



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

MACKSON KERLLEY FREIRE DA SILVA

O USO DO ARDUINO COMO FERRAMENTA DE ENSINO DE FÍSICA

FORTALEZA

2017

MACKSON KERLLEY FREIRE DA SILVA

O USO DO ARDUINO COMO FERRAMENTA DE ENSINO DE FÍSICA

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Física. Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva

FORTALEZA

2017

MACKSON KERLLEY FREIRE DA SILVA

O USO DO ARDUINO COMO FERRAMENTA DE ENSINO DE FÍSICA

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física, Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Física. Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva

Aprovada em ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva (UFC) (Orientador)

Prof. Dr. Alexandre Magno Rodrigues Teixeira (URCA)

Dr. César Ivan Nunes Sampaio Filho (UFC)

DEDICATÓRIA

A Deus Jeová, que com todo o seu amor compartilhou a dádiva da vida. Seu fôlego de vida em mim, me deu forças e coragem para questionar realidades e sempre colocar em minha vida um novo mundo de possibilidades.

À minha família, por ter tido paciência e a capacidade de acreditar em mim e investir no meu futuro. Mãe (Maria de Fátima Freire da Silva), seus cuidados e sua dedicação foi que me deram, em alguns momentos, a esperança para seguir, dando de si para torna minha vida mais agradável. Pai (José Celso Texeira da Silva), sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada. Obrigado também por toda a segurança material e espiritual que vocês me possibilitam até hoje.

E o que dizer a você Marilane Gondin Leite? Obrigado pela paciência, pelo incentivo, pela força e principalmente pelo carinho. Valeu a pena todo sofrimento, todas as renúncias. Valeu a pena esperar. Hoje estamos colhendo, juntos, os frutos de nossas batalhas! Esta vitória é muito mais sua do que minha! Muito Obrigado.

A meus irmãos, Jerffeson Thiago Freire da Silva e Joiceclea Freire da Silva. Mano você sempre foi um grande exemplo de pessoa para mim, no caráter, no trabalho, como estudante e pessoa que ainda me espelho muito, me orgulho de tê-lo como irmão. Mana, obrigado pelos conselhos, pelos puxões de orelha, pelo tempo que você dedica a mim, pelas lágrimas de preocupação, obrigado maninha.

Ao professor Dr. Marcos Antônio Araújo Silva coordenador do curso e orientador deste trabalho. Pelo convívio, pelo apoio e principalmente pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

“O mundo está mudando, mas o modo de ensinar tem sido o mesmo de um século atrás” - Autorial

RESUMO

Este trabalho faz a demonstração do uso de uma ferramenta que tem uma ampla lista de possibilidades para inovar o repertório no ensino e aprendizado atualmente. Dado que os educandos, hoje em dia, estão cada vez mais em contato com um mundo tecnológico, precisamos estar buscando novas ferramentas à altura para trazer a atenção desses discentes. E esse trabalho vem mostrar um exemplo de como o uso do Arduino (um dos conceitos de hardware livre da atualidade) pode facilitar o ensino e aprendizagem de física.

Palavras chaves: Ensino e Aprendizagem, Ensino de Física, Arduino.

ABSTRACT

This work demonstrates the use of a tool that has an ample list of possibilities to innovate the repertoire in teaching learning currently. As learners are today increasingly in touch with a technological world, we need to be seeking new tools in time to bring the attention of these students. And this work shows an example of how the use of Arduino (one of today's free hardware concepts) can facilitate the teaching of physics learning.

Keywords: Teaching and Learning, Teaching Physics, Arduino.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. FALTA DE BASE, FAZER O QUE?	12
3. UMA DAS MUITAS DICAS PARA RENOVAR A DIDÁTICA	14
4. UMA DESCRIÇÃO BÁSICA DA PLACA ARDUINO	16
5. DESENVOLVIMENTO DOS ENCONTROS	18
6. CRIAÇÕES EM ALTA COM O ARDUINO	20
7. CRONSTRUÇÃO DOS CIRCUITOS	21
7.1. CORRENTE ELÉTRICA	21
7.2. RESISTÊNCIA ELÉTRICA	22
7.2.1. RESISTORES EM SÉRIE	22
7.2.2. RESISTORES EM PARALELO	24
8. CAPACITOR	25
8.1. CARGA NO CAPACITOR	26
8.2. CONSTANTE DE TEMPO DO CIRCUITO RC	29
8.3. DESCARGA DO CAPACITOR	30
9. MONTANDO O EXPERIMENTO	32
10. GRÁFICOS ADQUIRIDOS DA PLACA ARDUINO	33
11. CONCLUSÕES	36
BIBLIOGRAFIA	37

1. INTRODUÇÃO

O mundo está mudando em um ritmo acelerado e a educação tem mudado a passos lentos. Inúmeros estudos têm sido apresentados atualmente no intuito de se acompanhar as mudanças sócio culturais e tecnológicos. Em se falando do ensino de ciências, o ensino de Física nas escolas de Ensino Médio tem ganhado novos entendimentos de acordo com as diretrizes apresentadas nos PCN.

Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda assim, terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem.

http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf

Nesse sentido, esse trabalho consiste em apresentar uma ferramenta que tem uma enorme variedade de possibilidades para construções de práticas que possam auxiliar no aprendizado de Física nas escolas de Ensino Médio. Ferramenta essa que, mesmo após o aluno ter terminado o Ensino Médio, ele possa desenvolver trabalhos e torná-los mais dinâmicos e mais simples.

A apresentação do trabalho se deu na EEFM Juarez Távora, uma escola pública localizada na rua Ministro Joaquim Bastos, 747, Bairro de Fátima, Fortaleza - CE, escola de uma realidade que tem um padrão diferenciado por fazer parte de um contexto histórico bastante apurado e por ter se tornado uma escola de ensino profissional. Assim, como na maioria das escolas de Ensino Médio público do Brasil, a falta de base dos alunos, que a meu ver é o maior problema no âmbito geral em se tratando de aprender física, norteia aquela escola.

Uma das maiores dificuldades de aprendizagem dos alunos de Ensino Médio é concretizar a teoria vista no ramo da eletricidade, tendo em vista a falta

de iniciativa da maioria dos professores para trabalhar experimentos práticos em sala de aula ou inovar o cotidiano na sala de aula. Isso ocorre mesmo com uma grande diversidade nas formas de se trabalhar os muitos conteúdos do dia-a-dia. Uma das muitas formas de fazer diferente é investir em projetos, de acordo com Maria Elisabette Brisola Brito Prado.

Atualmente, uma das temáticas que vêm sendo discutidas no cenário educacional é o trabalho por projetos. Mas que projeto? O projeto político-pedagógico da escola? O projeto de sala de aula? O projeto do professor? O projeto dos alunos? O projeto de informática? O projeto da TV Escola? O projeto da biblioteca? Essa diversidade de projetos que circula frequentemente no âmbito do sistema de ensino muitas vezes deixa o professor preocupado em saber como situar sua prática pedagógica em termos de propiciar aos alunos uma nova forma de aprender integrando as diferentes mídias nas atividades do espaço escolar. Existem, em cada uma dessas instâncias do projeto, propostas e trabalhos interessantes; a questão é como conceber e tratar a articulação entre as instâncias do projeto para que de fato seja reconstruída na escola uma nova forma de ensinar, integrando as diversas mídias e conteúdos curriculares numa perspectiva de aprendizagem construcionista. Segundo Valente (1999), o construcionismo "significa a construção de conhecimento baseada na realização concreta de uma ação que produz um produto palpável (um artigo, um projeto, um objeto) de interesse pessoal de quem produz". Maria E. B. Brito Prado

Pensando nisso, podemos dizer que entre os diversos problemas enfrentados pelo professor na atualidade, um bastante complexo é renovar a sua didática a cada dia, tendo em vista a grande dinamização do aprendizado, que muitas vezes está sendo feita através das redes sociais, Youtube, sítios dinâmicos focados no ensino e a lista segue.

