

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ARDUINO COMO UMA FERRAMENTA MEDIADORA NO ENSINO DE
FÍSICA

Rafael Frank de Rodrigues

Porto Alegre

2014

ARDUINO COMO UMA FERRAMENTA MEDIADORA NO ENSINO DE FÍSICA

Rafael Frank de Rodrigues

Dissertação realizada sob a orientação do Prof. Dr. Silvio Luiz Souza Cunha, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2014

DEDICATORIA

À minha família pela paciência. Agora posso emprestar o micro para a Sofia, o mouse para Heitor e tomar um mate com a Nica.

AGRADECIMENTOS

*Aos meus queridos
professores e o Instituto de Física
por tudo que aprendi...*

EPÍGRAFE

“Se você quer construir um navio, não chame as pessoas para juntar madeira ou atribua-lhes tarefas e trabalho, mas sim ensine-os a desejar a infinita imensidão do oceano.”

Antoine de Saint-Exupéry

RESUMO

Esta dissertação apresenta uma atividade direcionada aos alunos do terceiro ano do Curso Técnico de Informática. A ideia foi utilizar microcontroladores, Arduino, como ferramenta mediadora no Ensino de Física. Para desenvolver esse procedimento foi considerado o desejo de trabalhar de forma motivadora, visando uma aprendizagem significativa guiada por descobertas, enfatizando o que o aluno conhece e não suas carências. O projeto apresenta uma estratégia de ensino embasada em teorias de formação social da mente e zona de desenvolvimento proximal abordados por Lev Vygotsky e de teoria de projetos propostos por Hernández.

Palavras-chave: Física, Arduino, Vygotsky, teoria de projetos, estação meteorológica e aquisição de dados automáticos.

ABSTRACT

This dissertation utilizes an activity for students of the third year of Technical Computer Course activity. The idea was to use microcontrollers, Arduino with mediating tool in Physics Teaching. To develop this procedure was deemed a desire to work in a motivating way, targeting a significant learning motivated by findings with emphasizing what the student knows and not their shortcomings. The project presents a teaching strategy grounded in theories of social formation of mind, zone of proximal development Lev Vygotsky addressed by theory and projects proposed by Hernández.

Keywords: Physics, Arduino, Vygotsky theory projects, weather station and automatic data acquisition.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 2: TRABALHOS RELACIONADOS	12
CAPÍTULO 3: REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 TEORIA DE VYGOTSKY	14
3.2 TEORIA DE PROJETOS	16
CAPÍTULO 4: METODOLOGIA.....	21
4.1. PROCEDIMENTO DÍDATICO	21
4.1.1 Avaliação	24
4.1.1.1 Questionários	24
4.1.1.2 Mapas Conceituais.....	25
4.1.1.3 Observação.....	26
4.2 APLICAÇÃO	26
CAPÍTULO 5: ANÁLISE E DISCUSSÃO	42
5.1 QUESTIONÁRIO 1.....	42
5.2 QUESTIONÁRIO 2.....	44
5.3 QUESTIONÁRIO 3.....	46
5.4 MAPAS CONCEITUAIS.....	48
5.5 OBSERVAÇÕES	51
5.6 CUSTO.....	53
CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ÂPENDICES.....	59

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

No ano de 2011, o Colégio Luterano Concórdia Canoas, reformulou seu curso Técnico de Informática para formar alunos mais preparados para ingressar no mercado de trabalho. O curso tinha enfoque na programação e *web design*. Ao iniciar 2012 foram inseridas duas disciplinas: Manutenção de *Hardware* e Técnicas de Programação. A disciplina de Manutenção de *Hardware* foi inserida pela necessidade de os educandos aprenderem a montar e prestar manutenção em computadores. A disciplina Técnicas de Programação trabalha com programação em microcontrolador, tendo em vista que nossos alunos ao entrarem no mercado de trabalho acabavam tendo que adquirir dados automáticos de sensores, leitores de cartão ou outros *Hardwares* externos. Com essa reformulação, surgiu a oportunidade de utilizar o microcontrolador para reforçar, estimular e ensinar conceitos de Física que foram ou seriam abordados por mim nas aulas do Ensino Médio da qual estes educandos também faziam parte.

Hoje em dia a maioria dos alunos quando ouve falar de Física apresenta uma reação negativa, pois o ensino de Física não é atrativo para eles. Os motivos normalmente são o formulismo excessivo, despreparo de alguns professores e a falta de relação do conteúdo com o dia a dia do educando.

Nesta perspectiva, o ensino de Física requer uma busca por novas metodologias de ensino, no sentido de transformar a aprendizagem em algo mais atrativo para os educandos. Existem muitas práticas que se utilizam de computação para aproximar os conceitos de Física à realidade vivenciada pelos alunos. Porém, tais recursos, em sua maioria, encontram-se prontos, não permitindo ao jovem construí-los.

Nessa linha de raciocínio, o uso de microcontroladores permite ao educando construir seus experimentos, sensores, alarmes, robôs, etc, aliando conhecimentos em Física à sua criatividade. No desafio de criar, adquirem novos conhecimentos que nem sempre são abordados de forma adequada em aula. Os microcontroladores podem ser uma ferramenta

poderosa no ensino de Física, ma infelizmente, são de difícil manuseio e programação.

Nos últimos anos, surgiu no mercado uma família de microcontroladores voltada inicialmente aos profissionais das artes visuais chamado de Arduino. Este, de baixo custo, fácil manuseio e programação agrada aos aficionados por eletrônica, robótica e automação. A grande vantagem do Arduino em relação aos seus concorrentes (Lego,...etc.) é por ele ser um *open-source*, ou seja, tanto o *hardware* quanto *software*, podem ser modificados e utilizados livremente, em acordo com as licenças *Creative Commons*, sendo possível também a sua utilização para fins comerciais. Outra grande vantagem do Arduino é que ele pode dialogar com diversos sistemas operacionais, *Linux*, *Mac OS* e *Windows*.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi construir um produto educacional que utiliza o Arduino como uma ferramenta mediadora no ensino de Física. Na implementação do projeto foi construída uma estação meteorológica microcontrolada, que acessa automaticamente dados de sensores de temperatura, pressão, umidade, velocidade do ar, etc. No desenvolvimento do protótipo, os alunos tiveram a oportunidade de aprender sobre os conceitos físicos envolvidos na construção da estação meteorológica, bem como sobre os conceitos relacionados às grandezas medidas. Conceitos de temperatura, umidade, pressão, velocidade angular, radiação e eletricidade foram abordados e aprofundados. Este produto constituir-se-á de um material didático-pedagógico que servirá de apoio a outros profissionais em Educação que pretendem utilizar esses recursos. A atividade foi aplicada em alunos do terceiro ano do Curso Técnico em Informática na disciplina de Técnicas de Programação.

O produto educacional em questão pressupõe um conhecimento prévio de eletricidade e de programação por parte do docente. Porém, do educando não. Os conceitos são desenvolvidos durante a aplicação do projeto com os alunos do Ensino Médio ou do Curso Técnicos. Os conceitos de eletricidade podem, então, ser aprofundados no decorrer das atividades e a linguagem de programação do Arduino é de fácil aprendizado. Assim, não há necessidades de muitas aulas para poder começar a trabalhar por conta própria.

Neste trabalho não se tem a pretensão de construir uma estação meteorológica perfeita, mas se apropriar da facilidade de manipulação do Arduino para aprender, reaprender e cativar educando de uma maneira lúdica, desenvolvendo o gosto pela Física.

CAPÍTULO 2: TRABALHOS RELACIONADOS

Existem muitos textos referentes à utilização de novas tecnologias computacionais no ensino de Física. Entretanto cabe citar o artigo de ARAUJO, I. V.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A.(2004) intitulado: *Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no Ensino de Física que faz uma classificação das aplicações do computador no Ensino de Física e dos tópicos abordados*. Essa pesquisa revela que a maioria dos procedimentos computacionais até essa época feita através de modelagens e simulações computacionais e o conteúdo mais abordado são os de mecânica.

Dos textos que abordam aquisição automática de dados ou construção de sensores, poucos utilizam microcontroladores e quando se trata do Arduino o número de artigos reduz-se significativamente. Um artigo que enriquece a importância da aquisição automática de dados foi publicado na revista *A Física na Escola: Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de Física*, escrito por HAAG, R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.(2005).

A maioria dos textos aborda o Arduino como uma ferramenta de baixo custo para experiências em Física. Não há relatos e nem textos que evidenciam o Arduino como uma ferramenta mediadora do Ensino de Física. Quando se diz ferramenta mediadora, quer-se dizer que sua utilização em aula aproxima e desperta o interesse do educando pela Física. Na Tabela 1 encontram-se alguns trabalhos com Arduino.

Tabela 1: artigos encontrados que fazem referencia ao Arduino.

Referência	O que foi feito	Resultado
<i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 33, n. 1, 1702 (2011) Título: A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física	Utilizando-se a placa Arduino se construiu dois equipamentos de medidas com um baixo custo. Um dos equipamentos servia para medir oscilações e outro a transferência de calor por	Mostra de maneira prática que a utilização da placa Arduino é uma ferramenta de baixo custo e de múltiplos usos e os resultados obtidos não apresentam grandes discrepâncias com a

<p>assistidas pelo PC</p> <p>Autores: Anderson R. de Souza, Alexsander C. Paixão, Diego D. Uzêda, Marco A. Dias, Sergio Duarte e Helio S. de Amorim.</p>	<p>irradiação.</p>	<p>realidade.</p>
<p><i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>, v. 33, n. 4, 4503 (2011)</p> <p>Título: Física com Arduino para iniciantes</p> <p>Autores: Marisa Almeida Cavalcante, Cristiane Rodrigues Caetano Tavolaro e Elio Molisani.</p>	<p>Existem diferentes modos de operar o Arduino para funcionar como uma interface alternativa na aquisição e automática de dados em atividades experimentais de Física via porta USB do computador. Foi selecionado como exemplo de aplicação o estudo de carga e descarga de um capacitor.</p>	<p>O Arduino mostra uma grande simplicidade para utilização na aquisição de dados automáticos. Esta facilidade de utilização permite inúmeras aplicações diferentes.</p>

Existem muitos materiais na internet sobre o Arduino, porém esses textos em sua maioria são relatos das construções dos equipamentos e invenções dos aficionados deste microcontrolador. Hoje já existe no Brasil um manual em Português do Arduino (MCROBERTS, 2011) que é uma coletânea de textos sobre várias aplicações.

CAPÍTULO 3: REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação teórica deste trabalho baseia-se na teoria Sócio-Interacionista de Vygotsky que aborda conceitos como interação social, zona de desenvolvimento proximal e mediação. Porém, essa não será a única teoria norteadora deste estudo. Também é utilizada a teoria de projetos ou como é mais conhecida, pedagogia de projetos. Acerca desta teoria existem muitas correntes, por isso foi utilizada as ideias de Hernández, que é considerado uma referência nesse assunto.

