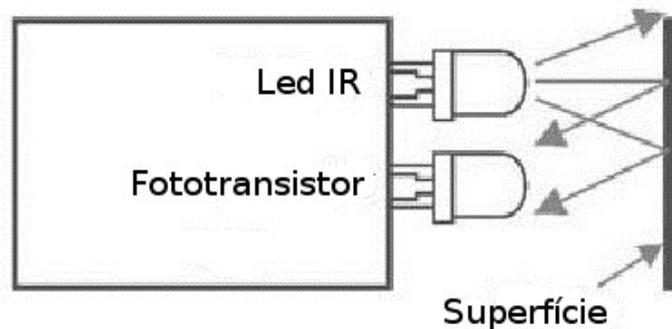


Figura 35: sensor e refletância  
Fonte: <https://totalarduino.files.wordpress.com>

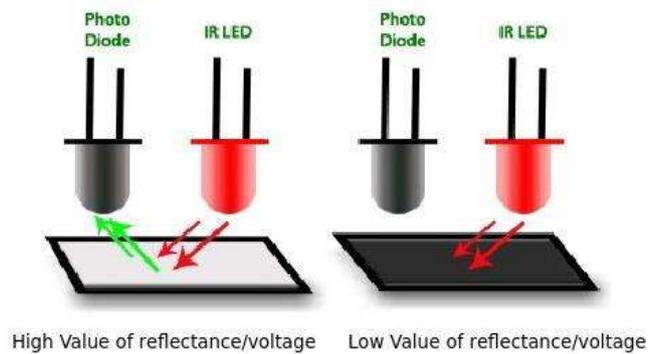


Figura: branco e preto

Fonte: <https://mjrobot.files.wordpress.com>

## COMO LIGAR NO ARDUINO?

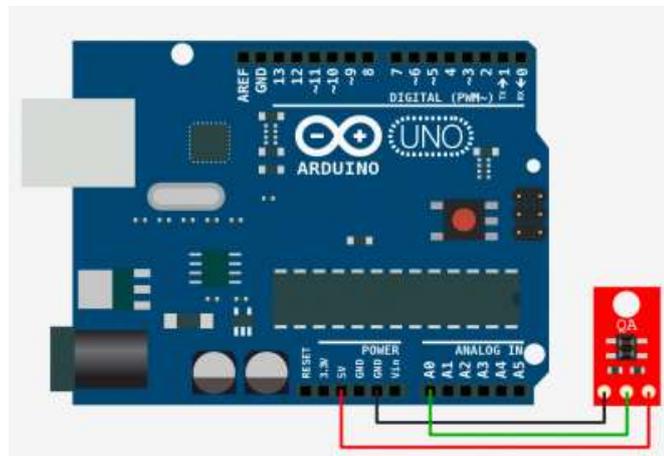


Figura 36: ligando o sensor de refletância  
Fonte: <https://totalarduino.files.wordpress.com>

**Código de funcionamento:** Vamos agora fazer um código simples que detecta se existe ou não uma linha preta e mostra no Serial Monitor da IDE do Arduino:

```
int pinoSensor = A0;
int valorSensor = 0;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  valorSensor = analogRead(pinoSensor);
  int valorCorrigido = (valorSensor * 5) / 1024;

  if(valorCorrigido > 0)
    Serial.println("Linha Detectada!!!");
  delay(1000);
}
```

*Fonte do código: Próprio autor*

**PRATICANDO:** Desenvolva um projeto no Arduino em que ao detectar um objeto branco acenda um LED vermelho, caso contrário acenda um LED verde.

Na nossa próxima aula iremos aprender sobre o sensor ultrassônico que é um sensor que é funciona como um sonar e que é capaz de detectar objetos, espero que tenham gostado da aula, bons estudos!

### TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS:

1. (UFRN) Ana Maria, modelo profissional, costuma fazer ensaios fotográficos e participar de desfiles de moda. Em trabalho recente, ela usou um vestido que apresentava cor vermelha quando iluminado pela luz do sol. Ana Maria irá desfilarm novamente usando o mesmo vestido. Sabendo-se que a passarela onde Ana Maria vai desfilarm será iluminada agora com luz monocromática verde, podemos afirmar que o público perceberá seu vestido como sendo

- a) verde, pois é a cor que incidiu sobre o vestido.
- b) preto, porque o vestido só reflete a cor vermelha.
- c) de cor entre vermelha e verde devido à mistura das cores.
- d) vermelho, pois a cor do vestido independe da radiação incidente.

2. A respeito das cores dos objetos, marque a alternativa correta:

- a) A cor é uma característica própria de cada objeto.
- b) A cor não é uma característica própria de cada objeto, pois depende da luz que o ilumina.
- c) Um objeto de cor amarela sob luz policromática é visto com a mesma cor sob luz monocromática verde.
- d) Como reflete todas as cores, o corpo negro não tem condição de apresentar coloração, sendo visto, portanto, como preto.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

3. (PUC - RS) Em 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen descobriu os raios X, que são usados principalmente na área médica e industrial. Esses raios são:

- a) Radiações formadas por partículas alfa com grande poder de penetração.
- b) Radiações formadas por elétrons dotados de grandes velocidades.
- c) Ondas eletromagnéticas de frequências maiores que as das ondas ultravioletas.
- d) Ondas eletromagnéticas de frequências menores do que as das ondas luminosas.

e) Ondas eletromagnéticas de frequências iguais as das ondas infravermelhas.

4. (ENEM 2013). Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

- A) terem fases opostas.
- B) serem ambas audíveis.
- C) terem intensidades inversas.
- D) serem de mesma amplitude.
- E) terem frequências próximas.

### **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

Arduino - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a física. ° edição, Editora Ática, Volume 02, São Paulo, 2013.

MCROBERTS, Michael. Arduino. Básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.

## ATIVIDADE 4- O QUE É O SOM E COMO FUNCIONA O ECO? (APRENDENDO A USAR O ULTRASSÔNICO)

### OBJETIVOS DESSA AULA

- Identificar as características e propriedades do som;
- Diferenciar altura, timbre e intensidade do som;
- Aprender sobre o ouvido humano;
- Compreender como funciona o eco e o sonar;
- Aprender a utilizar o sensor ultrassônico no Arduino para medir distâncias;

Na nossa última aula aprendermos como utilizar o sensor de refletância para que o robô possa identificar quando está ou não em uma linha preta para que este possa percorrer esse caminho de forma autônoma. Além de percorrer esse caminho ele terá que parar sua trajetória caso tenha algum obstáculo em sua frente a uma dada distância programada, mas como nosso robô conseguirá “enxergar” esse objeto se ele não possui olhos? Certamente você já deve saber que é necessário um sensor específico para esta tarefa, existem vários tipos desses sensores que poderiam realizar esta tarefa, iremos utilizar nessa nossa atividade o sensor ultrassônico do Arduino, mas antes precisamos compreender como as características e propriedades do som.

### 1. MAS AFINAL O QUE É O SOM?

O som é uma onda longitudinal de pressão, que se propagam somente em meios materiais e que por isso são classificadas como ondas mecânicas. Assim, o som não consegue se propagar no vácuo diferentemente das ondas eletromagnéticas estudadas na nossa atividade passada.



Figura 37: onda sonora

Fonte: <http://s2.static.brasile scola.uol.com.br>

Como demonstra a figura o alto-falante deixa o ar mais comprimido e mais rarefeito provocando um pulso de onda que se propaga no meio que ele está inserido, geralmente essas

ondas são produzidas por objetos que vibram tais como autofalante, diapásão, cordas vocais, entre outras. Como qualquer outra onda ela possui características tais como reflexão, difração, refração e interferência.

Nós conseguimos captar essas ondas sonoras através de nossos ouvidos que nada mais são do que um sensor, e como já sabemos todo sensor tem suas limitações, no caso do ouvido humano ele está na faixa entre 20 Hz a 20.000 Hz (ou 20 KHz), porém alguns animais possuem faixas de frequência distintas a do ouvido humano podendo captar sons que não conseguimos escutar, e outros aparelhos criados pelo homem para captar ou emitir sons para diversos fins.

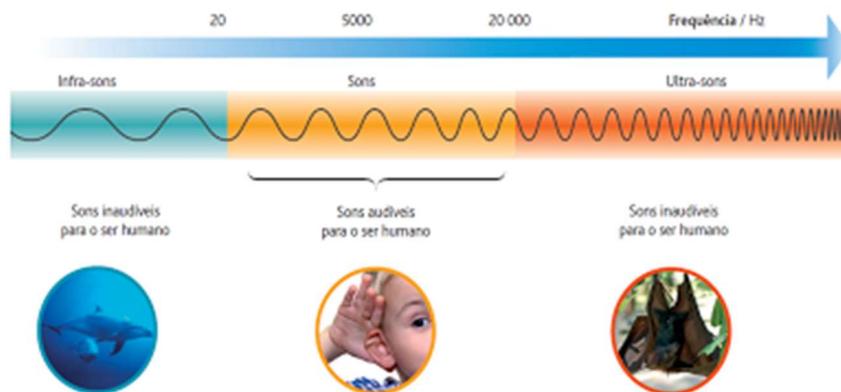


Figura 38: faixa de som  
Fonte: 4.bp.blogspot.com

## 2 – CARACTERÍSTICAS DO SOM

Podemos caracterizar o som através de algumas características tais como altura, timbre e intensidade, a altura corresponde a frequências baixas ou altas, para frequências baixas temos um som mais “grave” e para sons com maior frequência temos um som mais “agudo”, o timbre corresponde as características peculiares de cada sim, assim, são pequenas perturbações da onda que deixam caraterísticas únicas em um som como se fosse uma digita, é assim que podemos identificar pelo som instrumentos musicais ou o som de uma pessoa que conhecemos, já a intensidade corresponde um som forte ou fraco que está vinculado à amplitude da onda:

## Parâmetros do som

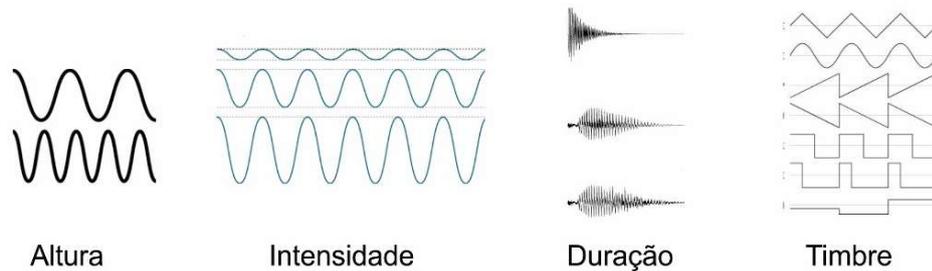


Figura 39 : parâmetro do som  
 Fonte: <https://arteducacao.files.wordpress.com/>

A velocidade do som depende do material em que está se propagando e da temperatura, quanto mais denso for o material mais rápida é sua propagação, para uma temperatura de 15 ° C a velocidade do som no ar tem valor aproximada de 340 m/s e no mesmo meio material possui velocidade constante sendo assim um movimento uniforme.

### 3- O OUVIDO HUMANO

O ouvido humano é um órgão muito sensível e também semelhante ao ouvido de outros mamíferos, ele consegue captar estímulos externos mecânico do ambiente externo e consegue converter esses estímulos externos para o sistema nervoso sob forma de impulsos elétricos, ele consegue captar pequenas perturbações na pressão do ar e amplificar essas perturbações transformando na som que nos captamos. Hoje sabemos que o ouvido consegue captar faixas entre 20 a 20.000 KHz, outros animais conseguem captar sons numa escala diferente, modificadas ao longo de sua evolução.

Podemos dividir a estrutura do ouvido em três partes: ouvido externo, médio e o interno. Cada umas dessas partes têm sua função na captação e transmissão do som, resumidamente o som é captado pelo ouvido externo que é direcionado para o ouvido médio onde se encontra o *tímpano* que formado por pequenos ossos que vibram a partir dessas pequenas mudanças de pressão transmitindo até o ouvido interno, lá tem transmitem as informações ao sistema nervoso em forma de impulsos elétricos, onde é transmitido para o cérebro.