Este trabalho junto à escola teve como objetivo principal o desenvolvimento de práticas instrucionais de baixo custo para a realização de experimentos em física relacionados à área de eletricidade. Para isso, reuniu-se um grupo de alunos da EP Juarez Távora durante o segundo semestre de 2017, que participaram do desenvolvimento de experimentos práticos na área da eletricidade, utilizando a ferramenta Arduino-uno.

Tendo em vista que esse é um assunto da física que cria um número grande de dúvidas e falta de concretização do conhecimento por parte dos alunos, criou-se a ideia de utilizar o Arduino para facilitar a aprendizagem de Física. Passou-se, assim, a haver reuniões de forma regulares e pré-programadas, no intuito de observar e comparar os resultados do aprendizado dos mesmos em relação ao restante da turma.

2. FALTA DE BASE, O QUE FAZER?

Existem situações em que a falta de base deixa de ser uma justificativa viável para o baixo rendimento em ciências exatas.

Don Cohen (Matemático), autor de inúmeros livros de Matemática, entre eles *Calculus By and For Young People*, descreveu um projeto inovador – ensinar cálculo diferencial e integral a crianças a partir de 7 anos de idade. Logicamente, trata-se de alunos que dominam apenas os rudimentos de aritmética e álgebra e, portanto, se enquadram bem no que os professores costumam definir como “aluno do ensino médio sem base”. Os resultados com essas crianças são bastante animadores e lança dúvidas sobre a legendária dificuldade das ciências exatas. O sistema adotado por Cohen é a de que os assuntos não são realmente difíceis, o grande problema é que a linguagem escolhida não tem sido a melhor. Em muitas situações a linguagem utilizada pelo escritor é tão mais importante do que a mensagem a ser passada. Uma prova disso é um texto citado pelo grupo japonês Transnational College of LEX, uma equipe especializada em línguas e idiomas, que segue a premissa de que a linguagem usada por um escritor é tão ou mais importante do que a mensagem a ser transmitida. Para provar sua tese, o grupo lançou 3 livros que rapidamente se tornaram best-sellers em seus respectivos campos – um livro de matemática (*Who Is Fourier?*, sobre séries de Fourier), um livro de física (*What is Quantum Mechanics?*, sobre mecânica quântica), e um livro de biologia (*What is DNA?*, sobre genética). Vale ressaltar que essas não são obras de divulgação científica – todo o formalismo matemático se faz presente, tanto no texto de matemática quanto no de física (*What is Quantum Mechanics?*, que chegou a receber elogios de professores de Harvard e do MIT). A diferença é que cada uma das demonstrações matemáticas é exaustivamente explicada através de textos fartos e claros, sem o uso abusivo de jargão técnico. São, portanto, exemplos de que o deslumbramento, a cultura da dificuldade e as limitações nas habilidades comunicativas podem ser explicações mais plausíveis para o fracasso recorrente no aprendizado de ciências exatas. Afirmar que o problema da educação é falta de base está entre uma longa tradição de se atribuir a culpa ao elo mais fraco da

relação – o aluno. Falta de base é mero sintoma. O problema, de fato, é o que causa essa falta de base. E é muito provável que nosso quinhão de culpa seja bem maior do que todos nós, professores, estamos dispostos a admitir.

Depois de ler a matéria acima citado na pesquisa, pode-se ver que embora o problema da base já exista, já está estabelecido, só resta a nós professores e formadores de opinião também não nos render a mesma fala: “- a falta de base dos alunos...”. Devemos procurar estratégia para transpor esses obstáculos e tentar solucionar esse problema até que as coisas mudem e tenhamos uma melhora na realidade das escolas públicas.

3. UMA DAS MUITAS DICAS PARA RENOVAR A DIDÁTICA

Diariamente somos bombardeados com diversas inovações e aplicações tecnológicas. Daí, na maioria dos casos, pensamos que trabalhar ou entender tais mecanismos eletrônicos de programação fica a cargo apenas dos engenheiros, técnicos ou pessoas muito curiosas. No entanto, com a popularidade dos micros controladores, pessoas de qualquer área como alunos, artistas, designer e em qualquer fase do aprendizado pode facilitar o seu trabalho ou melhorar a realização de uma tarefa complicada. Geralmente tais pessoas criam mecanismos que acendem, se mexem, respondem ou ajudam as pessoas de alguma forma. E para tal tarefa o Arduino (um micro controlador de programação aberta) tem sido o cérebro da maioria desses projetos que estão sendo desenvolvidos.

Kits micro controladores, que atualmente podem ser considerados de baixo custo, estão presentes em quase todas as aplicações que envolvam a eletrônica, facilitando o manuseio, a manutenção, a redução do tamanho e o gerenciamento de tarefas eletrônicas.

Um dos usos dos micros controladores pode ser no ensino-aprendizagem, por exemplo, no caso do ensino de eletricidade. Neste presente trabalho serão abordadas algumas atividades que podem ser realizadas com alunos de Ensino Médio que podem atrair a atenção deles e fazê-los perceber que a física pode ser fácil e divertida até mesmo despertar a curiosidade para a eletrônica bem como da programação e ferramentas de controle.

O objetivo aqui não é o de desenvolver projetos e programas e sim trabalhar com programas e projetos já criados. Podemos citar por exemplo um robô montado com Arduino que leva 1,2 segundo para montar um cubo mágico.

Recentemente, um jovem de 14 anos conseguiu finalizar um desafio de cubo mágico em apenas cinco segundos, estabelecendo um novo recorde mundial. Como se isso não fosse incrível o suficiente, um robô conseguiu resolver o problema em um único segundo. Isso mesmo, de maneira praticamente instantânea, como é possível conferir no vídeo aqui embaixo. O

robô foi criado pelos pesquisadores Paul Rose e Jay Flatland e roda Linux. Ele mistura algumas engrenagens com webcams, partes criadas com impressoras 3D e um processador Arduino e levou exatamente 1,2 segundo para finalizar a tarefa, um desempenho nunca antes alcançado. O segredo da máquina é a utilização do algoritmo de Kociemba para solucionar o desafio, o que ensinou ao robô a forma mais eficaz de reorganizar as peças. Contudo, a metade de cada cubo continha um furo para facilitar a movimentação das peças — por isso que a solução de Flatland e Rose não determina um novo recorde mundial de cubo mágico solucionado por uma máquina, que atualmente é de 3,253 segundos. Mas não será nada surpreendente se a dupla conseguir ultrapassar essa marca muito em breve. (canaltech.com.br, Por Redação | 25 de Janeiro de 2016 às 12h15).

Queremos usar alguns desses projetos para vincular o ensino de Física, no ensino de eletricidade ou em outras diversas áreas da Física.