3.1 TEORIA DE VYGOTSKY

Lev Semionovich Vygotsky nasceu em Orsha, um pequeno povodo da Bielorrússia, em 17 de novembro de 1896. Formou-se em direito, filosofia e história em Moscou. Durante seus estudos obteve formação no domínio das ciências humanas: língua e linguística, estética e literatura, filosofia e história. Sobre a formação social da mente, Vygotsky afirmava que;

Aprendizado não é desenvolvimento; entretanto, o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimentos que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas. (Vygotsky, 2007, p.103)

Vygotsky considerou que as teorias sobre o aprendizado e sobre o desenvolvimento da mente, reconhecidas na época, em particular os trabalhos iniciais de Piaget, que deram origem ao construtivismo, não contemplavam a relação entre aprendizado e desenvolvimento. Ao invés de enumerar as deficiências do raciocínio infantil comparando-o com o dos adultos, Vygotsky concentrou-se nas características distintivas do pensamento das crianças, naquilo que elas têm, e não naquilo que lhes falta (Vygotsky, 2008, p.11). Para ele essas questões deveriam ser vistas sob dois aspectos: geral e particular. Primeiro, seria necessário sempre ter em vista que o aprendizado não se inicia na escola e sim desde o nascimento

da criança. A partir daí, aprendizado e desenvolvimento encontram-se interligados.

Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social e, sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança. O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa. Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social. (Vygotsky, 2007, p.33)

Portanto, a diferença entre o conhecimento anterior e posterior à escola concentra-se na sistematização que ocorre quando a criança começa a frequentar as instituições de ensino, daí então, o conhecimento divide-se em dois níveis: o potencial e o real. O real é aquele em que ela consegue resolver as questões propostas sem auxílio do professor. No potencial a criança consegue resolver as questões com auxílio do professor. A partir dessas ideias surge a “zona de desenvolvimento proximal”.

Essa diferença entre doze e oito anos ou entre nove e oito, é o que nós chamamos de zona de desenvolvimento proximal. Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 2007, p.97).

A “zona de desenvolvimento proximal” determina a dinâmica de processo de desenvolvimento, prevendo o resultado a ser obtido quando o conhecimento for assimilado por completo. Ela revela o desenvolvimento real futuro, ou seja, aquilo que a criança poderá ser capaz de alcançar sozinha sem auxílio. Nesse sentido, a noção de zona de desenvolvimento proximal justifica a importância da interação social e, portanto, do papel do professor na teoria de Vygotsky, em divergência principalmente com o construtivismo de Piaget. Do conceito da zona de desenvolvimento proximal surge o construtivismo social que fundamenta outras teorias mais recentes também baseadas na interação social, como a pedagogia de projetos (Hernández; Ventura, 1998,). Ao observar a zona de desenvolvimento proximal, o educador poderá orientar o aprendizado no sentido de adiantar o desenvolvimento potencial de uma criança, tornando-o real.

O nível de desenvolvimento potencial caracteriza-se pela solução de

um problema através da colaboração de um colega mais capacitado ou pelo educador. Assim, a mediação não precisa ser feita única e exclusivamente por uma pessoa, pode ser realizada por outros meios, materiais instrucionais como: simulações, vídeos, experiências, *sites*, etc.

Estes materiais podem ter suas capacidades de mediação potencializadas se tiverem licenças que permitam a sua modificação e a disponibilização. Como os materiais que seguem os conceitos do REA (Recursos Educacionais Abertos).

Recursos Educacionais Abertos são materiais de ensino, aprendizado e pesquisa em qualquer suporte ou mídia, que estão sob domínio público, ou estão licenciados de maneira aberta, permitindo que sejam utilizados ou adaptados por terceiros. O uso de formatos técnicos abertos facilita o acesso e o reuso potencial dos recursos publicados digitalmente. Recursos Educacionais Abertos podem incluir cursos completos, partes de cursos, módulos, livros didáticos, artigos de pesquisa, vídeos, testes, software, e qualquer outra ferramenta, material ou técnica que possa apoiar o acesso ao conhecimento (Unesco/COL, 2011, V).

Neste caso se enquadram os recursos baseados na placa Arduino, onde os desenvolvedores disponibilizaram uma ampla documentação do uso e programação da placa, além dos próprios desenhos para sua fabricação e modificação, e muitas outras pessoas forneceram modificações, projetos e ideias disponibilizados livremente na *internet*. A concepção da placa Arduino vem ao encontro da filosofia do REA e pode ser considerada uma ferramenta de mediação do ensino.

3.2 TEORIA DE PROJETOS

Insatisfeitos com a metodologia de ensino utilizada na Escola Pompeo Fabra, na década de 80, localizada na Espanha, um grupo de professores reuniu-se para pensar sobre um método que viesse ao encontro de suas necessidades pedagógica. Após algumas tentativas e muita pesquisa, se construiu a Teoria de Projetos de Trabalho. Essa experiência educativa gerou material que possibilitou a difusão da Teoria de Projetos. A mesma fundamenta-se em verificar os interesses e curiosidades dos alunos por descobertas. Enfatiza o que o aluno possui e não as suas carências, visando uma aprendizagem significativa

A teoria de “projetos de trabalho” deu continuidade à questão da reflexão sobre a tarefa pedagógica individual e coletiva. Essa ação incentivou a participação dos docentes em diversos cursos de formação, publicações de materiais didáticos e muita discussão e debate com o professorado envolvendo questionamentos que afetam as práticas de ensino e aprendizagem.

De acordo com a teoria, todo projeto começa com a definição de um tema, que é um ato coletivo dos envolvidos nesse processo educacional. A escolha do tema normalmente é atribuição dos alunos, porém o professor pode utilizar-se de filtros ou pequenas diretrizes para orientar a escolha do assunto como, por exemplo, determinar que não seja nenhum assunto que já tenha sido abordado e que ainda esteja de acordo com o currículo a que ele pertence. Segundo Hernández e Ventura (1998, p. 68), tudo isso não impede que os docentes também possam, e devam, propor aqueles temas que considerem necessários, desde que mantenham uma atitude explicativa similar à que se exige dos alunos.

Podemos dividir o projeto em três partes: Conteúdos, Percurso Procedimental e Objetivo. Conteúdos são os tópicos que queremos que sejam abordados no desenvolvimento do projeto. Percurso procedimental são os meios pelo qual o educador atingirá o educando, criando dúvidas, estabelecendo hipóteses e questionamentos, debates, etc. Objetivo é o que se quer: chegar num consenso sobre uma teoria, um equipamento, método, conceito, compreender, interpretar e ou construir.

Após a escolha do tema inicia-se, de fato, o projeto. Uma vez escolhido o assunto é estabelecida uma série de hipóteses em termos do que se quer saber, das perguntas que se deve responder, etc (Hernández; Ventura, 1998, p. 68). Esses autores propõem sete atividades para verificar a importância da escolha do tema do projeto. Os autores chamam essa ação de atividade do docente durante o desenvolvimento do projeto.

1. Especificar o fio condutor: Problemas fundamentais que devem ser desenvolvidos ao longo de cada etapa e servem como referência curricular daquilo que se vai ensinar através de Projetos.
2. Buscar materiais: Encontrar fontes de informações, prever possíveis

conteúdos abordados e se perguntar o que o educando aprende com esse Projeto.

3. Estudar e preparar o tema: Estudar e atualizar as informações em torno do tema ou problema do qual se ocupa o Projeto.
4. Envolver componentes do grupo: Propiciar um clima de desenvolvimento e de interesse no grupo.
5. Destacar o sentido funcional do Projeto: Utilizar recursos que permitam transmitir ao grupo a atualidade e funcionalidade do projeto.
6. Manter uma atitude de avaliação: Planejar o desenvolvimento do Projeto sobre a base de uma sequência: O que os alunos sabem; o que estão apreendendo, como estão acompanhado o Projeto; o que apreenderam.
7. Recapitular o processo seguido: Faz-se uma análise do Projeto e tenta-se identificar pontos de melhorias para novas aplicações do mesmo tema ou de novos.

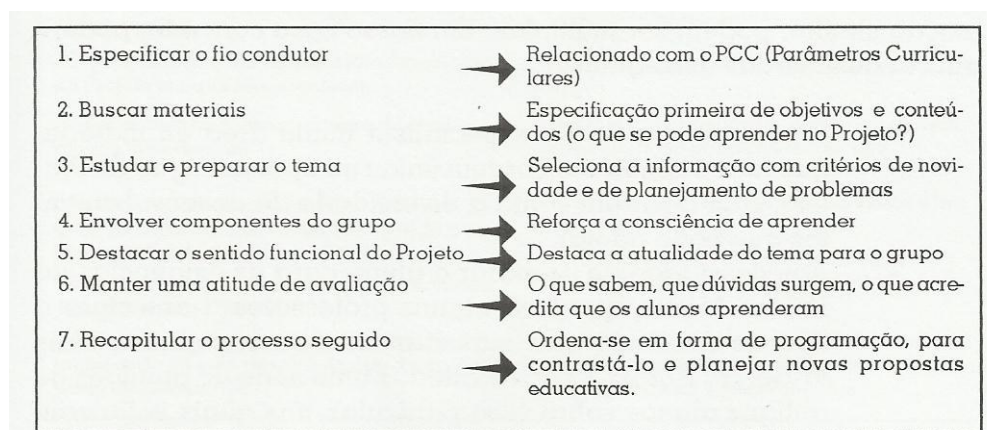


Figura 1: resumo das atividades do docente durante o desenvolvimento do Projeto. Retirado de *A organização do currículo por projetos de trabalho: O conhecimento é um caleidoscópio*. (Hernández; Ventura, 1998, p.69).

Hernández e Ventura propõem também atividades para acompanhar o desenvolvimento do aluno durante a execução do projeto.

As tarefas que se destacam a seguir não são as únicas que os alunos realizam, nem são realizadas sempre da mesma maneira. Em caso contrário, o efeito inovador sobre a aprendizagem dos Projetos ficaria limitado, já que não levariam em conta que a forma de abordar cada tema deve apresentar variações, que proponham aos alunos problemas novos e lhes ensinem procedimentos diferentes. (Hernández; Ventura, 1998, p.72)

Os autores sugerem oito procedimentos que serviriam como roteiro de atividades para os alunos durante o projeto. Ressalto que na Teoria de Projetos mudanças nas estruturas e proposições são necessárias e até mesmo obrigatórias no sentido de não engessar o evento didático.