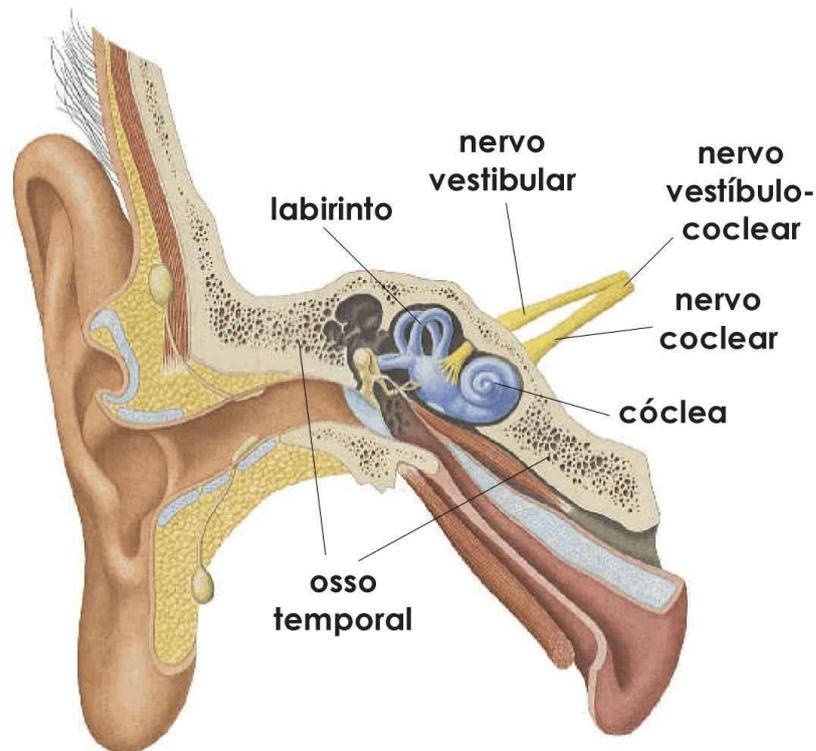


Figura 40: ouvido humano  
 Fonte: <http://www.vertigemetonura.com.br>

#### 4- ECO E O SONAR

Nosso sensor que vamos utilizar em nosso robô funciona como o sonar, por isso, vamos entender o funcionamento do sonar e o que é a ecolocalização. Alguns animais como morcego e golfinhos possuem uma incrível habilidade de localizar outros animais ou objetos através de um processo chamado de ecolocalização, eles emitem um som que podem ser ultrassônico (acima da faixa audível do ser humano, que é caso dos morcegos) como infrassônico (caso das baleias e golfinhos), para exemplificar melhor vamos falar dos morcegos, eles emitem um som que se propaga no ar com velocidade aproximadamente de 340 m/s (esse valor varia a partir da temperatura e da pressão atmosférica) que chega ao inseto ou objeto e retorna ao morcego chegando ao seus ouvidos, a partir do intervalo de tempo entre a transmissão e a recepção do som ele pode localizar onde está o inseto com ambientes de pouca ou até mesmo sem nenhuma luminosidade com uma precisão incrível.

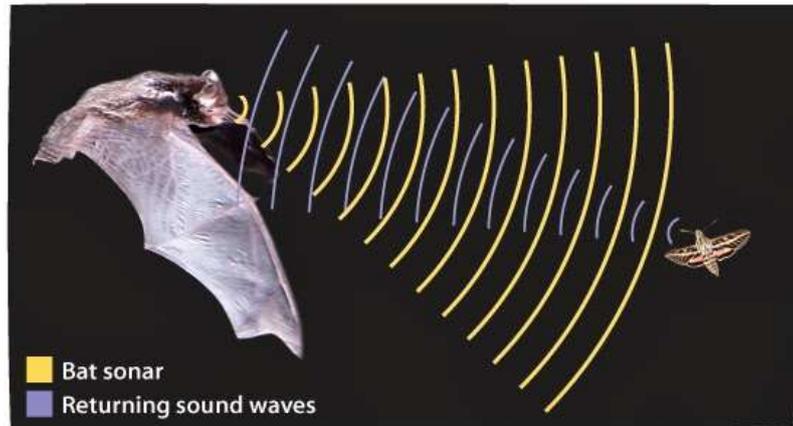


Figura 41: sonar dos morcegos

Fonte: <http://2.bp.blogspot>.

O processo é muito semelhante como o sonar do submarino, porém ele é feito na água e por isso o sonar calcula o som para uma velocidade aproximadamente 4,4 vezes a velocidade do som no ar, chegando num valor aproximado de 1438 m/s a uma temperatura de 8 ° C, foi inicialmente construído para fins bélicos e bastante desenvolvido durante a primeira guerra mundial para detecção de submarinos e outras embarcações. Hoje também utilizamos essas tecnologias para outros fins tais como o ultrassônico na medicina por exemplo.

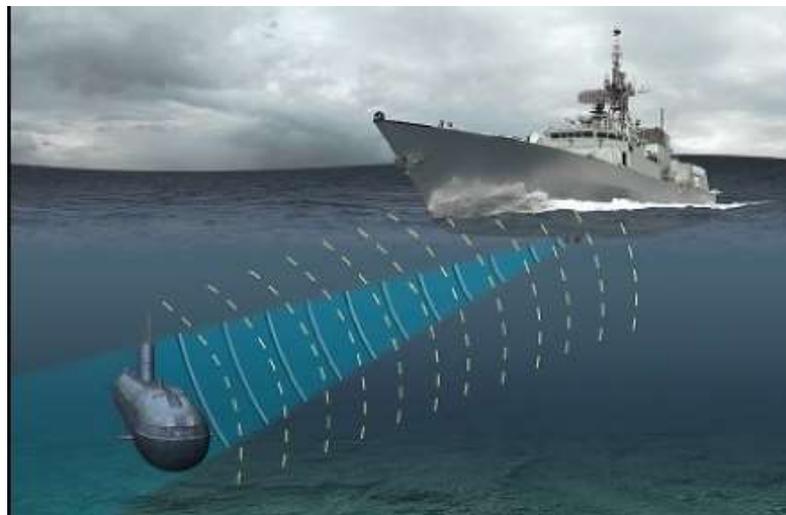


Figura 42: sonar

Fonte: <http://www.nautelc-tech.com>

## 5 – O SENSOR ULTRASSÔNICO HC- SR04

Para nossa atividade usaremos um sensor muito utilizado na robótica para localização do robô, para o Arduino usaremos o sensor ultrassônico HC-SR04 que funciona de maneira muito semelhante ao método dos morcegos descrito anteriormente, ele possui dois autofalantes, um emite o som na faixa do ultrassônico e o outro é responsável pela captação desse som, a diferença do tempo entre a emissão e a recepção é usada para o cálculo da distância do objeto.



Figura 43: Sensor ultrassônico  
Fonte: Próprio autor

Especificações:

- Alimentação; 5 V
- Corrente de operação: 2 mA
- Ângulo de efeito: 15 °
- Alcance; 2 cm- 4m
- Precisão: 3 mm

Fonte: <http://www.filipeflop.com>

### MONTAGEM DO CIRCUITO:

Como vimos na figura anterior o sensor possui 4 pinos, um para alimentação (+5V), outro para o GND e os outros são os pinos Trig e Echo, o pino que fica o Trig é chamado de “gatilho” que é onde é mandando o sinal sonoro e o Echo é o receptor que espera o retorno e então manda a informação do Arduino para fazer o cálculo da distância.

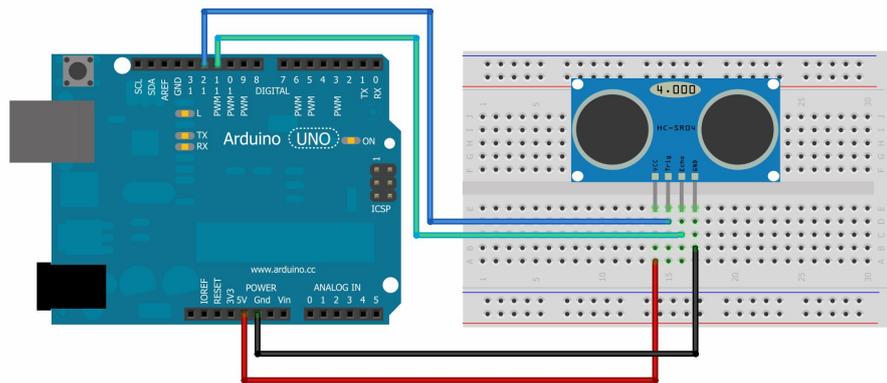


Figura 44: montagem do circuito  
Fonte: <https://zarelli.files.wordpress.com>

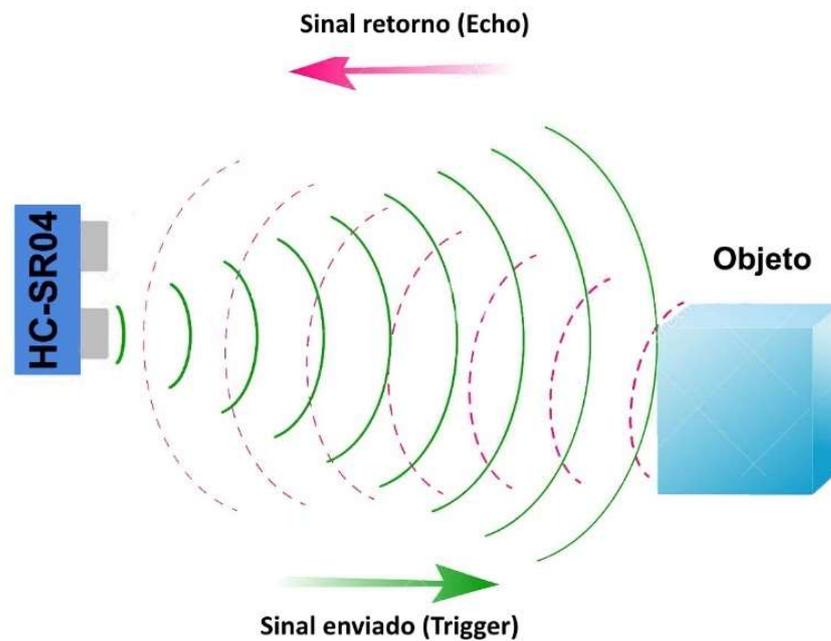


Figura 45: funcionamento do ultrassônico  
 Fonte: <http://blog.filipeflop.com>

## 6 –CÓDIGO NO ARDUINO

Para esse código usaremos um biblioteca do Arduino chamado de “Ultrasonic.” que pode ser encontrada no site : <https://github.com/filipeflop/Ultrasonic>.

```
//Carrega a biblioteca do sensor ultrassonico
#include <Ultrasonic.h>

//Define os pinos para o trigger e echo
#define pino_trigger 12
#define pino_echo 11

//Inicializa o sensor nos pinos definidos acima
Ultrasonic ultrasonic(pino_trigger, pino_echo);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Lendo dados do sensor...");
}

void loop()
{
  //Le as informacoes do sensor, em cm e pol
  float cmMsec, inMsec;
  long microsec = ultrasonic.timing();
  cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
```

```

inMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::IN);
//Exibe informacoes no serial monitor
Serial.print("Distancia em cm: ");
Serial.print(cmMsec);
Serial.print(" - Distancia em polegadas: ");
Serial.println(inMsec);
delay(1000);
}

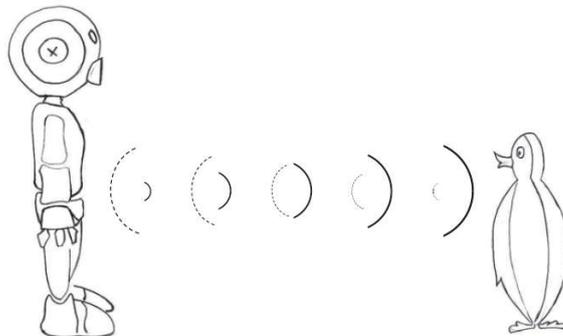
```

**DESAFIO:** Faça um sensor de aproximação utilizando o ultrassônico e 3 LED's, quando a distância for maior que 40 cm um LED verde é ligado, quando a distância estiver menor que 40 cm e maior que 20 cm o LED amarelo é ligado e quando a distância for menor ou igual a 20 cm o LED vermelho é ligado. (Dica: você deverá usar a função if neste programa e não esqueça de declarar as variáveis em cada if)

### TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS:

1. (OBR 2013) Assim como os morcegos e golfinhos, alguns robôs fazem uso de ecolocalização para detectar obstáculos e estimar as suas distâncias. Para isto, os robôs utilizam sonares, que são dispositivos que emitem sons em frequências não audíveis (ultrassons). Medindo o tempo que a onda sonora leva para ir até o obstáculo, ser refletida nele e voltar até o robô, é possível calcular a distância do robô até o obstáculo. Considere que um robô foi enviado para explorar a Antártida. Este robô dotado de sonar emitiu um pulso de ultrassom e recebeu o eco devido a um obstáculo à sua frente após 50 milissegundos. Considerando que nas condições climáticas da Antártida a velocidade do som nesse momento era de 340 m/s, a que distância se encontra o obstáculo?

- a. ( ) 17,0 metros
- b. ( ) 8,5 metros
- c. ( ) 50,0 metros
- d. ( ) 6,8 metros
- e. ( ) 3,4 metros



2. (OBR 2017) Os sensores de ultrassom são amplamente utilizados em: aplicações industriais, por exemplo, para detectar a presença ou passagem de um objeto; em estacionamento, para detectar a passagem ou presença de um veículo; e aplicações que fazem uso do ultrassom. Seu

princípio de operação é o mesmo do sonar, usado pelo morcego para detectar objetos e presas em seu voo cego. Seu funcionamento, baseia-se na emissão de um sinal sonoro ultrassônico e medição do tempo que o sinal leva para sair do sensor, refletir ao atingir o obstáculo e voltar para o sensor, como demonstrado na figura.

Um sensor de ultrassom foi instalado no robô móvel, responsável pelo transporte de material em uma planta fabril, para que o robô pare ao detectar algum objeto em seu trajeto. Considerando a velocidade do som de 340 m/s, o tempo gasto na leitura pelo sensor para um objeto a 1,70 metros de distância será de:

- a. 5 milissegundos
- b. 55 milissegundos
- c. 10 milissegundos
- d. 100 milissegundos
- e. 5500 microssegundos



(Fonte: <https://www.linkedin.com/pulse/global-automated-guided-vehicle-market-revenue-projected-mantosh-rai>)

3. (ENEM 2015) Ao ouvir uma flauta e um piano emitindo a mesma nota musical, consegue-se diferenciar esses instrumentos um do outro. Essa diferenciação se deve principalmente ao(a)
- a) intensidade sonora do som de cada instrumento musical.
  - b) potência sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.
  - c) diferente velocidade de propagação do som emitido por cada instrumento musical
  - d) timbre do som, que faz com que os formatos das ondas de cada instrumento sejam diferentes.
  - e) altura do som, que possui diferentes frequências para diferentes instrumentos musicais.