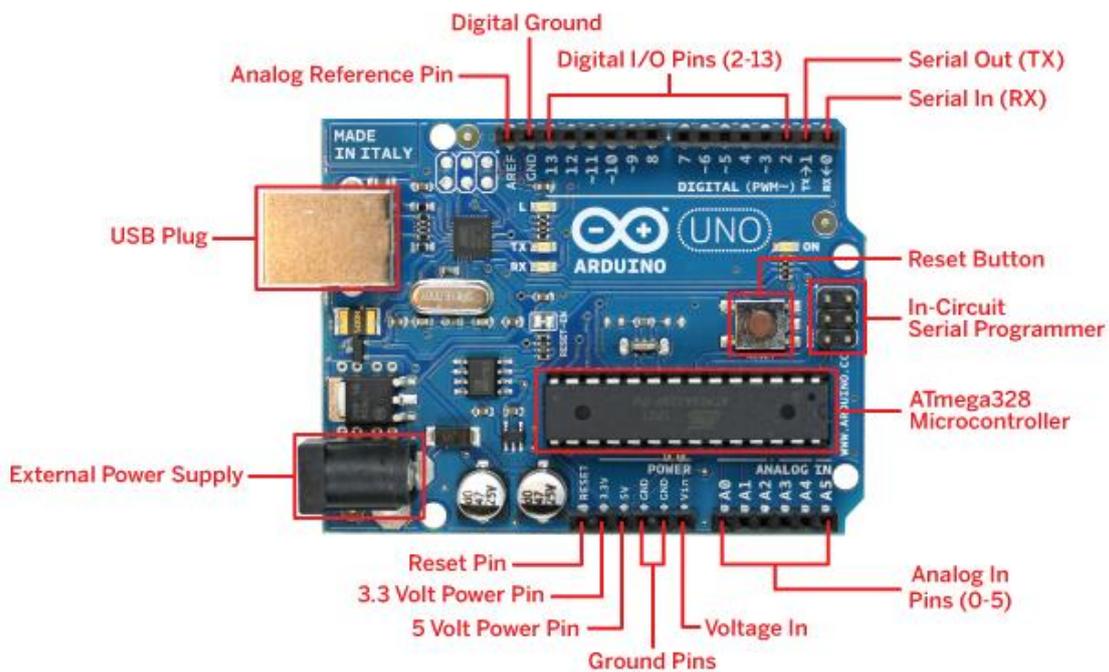
Vale ainda ressaltar que tal ferramenta atrai a atenção de alunos que atualmente estão desmotivados com o ensino de física, pois os mesmos são apresentados de uma maneira convencional e fria sem quaisquer apetrechos e aplicações criativas. Pois, o ensino de física atualmente está ficando cada vez mais difícil. Porém com mais essa ferramenta, conseguimos desmistificar muitos conceitos negativos sobre o ensino-aprendizagem de Física.

4. UMA DESCRIÇÃO BÁSICA DA PLACA ARDUINO

Arduino é uma ferramenta open-source (de código aberto pra quem quiser fazer o seu próprio Arduino) planejada e pensada baseada em hardware e software flexível e fácil de usar. É destinado a artistas, designers, hobbyistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos que possa facilitar tarefas do dia a dia.

O Arduino pode sentir o ambiente recebendo entradas de uma variedade de sensores e pode modificar seu arredor controlando luzes, motores e outros atuadores.

Figura 1. A placa Arduino UNO.



Fonte: <http://bodgarage.repofy.com/?p=959>. Acessado em 15/11/2017.

O Arduino pode se inserir nos projetos escolares de forma a ter um orçamento menor que outros sistemas de prototipagem disponíveis atualmente no mercado. Ele se torna interessante e chama a atenção das pessoas porque ele está inserido em um mundo novo, dinâmico e interativo que é o da robótica. Falar

nesse termo, robótica, hoje em dia não era para ser algo de outro mundo, porém vivemos em um país em que a tecnologia está se desenvolvendo lentamente. Podemos falar que a comunidade que explora esse mundo aqui no Brasil é ainda muito pequena.

O Arduino utiliza o microcontrolador ATMEGA328, que possui 32 Kbytes de memória Flash de programação, 2 Kbytes de SRAM¹²(que faz o processamento de dados temporários) e 1 Kbyte de EEPROM¹³(que faz o processamento de dados permanentes da placa). O mesmo opera com uma tensão de 5V.

As portas de 0 a 13 do Arduino são chamadas portas digitais, conforme a Figura 1. Em relação às mesmas, as portas 0 e 1 são pinos I/O de comunicação serial com a placa (Pinos Rx e Tx) não é bom trabalhar com elas, se possível.

Já as portas 2 a 13 – São Portas I/O digitais onde sua saída será somente 0 V ou 5 V dependendo do código. As portas que com um (~), portas 3, 5, 6, 9, 10 e 11), são chamadas portas PWM da placa, onde é possível simular um sinal variável entre 0 e 5 V.

As portas (A0, A1, A2, A3, A4, A5 - Analog In) são as 6 portas analógicas disponíveis na placa. São portas que possuem até 1024 níveis de tensão diferentes (vai de 0 a 1023).

Existe também as de 5 V e 3,3 V que são chamadas as Portas de Potência. E ainda o pino terra (GND) e um pino de reset externo.

A alimentação da placa é feita pela porta USB, uma tensão de 5 V fornecida pelo computador, que é a entrada utilizada para a comunicação e carregamento do programa no microcontrolador do Arduino.

5. DESENVOLVIMENTO DOS ENCONTROS

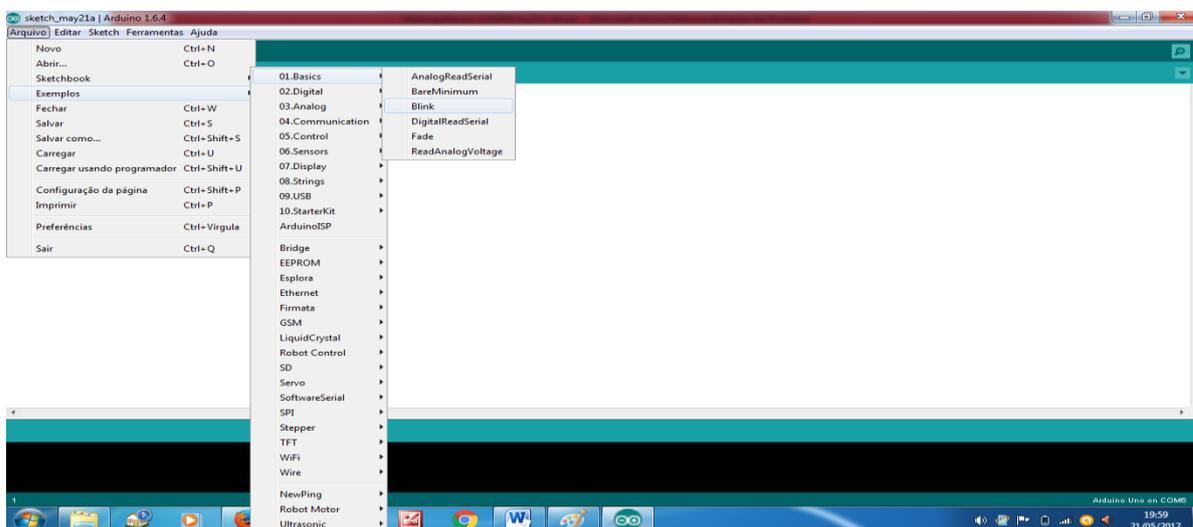
Foram marcados, então, encontros às sextas-feiras para explorar o Arduino e o conceito experimental que era o ensino de eletricidade utilizando componentes como resistor, led's e o capacitor, foco do trabalho.

Inicialmente criou-se um impacto por se tratar de algo novo e por ser um instrumento que dava para fazer aplicações em eletrônica, robótica, ou seja pela sua diversidade apresentada.