1. Escolher o tema: A escolha do tema será concluída com a construção de um índice com os conceitos a serem estudados. Com o desenvolvimento do Projeto o índice se modifica e serve como ferramenta de avaliação.
2. Planejar o desenvolvimento do tema: O professor orienta o trabalho e auxilia na criação de um índice individual de cada estudante considerando o ponto de partida de cada um.
3. Participar na busca de informação: Os alunos devem realizar uma busca por informações pertinentes ao projeto que complementam e ampliam seus saberes.
4. Realizar o tratamento da informação: Realizar o tratamento dessa informação é uma das funções básicas dos projetos. Verificar se a informação oferece uma visão da realidade e estabelecer novas relações.
5. Desenvolver os capítulos do índice: Desenvolver os capítulos assinalados no índice mediante atividades individuais e ou em grupos.
6. Realizar um dossiê de sínteses: Dos aspectos tratados e dos que ficam abertos para futuras abordagens por parte de toda a turma e de cada estudante.
7. Realizar a avaliação: É dividida em dois momentos: uma de ordem interna e outra de ordem externa. A de ordem interna diz respeito ao que foi desenvolvido pelo educando, seu índice. A de ordem externa visa avaliar se o educando consegue estabelecer relações do que estudou no Projeto em diferentes situações, realidades ou conteúdos.
8. Avaliar novas perspectivas: Possibilidade de continuidade para o projeto seguinte, novas perguntas ou ideias que surgiram ao

longo do desenvolvimento das atividades.

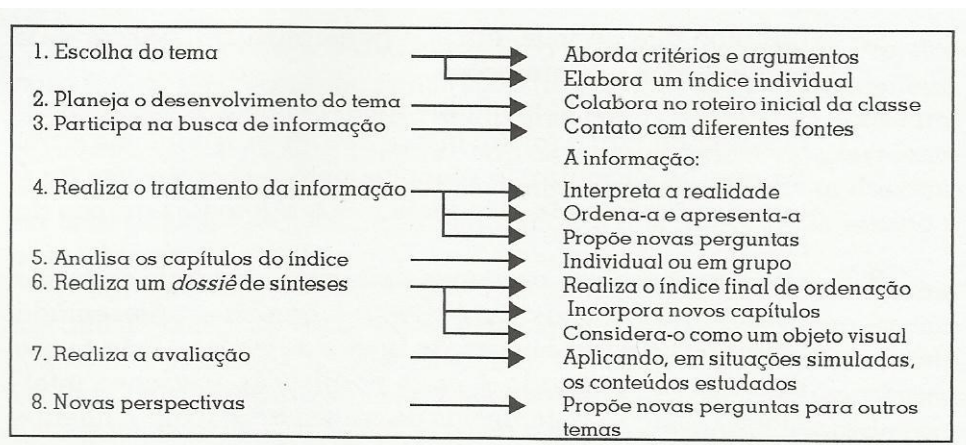


Figura 2: resumo das atividades dos educandos durante o desenvolvimento do Projeto. Retirado de "A organização do currículo por projetos de trabalho: O conhecimento é um caleidoscópio". (Hernández; Ventura, 1998, p.74).

Nestas atividades utilizamos o conceito de uma forma um pouco diferente da que sugerem os autores. Índice foi tomado como uma ferramenta de avaliação tanto do aluno quanto do próprio projeto. O educando vai construindo uma série de conceitos a respeito do tema, que vão se ordenando na forma de um índice. Quanto mais o educando pesquisa o tema mais rico fica o referido índice. Nesta proposta se trabalhou com pequenos relatórios que foram entregues no início de cada atividade desenvolvida na aplicação. Os referidos relatórios constituíram um índice, pois a cada nova atividade o conhecimento sobre o tema foi se aprofundando.

CAPÍTULO 4: METODOLOGIA

A aplicação deste projeto foi realizada com alunos do Curso Técnico em Informática em uma turma de onze alunos, sendo que dez desses eram meus alunos no terceiro ano do Ensino Médio. No início de março de 2012 os alunos começaram a manusear e apreender a usar o Arduino e em Junho desse mesmo ano teve início a aplicação do projeto. Assim, o período em que os alunos tiveram uma introdução sobre o uso do Arduino não foi computado como parte do projeto e os alunos iniciaram o projeto já tendo algumas noções básicas sobre o funcionamento do Arduino. No total foram quatorze encontros de dois períodos cada, nos horários da disciplina de Técnicas de Programação. Nestes encontros os alunos trabalharam em pequenos grupos desenvolvendo maneiras para construir os equipamentos de medidas propostos durante a aplicação da disciplina de Técnicas de Programação.

A metodologia está apresentada em duas partes: em procedimento didático é apresentada uma idealização da aplicação do projeto e na aplicação é apresentado um relato do que se deu no decorrer do projeto.

4.1. PROCEDIMENTO DÍDATICO

O procedimento didático é o resultado de uma estruturação da ação pedagógica do professor dentro de uma proposta que utiliza a Pedagogia de Projetos. O que está descrito neste capítulo é uma idealização de como se conduziria o projeto, uma previsão para melhor organizar o andamento da proposta.

A Pedagogia de Projetos embasou o procedimento didático. Permitiu-nos fazer uma abordagem multidisciplinar ligando a disciplina de Física à de Técnicas de Programação e outras áreas de interesse. As teorias de projetos sugerem que o tema seja algo escolhido e discutido pelos alunos, porém mantivemos a prerrogativa de interferir nesta escolha para que se gerassem várias atividades que pudessem ser integradas numa única, propiciando compartilhamento de ideias e organização das discussões sobre

o melhor procedimento, equipamento ou conceito físico envolvido.

O projeto foi dividido em três etapas. Na etapa inicial os alunos foram divididos em cinco grupos por afinidade (A, B, C, D e E) quatro em duplas e um em trio. Em seguida eles realizaram um levantamento sobre o tema que foi apresentado, discutiram e apresentaram na forma de um relatório. A primeira etapa consistiu na atividade 1 descrita na Tabela 2.

Tabela 2: este quadro sintetiza os procedimentos para organizar as aulas na etapa 1.

Primeira Etapa		
Atividade 1 (todos os grupos)	Tema	O que se queria
Pesquisa e apresentação	Estação meteorológica	-Apresentação do tema -Para que serve a meteorologia? -Instrumentos utilizados na meteorologia

O objetivo dessa etapa era que os alunos tomassem ciência do tema e dos instrumentos utilizados na meteorologia e estabeleçam relações com o seu dia a dia.

Na segunda etapa os alunos continuaram divididos em cinco grupos e passaram a trabalhar com o Arduino para construir seus equipamentos de aquisição automática de dados. Toda atividade começa sempre com o levantamento do tema. A segunda etapa foi dividida em várias atividades distintas, apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: este quadro sintetiza os procedimentos realizados na etapa 2. Note que nem todos os grupos irão realizar as mesmas atividades.

Segunda Etapa		
Atividade 2 (todos os grupos)	Tema	O que se queria
Relatório e apresentação	Termômetros	-Como medir temperatura? -Construir um equipamento para medir automaticamente a temperatura
Atividade 3 (todos os grupos)	Tema	O que se queria
Relatório e apresentação	Heliógrafo	-Como medir a incidência da luz solar? -Construir um equipamento para medir automaticamente o período de luz solar em um dia
Atividade 4 (grupo B e C)	Tema	O que se queria

Relatório e apresentação	Barômetro	-Como medir a pressão atmosférica? -Construir um equipamento para medir automaticamente a pressão atmosférica
Atividade 5 (grupo C e A)	Tema	O que se queria
Relatório e apresentação	Anemômetro	-Como medir a velocidade do vento? -Construir um equipamento para medir automaticamente a intensidade do vento
Atividade 6 (grupo D e B)	Tema	O que se queria
Relatório e apresentação	Biruta	-Como medir a direção do vento? -Construir um equipamento para medir automaticamente a direção do vento
Atividade 7 (grupo E e A)	Tema	O que se queria
Relatório e apresentação	Higrômetro	-Como medir a umidade relativa do ar? -Construir um equipamento para medir automaticamente a umidade relativa do ar
Atividade 8 (grupo E e D)	Tema	O que se queria
Relatório e apresentação	Pluviômetro	-Como medir a precipitação da chuva? -Construir um equipamento para medir automaticamente a precipitação da chuva

O objetivo desta etapa foi fazer com que os alunos aprendessem a construir equipamentos de medidas usando o Arduino, bem como reconhecessem e compreendessem os conceitos de Física envolvidos.

A culminância do projeto se deu na etapa três onde as atividades anteriores foram utilizadas para que se pudesse construir uma estação meteorológica. A turma foi dividida em dois grupos por afinidade que aproveitaram os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores para concluir esta. A etapa três consistiu na realização da atividade nove, descrita na Tabela 4.

Tabela 4: este quadro sintetiza os procedimentos realizados na etapa 3.

Terceira Etapa		
Atividade 9 (todos os grupos)	Tema	O que se queria
Construção e apresentação	Estação meteorológica	-Construir um sistema para medir automaticamente dados meteorológicos

Esta etapa favorece a interação social, pois para construir a estação meteorológica deveria haver diálogo e compartilhamento de saberes. Lembrando que na etapa dois os grupos foram divididos de tal forma que nenhum aluno construiu sozinho todos os equipamentos necessários para concluir o projeto, mas todos contribuíram para a sua construção. A construção de equipamentos de medida na etapa dois permitiu uma integração de conceitos Físicos e procedimentos experimentais.

4.1.1 Avaliação

A avaliação do procedimento didático foi constante durante sua aplicação, onde foi observado o interesse a participação e o desenvolvimento das atividades pelos alunos. A avaliação contínua do processo didático possibilitou alterações no decorrer de sua aplicação permitindo que a proposta fosse realizada com êxito. Durante a aplicação do projeto os alunos responderam a questionários, realizaram uma série de relatórios e mapas conceituais. Esse material tinha dois objetivos: gerar uma ferramenta de avaliação da disciplina de Técnicas de Programação e fornecer subsídios para nossas conversas, debates ou discussões que se deram no início de cada etapa dessa atividade. Essas discussões geradas em aula foram parte importantíssima da observação.

4.1.1.1 Questionários

O questionário é uma ferramenta importante para averiguar a realidade vivida pelo público a que se destina um projeto. Este, através de questões abertas traz informações importantes que subsidiarão uma análise do desenvolvimento do projeto.

É um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito pelo informante, sem a presença do pesquisador. Objetiva levantar opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas. A linguagem utilizada no questionário deve ser simples e direta, para que quem vá responder compreenda com clareza o que está sendo perguntado (Gerhardt, T. E. Silveira, D. T, 2005, p 69)..