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:**

ARDUINO - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

DURAN, Jose Enrique Rodas. Biofísica: conceitos e aplicações. 2. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2011.

MCROBERTS, Michael. Arduino básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a física. 2º edição, Editora Ática, Volume 02, São Paulo, 2013.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. F. Física II. 10.ed. Prentice-Hall, 2002.

## ATIVIDADE 5- COMO FUNCIONA OS MOTORES ELÉTRICOS? PARA QUE SERVE ENGRELAGENS? (USANDO E CONTROLANDO MOTORES NO ARDUINO)

### OBJETIVOS DESSA AULA

- Compreender a relação entre eletricidade e magnetismo;
- Entender os conceitos físicos presentes no funcionamento do motor elétrico;
- Discutir a importância do motor elétrico na sociedade atual;
- Aprender a utilizar motores junto com Arduino;
- Compreender a utilidade e usar uma ponte H para controle de motores no Arduino



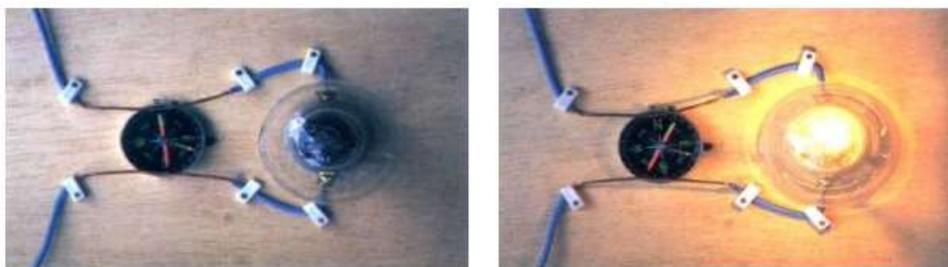
Figura 46 - Motor Arduino  
Fonte: <http://s3.amazonaws.com>

Vimos na nossa aula anterior como nosso robô conseguirá saber se existe um objeto em sua frente utilizando o sensor ultrassônico e como ele conseguirá distinguir se está em uma superfície branca ou preta para percorrer um determinado caminho de forma autônoma, hoje aprenderemos a movimentar o robô, mas para compreendermos como isso funciona deveremos aprender sobre os motores elétricos que são atuadores (ou seja, realizam uma ação pré comandada no Arduino) além disso aprenderemos como as engrenagem conseguem dar “mais

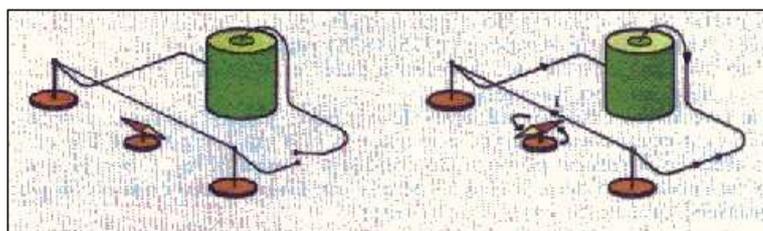
força” (veremos que na verdade o conceito correto é o fr torque) e partir disso seremos capaz de programar os primeiros passos de nosso robô seguidor de linha, bons estudos!

## 1. A DESCOBERTA DE OERSTED E DE FARADAY

Até o ano de 1820 os cientistas acreditavam que o magnetismo e a eletricidade eram ramos da física totalmente independentes, ou seja, a eletricidade e o magnetismo não tinham nenhuma relação, tudo mudou quando o físico dinamarquês H. Oersted ainda no ano de 1820 em um experiência em sala de aula observou que a corrente elétrica que passava por um circuito causava uma certa inclinação na agulha de um bússola, provando que uma corrente elétrica é capaz e produzir um campo magnético ao seu redor, relacionando portanto que existe uma relação entre eletricidade e magnetismo surgindo portanto o novo ramo da Física, o eletromagnetismo.



Quando uma corrente passa por um fio condutor deflete a agulha magnética



**Representação esquemática da Experiência de Oersted**

Figura 47- A experiência de Orsted  
Fonte: <https://image.slidesharecdn.com>

Cientistas ingleses, William Sturgeon e Michael Faraday depois aprimoraram as ideias sobre o eletromagnetismo e descobriram novas interações sobre o eletromagnetismo, Faraday descobriu a indução eletromagnética e foi aí que em 1836 o cientista alemão Werner Von criou o primeiro motor elétrico.

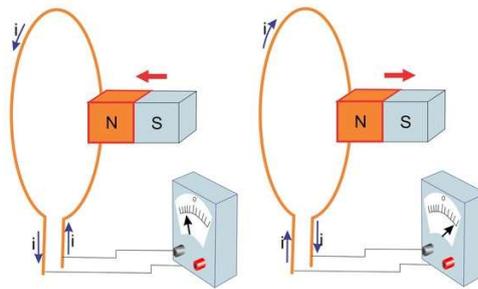


Figura 48- Corrente elétrica induzida  
Fonte: <http://s2.glbing.com>

## 2. FUNCIONAMENTO DO MOTOR ELÉTRICO

Os motores elétricos são transdutores que são capazes de converter energia elétrica em energia mecânica, estão presentes nos variados aparelhos do nosso dia a dia e fizeram uma gigantesca revolução em nossa sociedade nos mais diferentes campos, desde cientificamente quanto em diversas tecnologias.

O funcionamento de um motor simples se baseia na produção de um campo magnético gerado por uma (ou várias) espiras que passam uma corrente elétrica gerado um campo magnético que se opõe ao campo magnético de um ímã produzindo uma força que faz com que ocorra o torque no eixo do motor. Para que ocorra o giro total da espira é necessário umas escovas comutadoras mudam os contatos e com isso a corrente inverte seu sentido de circulação. O texto em destaque abaixo foi retirado da internet e explica resumidamente o funcionamento de um motor elétrico:

*Tudo isso nos leva ao seguinte comportamento mecânico do dispositivo assim formado.*

- a). Quando aplicamos a corrente nos contatos que alimentam a bobina circula uma corrente num sentido tal que tende a movimentar a bobina de meia volta num sentido que depende justamente do sentido de circulação desta corrente.*
- b). Quando a bobina alcança a posição que seria de repouso, meia volta depois, as escovas comutadoras mudam os contatos e com isso a corrente inverte seu sentido de circulação.*
- c) O resultado disso, é que a posição em que a bobina alcançou não é mais a posição de repouso, já que surge uma nova força que tende a fazê-la continuar girando. A nova posição de repouso estará agora meia volta adiante.*
- d) A bobina gira mais volta para alcançar a nova posição de repouso, mas ao chegar próxima dela, novamente entram em ação os comutadores e a corrente é invertida. Uma nova posição de repouso aparece.*

e) A nova posição de repouso estará novamente meia volta à frente e a bobina continua girando.

Disponível em: Fonte: <http://www.newtonbraga.com.br/index.php/como-funciona/2829-mec060>

Último acesso em 06/10/2017

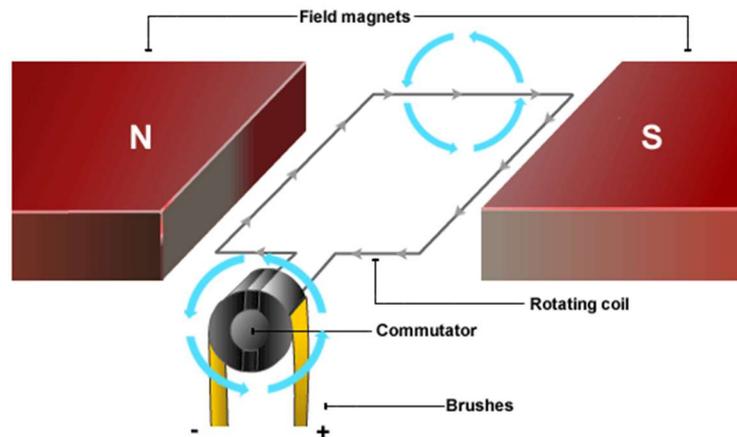


Figura 49 - Funcionamento do motor

Fonte: <http://www.bbc.co.uk>

Fonte: <http://efisica.if.usp.br/mecanica/basico/maquinas/engrenagem/>

### 3- PARA QUE SERVE AS ENGRENAGENS?

Os motores que usaremos tem uma caixa de redução, responsável para aumentar o torque do motor aumentando assim a força do nosso motor, porém, diminuindo a sua velocidade, ela é formada por um sistema de engrenagens, mas afinal, para que serve essas engrenagens? O texto em destaque abaixo foi retirado do site <http://efisica.if.usp.br> e explica o funcionamento de um motor com caixa de redução:

*As engrenagens são máquinas simples voltadas para a redução ou para o aumento da velocidade angular da rotação, de um determinado dispositivo, ou alterar sua direção.*

*Grosso modo, uma engrenagem é um conjunto de rodas dentadas que se acoplam de alguma maneira.*

*A justificativa mais comum para a utilização das engrenagens é que nem sempre um dispositivo (uma máquina, por exemplo) tem sua velocidade adequada para funcionamento igual àquele do dispositivo que o colocou em movimento (um motor, por exemplo). Digamos que um motor, impulsionado por um conjunto de pistões, coloque um virabrequim para funcionar com uma velocidade de rotação de 1000rpm, mas a máquina que ele pretende acionar só funciona bem se acionada a 250rpm.*

*Para reduzir a velocidade angular por um fator 4, basta acoplarmos as engrenagens de maneira tal que, enquanto um dá 4 voltas, a outra dê apenas uma volta. Isso se consegue fazendo com que uma das rodas tenha quatro vezes mais dentes do que a outra.*

*Usualmente, construímos um sistema de duas engrenagens formando um conjunto único. Pode-se, assim, transmitir a energia proporcional provida por um motor para uma máquina. Às vezes, no entanto, não é conveniente ter-se as engrenagens ligadas entre si diretamente. Nesse caso, pode-se fazer uso de correntes ou correias.*

*Disponível em Fonte: <http://efisica.if.usp.br/mecanica/basico/maquinas/engrenagem/>*

*Último acesso em 10 de outubro de 2017*

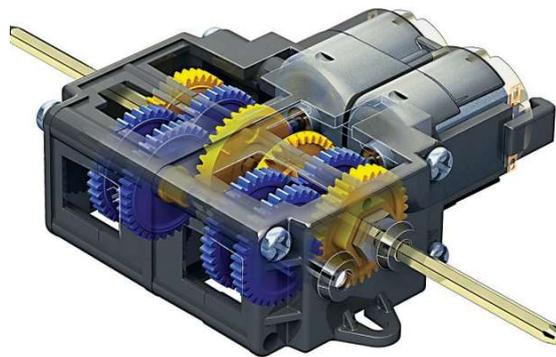


Figura 50- Motor com engrenagens  
Fonte: <http://lghhttp.57222.nexcesscdn.net/>

#### **4. FUNCIONAMENTO DE UMA PONTE H**

Corrente máxima para os motores: 2A;

Potência máxima: 25W;

Tensão lógica: 5V;

Corrente lógica: 0-36mA;

Dimensões: 43x43x27 mm

Peso: 30g.

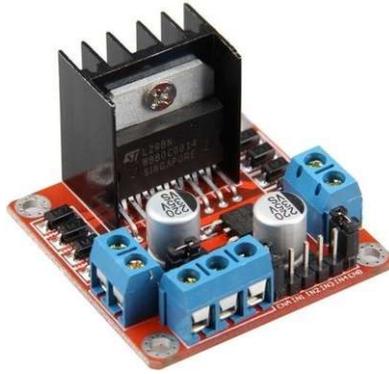


Figura 51- Módulo Ponte H para Arduino  
 Fonte: <http://s3.amazonaws.com>

Como já sabemos as portas do Arduino não suporta uma corrente alta (apenas 40 mA) e sem contar que também temos que em certos tipos de movimento do nosso robô inverter as polaridades do motor para que os sentidos de certa roda invertam sua rotação, como também temos que aprender a controlar a velocidade de rotação das rodas, então, para controlar tudo isso devemos usar em nosso robô um módulo Ponte\_H\_L298N do Arduino. A figura abaixo descreve as funcionalidades de cada porta.