Fizemos os mesmos baixarem a IDE (uma interface de comunicação entre o computador e o Arduino) para embarcar a linguagem de programação para o Arduino, no site: <https://www.arduino.cc/>.

No primeiro encontro fizemos os alunos ter contato com o Arduino, referente a sua linguagem de programação(linguagem C) junto com o hardware. Apresentou-se no primeiro contato um programa chamado Blink (Figura 2), que se encontra nos exemplos protos para primeiros contatos com a ferramenta.

Figura 2. Programa exemplo Blink.



Fonte:IDE do Arduino. Acessado em 21/05/2017.

Nesse exemplo Blink um primeiro programa bem básico fará piscar um led. Primeiro se descreve a porta (no caso, porta 9) que será usada para saída do sinal digital (HIGH, 5 V) que permanece por mil milissegundos aceso, em seguida

passa a ter voltagem 0 V (LOW) por mil milissegundos e retorna a HIGH, sucessivamente, como descrito a seguir.

```
void setup() {  
  
  pinMode(9, OUTPUT);  
  
}  
  
void loop() {  
  
  digitalWrite(9, HIGH);  
  
  delay(1000);  
  
  digitalWrite(9, LOW);  
  
  delay(1000);  
  
}
```

A partir deste primeiro programa, passamos a estudar a montagem de circuitos elétricos e explicar os princípios fundamentais da eletricidade, tais como a Lei de Ohm, como é o comportamento da diferença de potencial e a corrente elétrica na montagem dos circuitos em série e em paralelo. Pois, os alunos passaram a fazer a utilização na prática de resistores, capacitores, led's, placas de montagens *protoboard* e uso de sensores e atuadores.

Às sextas-feiras à noite então, passamos a nos reunir com o intuito de usar a ferramenta Arduino para estudar, tendo um cuidado especial com o aprendizado em física.

6. CRIAÇÕES EM ALTA COM O ARDUINO

Uma aplicação que está se popularizando, que pode ser uma aplicação do Arduino são os drones. Os drones, mostrados na Figura 3, se tornaram muito populares aqui no Brasil a partir de 2016. É algo tão novo que a regulamentação ainda nem está tão acabada ainda.

Figura 3. Alguns drones comercializados no Brasil



Fonte: <http://dronecentral.com.br/quantos-drones-foram-vendidos-em-2014/>

O drone chama bastante atenção dos adolescentes como um todo, por se tratar de um veículo aéreo não pilotado. Muitos profissionais de diversas áreas, tais como, fotógrafos, profissionais de vigilância, fazendeiros e diversos outros, estão inventando um uso prático para eles. Na maioria dos casos, o uso dos drones estão sendo possíveis ótimas filmagens e imagens impressionantes que há bem pouco tempo só se era possível com um sobrevoo de helicóptero.

Assim, é incontestável que o tema não chame a atenção da maioria de nossos alunos. Pois umas das metas, além do aprendizado em física, é construir e controlar um drone puramente com Arduino.

7. CONSTRUÇÃO DOS CIRCUITOS

7.1. CORRENTE ELÉTRICA

Corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas elétricas no interior de um material condutor. Para ser mais específico, se trata da quantidade de carga que passa por unidade de tempo por uma secção transversal de um material por ocasião de uma qualquer Diferença De Potencial – DDP no material. Podemos matematicamente expressar esse raciocínio da seguinte forma:

$$i(t) = \frac{dq}{dt}$$

$i(t)$ é a taxa de corrente elétrica instantânea no tempo específico t .

dq é um diferencial de carga que é expressa pela unidade de medida Coulomb (C).

dt é o diferencial de tempo que é dado por segundo (s).

$i(t)$ é dado em unidades de C/s que recebeu o nome de Ampère(A).

Figura 4. Corrente elétrica



Fonte: https://www.google.com.br/search?q=corrente+eletrica&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjEwtzn5MrUAhXHI5AKHQCBDDcQ_AUIBygC&biw=1366&bih=657#tbm=isch&q=corrente+eletrica+i+%3D+dq/dt&imgcr=92INE-0QOZov-M. Acessado

em 15/10/2017.

Assim, para melhorar o entendimento podemos dizer que 1 Ampère equivale a passagem de 1 Coulomb ($6,25 \times 10^{19}$ elétrons) por 1 segundo na secção transversal de um material.

7.2. RESISTÊNCIA ELÉTRICA

Os resistores são componentes que possui uma propriedade física chamada “resistividade”. Característica essa do condutor que tende a se opor à passagem dos elétrons e com isso gerando um dos efeitos mais importantes que no dia a dia, tem diversas utilidades, o chamado efeito Joule. No dia a dia em lugares frios o aquecedor de um chuveiro elétrico tem ajudado a muitos a tomar um bom banho quente. O filamento da lâmpada incandescente, apesar de ultrapassada, nos foi muito útil. Os filamentos que se tornam aquecedores em uma estufa, entre outros.

Nos circuitos elétricos considerados ideais, todos os componentes que possuem essa propriedade física, resistividade, podem ser considerados resistores, que têm como símbolo dado na figura 5.

Figura 5. Simbologia dos resistores



Fonte: Autoral

É possível organizar os resistores em circuitos no dia-a-dia que se comumente recebe o nome de associação de resistores. O resultado dessa associação pode variar bastante conforme a ligação entre os mesmos, sendo as possibilidades de associação em paralelo, série ou mista.

7.2.1. Associação em Série

Associar resistores em série significa ligá-los de uma forma que só de tenha um único trajeto para a corrente elétrica, como observado na figura 6.

Figura 6. Associação em série de resistores.



Fonte:

<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/associacaoderesistores.php>

Como só temos apenas um caminho para a passagem da corrente elétrica, a mesma, não varia. Já a diferença de potencial entre cada resistor irá variar de forma proporcional a resistência deste, para que seja obedecida a 1ª Lei de Ohm, assim:

$$U_1 = R_1 \cdot i$$

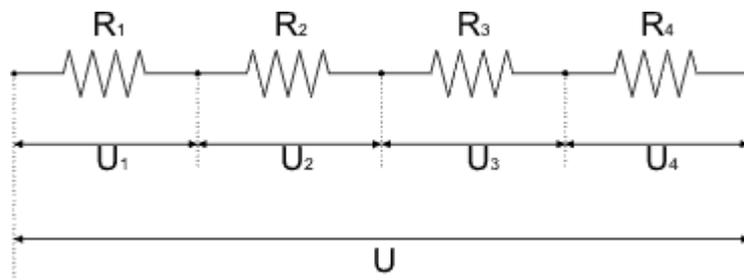
$$U_2 = R_2 \cdot i$$

$$U_3 = R_3 \cdot i$$

$$U_4 = R_4 \cdot i$$

Esta relação também pode ser obtida pela observação do circuito dado na figura 7.

Figura 7. Associação em série de resistores, observando as tensões em cada resistor.



Fonte:

<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/associacaoderesistores.php>

Podemos afirmar então que a diferença de potencial entre o início e o fim do circuito pode ser:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

$$U = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i + \dots + R_n \cdot i$$

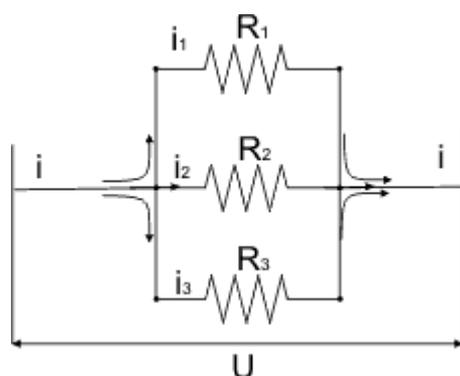
De acordo com a expressão acima, já que a tensão total e a intensidade da corrente são mantidas, é possível concluir que a resistência total é:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

7.2.2. Associação em paralelo

Diferente da ligação em série apresentada anteriormente, ligar resistores em paralelo significa basicamente dividir a mesma fonte de corrente, de modo que a diferença de potencial em cada ponto seja conservada como mostra a figura 8.