Durante a realização projeto foram aplicados três questionários abertos, respectivamente nas atividade dois, três e nove, onde todos os alunos executavam os mesmos procedimentos. Os dois primeiros, tinham como propósito sondar o interesse dos educandos em relação ao projeto e tentar estabelecer conexões com conceitos de Física. O último questionário tentou verificar a opinião do aluno em relação aos equipamentos construídos e sua eficácia.

4.1.1.2 Mapas Conceituais

Mapa Conceitual é um diagrama, ou esquema onde os conceitos se conectam através de linhas normalmente acompanhadas de um verbo ou uma expressão que expresam sentido. Os conceitos com maior valor ou mais importantes são destacados de maneira hierárquica. Esta estruturação dos conceitos pelos alunos nos permite visualizar concepções, ideias e teorias que este possui.

Outra possibilidade de uso dos mapas conceituais está na avaliação da aprendizagem. Avaliação não com o objetivo de testar conhecimento e dar uma nota ao aluno, a fim de classificá-lo de alguma maneira, mas no sentido de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê para um dado conjunto de conceitos (Moreira, M. A, 2006, p 17).

Ao comparar mapas conceituais do mesmo aluno ao longo de uma atividade pedagógica, podemos notar mudanças que nos darão indícios para uma análise do desenvolvimento do mesmo ou da atividade pedagógica.

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. É mais apropriada para uma avaliação qualitativa, formativa, da aprendizagem (Moreira, M. A, 2012, p 5)..

Desse modo, a análise do mapa conceitual do educando busca verificar a organização de ideias, conceito e a ligação entre eles. E a

comparação de mapas conceituais feitos em momentos distintos sobre um mesmo tema pode nos dar uma boa ideia da evolução conceitual aprendido do aluno.

4.1.1.3 Observação

A observação é um instrumento amplamente utilizado na pesquisa educacional para a coleta de dados. Ela também auxilia no processo de investigação, pois revela características que determinam a melhor forma de conduzir o projeto.

É uma técnica que faz uso dos sentidos para a apreensão de determinados aspectos da realidade. Ela consiste em ver, ouvir e examinar os fatos, os fenômenos que se pretende investigar. A técnica da observação desempenha importante papel no contexto da descoberta e obriga o investigador a ter um contato mais próximo com o objeto de estudo (Gerhardt, T. E. Silveira, D. T, 2005, p 74)..

A observação é uma das fontes mais valiosas de dados deste projeto. Ela foi organizada na forma de um diário do professor, que permitiu transcrever a aplicação do projeto.

4.2 APLICAÇÃO

A aplicação do projeto envolveu vinte e oito períodos dentro da carga horária da disciplina de Técnicas de Programação onde se trabalhou com a placa Arduino. As aulas foram ministradas todas as sextas-feiras com uma carga horária de dois períodos semanais. Os períodos de Física do Curso de Técnico em Informática, não foram utilizados explicitamente, pois nestas aulas havia também alunos do Curso Técnico em Química, que compunham a mesma turma, em modalidade concomitante. O início do projeto ocorreu no dia 08/06/2012 e o término no dia 09/11/2012, como mostrado na Tabela 5. O projeto poderia ter sido aplicado em um tempo menor, se não fossem os feriados de sexta-feira, as férias de inverno e outras atividades da escola que eram realizadas nas sexta feira.

Tabela 5: calendário da aplicação, em amarelo os dias das atividades, vermelho férias de inverno, laranja atividades da escola e cinza feriados.

Junho						
D	S	T	Q	Q	S	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Julho						
D	S	T	Q	Q	S	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Agosto						
D	S	T	Q	Q	S	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Setembro						
D	S	T	Q	Q	S	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23/30	24	25	26	27	28	29

Outubro						
D	S	T	Q	Q	S	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Novembro						
D	S	T	Q	Q	S	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

08/06 ⇒ Foi destinado um momento da aula para explicar como seria o levantamento de dados a respeito do tema gerador: estação meteorológica. Este levantamento de dados seria entregue no final da aula na forma de um relatório. Os alunos pesquisaram na *internet* e encaminharam os relatórios por *email*. Nesse dia também foi solicitado que os educandos fizessem um Mapa Conceitual sobre o tema gerador.

15/06 ⇒ No início da aula foi dado um retorno sobre os relatórios do dia 08/06 e realizada uma discussão a respeito do tema: estação meteorológica.

Após essa discussão foi destinado o restante da aula para que os alunos pesquisarem na *internet* e elaborassem um relatório sobre medidas de temperatura e sensores de temperatura.

Os relatórios apresentados na sua maioria apontaram para o sensor de temperatura LM35, mais prático e barato para ser implementado com o

Arduino. A maioria optou pelo LM35, porém se deparou com o problema de este necessitar de tensão negativas para poder registrar temperatura negativa que não é fornecida pelo Arduino. Um esquema elétrico do LM35 é mostrado na Figura 3 e na Figura 4 é mostrado uma foto da montagem do LM35 sobre um *protoboard* conectado ao Arduino.

Assuntos discutidos: Houve um grande interesse pelas unidades de medidas utilizadas em uma estação meteorológica e capacidade de medida dos sensores, seus limites e condições para funcionamento. Essa conversa nos conduziu a um ponto muito relevante que é a pesquisa de novos materiais e o porquê dessa necessidade.

22/06⇒ Após dar um retorno dos relatórios e debater com os educandos sobre as dúvidas da aula anterior, o restante da aula foi destinada à montagem do equipamento de medida de temperatura utilizando o Arduino. Apenas uma dupla não conseguiu realizar esta montagem com sucesso. Houve uma discussão de como poderíamos medir temperaturas negativas. Então foi proposta como solução alternativa: a utilização do LM335, que não necessita da aplicação de tensão negativa.

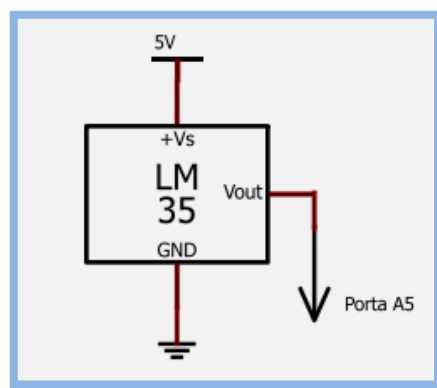


Figura 3: Esquema elétrico da montagem do LM35.

Assuntos discutidos: Como estabelecer uma relação matemática para converter a variação da tensão em temperatura na escala celsius, ajuste da equação e conversão para outras unidades de temperatura.

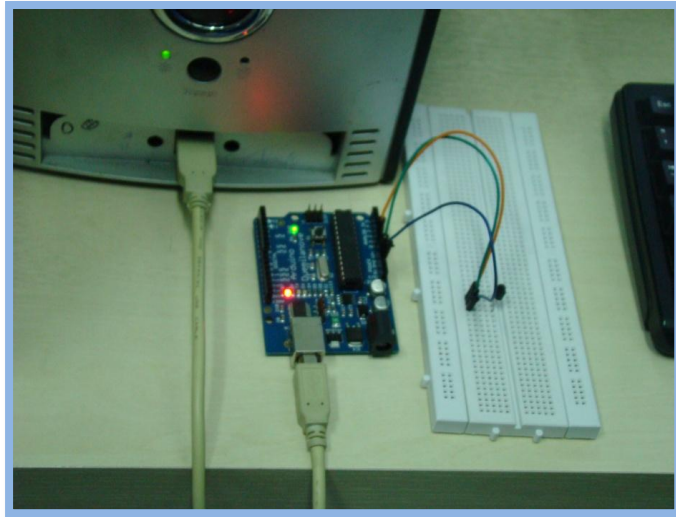


Figura 4: Montagem do sistema para medir a temperatura usando o LM35.

29/06 ⇒ Essa aula foi destinada à conclusão da montagem do equipamento de medida de temperatura pela dupla que não conseguiu fazê-lo no encontro anterior, enquanto os demais lidavam com o novo sensor LM335 que permitiria a medida de temperaturas negativas sem haver a necessidade de uma tensão negativa. Os alunos tiveram alguma dificuldade para montar o arranjo para medir temperaturas negativas utilizando o LM335. Só dois grupos o conseguiram, mas não testaram nesse encontro a validade desta montagem. O esquema elétrico da montagem do LM335 é apresentado na Figura 5.

Assuntos discutidos: Nessa etapa os alunos se depararam com uma associação de resistores e o uso de potenciômetros. Tópico que ainda não tinha sido visto em aula, o que gerou uma discussão sobre resistores, leitura de código de cores e tipos de associação de resistores.

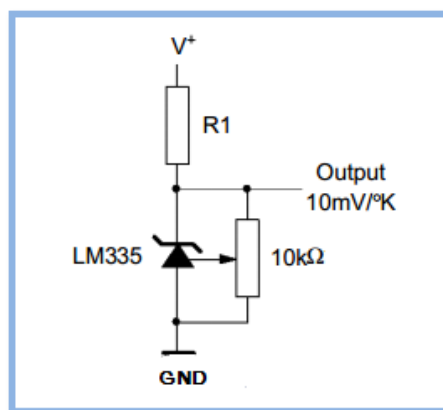


Figura 5: Esquema elétrico da montagem do LM335.

07/07 ⇒ Teste da montagem com o LM335. Aplicação de um questionário e após uma explanação prévia do assunto a ser trabalhado na próxima aula. Os alunos iniciaram a elaboração de um relatório sobre meios ou equipamentos para medir intensidade luminosa, com o objetivo de construção de um heliógrafo, medidor da incidência da luz solar. Os educandos pesquisaram na *internet* e no final da aula encaminharam o relatório por *email*.

Assuntos discutidos: Para verificar a leitura da temperatura do sensor LM335 os alunos propuseram usar a comparação com dois pontos de referência: um à temperatura ambiente e a outro à temperatura de cubos de gelo. Para a temperatura ambiente se comparou o valor do sensor com a medida de um termômetro. Já para a segunda situação encheu-se uma caixa de isopor com gelo e colocou-se o termômetro e o sensor lá dentro. O resultado foi uma diferença média de menos de dois graus celsius nos sensores em relação ao termômetro. Essa aula também gerou uma discussão acerca da calibração de equipamentos de medida, e sobre a propagação e condução de calor.

03/08 ⇒ Apresentação dos relatórios sobre medida de luz solar e início da montagem do heliógrafo. Nesse encontro os educando propuseram a utilização de LDRs como sensores de intensidade luminosa.

Assuntos discutidos: Qual seria a melhor disposição dos LDRs para serem utilizados como sensores de intensidade luminosa. Houve um grande interesse pela variedade de sensores sensíveis à luz existente no mercado e sua utilização como, fotocélulas, alarmes, etc.