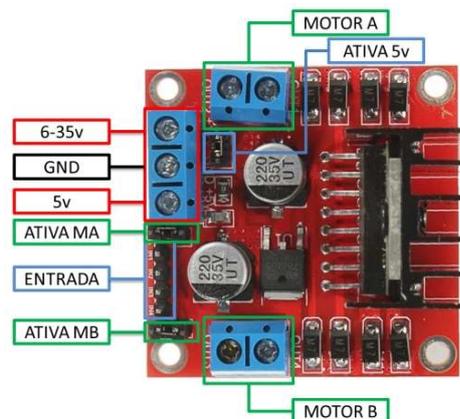


Figura 52- Conexões do modulo ponte H  
 Fonte: <http://blog.filipeflop.com/>

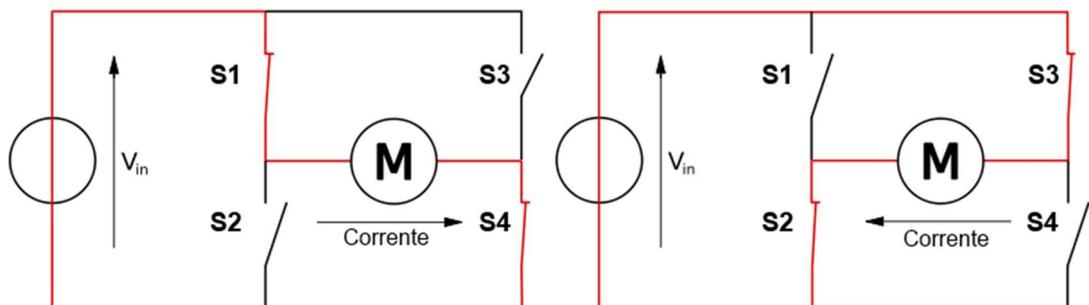


Figura 53- Funcionamento de uma ponte H  
 Fonte: <http://2.bp.blogspot.com>

- **Motor A e Motor B:** Conectores para os dois motores
- **6-35V:** Porta para alimentação da placa com tensão entre 6 a 35V.
- **Ativa 5V:** Quando jumpeado, a placa utilizará o regulador de tensão integrado para fornecer 5v (na porta 5v) quando a porta 6-35V estiver sendo alimentada por uma tensão entre 6 e 35V. Neste caso, não se deve alimentar a porta 5V pois pode danificar os componentes. A tensão fornecida na porta 5V pode ser usada para alimentar o Arduino, por exemplo.
- **5v:** Em casos de não haver fonte de alimentação com mais de 6V podemos alimentar a placa com 5V por esta porta.
- **Ativa MA:** Quando jumpeado aciona o motor A com velocidade máxima. Para controlar a velocidade do motor A basta remover o jumper e alimentar o pino com uma tensão entre 0 e 5v, onde 0V é a velocidade mínima (parado) e 5V a velocidade máxima.
- **Ativa MB:** Quando jumpeado aciona o motor B com velocidade máxima. Para controlar a velocidade do motor B basta remover o jumper e alimentar o pino com uma tensão entre 0 e 5v, onde 0V é a velocidade mínima (parado) e 5V a velocidade máxima.
- **IN1 e IN2:** são utilizados para controlar o sentido do motor A;
- **IN3 e IN4:** são utilizados para controlar o sentido do motor B;

Fonte: <http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/modulo-ponte-h-1298n-arduino/>

## 5. CONTROLANDO MOTORES NO ARDUINO

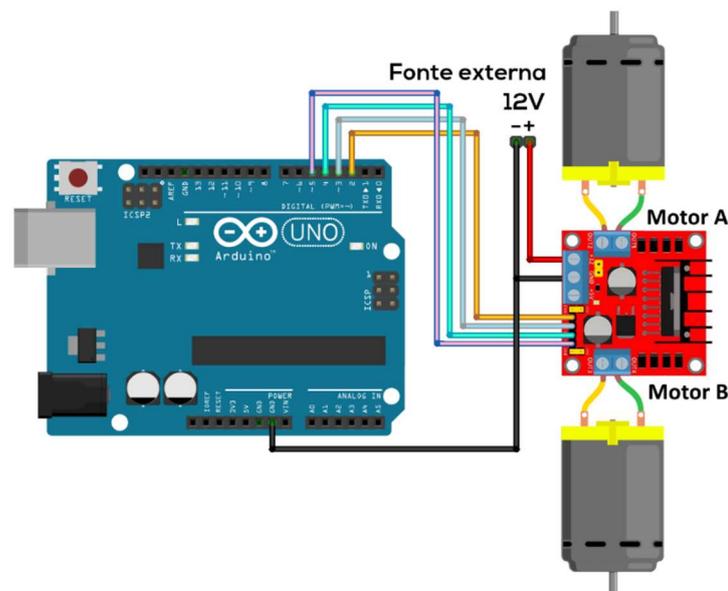


Figura 54- Ligando motores no Arduino  
Fonte: <http://blog.vidadesilicio.com.br/>

```
/*Pinagem do arduino*/
//motor A
int IN1 = 2 ;
int IN2 = 3 ;

//motor B
int IN3 = 4 ;
int IN4 = 5 ;

//Inicializa Pinos
void setup(){
  pinMode(IN1,OUTPUT);
  pinMode(IN2,OUTPUT);
  pinMode(IN3,OUTPUT);
  pinMode(IN4,OUTPUT);
}

void loop(){

  /*Inicio dos Estados do motor A*/

  //Sentido Horario
  digitalWrite(IN1,HIGH);
  digitalWrite(IN2,LOW);
  delay(5000);

  //Freia Motor
  digitalWrite(IN1,HIGH);
  digitalWrite(IN2,HIGH);
  delay(5000);

  //Sentido Anti-Horario
  digitalWrite(IN1,LOW);
  digitalWrite(IN2,HIGH);
  delay(5000);

  //Freia Motor
  digitalWrite(IN1,HIGH);
  digitalWrite(IN2,HIGH);
  delay(5000);
  /*Fim dos Estados do motor A*/

  /*Inicio dos Estados do motor B*/

  //Sentido Horario
  digitalWrite(IN3,HIGH);
  digitalWrite(IN4,LOW);
  delay(5000);
```

```

//Freia Motor
digitalWrite(IN3,HIGH);
digitalWrite(IN4,HIGH);
delay(5000);

//Sentido Anti-Horario
digitalWrite(IN3,LOW);
digitalWrite(IN4,HIGH);
delay(5000);
//Freia Motor
digitalWrite(IN3,HIGH);
digitalWrite(IN4,HIGH);
delay(5000);
/*Fim dos Estados do motor B*/
}

```

Fonte do código: <http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/modulo-ponte-h-l298n-arduino/>

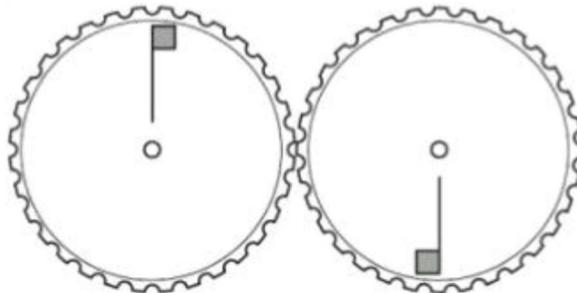
## 6. ATIVIDADE PRÁTICA

Utilizando os comandos do código descrito acima tente fazer um código com que o seu robô faça as seguintes atividades:

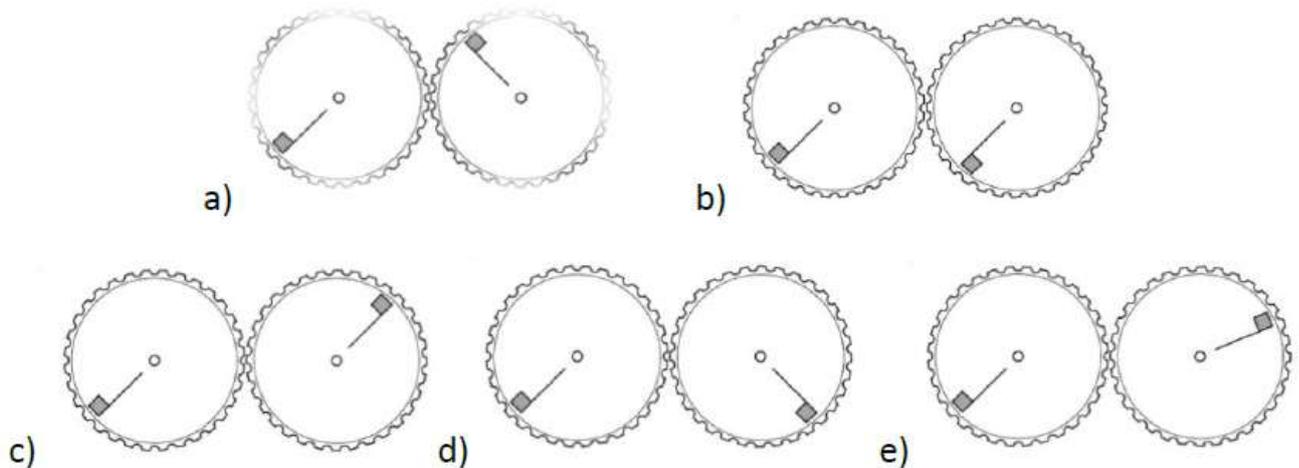
- Ande para frente durante 2 segundos, pare durante 1 segundo e volte em linha reta durante 2 segundos e pare novamente por um segundo.
- Faça um dos motores girarem para um lado e o outro girar para o outro lado ao mesmo tempo e veja o que acontece.

## 7. TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS

1. (OBR 2011) Em uma fábrica, um robô tinha a tarefa de encaixar e girar duas rodas dentadas iguais, cada uma com uma bandeirinha igual desenhada, como mostra a figura.



Ao final do dia sua bateria estava fraca e o robô apenas girou um pouco a roda da esquerda, quando parou totalmente. Qual das alternativas abaixo pode representar a posição final das rodas?



2. (OBR 2015) O sistema de alimentação de um robô é constituído por 2 conjuntos de 4 pilhas AA recarregáveis. Cada pilha tem capacidade de  $1,2V / 800mAh$ . Sabe-se que um dos conjuntos é de uso exclusivo dos motores. O robô possui 2 motores que consomem, cada um,  $300mA$ . O microcontrolador e o conjunto de sensores consomem  $400mA$ .

Qual a autonomia prevista para o robô se deslocar em linha reta?

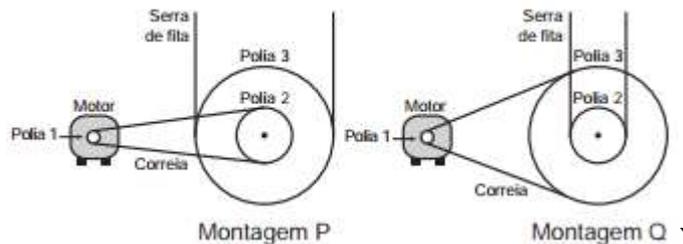
- a. ( ) 2 horas.
- b. ( ) 30 minutos.
- c. ( ) 1 hora.
- d. ( ) 80 minutos.
- e. ( ) 68 minutos

3. (OBR 2016) Os motores de drones, como o da figura abaixo, normalmente são indicados pelo fabricante com uma medida chamada de KV (não confundir com quilovolt). Essa medida indica a quantidade de Rotações por Minuto (RPM) que o motor pode fazer por volt ou seja, RPM/volt. Por exemplo, um motor com  $950KV$ , se submetido a 1 volt, girará 950 vezes em um minuto. Suponha que você tenha adquirido um motor de  $1200KV$ , com resistência interna informada pelo fabricante igual a  $2\Omega$ . Ao submeter esse motor a uma corrente com intensidade de  $5,5\text{ Amperes}$ , qual será quantidade de RPM deste motor?

- a. 6600 RPM.
- b. 13200 RPM.

- c. 12000 RPM.
- d. 109 RPM.
- e. 24000 RPM .

4. (ENEM 2013) Para serrar ossos e carnes congeladas, um açougueiro utiliza uma serra de fita que possui três polias e um motor. O equipamento pode ser montado de duas formas diferentes, P e Q. Por questão de segurança, é necessário que a serra possua menor velocidade linear.



Por qual montagem o açougueiro deve optar e qual a justificativa desta opção?

- A) Q, pois as polias 1 e 3 giram com velocidades lineares iguais em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.
- B) Q, pois as polias 1 e 3 giram com frequências iguais e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- C) P, pois as polias 2 e 3 giram com frequências diferentes e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- D) P, pois as polias 1 e 2 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver menor raio terá maior frequência.
- E) Q, pois as polias 2 e 3 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.

## 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Arduino - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a física. 2º edição, Editora Ática, Volume 03, São Paulo, 2013.

GUIMARÃES, F. A. Desenvolvimento de Robô Móvel Utilizando para a Exploração de Ambientes Hostis –

<http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/modulo-ponte-h-l298n-arduino/> Último acesso em outubro de 2017

<http://motoreseltricos-fsica.blogspot.com.br/> Último acesso em outubro de 2017

## ATIVIDADE 06 – O QUE É UM MOVIMENTO CURVO? (APRENDENDO A MOVIMENTAR O ROBÔ)

### OBJETIVOS DESSA AULA

- Características físicas de um movimento circular
- Diferença entre velocidade escalar e velocidade angular.
- Comparar velocidades em engrenagens (ou polias);
- Relacionar as frequências de uma polia;
- Comparar velocidade linear e angular em função do raio de uma engrenagem.
- Movimentos de translação e de rotação
- Fazendo o robô girar sobre o próprio eixo
- Fazendo diferentes curvas

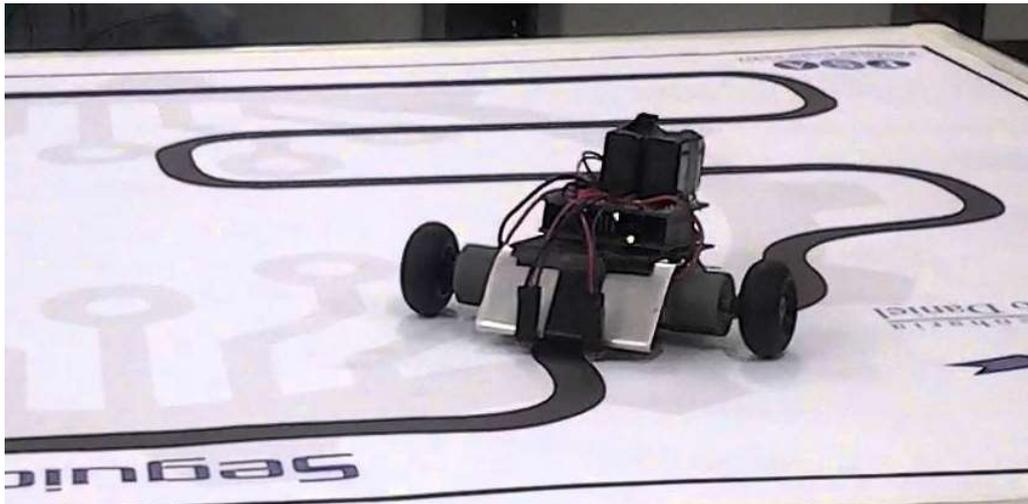


Figura 55: seguidor de linha  
Fonte: <https://i.ytimg.com/>

Na atividade passada estudamos e aprendemos como funcionam os motores elétricos e vimos como utilizá-lo na Arduino, utilizamos também a ponte H e compreendemos sua utilização eletronicamente e com a utilização das portas PWM para controlar a velocidade desses motores. Nessa aula aprenderemos a dar os primeiros movimentos do robô, para isso é necessário fazer a montagem das rodas juntamente com o chassi, a ponte H e o Arduino, aprenderemos como controlar o robô para fazer determinados movimentos previamente programados e assim como fazer diferentes formas de curvas. Para isso será necessária

alguma compreensão sobre os movimentos circulares, ao final dessa aula você será capaz de produzir diferentes formas de movimento. Bons estudos!