Figura 8. Associação em paralelo de resistores.



Fonte:

<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/associacaoderesistores.php>

Assim como ilustrado na figura 8, a intensidade total de corrente do circuito é igual à soma das intensidades medidas sobre cada resistor, ou seja:

$$i = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$$

Pela 1ª lei de ohm:

$$i = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} + \dots + \frac{U}{R_n}$$

De acordo com a expressão acima, já que a intensidade da corrente e a tensão são mantidas, podemos concluir que a resistência total em um circuito em paralelo é dada por:

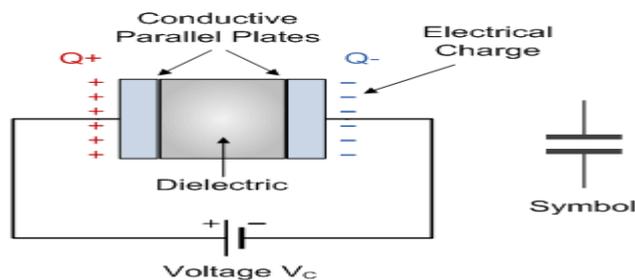
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

8. CAPACITOR

O objetivo desta parte do trabalho é analisar o comportamento da tensão e da corrente na carga e descarga do capacitor. Tendo em vista que iremos usar o Plotter Serial do Arduino para criar gráficos da tensão na carga e descarga do capacitor.

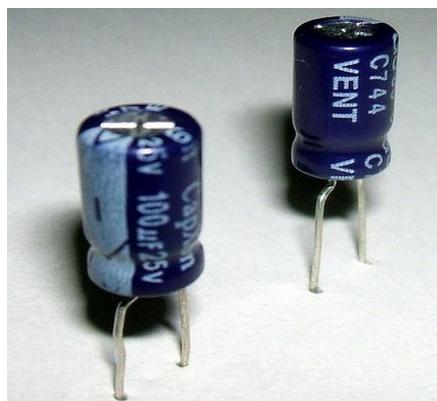
O capacitor é um componente eletrônico formado por dois condutores elétricos carregados com cargas $-Q$ e $+Q$ isolados de forma arbitrária. A sua principal utilização é para armazenar energia potencial no campo elétrico formado pelo mesmo e realizar a descarga desta energia em um momento conveniente. Na Figura 9 é mostrado um capacitor em um circuito, representado esquematicamente como duas placas paralelas. Na Figura 10, mostramos a foto de capacitores reais.

Figura 9. Capacitor.



Fonte: http://www.electronics-tutorials.ws/capacitor/cap_1.html

Figura 10. Capacitores.



Fonte:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Capacitor_eletr%C3%ADtico#/media/File:DSCF0560a.JPG

8.1. CARGA DO CAPACITOR

Em um dado capacitor, a carga Q adquirida pelo mesmo é diretamente proporcional a diferença de potencial V que o mesmo é submetido. E essa relação é definida pela capacidade, ou capacitância, do capacitor em que a unidade é o Coulomb por Volts de recebeu o nome de Faraday que estudou a lei da indução.

$$\frac{Q}{V} = C, \text{ onde } [C] = \frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}} = \text{Faraday}$$

Onde

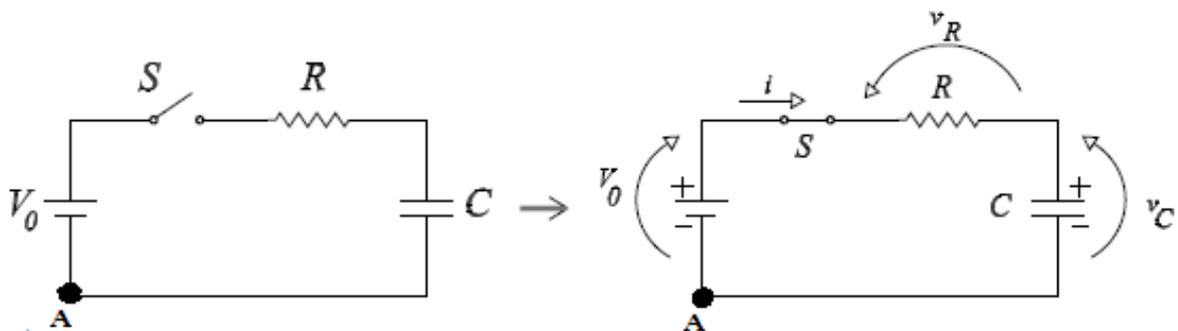
Q – Carga no capacitor

V_0 – Diferença de potencial no capacitor

C – Capacitância do capacitor

Na figura 11 temos um circuito com uma fonte de tensão V_0 , que no presente trabalho é a porta digital do Arduino, uma chave S , um resistor de resistência R e um capacitor com capacitância C .

Figura 11. Circuito RC, com a chave S aberta e depois fechada.



Fonte: Autoral

O processo de carga inicia quando fechamos a chave S . No mesmo instante do fechamento ($t = 0$) o circuito comporta-se como se o capacitor de capacitância C não existisse. Portanto, a corrente i no instante $t = 0$ é igual a V_0/R .

A partir desse momento elétrons migram para uma das placas do capacitor estabelecendo uma corrente elétrica i , com isso, elétrons da placa oposta migram para a bateria até que as placas adquiram uma diferença de potencial igual a V e conseqüentemente uma carga q . A medida que o capacitor é carregado esta corrente i diminui. Percorrendo a malha a partir de A, temos:

$$\mathcal{E} - R \cdot i - \frac{q}{C} = 0$$

Sabendo que $i = \frac{dq}{dt}$, substituindo fica:

$$C$$

Dividindo tudo por R fica:

$$\frac{dq}{dt} + \frac{q}{RC} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Onde, esta é a equação geral diferencial linear não horizontal que precisamos resolver para achar $q(t)$ e $i(t)$.

$q(t)$ = A carga q no tempo t .

$i(t)$ = Corrente i no instante t .