10/08 ⇒ Os alunos não encontraram muitas dificuldades na montagem do heliógrafo, sensor de luz solar. Metade da turma optou por usar três LDRs em série e o restante usou três LDRs em paralelo. As duas montagens se mostraram bem eficientes nos testes de laboratório, pois conseguiram detectar a passagem da luz solar representada por uma lanterna para

simular a passagem do sol, os educandos optaram por usar três LDRs para formar um arco, um apontando para leste, outro no meio e o terceiro apontando para oeste, poderia se utilizar mais LDRs para medir a passagem do sol em diferentes horários, mas esta montagem se mostrou satisfatória para eles. Na Figura 6 é mostrado: o esquema elétrico para montagem dos três LDR em série e em paralelo. Na Figura 7 é mostrada uma foto da montagem dos LDR em série sobre o *protoboard* conectado ao Arduino.

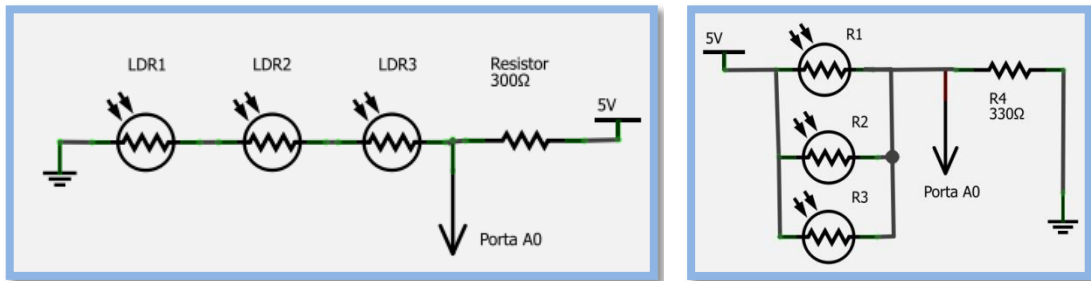


Figura 6: Três LDRs em série (imagem da esquerda) e três em paralelo (imagem da direita), o Arduino mede a diferença de potencial elétrico entre o resistor e os LDRs.

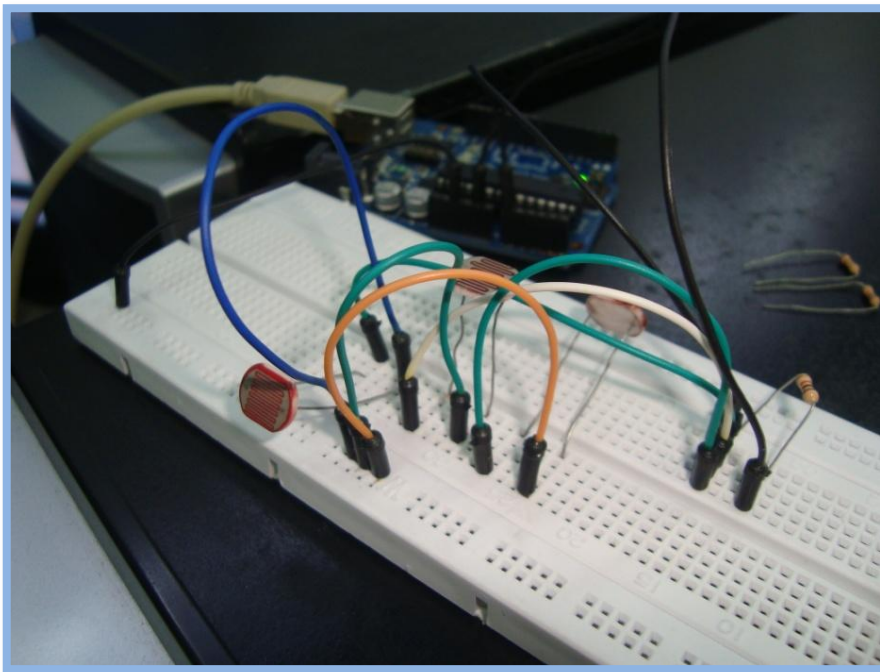


Figura 7: Montagem do sistema para medir intensidade luminosa com 3 LDRs em paralelo.

Assuntos discutidos: Diferenças de uma associação de resistores em série e uma em paralelo. Os alunos notaram que os valores medidos de tensão na porta analógica eram bem diferentes.

17/08 ⇒ Nessa aula os alunos começaram a fazer as demais atividades da

etapa dois. Cada grupo ganhou duas atividades que desencadearam na elaboração de um novo relatório. Em seguida, responderam um questionário sobre a atividade anterior. Nesta aula os educandos pesquisaram na Internet sobre os temas propostos para cada grupo, conforme Tabela 3. Temas pesquisados: funcionamento e sensores utilizados no Barômetro, Anemômetro, Biruta, Higrômetro e Pluviômetro.

31/08⇒ Retorno dos relatórios elaborados na aula do dia 31/08. Nova pesquisa focada em materiais, modelos e sensores para concluir a estação meteorológica. Continuação da pesquisa realizada na Internet sobre medidas de: pressão atmosférica, umidade do ar, intensidade do vento, direção do vento e volume de precipitação de água da chuva.

14/09 ⇒ Última aula de pesquisa antes da montagem. Os alunos encontraram dificuldades para projetar três dos equipamentos: anemômetro, biruta e pluviômetro. A dificuldade principal foi em conceber a parte mecânica e a segunda de como fazer essa leitura.

Assuntos discutidos: Nessas últimas aulas falou-se muito em conceitos usados na eletrônica, corrente, tensão, resistores, etc.

28/09⇒ Aula destinada à montagem dos equipamentos de medidas pesquisados nas últimas duas aulas: pressão, umidade, intensidade e direção do vento e volume de água. Cada grupo tinha a incumbência de construir dois equipamentos de medida como mostra a Tabela 3. Para construir o barômetro os alunos usaram o sensor BMP085 de fácil montagem e com uma boa calibração, Figura 8. Quando comparado com dados meteorológicos da *Internet* para a cidade de Canoas-RS acusava uma diferença de centésimos na escala em pascal.

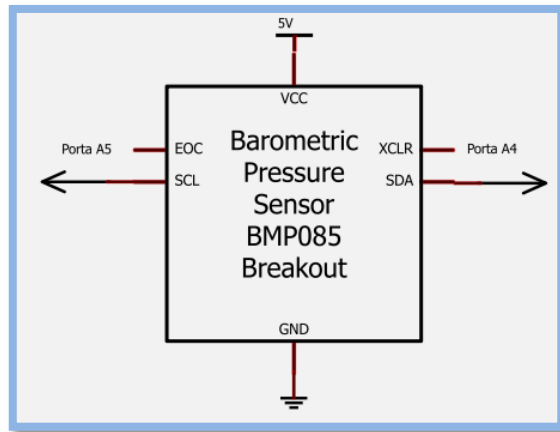


Figura 8: Esquema de ligação do BMP085 no Arduino

O anemômetro foi construído com um emissor e um receptor de luz infravermelha que permitiu calcular a velocidade angular das pás acionadas pelo vento e dessa forma, a intensidade do vento. Aferição do anemômetro ficou para outro encontro. Na Figura 9 é mostrado o anemômetro construído com sucata e material de propaganda eleitoral. O equipamento é constituído de três pás que interceptam o sensor que fica localizado nos furos da base do anemômetro. A Figura 10 mostra o esquema elétrico do anemômetro.

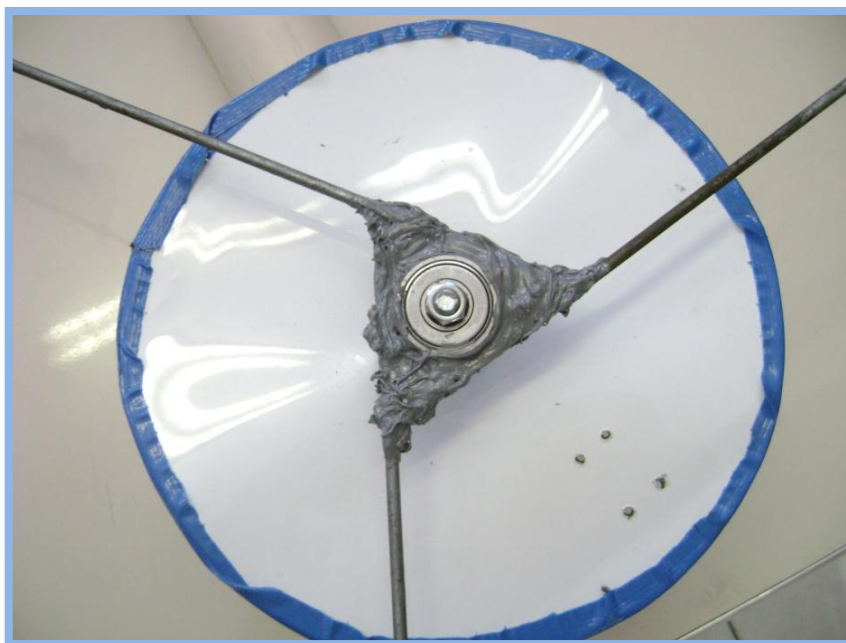


Figura 9: Anemômetro construído com sucata e material de propaganda eleitoral. O equipamento é constituído de três pás que interceptam o sensor que ficará localizado nos furos da base do anemômetro.

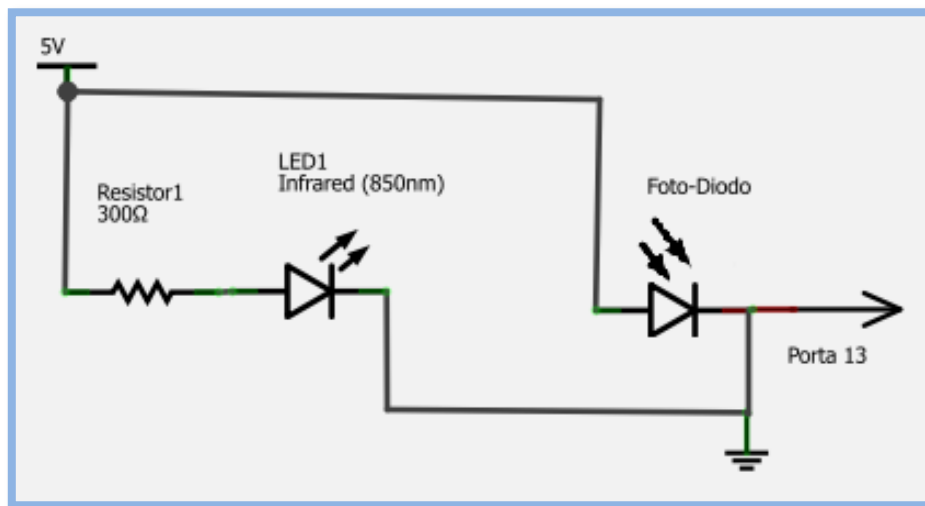


Figura 10: Esquema de ligação do anemômetro.