## 1- O QUE É O MOVIMENTO CIRCULAR?



Figura 56- Roda gigante  
Fonte: <https://www.estudopratico.com>.

Na natureza encontramos muitas situações onde ocorre um tipo de movimento que definimos como movimento circular, no parque de diversão temos diversas situações onde nos encontramos no movimento circular, nosso robô terá que além de seguir uma linha reta deve também fazer diferentes tipos de curvas, mas afinal o que seria o movimento circular e quais as suas características básicas? E como isso é importante para aprendermos a movimentar nosso robô?

Para um estudo mais simplificado vamos aprender sobre o Movimento Circular e Uniforme, que é o movimento com trajetória circular que percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais, e nela temos dois tipos de velocidades que veremos mais adiante. Outra característica dos movimentos circulares é a presença de uma força sempre em direção ao centro da trajetória circular chamada de aceleração centrípeta, que no caso no MCU tem valor constante em módulo,

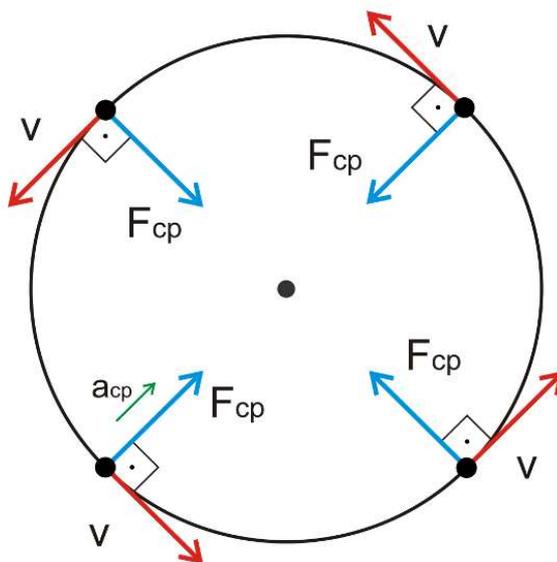


Figura 57- Movimento Circular Uniforme  
 Fonte: <http://1.bp.blogspot.com>

## 2-DIFERENÇA ENTRE VELOCIDADE ESCALAR E VELOCIDADE ANGULAR

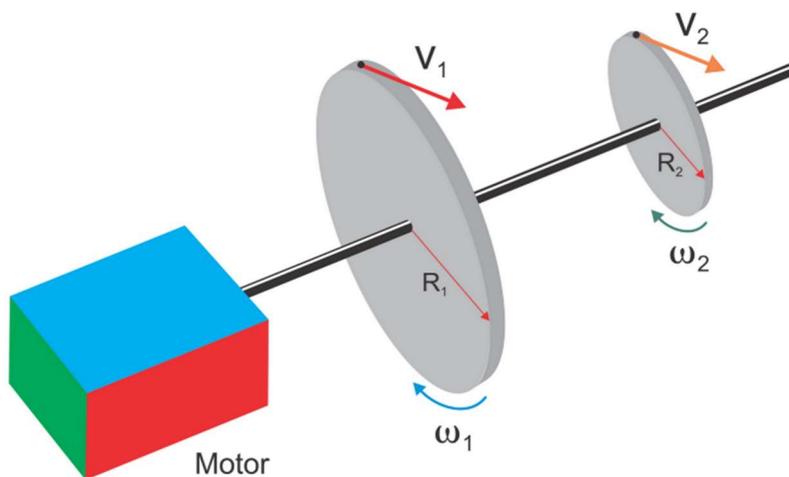


Figura 58- Velocidade escalar e angular  
 Fonte: <http://1.bp.blogspot.com>

Para melhor entendermos o movimento circular temos que inicialmente diferenciar os dois tipos de velocidade presente nesse tipo de movimento, a figura acima destaca esses dois tipos de velocidade, em um movimento circular uniforme o vetor velocidade escalar é sempre tangencial a trajetória do movimento, assim, a direção do vetor velocidade sempre muda a sua orientação apesar do módulo dessa velocidade ser sempre constante, nos dois discos da figura a velocidade escalar é a mesma apesar do diâmetro dos discos serem diferentes. Já a velocidade angular é a taxa com que o arco do círculo é alterado em relação ao tempo, por isso ela depende do raio da circunferência, observe a figura:

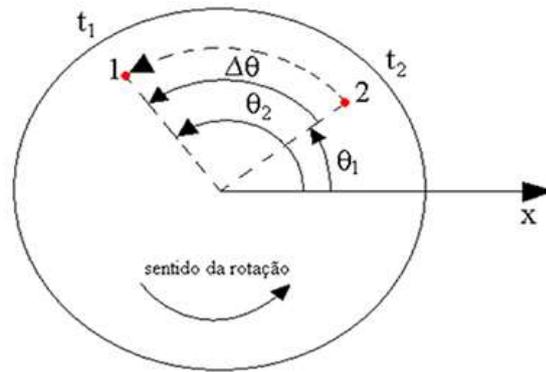


Figura 59- velocidade angular  
 Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br>

Assim, na figura com os dois discos (numerar as figuras) apesar da velocidade escalar das duas serem exatamente a mesma, a velocidade angular é diferente já que os diâmetros delas são diferentes, vale ressaltar que a velocidade angular é inversamente proporcional ao raio nessa situação, assim, quanto maior a roda menor será a velocidade angular.

### 3- FREQUÊNCIA E PERÍODO

Outra característica do movimento circular é a frequência e período, a frequência nada mais é do a repetição do movimento, no motor ou nas rodas do nosso robô essa frequência está relacionada com a quantidade de repetições que a roda faz (uma circunferência completa) em um certo intervalo de tempo, assim, quando a roda do nosso robô girar mais vezes em um certo intervalo de tempo ele terá uma maior frequência, e quanto menos vezes nesse mesmo intervalo de tempo teremos uma frequência menor.

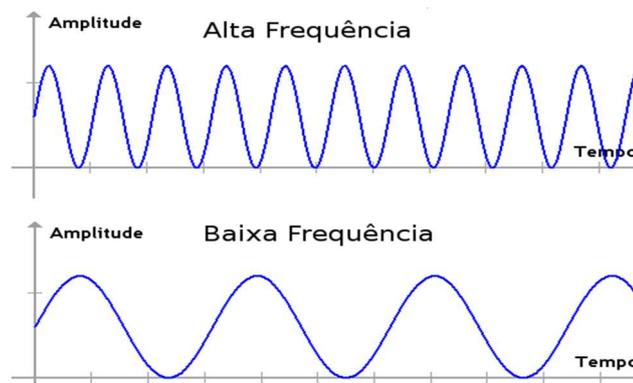


Figura 60- frequência e período  
 Fonte: <https://anasaors1.files.wordpress.com>

O período é o tempo que cada oscilação demora, no nosso caso, é o tempo para que a roda dê um giro completo, assim, ela corresponde ao inverso da frequência, quando maior o

tempo para girar completamente a roda de nosso robô, menor será a sua frequência, enquanto quanto menor o tempo do giro completo da roda maior é a frequência.

#### 4- FAZENDO O ROBÔ GIRAR E FAZER CURVAS

Então como fazer nosso robô fazer curvas? Na atividade passada aprendemos a utilizar a ponte H para controlar os motores, porém, a atividade anterior teve o desafio apenas de locomover o nosso robô em linha reta, com os conhecimentos que aprendemos nessa atividade somos agora capazes de fazer essas curvas.

Existe duas maneiras de girar o nosso robô, podemos inicialmente fazer com que ele gire no próprio eixo, para isso, devemos inicialmente com a mesma montagem da aula passada faz com que as rodas girem em sentidos opostos, porém com o módulo da frequência seja a mesma. Fazendo o pneu da direita girar no sentido horário e o pneu da esquerda girar no sentido anti-horário ao mesmo tempo e com a mesma frequência faremos com que o robô possa girar em seu próprio eixo com um giro para a esquerda, se quisermos inverter esse giro teremos que inverter o giro dos motores, tente fazer essa atividade na prática!

Porém alguns caminho teremos que fazer uma curva mais suave, já que no exemplo anterior nosso robô apesar de girar ele não sairá do lugar, para isso você deverá fazer com que a(s) roda(s) do lado direito ou esquerdo girem numa frequência maior do que a outra, para isso você deverá usar a ponte H juntamente com a as portas PWM para poder aumentar ou diminuir a intensidade da potência em cada motor (aumentando ou diminuindo a sua frequência, e assim fazendo as curvas).

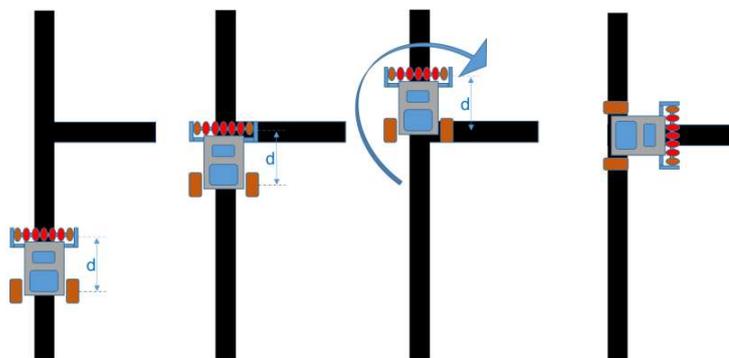


Figura 61- Robô fazendo curva  
Fonte: <https://mjrobot.files.wordpress.com>

#### 5- USANDO AS PORTAS PWM

Com as portas PWM podemos controlar a intensidade da tensão de entrada nos motores e assim poder controlar a sua rotação (ou frequência), para isso peço que você dê uma relida no material introdutório que explica o funcionamento das portas PWM, o circuito é muito parecido com o da aula anterior, só que agora usaremos as portas PWM para controlar a velocidade de cada motor, fazendo diferentes curvas podendo fazer

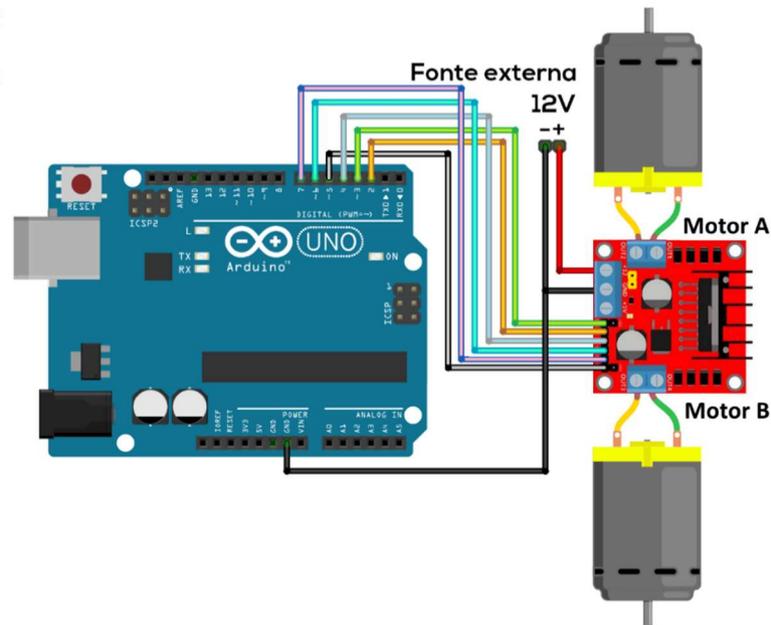


Figura 62- Controle de velocidade com a porta PWM  
Fonte: <http://blog.vidadesilicio.com.br>

## CÓDIGO TESTE

```

/*Pinagem do arduino*/
//motor A
int IN1 = 2 ;
int IN2 = 4 ;
int velocidadeA = 3;
//motor B
int IN3 = 6 ;
int IN4 = 7 ;
int velocidadeB = 5;
//variavel auxiliar
int velocidade = 0;
//Inicializa Pinos

```

```
void setup(){
  pinMode(IN1,OUTPUT);
  pinMode(IN2,OUTPUT);
  pinMode(IN3,OUTPUT);
  pinMode(IN4,OUTPUT);
  pinMode(velocidadeA,OUTPUT);
  pinMode(velocidadeB,OUTPUT);
}

void loop(){
  /*Exemplo de velocidades no motor A*/
  //Sentido Horario
  digitalWrite(IN1,HIGH);
  digitalWrite(IN2,LOW);
  //Alta
  analogWrite(velocidadeA,230);
  //Intermediaria
  analogWrite(velocidadeA,150);
  //Baixa
  analogWrite(velocidadeA,80);
  /*Exemplo de variação de velocidade no motor B*/
  //Sentido Horario
  digitalWrite(IN3,HIGH);
  digitalWrite(IN4,LOW);
  //velocidade de 0 a 255
  while (velocidadeB < 255){
    analogWrite(velocidadeB,velocidade);
    velocidade = velocidade + 10;
    delay(50);
  }
  //velocidade de 255 a 0
  while (velocidadeB > 0){
    analogWrite(velocidadeB,velocidade);
    velocidade = velocidade - 10;
```

```

delay(50);
}
}

```

Fonte do código: <http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/ponte-h-l298n-controle-velocidade-motor/>

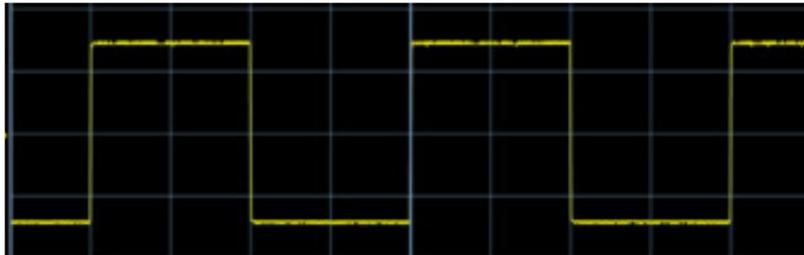
## 6- DESAFIO

Faça um programa onde o robô faça diferentes tipos de curvas, tanto no próprio eixo quanto curvas mais suaves mudando a intensidade da velocidade dos motores, esse conhecimento será de grande importância para o nosso objetivo final, utilize os códigos feitos nas aulas anteriores e não esqueça de salvar esses arquivos para as próximas atividades.