Podemos reescrever a equação assim:

$$\frac{dq}{dt} + \frac{q}{RC} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{\mathcal{E}C}{RC} - \frac{q}{RC}$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{-q - C\mathcal{E}}{RC}$$

Passando tudo que carga para um lado e tudo que é tempo para o outro temos:

$$\frac{dq}{q - C\mathcal{E}} = \frac{-dt}{RC}$$

Que integrando dos dois lados no intervalo de 0 a q temos:

$$\int_0^q \frac{dq}{q - C\varepsilon} = \frac{-1}{RC} \int_0^t dt$$

Chamando $u = q - C\varepsilon$ e $dq = du$ fica:

$$\ln(q - C\varepsilon) \Big|_0^q = \frac{-t}{RC}$$

$$\ln\left(\frac{q - C\varepsilon}{-C\varepsilon}\right) = \frac{-t}{RC}$$

$$\frac{q - C\varepsilon}{-C\varepsilon} = e^{-t/RC}$$

Portanto:

$$q(t) = C\varepsilon\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

Para a corrente, de forma análoga, fica:

$$i(t) = \frac{dq}{dt}$$

$$i(t) = \frac{d}{dt}\left[C\varepsilon\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)\right]$$

$$i(t) = C\varepsilon \frac{1}{RC} e^{-\frac{t}{RC}}$$

Logo,

$$i(t) = \frac{\varepsilon}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

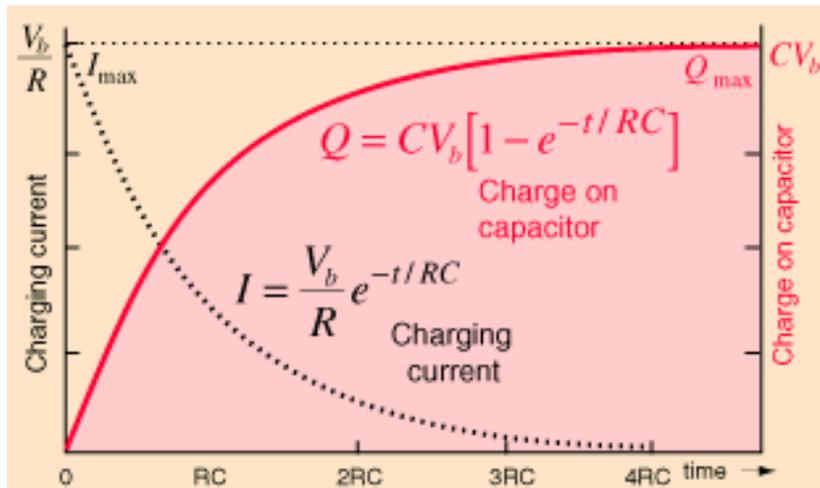
Portanto:

$$\begin{cases} \text{para } t = 0 \rightarrow q(0) = 0; i(0) = \frac{\varepsilon}{R} \\ \text{para } t = \infty \rightarrow q(\infty) = C\varepsilon; i(\infty) = 0 \end{cases}$$

Observamos então que a corrente tem maior valor inicial a $\frac{\varepsilon}{R}$ e decresce até zero, quando o capacitor se torna completamente carregado.

Um capacitor em processo de carga, inicialmente ($t = 0$) funciona como um fio de ligação comum em relação a corrente de carga. Decorrido um longo tempo, ele funciona como um fio rompido. Como mostra o gráfico retirado de um simulador online conforme a Figura 12.

Figura 12. Gráfico da corrente i em função do tempo.



Fonte: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electric/capchg.html>

8.2. CONSTANTE DE TEMPO DO CIRCUITO RC

O produto RC que aparece nas expressões de $q(t)$ e $i(t)$ tem “dimensões de tempo” e é chamada de constante de tempo capacitiva do circuito RC , que tem como símbolo o τ :

$$\tau = RC$$

$$\text{Se } t = RC \rightarrow q(RC) = CE(1 - e^{-1}) \cong 0,63CE$$

Ou seja, a constante RC é o tempo no qual a carga no capacitor atinge aproximadamente 63% da carga final.

Para a corrente:

$$\text{Se } i(RC) = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-1} \cong 0,37 \frac{\mathcal{E}}{R} \cong 0,37i_0$$

Ou seja, RC é o tempo depois do qual a corrente cai 37% do valor original i_0 .

8.3. DESCARGA DO CAPACITOR

Na descarga, temos inicialmente um capacitor carregado a uma tensão ε , e $q(0) = Q$. A descarga ocorre pelo resistor R . O início se dá quando fechamos a chave S em $t = 0$. Nesse momento, o capacitor carregado atua como uma fonte com diferença de potencial ε . Portanto, em $t = 0$ a corrente i no circuito é igual a ε/R . Assim utilizando a equação geral do circuito RC onde $\varepsilon = 0$ (*Chave aberta*) temos:

$$\frac{dq}{dt} + \frac{q}{RC} = 0$$

$$\frac{dq}{q} = \frac{-1}{RC} dt = 0$$

Integrando, fica:

$$\int_Q^q \frac{dq}{q} = \frac{-1}{RC} \int_0^t dt$$

$$\ln\left(\frac{q}{Q}\right) = \frac{-t}{RC}$$

$$q(t) = Q e^{\frac{-t}{RC}}$$

Logo,

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{-Q}{RC} e^{\frac{-t}{RC}}$$

$$i(t) = \frac{-Q}{RC} e^{\frac{-t}{RC}}$$

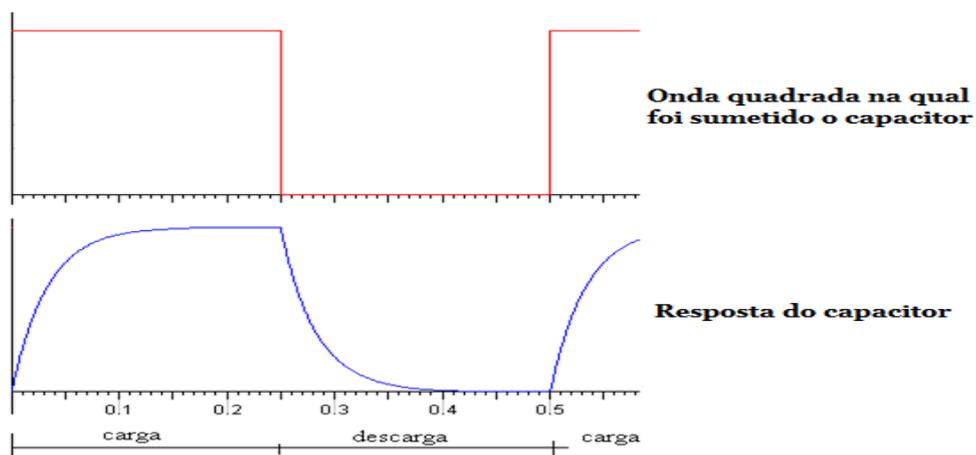
Podemos observar, então, pela equação acima que:

$$\begin{cases} \text{para } t = 0 \rightarrow q(0) = Q; i(0) = \frac{-Q}{RC} \\ \text{para } t = \infty \rightarrow q(\infty) = 0; i(\infty) = 0 \end{cases}$$

Assim, tanto na carga do capacitor quanto na descarga, a corrente i e a diferença de potencial V decaem exponencialmente no tempo.

Ademais, dado um capacitor que foi submetido a um sinal de onda quadrada, ou seja, ligando e desligando a chave S, podemos adquirir o seguinte gráfico da Figura 13.

Figura 13. Pulso de onda quadrado e resposta do capacitor.