A biruta, para determinar a direção dos ventos, foi construída utilizando-se oito chaves magnéticas, *reeds switches*, posicionadas de acordo com os pontos cardeais principais e secundários. A Figura 11 mostra o esquema elétrico da biruta. Na Figura 12 é mostrada uma foto da biruta montada com sucata. O ímã está preso ao eixo de metal de tal maneira que ao passar próximo a chave a aciona. A calibração da biruta ficou para outro encontro.

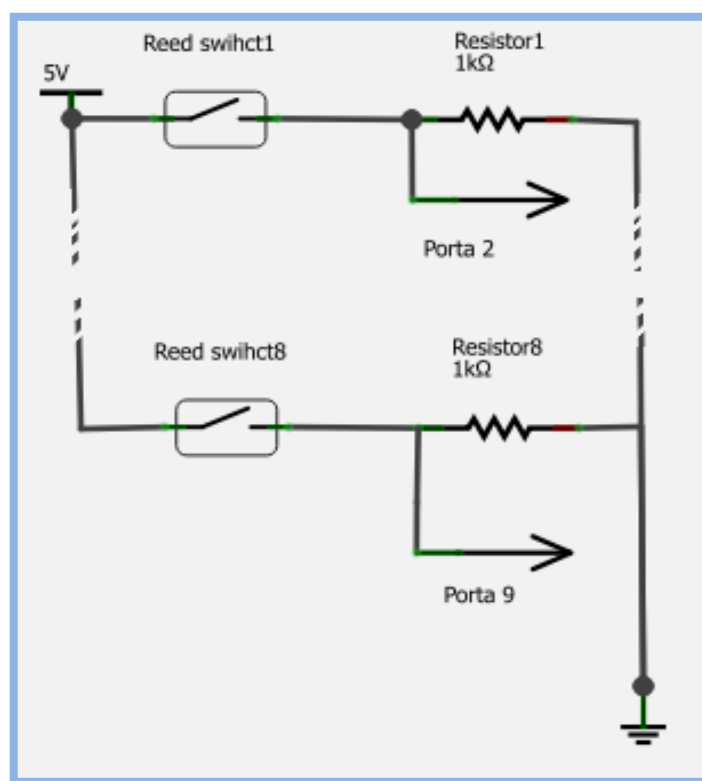


Figura 11: Esquema de ligação da biruta. Os *Reeds switches* são oitos e ficam posicionados de acordo com pontos cardeais. Sobre eles gira um eixo com um ímã acoplado.

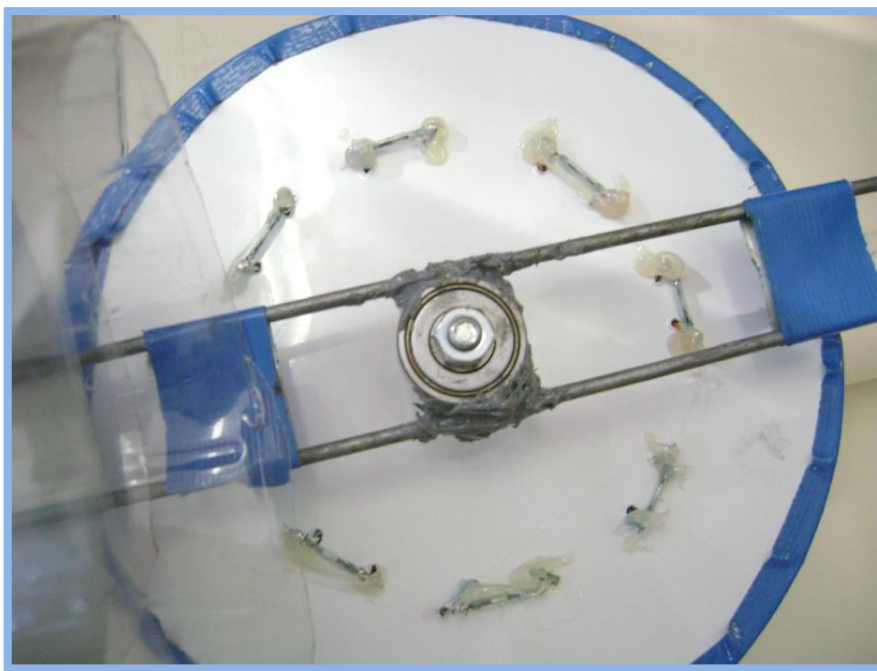


Figura 12: Biruta construído com sucata e material de propaganda eleitoral. O imã está preso ao eixo de metal, de tal maneira que ao passar próximo a chave ele a aciona.

O higrômetro foi construído com um sensor resistivo e linear HIH-4000-001, tornando a conversão fácil. O esquema elétrico do higrômetro está apresentado na Figura 13. Uma aferição foi feita com dados da *internet* para o município de Canoas-RS, pois não tínhamos um higrômetro aferido para comparação. Os resultados observados estavam cerca de 30% acima dos dados da *internet*. Os alunos especularam que esta diferença se devia ao local em que fizemos esta medida, que foi feita no laboratório e não na rua. Como o objetivo era construir uma estação meteorológica, que não tinha a pretensão de ser perfeita, mas funcional, a fidedignidade dos resultados não era tão importante. Novamente foi discutida a importância da calibração e as dificuldades encontradas para realizar a calibração. Para se obter uma boa calibração do higrômetro, como dos demais sensores da estação, seria necessário ter um instrumento calibrado na mesma posição da estação, o que não estava disponível neste projeto.

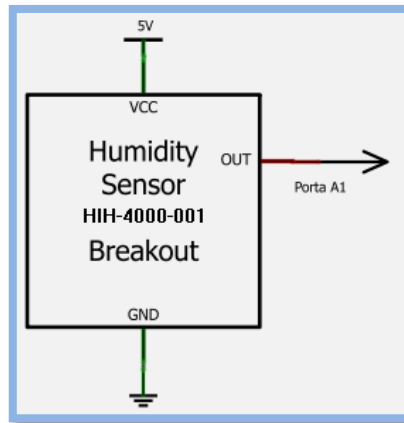


Figura 13: Esquema de ligação do sensor.

No mesmo dia os alunos iniciaram a montagem de um pluviômetro, um sistema para medir o volume de água da chuva. O sistema era constituído de dois eixos articulados. Numa extremidade havia um sistema de boia (isopor) e no outro extremo um potenciômetro, como esquematizado na Figura 14.

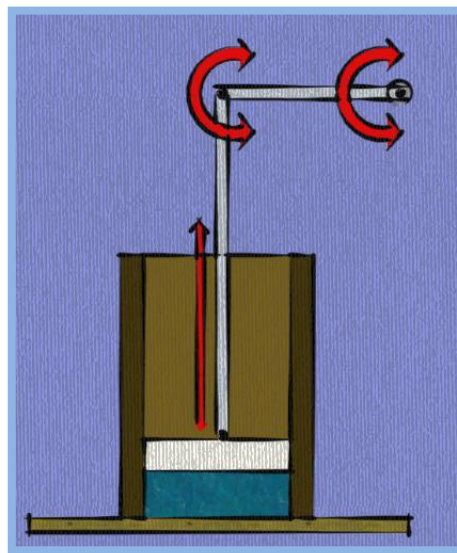


Figura 14: Esquema do pluviômetro construído pelos alunos. Era composto por dois braços articulados numa extremidade havia uma peça de isopor e na outra um potenciômetro.

A montagem da parte mecânica não deixou os alunos satisfeitos, pois muitas vezes o sistema ficava travado. Outra dificuldade encontrada era o fato de os potenciômetros não serem lineares, o que dificultava a interpretação e a aferição das medidas.

Os grupos responsáveis por este equipamento não conseguiram construir o pluviômetro. Foi proposto que para o seguinte encontro se

trabalhasse somente com este equipamento.

19/10⇒Todos os grupos trabalharam no pluviômetro, porém sem êxito. O projeto prosseguiu sem a realização da referida atividade para não prolongar a aplicação e perder o interesse dos alunos.

Nesse encontro os alunos também tentaram uma montagem alternativa para a construção do pluviômetro. O sistema era constituído por um recipiente cilindro de 100 mm de diâmetro onde a água da chuva seria coletada e armazenada com um sensor de distância baseado em ultrassom, como mostrado esquematicamente na Figura 15. Conforme o volume da água subia, sua distância mudava em relação ao sensor. Sabendo-se a área da base deste cilindro e a sua altura poderíamos determinar o volume do líquido. Esta montagem também não funcionou corretamente. Foi discutido sobre os motivos do fracasso. Concluiu-se que provavelmente a proposta não funcionou como esperado devido à reflexão do som nas paredes do cilindro.

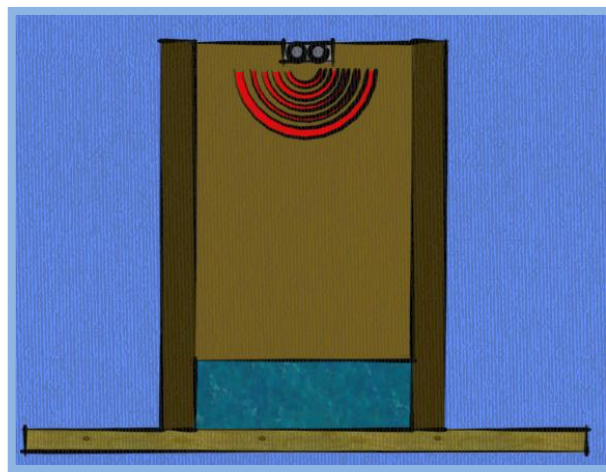


Figura 15: Esquema do sistema construído pelos alunos. Era composto por um cilindro e um sensor ultrassônico de distância.

Assuntos discutidos: Como os alunos tentaram medir o volume de água com ultrassom falou-se muito sobre velocidade do som, cálculo de volume de um sólido, reflexão e refração de um som.

26/10⇒Montagem e aferição da estação meteorológica. Os equipamentos construídos pelos alunos foram integrados num só Arduino. A estação

meteorológica funcionou satisfatoriamente exceto o anemômetro que devido à incidência de luz infravermelha do sol não acusava interrupção, apesar de ter funcionado bem nos teste no laboratório. O pluviômetro também não foi montado com a estação por não ter sido obtida uma solução funcional para ele.

A Figura 16 mostra uma foto da montagem da estação ainda no piso da sala de aula. A figura 17 mostra um esquema dessa montagem e as Figuras 18 e 19 mostram a estação montada sobre o teto da escola.