## 7. TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS

1. (OBR 2013) A onda quadrada representada na figura abaixo, é utilizada como clock em um circuito digital que opera em um robô manipulador. Sabendo que o período medido para esta onda é de 0,01 segundos, pode-se afirmar que sua frequência é de:

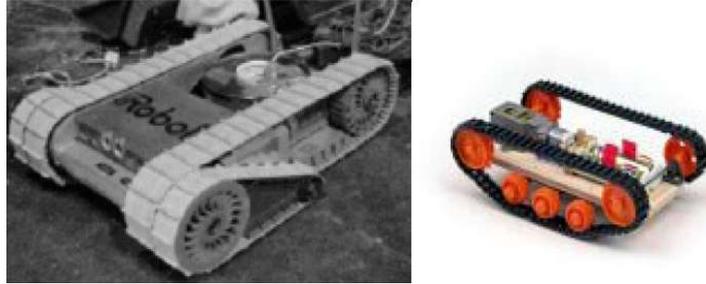
- a.  1 Hz
- b.  10 Hz
- c.  100 Hz
- d.  1 KHz
- e.  1 GHz



2. (OBR 2013) Deseja-se construir um robô com velocidade máxima de 31,4cm/s. Este robô é composto por dois motores com caixa de redução em uma configuração de acionamento diferencial. Nesta configuração, cada motor aciona uma roda e seus eixos são alinhados. Limitações de projeto exigem que o diâmetro das rodas seja 5cm. Calcule aproximadamente as rotações por minuto (RPM) no eixo após a caixa de redução para que o robô alcance a velocidade máxima desejada.

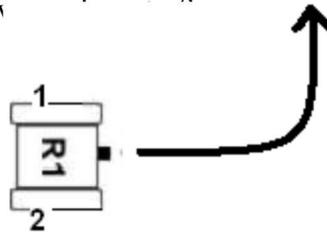
- a.  2 RPM
- b.  1884 RPM
- c.  120 RPM
- d.  31,4 RPM
- e.  60 RPM

3. (OBR 2007) Alguns robôs são equipados com “lagartas” ao invés de rodas. A lagarta é uma “esteira” que se acopla às rodas com a finalidade de aumentar a aderência ao solo e a tração, permitindo que o robô se desloque através de terrenos muito difíceis.



Imaginando um robô com duas lagartas que precisa fazer uma curva à esquerda, enquanto anda para a frente, como devemos mover as lagartas?

- a) Com mesma velocidade.
- (b) Com sentidos opostos.
- (c) 1 mais rápido que 2.
- (d) 2 mais rápido que 1.
- (e) Ele não pode virar à esquerda.



## 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARDUINO - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.

DE RODRIGUES, Rafael Frank; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Arduino para físicos. 2015.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a física. 2º edição, Editora Ática, Volume 01, São Paulo, 2013.

## ATIVIDADE 07 – VAMOS SUBIR UM PLANO INCLINADO? (ATRITO E PLANO INCLINADO)

### OBJETIVOS DESSA AULA

- O que é um Plano Inclinado;
- Identificar o ângulo referente a esta inclinação;
- Definir as Forças que agem num plano inclinado;
- Aprender a decomposição da Força Peso.
- Compreender a força de atrito;



Figura 63: plano inclinado

Fonte: <https://i.ytimg.com/vi/x3kXdNuTCYM/hqdefault.jpg>

Na aula passada aprendemos como movimentar nosso robô seja em um movimento retilíneo como em um movimento circular de diversas maneiras distintas. Nessa aula teremos um novo desafio, nosso robô deverá subir em um plano inclinado, por isso, teremos que compreender as forças atuantes quando um corpo está sob um plano de inclinado como também compreender sobre a força de atrito que é fundamental para que nosso robô possa subir a rampa, ao final dessa atividade você deverá fazer com que o robô possa subir em um plano inclinado sob um ângulo de  $20^\circ$  graus e entenderá quais variáveis físicas devem ser observadas para conseguir atingir tal desafio. Bons estudos.

## 1. O QUE É UM PLNAO INCLINADO

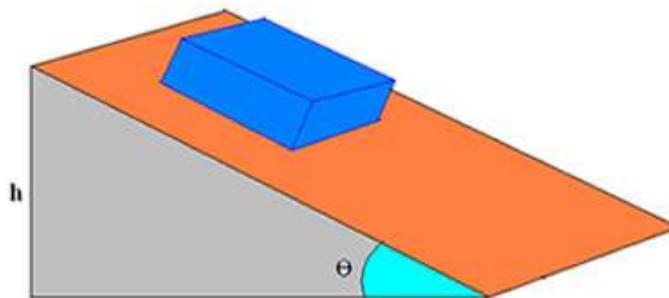


Figura 64- Plano inclinado

Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/>

Chamamos de plano inclinado uma superfície que possui um ângulo theta em relação com a uma superfície horizontal, quando colocamos um corpo sobre essa superfície, o corpo sofre duas forças distintas: a força peso que possui direção vertical e o sentido de cima para baixo que é provocada pela força gravitacional que a Terra exerce sobre o corpo e uma força normal que é uma força causada de contato causada pela reação da força de contato entre o corpo e o plano, onde a força normal é perpendicular à superfície que o corpo se encontra. Essas duas forças possuem direções diferentes e por isso não se anulam, portanto, possui uma resultante no eixo paralelo ao plano inclinado como mostra a figura abaixo:

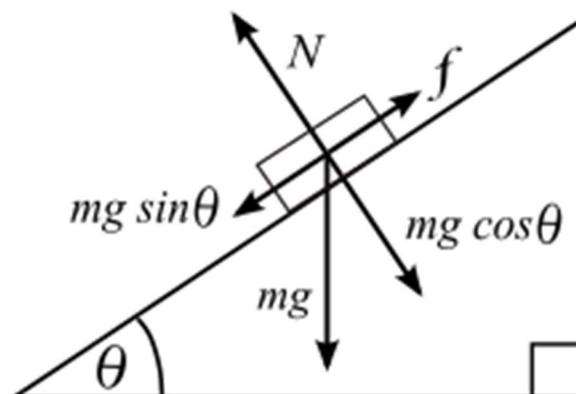


Figura 65- decomposição de forças do Plano inclinado

Fonte: <https://upload.wikimedia.org/>

Na figura descrita acima decomparamos o vetor Força Peso em dois eixos, de modo que a resultante das forças vai depender se o corpo possui ou não atrito, caso não possua atrito a resultante dessas forças será paralela ao plano inclinado e terá sentido para baixo do plano, porém, dependendo do atrito o corpo poderá ter força resultante nula.

## 2. FORÇA DE ATRITO



Figura 66- Força de atrito

Fonte: <http://malharbem.com.br/wp-content/uploads/2014/05/15.jpg>

O atrito está presente no nosso dia a dia, todos os corpos possuem um certo atrito quando está em contato com outro corpo, mas afinal o que é o atrito? Todos os corpos mesmo aparentemente lisos possuem algumas rugosidades em suas superfícies, assim, quando tentamos mover um objeto em contato com outro objeto forças de origem microscópicas de origem elétrica fazem com que o movimento seja “dificultado” ou seja, aparece uma força de oposição a esse movimento, essa força chamamos de força de atrito.

O simples ato de andar demonstra a utilização do atrito, para que possamos andar para frente é necessário que apliquemos uma força para trás através da força de atrito, em reação o chão faz uma força de mesmo módulo, mesma direção, mas de sentido oposto (3ª lei de Newton- ação x reação) fazendo com que o nosso corpo se desloque para frente.

Assim, as leis newtonianas explicam como funciona as forças de atrito, mas afinal quais são as grandezas físicas que interferem no atrito?

## 3. ATRITO ESTÁTICO E ATRITO CINÉTICO

Você já deve ter notado que a força que você deve aplicar para deixar um corpo em movimento é menor que a força aplicada para tirar o corpo do estado de repouso, isso se deve porque a força de atrito é diferente quando o corpo está em repouso e quando o corpo está em movimento.

Para colocar um corpo em movimento sobre uma superfície com atrito (veja figura abaixo) você deve superar a força de atrito estático (atrito estático ocorre somente quando o corpo está em repouso), já sabemos pelas Leis de Newton que quando um corpo está em repouso ele se encontra em estado de inércia e que portanto a soma das forças deve ser nula,

assim, quando aplicamos uma força  $F$  paralela à superfície e esse corpo não entra em movimento é a força de atrito estática que faz com que a força seja nula, porém, a força de atrito estática possui um valor máximo, que ao ser atingida o corpo passa então a entrar em movimento, essa força limite é calculada pela função  $F_{ate} = \mu \cdot N$ , onde  $\mu$  representa o coeficiente de atrito estático que está relacionada com a rugosidade entre as superfícies em contato e  $N$  representa a força normal exercida entre os corpos.



Figura 67- Força de atrito composição  
Fonte: <http://fisicaevestibular.com.br/>

Quando o corpo está em movimento o atrito é diferente (menor que a força de atrito estático), ela também depende do tipo de material de contato mas ela possui um valor diferente que chamamos de coeficiente de atrito cinético ( $\mu_c$ ) e da força normal ( $N$ ) obedecendo a função  $F_{at} = \mu_c \cdot N$ . Dependendo do tipo do movimento temos as somatórias das forças nulas ou não, se o movimento for retilíneo e uniforme temos o corpo em estado de inércia e que por isso a somatória das forças é nula de acordo com a 1ª Lei de Newton, caso o movimento seja variado a somatória dessas forças será diferente de zero já que o corpo apresentará uma aceleração.

Já aprendemos que a força de atrito depende do material de que é feito às superfícies que estão em contato e da força normal entre essas superfícies, assim, para o nosso desafio precisaremos analisar essas duas situações para que nosso robô possa vender o plano inclinado, observe a figura:

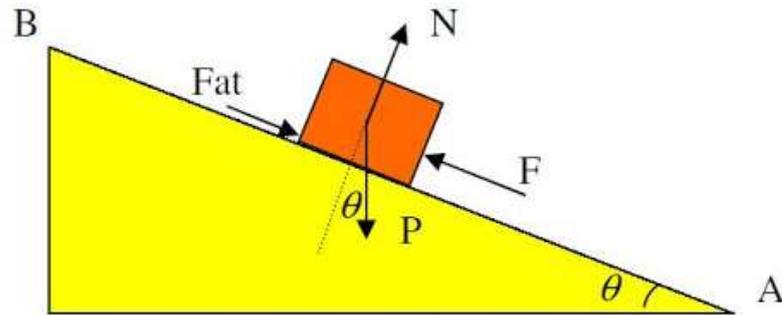


Figura 68- Plano Inclinado  
Fonte: <http://2.bp.blogspot.com>

Deste modo, para que o bloco da figura acima possa subir do ponto A para o ponto B temos aplicando uma força  $F$  (veja figura) essa força deve ser maior que a força de atrito  $F_{at}$  que está em oposição a esse movimento. Além do coeficiente de atrito cinético ( $\mu_c$ ) a força de atrito também depende da força normal entre o bloco e o plano inclinado. em que nessa situação tem valor menor que

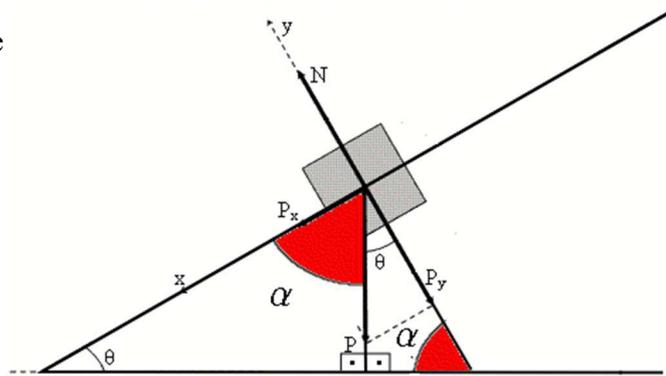


Figura 69 decomposição da força peso  
Fonte: <http://souloucoporfisica.blogspot.com.br/>

Observando a figura acima observamos que a força normal tem módulo igual a força  $P_y$  que pode ser calculada pela função  $P_y = N = m \cdot g \cdot \cos\theta$ , assim, a força de atrito pode ser calculada por  $F_{at} = \mu \cdot (m \cdot g \cdot \cos\theta)$ , percebemos pela função que a força de atrito é diretamente proporcional ao cosseno do ângulo de inclinação porém, além da força de atrito também temos a componente  $P_x$  que corresponde a componente paralela do plano inclinado quem também está em oposição ao movimento, ela é calculada pela função  $P_x = m \cdot g \cdot \sin\theta$ , então a força de oposição total do movimento ascendente é dada por  $F_R = P_x + F_{at}$ , ambas depende da ângulo de inclinação do plano. Na prática dessa atividade você perceberá que quanto maior for o ângulo maior será a dificuldade de subida devido a essa componente  $P_x$  e também da força de atrito.