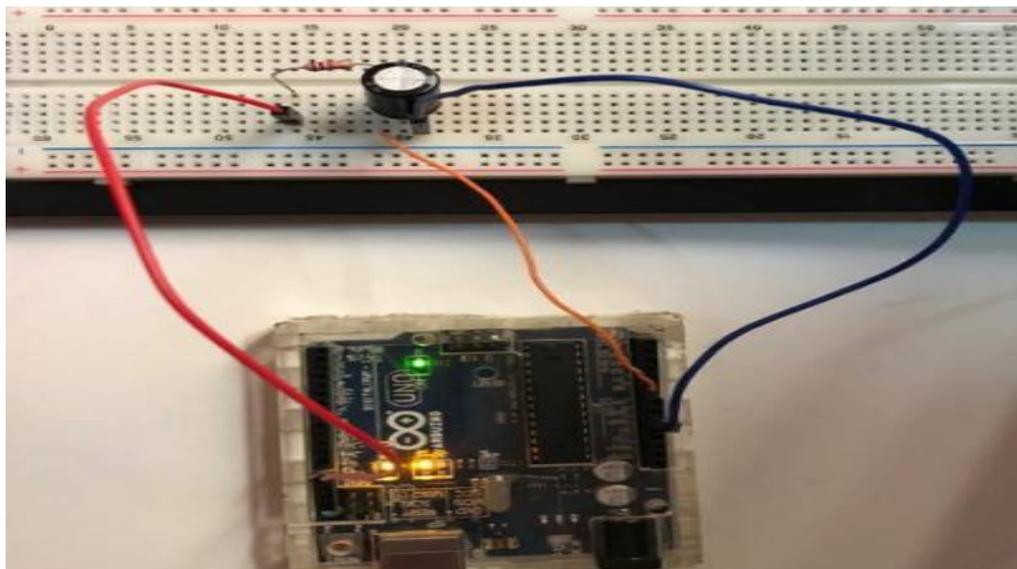
Fonte: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/campo_electrico/rc/rc.htm

9. MONTANDO O EXPERIMENTO

Teremos, nessa parte, um circuito RC simples, como considerado acima, que será submetido por um pulso de onda quadrada.

Montando o circuito RC de acordo com a Figura 14.

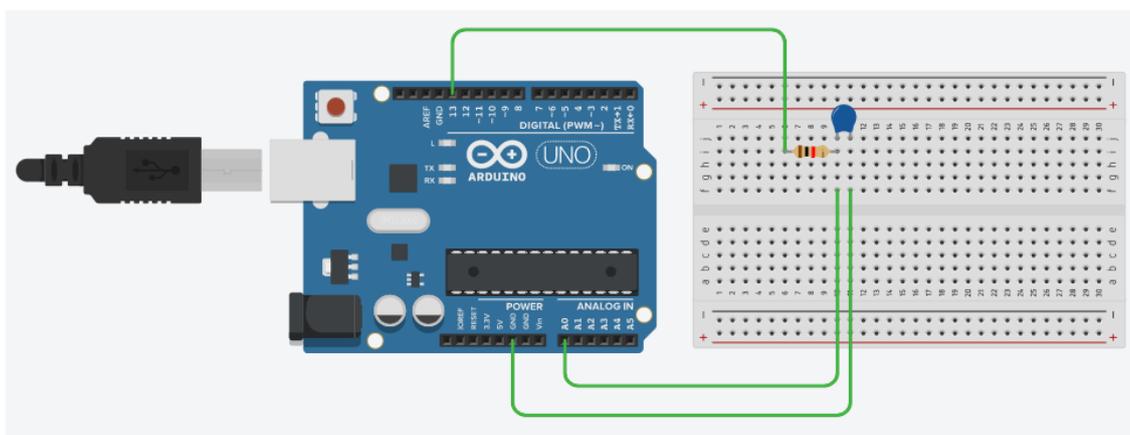
Figura 14. Circuito RC montado com o Arduino.



Fonte: Autoral

Essa mesma montagem pode ser feita por um simulador On-line que simulam usando o Arduino. O utilizado no presente trabalho é o TinKercard.

Figura 15. Circuito RC utilizando o TinKercard (Simulador Online).

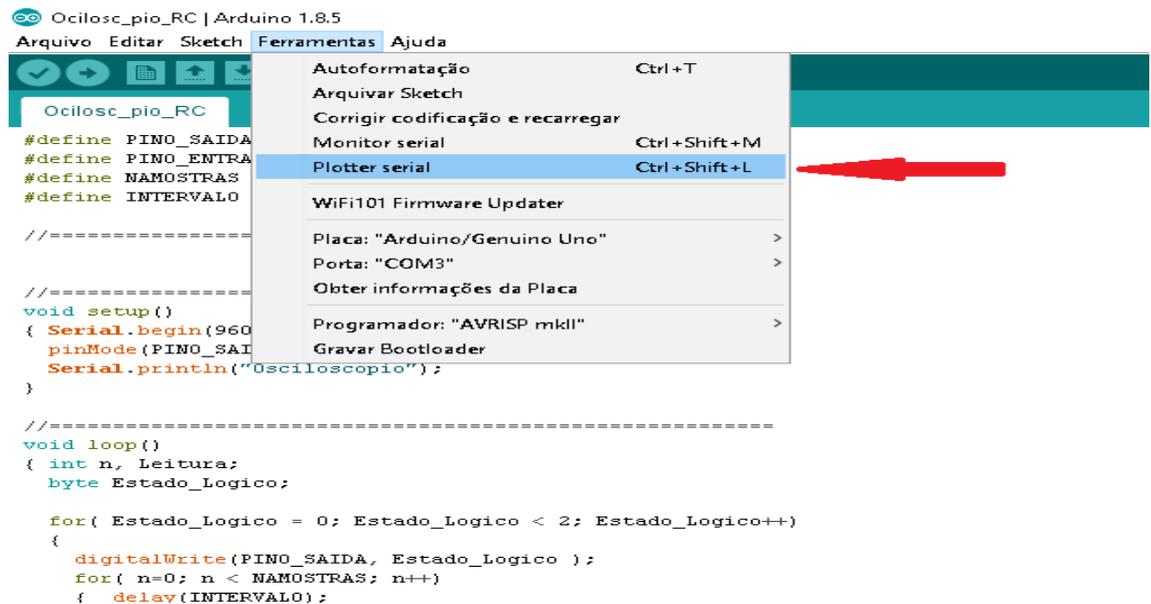


Fonte: <https://www.tinkercad.com/things/2uZlkv0ayRj-fantastic-sango/editel?tenant=circuits>

10. GRÁFICOS ADQUIRIDOS DA PLACA ARDUINO

O Arduino vem tendo atualizações constantes em seu software, tendo em vista o mesmo ser uma ferramenta em pleno desenvolvimento. Uma das mais novas inovações é a porta Plotter Serial que possibilita o mesmo como o próprio nome significa do inglês a obtenção de gráficos.

Figura 16.Mostrando a ferramenta Plotter Serial no IDE do Arduino.



Fonte: IDE do Arduino. Acessado em 13/12/2017.