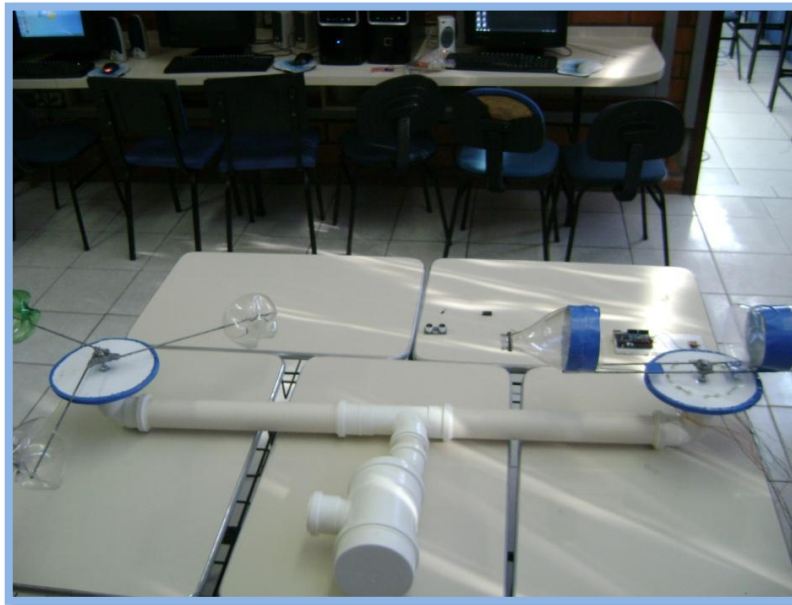


Figura 16: Integração dos equipamentos desenvolvidos pelos alunos. Foi utilizado como estrutura base canos de PVC.

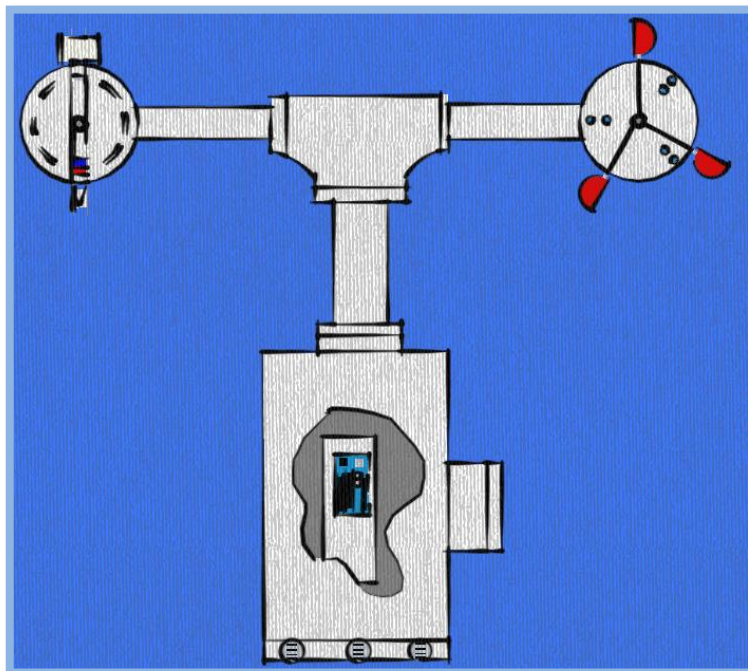


Figura 17: Esquema da estação meteorológica.



Figura 18: A estação meteorológica foi instalada no pátio do colégio para não expor os alunos a nenhum perigo, como por exemplo, ter que subir em escadas altas.

Para facilitar a instalação, a estação foi colocada sobre o telhado do segundo andar da escola.

Neste dia foi feita a coleta de alguns dados, mostrados na tabela 6, para fazer uma comparação com valores retirados da *Internet*. O valor de temperatura, pressão e umidade relativa do ar não variaram mais que 10% em relação aos dados do site do IMPE no início da manhã. Mas com passar do tempo, perto do meio dia, os valores de temperatura e umidade relativa do ar tiveram discrepâncias em torno de 30%, provavelmente devido ao lugar da instalação e precariedade na calibração de alguns dos sensores. Esse local ficava cercado por prédios altos que alterava o fluxo de vento.

Tabela 6: Valores medidos pela estação meteorológica no dia 26/10/2012. A coluna intensidade luminosa média três situações distintas: Claro, encoberto e escuro.

	Temperatura (°C)	Pressão (Pa)	Intensidade luminosidade	HR (%)	I. Vento (Rad/s)	direção Vento (°)
09:59:30	25,40	101412	claro	65,05	0	180
09:59:32	25,40	101394	claro	65,51	0	180
09:59:36	25,50	101403	claro	65,98	0	315
09:59:38	25,50	101395	claro	65,05	0	315
09:59:40	25,50	101395	claro	65,36	0	315
09:59:47	25,40	101386	claro	64,74	0	135
09:59:49	25,50	101398	claro	65,05	0	90
09:59:53	25,50	101386	claro	64,12	0	90
09:59:55	25,50	101401	claro	65,05	0	90
09:59:59	25,50	101401	claro	64,74	0	135
10:00:01	25,50	101395	claro	64,89	0	135

Assuntos discutidos: Os alunos levantaram alguns pontos a serem considerados em relação à instalação da estação, para que futuras aplicações do projeto tenham maior êxito, pois não se esperava valores precisos.

Primeiro ponto: lugar adequado para a montagem da estação meteorológica: a escola não possui um espaço aberto, só a quadra de futebol. A colocação da estação em cima do telhado também não era adequada, pois a escola está cercada por construções maiores, interferindo na direção do vento, luminosidade e até mesmo na temperatura local.

Segundo ponto: os alunos propuseram uma solução simples para corrigir o Anemômetro: colocando um copo ou pote na base para impedir a luz infravermelha de atingir o fotodiodo. Para ativar o sensor foram feitos cortes no pote, pequenas janelas.

Terceiro ponto: havia uma preocupação dos alunos quanto ao vandalismo, pois o lugar que escolhemos era próximo da quadra de futebol e de fácil acesso apesar de estar no telhado da escola. Poderiam usar a grade da janela como escada para atos de vandalismo, como de fato aconteceu.



Figura 19: A estação meteorológica foi instalada num local de fácil acesso.

9/11⇒ Recolhimento da estação para reparos devidos a danos sofridos por vandalismo e fechamento do projeto com uma discussão sobre possibilidades de melhorias do mesmo para uma próxima aplicação e a construção de um novo Mapa Conceitual sobre o tema. Neste dia não foram coletados dados.

Assuntos discutidos: dois tópicos nortearam a fala dos alunos, um foi a questão do desrespeito com a estação, já que era fruto do trabalho deles, e o outro era como tornar os dados coletados mais precisos para poder usá-los como referência na escola, numa aplicação permanente do projeto.

CAPÍTULO 5: ANÁLISE E DISCUSSÃO

O objeto desta pesquisa foi a implementação de uma proposta pedagógica envolvendo a utilização do Arduino como uma ferramenta mediadora no Ensino de Física. Para esse objetivo utilizei a metodologia de projetos aplicada no desenvolvimento, pelos alunos, de uma estação meteorológica. Os participantes foram dez alunos do Curso Técnico em Informática do Colégio Luterano Concórdia Canoas, situado no município de Canoas-RS. Nove desses educandos são também meus alunos na disciplina de Física no Ensino Médio nessa mesma instituição de ensino.

Os principais instrumentos utilizados para a análise dos resultados do projeto foram questionários, construções de mapas conceituais e observações.

5.1 QUESTIONÁRIO 1

O questionário 1 (Apêndice A) era composto de três perguntas abertas referentes à atividade um, a qual consistia na construção de um equipamento de captação automática de dados de temperatura.

A primeira questão buscou averiguar relações da atividade com conceitos de Física.

Questão 1: Responda com suas palavras, quais conceitos de Física você observou ou verificou nesta atividade:

A maioria dos alunos citou temperatura ou medidas de temperatura e eletricidade como resposta, exemplos abaixo.

Aluno 1: Temperatura, Eletricidade e Resistência.

Aluno 2: Sistemas de eletricidade. Aprendi a usar resistores e o conceito de cores. Sistema de temperatura e resistência.

Aluno 3: *Observei como se monta um sistema se sensores e como ele reage diferentemente em distintas temperaturas e códigos.*

A segunda questão buscou determinar o quanto os alunos entenderam a respeito do assunto.

Os alunos optaram por sensores da família do LM por serem lineares e haver uma grande gama de exemplos na *Internet*, isso facilitava em muito a sua utilização. Entre os sensores dessa família a maioria dos alunos deu preferência para o LM35, pois era mais fácil de montar. O LM35 exige a aplicação de tensão negativa para medir temperaturas negativas. Apesar de o Arduino não dispor de portas com saída de tensão negativa os alunos consideraram que isto não seria um problema, pois poucas vezes temos temperaturas negativas. Alguns optaram pelo LM335, argumentando que ele pode medir temperaturas abaixo de 0 °C sem haver a necessidade de um tensão negativa.

Aluno 1: *Usaria o LM35, pois achei mais fácil de ser manuseado.*

Aluno 2: *O LM35, pois já mostra a temperatura em Celsius sem precisar a transformação.*

Aluno 3: *LM335, pois nos dá temperatura negativa e positiva.*

A terceira questão tenta levantar o que o aluno aprendeu ou achou interessante na atividade.

Questão 3: O que você aprendeu com esta atividade ou achou interessante?

As respostas foram bem variadas, mas a maioria dos educandos citou direta ou indiretamente o Arduino ou sua utilização como algo interessante. Abaixo estão transcritas três respostas para ter uma ideia de suas variações.

Aluno 1: *Achei interessante, que pelo simples fato de mudar uma*

programação, você pode obter temperaturas em diferentes escalas de medições.

Aluno 2: Achei interessante a aplicação da programação, na prática, facilita o entendimento da matéria na parte de “elétrica”.

Aluno 3: Aprendi a diversidade de coisas que são possíveis serem feitas com o Arduino, acender e apagar um LED, ler temperatura, ligar e desligar um alarme, etc. Aulas muito interessantes e dinâmicas, conteúdo bem explicado, tornando a aprendizagem rápida e fácil.

5.2 QUESTIONÁRIO 2

O questionário 2 (Apêndice B) é igual ao anterior, porém foi aplicado na atividade três. Essa atividade consistia na construção de um heliógrafo.

Questão 1: Responda com suas palavras, quais conceitos de Física você observou ou verificou nesta atividade:

A maioria dos alunos citou resistência, eletricidade e luminosidade (Luz) como conceitos abordados na atividade.

Aluno 1: Quanto mais luz mais corrente elétrica passa pelo LDR.

Aluno 3: Resistores, eletricidade e luminosidade.....

Aluno 4: Conceitos ligados à luminosidade, pois o LDR trabalha com intensidade de luz.