Já aprendemos que a força que irá empurrar o nosso robô para o ponto ascendente da rampa deve-se a reação da força de atrito que as rodas devem fazer com a superfície, assim, o tipo de material das rodas do robô que está relacionada com o coeficiente de atrito e o peso do

robô que está será também responsável pelas componentes da força peso (tanto  $P_x$  quanto  $P_y$ ) devem ser cuidadosamente estudados para que nosso robô suba a rampa. A força que vai fazer o robô subir está relacionada com a potência do motor, assim, para conseguir subir temos que escolher rodas com materiais emborrachados para um melhor atrito e também você deve fazer com que o robô seja o mais leve possível para diminuir a componente da força peso  $P_x$  e assim conseguir subir a rampa. Lembre-se também que quanto maior o ângulo de inclinação maior vai ser a dificuldade de subir a rampa.



Figura 70- Roda robô  
Fonte: Próprio autor

#### 4. ATIVIDADE PRÁTICA

Nessa atividade você deve estar com o robô pronto de acordo com a aula anterior, iremos testar nosso robô sobre o plano inclinado. Para isso você precisará além do robô você deverá fazer um plano inclinado de madeira ou outra superfície qualquer, mas que não seja muito lisa já que precisamos da reação provocada pela força de atrito das rodas e também de um transferidor para medir os ângulos de inclinação.

Faça um programa que mova seu robô com potência máxima (no nosso caso como os motores possuem tensão máxima de 9V utilize nas portas PWM um valor correspondente à essa tensão, lembre-se que as portas PWM recebem valor lógico entre 0 e 256 utilizando para isso a função `analogWrite(valor lógico)` no código do Arduino, e veja qual o ângulo máximo que seu robô consegue subir a rampa, aproveite também e anote o tempo de subida para diferentes ângulos.

Em seguida, aumente a força peso do robô (coloque algum objeto em cima dele de massa conhecida) e veja o que acontece com o tempo de subida e veja o que ocorre também com a força de atrito.

Discuta os resultados dessa atividade com sua equipe e com o professor, esses dados são muito importantes se você pretende futuramente participar de uma competição de robótica como a Olimpíada Brasileira de Robótica.

### EXEMPLO DE CÓDIGO:

```
int ENA=9; // pino da energia do motor do lado direito- PWM
int INA=12; // gira o motor A no sentido horário
int INB=11; // gira o motor a no sentido anti- horário
```

```
int ENB=6; // pino da energia do motor do lado direito- PWM
int INC=8; // gira o motor B no sentido horário
int IND= 7; // gira o motor B no sentido anti- horário
```

```
void setup(){
```

```
  pinMode(ENA,OUTPUT); // ENA MOTOR A PWM
  pinMode(INA,OUTPUT); // iNA
  pinMode(INB,OUTPUT); //iNB
```

```
  pinMode(ENB,OUTPUT); // MOTOR b PWM
  pinMode(INC,OUTPUT); //iNC
  pinMode(IND,OUTPUT); //iND
}
```

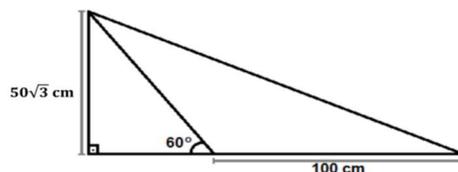
```
void loop(){
  analogWrite(ENA,250); // energia do motor A
  analogWrite(ENB,250); // energia do motor B
  digitalWrite(INA,1); // do motor A //
  digitalWrite(INC,1); // do motor A

}
```

*Fonte do código: Próprio autor*

## 5. TESTANDO NOSSOS CONHECIMENTOS

1. (OBR 2015) Em uma das etapas da Modalidade Prática da OBR, o robô de sua equipe, pesando 3 Kg, precisa subir uma rampa como a esquematizada na figura.

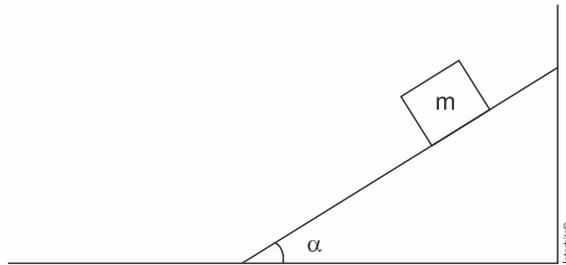


Qual a força mínima que os motores deverão desenvolver para que o robô realize esta tarefa? (Considere a aceleração da gravidade como sendo  $10 \text{ m/s}^2$ ).

- a. ( ) 10 N.
- b. ( ) 15 N.

- c. ( ) 20 N.
- d. ( ) 25 N.
- e. ( ) 30 N.

Na figura abaixo, um bloco de massa  $m$  é colocado sobre um plano inclinado, sem atrito, que forma um ângulo  $\alpha$  com a direção horizontal. Considere  $g$  o módulo da aceleração da gravidade.



2. (Ufrgs 2016) Nessa situação, os módulos da força peso do bloco e da força normal sobre o bloco valem, respectivamente,

- a)  $mg$  e  $mg$ .
- b)  $mg$  e  $mg \sin \alpha$ .
- c)  $mg$  e  $mg \cos \alpha$ .
- d)  $mg \sin \alpha$  e  $mg$ .
- e)  $mg \cos \alpha$  e  $mg \sin \alpha$ .

3. (Ufrgs 2016) O módulo da força resultante sobre o bloco é igual a

- a)  $mg \cos \alpha$ .
- b)  $mg \sin \alpha$ .
- c)  $mg \tan \alpha$ .
- d)  $mg$ .
- e) zero.

04. (UNIFOR) Um bloco de massa 20 kg é puxado horizontalmente por um barbante. O coeficiente de atrito entre o bloco e o plano horizontal de apoio é 0,25. Adota-se  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Sabendo que o bloco tem aceleração de módulo igual a  $2,0 \text{ m/s}^2$ , concluímos que a força de atração no barbante tem intensidade igual a:

- a) 40N
- b) 50N
- c) 60N
- d) 70N
- e) 90N

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARDUINO - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física volume 1: mecânica. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. Física em contextos: pessoal, social e histórico: movimento, força e astronomia: volume 1. São Paulo: FTD, 2010.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a física. 2º edição, Editora Ática, Volume 01, São Paulo, 2013.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. Os fundamentos da física: volume 1: mecânica. 9.ed. São Paulo: Moderna, 2007

## ATIVIDADE 08– ROBÔ SEGUIDOR DE LINHA QUE DESVIA DE OBSTÁCULOS

### OBJETIVOS DESSA AULA

- Relacionar os fenômenos físicos durante a construção do robô;
- Compreender sobre calibração e medição de valores na prática.
- Utilizar todos os conhecimentos adquiridos nas atividades anteriores para a produção de um robô seguidor de linha que desvia de obstáculos.

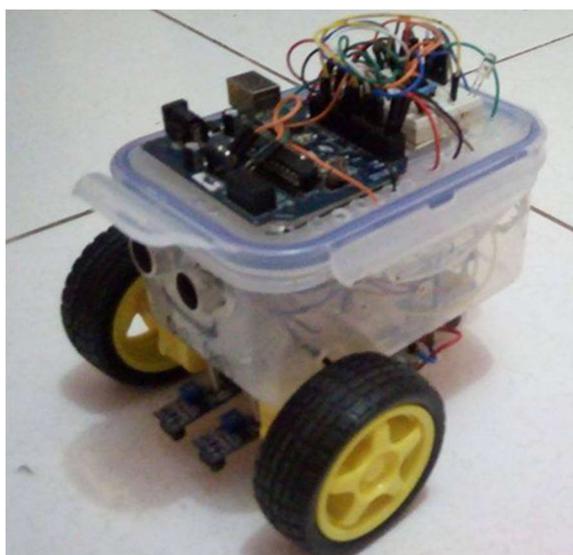


Figura 71: robô seguidor de linha  
Fonte: Próprio autor

Tivemos um longo caminho para chegar até aqui não é mesmo? Essa será nossa última aula do nosso projeto, teremos que utilizar todos os nosso conhecimentos das aulas anteriores para conseguir nosso objetivo final, ao final dessa atividade você deverá ser capaz de criar um robô seguidor de linha autônomo, ou seja, seu robô deverá percorrer qualquer trajetória descrita por um fita preta, assim, teremos que juntar todos os nossos conhecimentos para a realização dessa atividade, tanto nos conhecimentos de Física quanto seus conhecimentos de programação e eletrônica básica, assim, sugiro que você faça essa atividade com todos os integrantes de seu grupo já que durante a execução dessa atividade é comum surgirem alguns “imprevistos” tais como erros na programação ou na montagem do seu robô. Daremos aqui uma sugestão de montagem e programação, porém, a calibração dos sensores e programação dependerá muito de como você ajustou os sensores, motores e como foi criado o seu circuito. No final dessa aula

uma ótima sugestão seria um minicampeonato de robô seguidor de linha junto com seus amigos, a ideia é estimular e aprender junto com seus outros colegas. Boa sorte!

## 1- TESTE DOS SENSORES DE REFLETÂNCIA

Nas atividades passadas você deve se lembrar que aprendemos a utilizar o sensor de refletância, para que nosso robô possa identificar quando uma linha é preta ou branca ele deve usar esses sensores para reconhecer o caminho a ser percorrido, assim, é importante calibrar esses sensores de modo que eles possam fazer aproximadamente os mesmos valores quando estiverem sob a mesma cor a ser lida, assim, o primeiro passo é a fazer um teste de cada sensor individualmente, para isso monte o circuito da atividade 03 ( O QUE É UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA? (APRENDENDO A USAR PORTAS DIGITAIS E ANALÓGICAS NO ARDUINO COM O SENSOR DE REFLETÂNCIA) só que precisaremos que o Arduino mostre os valores lidos da porta analógica, assim o teremos o código:

```
int pinoSensor = A0;
int valorSensor = 0;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  valorSensor = analogRead(pinoSensor);
  Serial.println(valorSensor);
  delay(500);
}
```

*Fonte do programa: Próprio autor*

O código acima irá mostrar o valor lido pela porta que terá um valor entre 0 a 1023, dependendo da cor refletida na superfície, em cima do módulo sensor TCR5000 temos um potenciômetro que é responsável para fazer o divisor de tensão, nele temos um parafuso que serve para mudar a resistência e assim fazer um calibragem do sensor, gire esse parafuso para conseguir uma melhor captação do sensor, iremos utilizar dois sensores para detectar a linha, por isso, procure fazer com que os dois sensores fiquem aproximadamente com a mesma calibração. (Faça vários testes até conseguir uma calibração melhor, para isso utilize superfícies

brancas e pretas opacas e não reflexivas a uma distância aproximada que você utilizara no seu robô.