Para a obtenção do gráfico utilizou-se um programa que se chamou OSCILOSCÓPIO RC. Nesse programa primeiro se define as variáveis de entrada, saída, número de amostras e intervalo. Definiu-se uma variável de 8 bytes chamada “Estado_Logico” ocupando um espaço de memória de 256 bits (0 a 255) que irá gerar o pulso de onda quadrada. A linguagem consiste em incrementar valores de 0 a 255 em uma variável inteira “n” e escrever isso numa variável Leitura que será impresso pelo monitor serial colocado em gráfico pelo Plotter Serial.

```
#define PINO_SAIDA 13
#define PINO_ENTRADA 0
#define NAMOSTRAS 250
#define INTERVALO 4
```

```

//=====

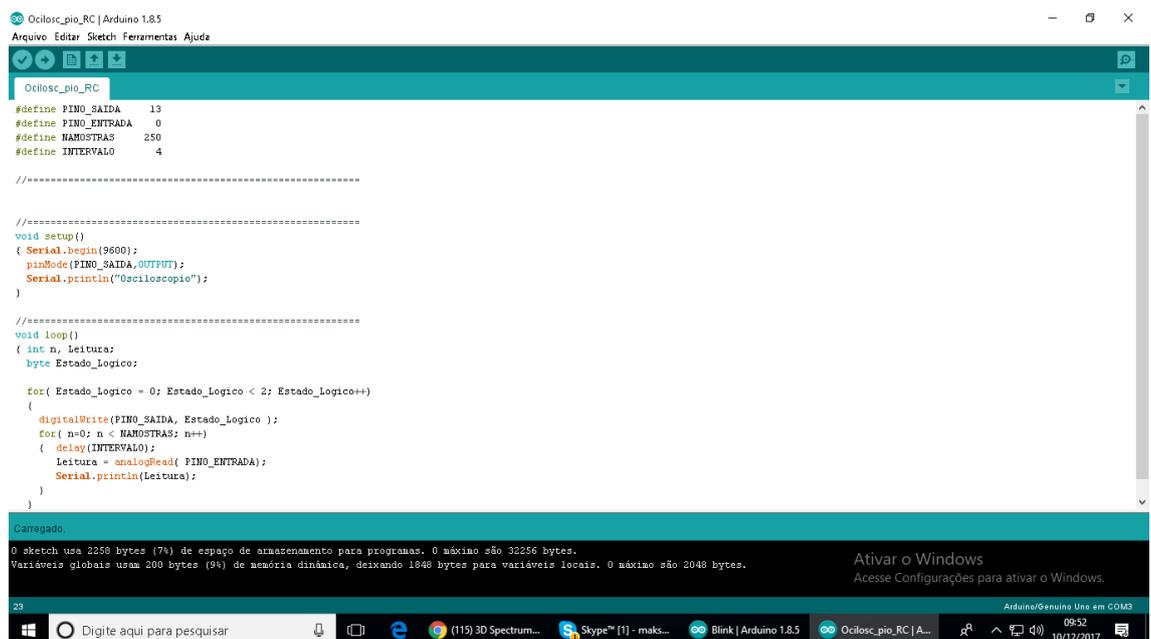
//=====
void setup()
{ Serial.begin(9600);
  pinMode(PINO_SAIDA,OUTPUT);
  Serial.println("Osciloscopio")
}

//=====
void loop() {
int n, Leitura;
byte Estado_Logico;

for(Estado_Logico = 0; Estado_Logico < 2; Estado_Logico++)
{
digitalWrite(PINO_SAIDA, Estado_Logico );
for( n=0; n < NAMOSTRAS; n++){
delay(INTERVALO);
Leitura = analogRead( PINO_ENTRADA);
Serial.println(Leitura);
}
}
}

```

Figura 17. Programa Osciloscópio RC

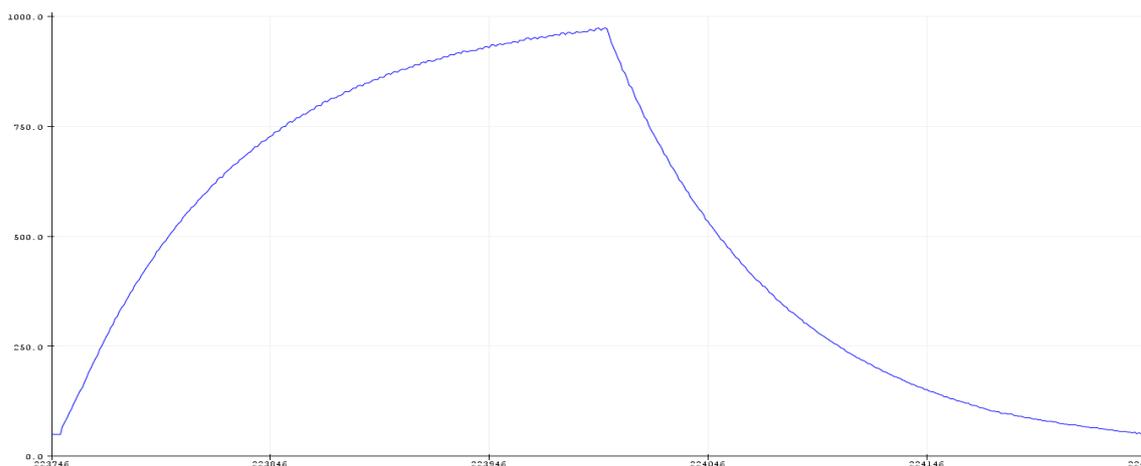


Fonte: IDE do Arduino. Acessado em 10/12/2017.

Depois de montado, o circuito RC descrito na abordagem teórica acima, através do Plotter Serial conseguiu-se adquirir os gráficos abaixo. Gráfico esse que expressa de uma forma mais simples o comportamento da carga e descarga do capacitor quando o mesmo é submetido a uma onda quadrada produzida pelo próprio Arduino.

Explicar esse processo em sala de aula às vezes é um tanto abstrato e muitas vezes um tanto difícil de abstrair tal informação. Porém, pela montagem do circuito e com a ajuda do Arduino, pode-se verificar isso de uma forma mais prática e assim possibilitar o entendimento de forma dinâmica.

Figura18. Gráfico adquirido do Programa OSCILOSCÓPIO.



Fonte: IDE do Arduino. Acessado em 10/12/2017.

Além desse gráfico, se mudarmos a posição da leitura da porta analógica A0, podemos obter outros gráficos, como o da onda quadrada no qual foi submetido o circuito RC. São inúmeras as possibilidades de utilização desse protótipo de Osciloscópio.

Esse é um único gráfico, entre muitos outros onde a ferramenta Arduino pode proporcionar um melhor entendimento de fenômenos físicos do cotidiano dos alunos proporcionando assim um ensino aprendido mais divertido e interessante.

11. CONCLUSÕES

Enxergando-se as várias mudanças ocorridas no mundo e com o intuito de acompanhar as mudanças ocorridas na educação, pode-se ver que existem inúmeras ferramentas para que o professor possa ajudar o aluno a enxergar o ensino de ciências com outros olhos. O ensino pode, e tem que ser dinâmico. Esse é um exemplo, entre muitas outras situações em que a ferramenta Arduino pode ser utilizada no ensino de física.

Podemos mostrar aos alunos com o desenvolvimento prático do trabalho que o aprender física pode ser motivador e algo muito gratificante. Ao longo do desenvolvimento deste trabalho pode-se enxergar mais um método de se trabalhar o ensino com os alunos. Uma ferramenta moderna e com amplas aplicações. Com isso, observou-se, que com essa ferramenta, podemos criar muitas outras práticas não só na área da eletricidade e eletrônica, mas com criatividade pode-se criar aplicações para todos os conteúdos da Física. Algo mais prático que criarmos uma atitude igual à da maioria de apenas atribuímos culpa a falta de base dos alunos.

BIBLIOGRAFIA

1. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf Acessado em: 28.11.2017.
2. A educação está mudando radicalmente, José Moran. Disponível em http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/educacao_inovadora/mudando.pdf Acessado em : 27.11.2017.
3. Tecnologia, Currículo e Projetos: Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/1sf.pdf> Acessado em: 13.12.2017.
4. Robô leva apenas 1 segundo para resolver cubo mágico. **Fonte:** Jay Flatland/YouTube. Disponível em: <https://canaltech.com.br/entretenimento/robo-leva-apenas-1-segundo-para-resolver-cubo-magico-56705/> Acessado em: 13.12.2017.
5. Site: sofisica.com.br, Associação de resistores. Disponível em: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/associacaoderesistores.php>. Acessado em: 13.12.2017.
6. HALLIDAY, RESNICK, WALKER. Fundamentos de Física. Vol. 3. 8 ed. Editora LTC, 2009.
7. SEARS, ZEMANSKY, Física, Vol 3, 10ª Edição, Pearson, 2003.