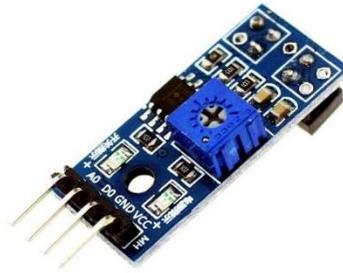


Figura 72 – Potenciômetro do sensor de refletância

Fonte: <https://www.dhresource.com/>

Coloque os dois sensores no robô, sob uma mesma distância da superfície que ele irá percorrer, mas lembre-se de colocar em uma distância que os sensores possam captar melhor a superfície (entre 0,5 a 1,5 cm) e faça agora um teste com os dois sensores ao mesmo tempo e veja na IDE do Arduino os valores lidos, observe o código abaixo:

```
int pinoSensorA = A0;
int pinoSensorB = A1;

int valorSensorA = 0;
int valorSensorB = 0;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  valorSensorA = analogRead(pinoSensorA);
  valorSensorB = analogRead(pinoSensorB);
  Serial.print(" Sensor A= "); Serial.print(valorSensorA);
  Serial.print("    ");
  Serial.print(" Sensor B= "); Serial.println(valorSensorB);
  delay(500);
}
```

*Fonte do programa: Próprio autor*

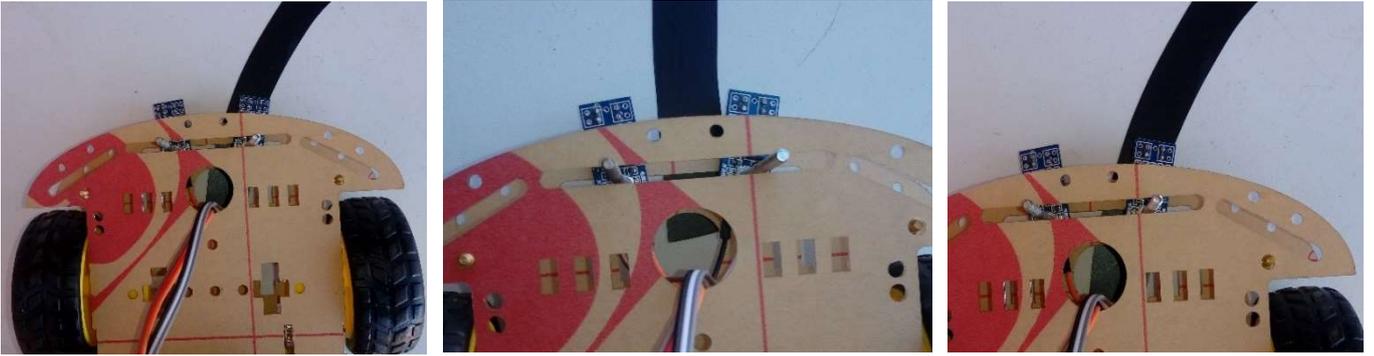


Figura 73- reconhecimento de linha preta  
Fonte: Próprio autor

Teremos agora que dizer para nosso robô como o que fazer em determinadas situações, para uma melhor compreensão vamos separar as possibilidades:

### **1º Possibilidade: A LINHA PRETA ESTÁ EM LINHA RETA**

Nessa situação os dois sensores vão mostrar o mesmo valor (que no caso o valor será o lido o correspondente na cor branca que vai depender da calibração dos sensores), então nosso robô deverá permanecer em linha reta, assim, utilizando o que aprendemos na atividade 06 teremos que fazer com que as rodas girem no mesmo sentido e sob a mesma velocidade (ou mesma frequência), assim teremos uma função:

```
frente(){
analogWrite(ENA,200);           // ENERGIA MOTOR A
analogWrite(ENB,200);           // ENERGIA DO MOTOR B
Serial.println("para frente");
digitalWrite(INA,1);             // GIRO HORÁRIO DO MOTOR A
digitalWrite(INC,1);             // GIRO HORÁRIO DO MOTOR B
delay(tempo);                    // TEMPO É VARIVEL DE TEMPO DO ROBÔ EM
MOVIMENTO.
digitalWrite(INA,0);             // DESLIGA OS MOTORES POR CAUSA DA
INÉRCIA
digitalWrite(INC,0);
}
```

*Fonte do programa: Próprio autor*

## 2º POSSIBILIDADE: GIRO PARA A DIREITA

Nessa situação o sensor da direita vai está sob a linha preta e o sensor da esquerda não, por isso devemos fazer com que o robô faça uma curva para a direita, faremos com que a roda da direita gire no sentido contrário para que o robô gire para a direita, faremos uma função giro\_direita:

```
giro_direita(){
analogWrite(ENA,200);           // ENERGIA MOTOR A
analogWrite(ENB,200);           // ENERGIA DO MOTOR B
Serial.println("GIRO DIREITA");
digitalWrite(INA,1);             // GIRO HORÁRIO DO MOTOR A
digitalWrite(IND,1);             // GIRO ANTI HORÁRIO DO MOTOR B
delay(tempo);                   //TEMPO É VARIVEL DE TEMPO DO ROBÔ EM
MOVIMENTO,
digitalWrite(INA,0);             // DESLIGA OS MOTORES POR CAUSA DA
INÉRCIA
digitalWrite(IND,0);
}
```

*Fonte do programa: Próprio autor*

## 3º POSSIBILIDADE: GIRO PARA A ESQUERDA

Situação contrária da situação anterior, então teremos:

```
giro_esquerda(){
analogWrite(ENA,200);           // ENERGIA MOTOR A
analogWrite(ENB,200);           // ENERGIA DO MOTOR B
Serial.println("GIRO ESQUERDA");
digitalWrite(INB,1);             // GIRO ANTI HORÁRIO DO MOTOR A
digitalWrite(INC,1);             // GIRO HORÁRIO DO MOTOR B
delay(tempo);                   // TEMPO É VARIVEL DE TEMPO DO ROBÔ EM
MOVIMENTO
digitalWrite(INB,0);             // DESLIGA OS MOTORES POR CAUSA DA
INÉRCIA
digitalWrite(INC,0);}
}
```

## 4º POSSIBILIDADE: OS DOIS SENSORES ESTÃO NA LINHA PRETA

Nessa situação os dois sensores os dois sensores estão na linha preta, portanto, ele deve ter saído da pista, assim, se não programamos nada nessa situação o robô simplesmente irá parar, como não queremos isso, vamos programar ele para ir para trás para que ele ache novamente o caminho da linha, teremos a função para trás:

```
para_tras(){
analogWrite(ENA,200);          // ENERGIA MOTOR A
analogWrite(ENB,200);          // ENERGIA DO MOTOR B
Serial.println("para trás");
digitalWrite(INB,1);            // GIRO ANTI HORÁRIO DO MOTOR A
digitalWrite(IND,1);            // GIRO ANTI HORÁRIO DO MOTOR B
delay(tempo);                   // TEMPO É VARIVEL DE TEMPO QUE IRA PRA TRÁS,
digitalWrite(INB,0);            // DESLIGA OS MOTORES POR CAUSA DA
INÉRCIA
digitalWrite(IND,0);
}
```

*Fonte do programa: Próprio autor*

Agora utilizaremos a função IF para que ele possa percorrer qualquer caminho da linha preta, teremos, portanto:

```
if( (valorSensorA< corte) & (valorSensorB < corte) ) frente();
if( (valorSensorA< corte) & (valorSensorB >corte) ) giro_direita();
if( (valorSensorA> corte) & (valorSensorB < corte) ) giro_esquerda();
if( (valorSensorA> corte) & (valorSensorB > corte) ) para_tras();
```

A variável corte é um valor intermediário para saber quando é preto ou branco, isso vai depender da calibração dos sensores, para teste sugiro usar um valor intermediário, no caso 500, e deve ser declarado fora do função setup().

Agora usaremos o sensor ultrassônico para detectar um obstáculo no meio do caminho e então nosso robô saia da linha e contorne o obstáculo voltando para o caminho da linha (esse obstáculo deve estar somente quando o caminho for uma linha reta), assim, utilizando nossos conhecimentos da aula da Atividade 05, vamos fazer uma função obstáculo:

```
#include <Ultrasonic.h> //Carrega a biblioteca do sensor ultrassônico
```

```

#define pino_trigger 12 //Define os pinos para o trigger e echo
#define pino_echo 11
Ultrasonic ultrasonic(pino_trigger, pino_echo); //Inicializa o sensor nos pinos definidos acima
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Lendo dados do sensor...");
}
void loop()
{
  float cmMsec,
  long microsec = ultrasonic.timing();
  cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
  delay(100);
  if(cmMsec<15){
    giro_direita();
    frente();
    giro_esquerda();
    frente(); delay(100);
    giro_esquerda();
    frente();
    giro_direita();
  }
}

```

*Fonte do programa: Próprio autor*

A lista de funções descrita acima faz com que o robô faça uma curva quando detecta um objeto a 15 cm dele, esse valor pode e deve ser alterado dependendo do tamanho do robô, para isso realize os testes.

Monte todo o robô e não esqueça de testar todos os sensores, fios e motores, abaixo tem algumas fotos da montagem de um robô que fiz alguns testes, você deverá montar o seu:

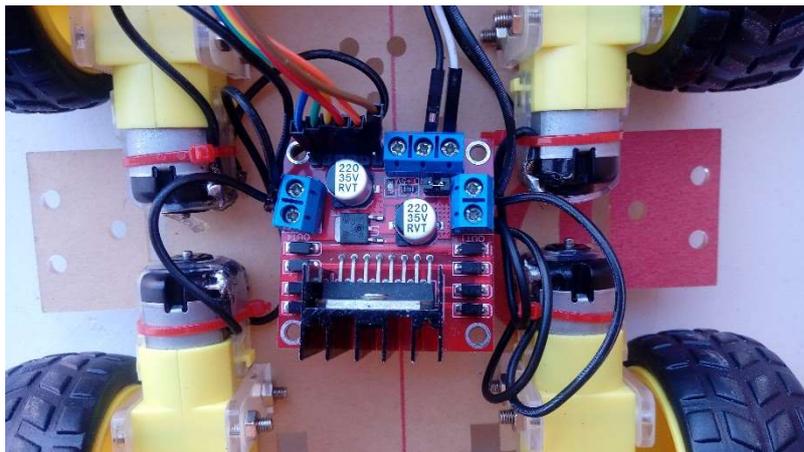


Figura 74- circuito ponte H  
Fonte: Próprio autor

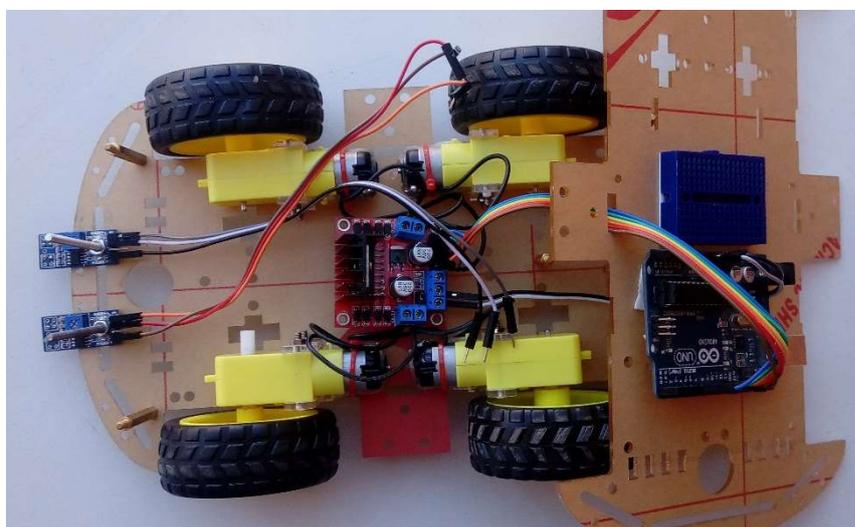


Figura 75- chassi  
Fonte: Próprio autor

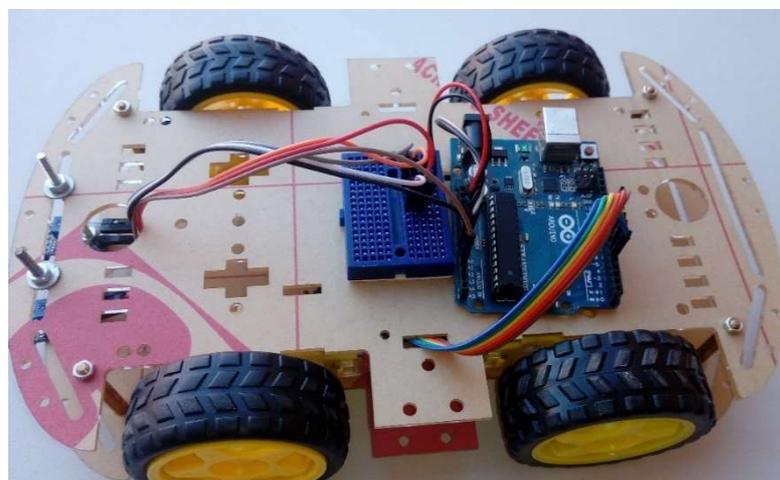


Figura 76- robô seguidor de linha  
Fonte: Próprio autor

## 6. ATIVIDADE PRÁTICA

Chegamos a nossa última atividade, vamos criar nosso robô seguidor de linha que desvia de obstáculos, você deverá ter condições de criar seu código usando dois sensores de refletância e um sensor ultrassônico, este é o modelo mais simples que você pode utilizar, como são apenas dois sensores a linha não pode ter curvas muito inclinadas, caso queira utilizar em competições você deverá usar 4 sensores, para isso terá que fazer algumas adaptações no código, mas o princípio é o mesmo.

Tente agora montar o seu próprio código com os exemplos descrito nessa aula, com um pouco de paciência (principalmente com muitos erros) você irá conseguir, pesquise alguns códigos na internet e nos livros indicados na Atividade 00, tenho certeza que será gratificante!

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percorremos um longo trajeto até aqui, mas tenho certeza que aprendemos muita coisa e que usar a robótica é um pouco trabalhoso, mas é muito divertido. Essas atividades são apenas um começo para o aprendizado da robótica, utilize outros materiais para aprimorar seus conhecimentos, pratique, pesquise, estude e acima de tudo ponha suas ideias e criatividade para o mundo, tenho certeza que com um pouco de esforço e dedicação você alcançará vários resultados e com certeza será gratificante. Este material não foi produzido por um expert na área (sou professor de Física) e críticas e/ou sugestões sempre serão bem vindas, espero também ter contribuído para o aprendizado de Física e estimula-los para o estudo da ciência como um todo, bons estudos e bom trabalho, parabéns por conseguir chegar até o fim dessa jornada.

## 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARDUINO - Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Último acesso em outubro de 2017

BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. **São Paulo: Novatec**, p. p1, 2011.

DE RODRIGUES, Rafael Frank; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Arduino para físicos. 2015.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Editora Novatec, 2011

MONK, Simon. 30 PROJETOS COM ARDUINO, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.