Questão 2: Se fosse construir uma estação meteorológica que sensor de luminosidade você usaria?

A maioria dos equipamentos ou sensores de luz que os educandos

pesquisaram tem como base um LDR (*Light Dependent Resistor / Resistor Dependente de Luz*). As respostas foram unânimes apontando este resistor sensível à luz como o mais indicado para o uso. Entre as alegações importantes estava o seu baixo custo e a facilidade de manuseio.

Aluno 1: *Eu usaria um LDR.*

Aluno 3: *Sensor LDR, pois além de ser um sensor muito barato, ele é fácil de ser utilizado. É um ótimo sensor para medir a intensidade luminosa, para ver se é dia ou noite.*

Aluno 4: *O que usa os três LDRs. A partir da construção de um sensor no Arduino, se usou um LDR no meio que representa (meio dia) maior intensidade e dois LDRs nas laterais um pouco dobrado, representando a intensidade luz pela manhã e pela tarde.*

Questão 3: O que você aprendeu com essa atividade ou achou interessante?

Novamente as resposta falam do interesse em trabalhar com o Arduino. Os alunos destacaram ainda a facilidade de se construir um equipamento de medida com o Arduino. Após o questionário os alunos ficaram debatendo possíveis aplicações do Arduino para construir sensores de presença, controle de abertura de janelas, controle de iluminação de um ambiente, instrumentos musicais por aproximação, etc.

Aluno 1: *Interessante. A gente poder calcular quantas horas de sol tem um dia.*

Aluno 3: *Aprendi mais uma das várias e poderosas funções do Arduino, além de conseguir montar um sistema de sensores.*

Aluno 4: *Como é feita a conversão dos dados de um sensor para números no computador.*

5.3 QUESTIONÁRIO 3

O questionário 3 (Apêndice C) é composto por duas questões abertas. A primeira solicita que os alunos analisem os dados obtidos e a segunda que deem opinião e ideias para uma futura aplicação.

Questão 1: Observando os dados coletados pela estação meteorológica, notamos certa discrepância com os valores obtidos pela Internet para a cidade de Canoas. Estes valores obtidos estão certos ou errados, o que poderia ser feito para melhorar estes resultados?

Sobre a medida de pressão os alunos consideraram satisfatórios. Já que os valores medidos diferiam pouco em relação ao valor visualizado no site do INPE.

Aluno 3: O sensor de pressão estava funcionando. Estava sendo utilizado o sensor BMP085, e a programação estava totalmente funcional.

A medida de temperatura indicava um valor de dois a três graus Celsius a mais em relação ao dado retirado da *internet*. Este valor elevado segundo os alunos se deu pela posição da estação meteorológica, que ficou em cima do telhado da escola.

Aluno 5: O sensor ficava dentro do tubo PVC, onde estava protegido da chuva. Ele passava informações para o Arduino com uma margem de erro de dois a três graus.

O sensor de umidade e luminosidade funcionou bem conforme comentários dos alunos.

Aluno 6: H1H 4001 foi o sensor da qual usamos para medir a umidade do ar no ambiente da qual estávamos; e funcionou muito bem. O problema foi depois de o sensor ter sumido após colocarmos toda a estação meteorológica unida, em cima de um dos prédios do colégio.

Aluno 1: *O LDR é um sensor prático para perceber a presença de luz.*

A biruta não funcionou adequadamente devido à posição da estação que estava entre prédios que formaram corredores de vento, mas os alunos se manifestaram satisfeitos com o resultado.

Aluno 2: *No começo enfrentamos dificuldades com o sensor magnético, mas após os ajustes o sistema voltou a funcionar, mostrava a localização em graus do sentido do vento.*

O anemômetro não funcionou na montagem final devido à luz infravermelha do Sol, apesar de ter funcionado bem nos testes em ambiente fechado. Alguns alunos consideraram isso como erro de projeto, mas que poderia ser facilmente corrigido.

Aluno 7: *O problema deste sensor era que o receptor de infravermelho estava captando também a luz do sol. Se invertêssemos o aparelho o deixando de cabeça para baixo este problema seria resolvido, visto que a base agora serviria como se fosse um guarda-sol.*

Questão 2: Dê a sua opinião ou ideia para melhorar a aplicação do projeto.

Abaixo transcrevo duas respostas que resumem as ideias da turma.

Aluno 1: *Obtivemos vários problemas para a resolução deste trabalho, por exemplo: tínhamos poucos períodos por semana o que dificultava na montagem e programação dos projetos. O local onde colocamos a estação também não era favorável, pois tínhamos que colocar no telhado da escola, envolto de um isolante térmico, por causa do alto calor proveniente das telhas de zinco do colégio.*

Aluno 8: *Para que os sensores de direção e velocidade do vento não sofram interação dos prédios a estação deve ficar em um lugar alto, mas o lugar*

mais alto do colégio é coberto por telhas de zinco, que aquecem demais, assim poderia acabar modificando o sensor de temperatura. Então o melhor seria instalar a estação em um balão, assim poderia ficar sem interferência dos prédios e sem interferência externa na temperatura. Poderia ainda caso captasse uma tempestade fazer o balão voltar para o chão usando um motor e uma roldana permanecendo os sensores no chão.

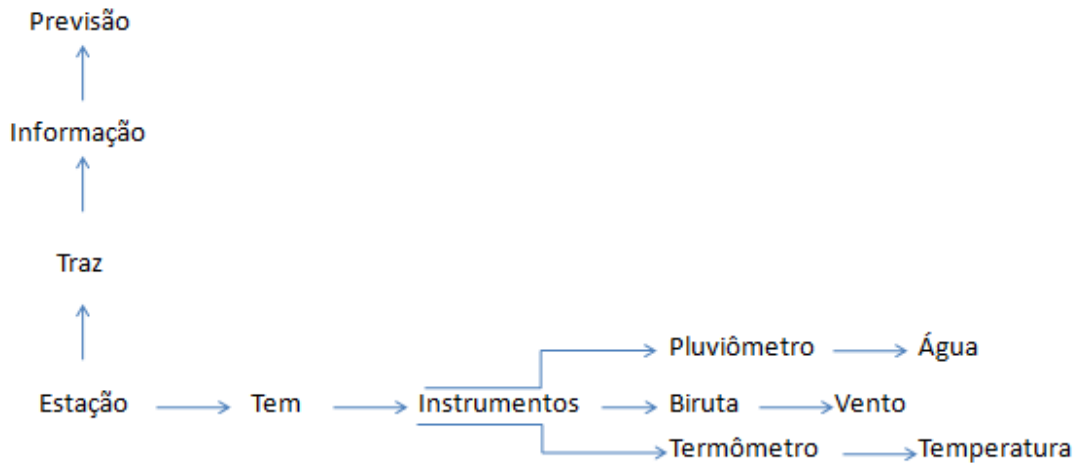
A grande preocupação dos educandos foi achar um local mais adequado para uma reinstalação da estação numa futura aplicação. Houve consenso entre os alunos de que o projeto fosse retomado e que seus dados seriam úteis para comunidade escolar e a outras pessoas interessadas nos dados adquiridos pela estação.

O questionário representa um mecanismo de grande importância para identificar e averiguar o interesse do educando no projeto. Na apuração dos questionários houve pouca divergência nas respostas, isso fortalece a ideia de que esta atividade cooperativa reforçou a interação e a ajuda mútua entre os agentes desta atividade.

Salienta-se ainda que é importante verificar a opinião e a satisfação dos alunos em participar do projeto, através de questionários para quantificar esses dados. Porém, isso não foi realizado, contudo as opiniões dos alunos foram coletadas através de conversas durante a aplicação do projeto e que serão comentadas nas observações.

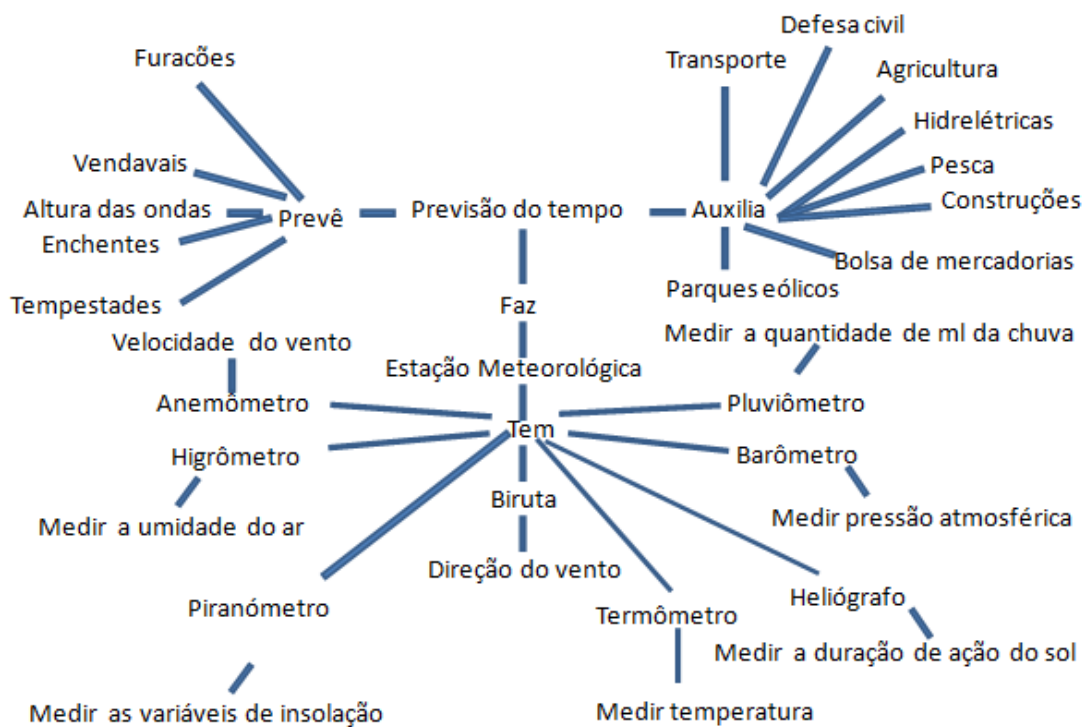
5.4 MAPAS CONCEITUAIS

O mapa conceitual constitui-se de um mecanismo para fazer análise dos conceitos do educando a respeito do tema em estudo. Nesta dissertação se optou por fazer a comparação do mesmo mapa em momentos distintos para aferir se houve evolução conceitual do assunto. Os alunos realizaram dois mapas conceituais sobre a temática do projeto. O primeiro foi realizado durante a aplicação do projeto, no quinto encontro que seria o último antes das férias de inverno, e o segundo no final.



Mapa conceitual 1: Primeiro mapa conceitual construído pelo Aluno 1.

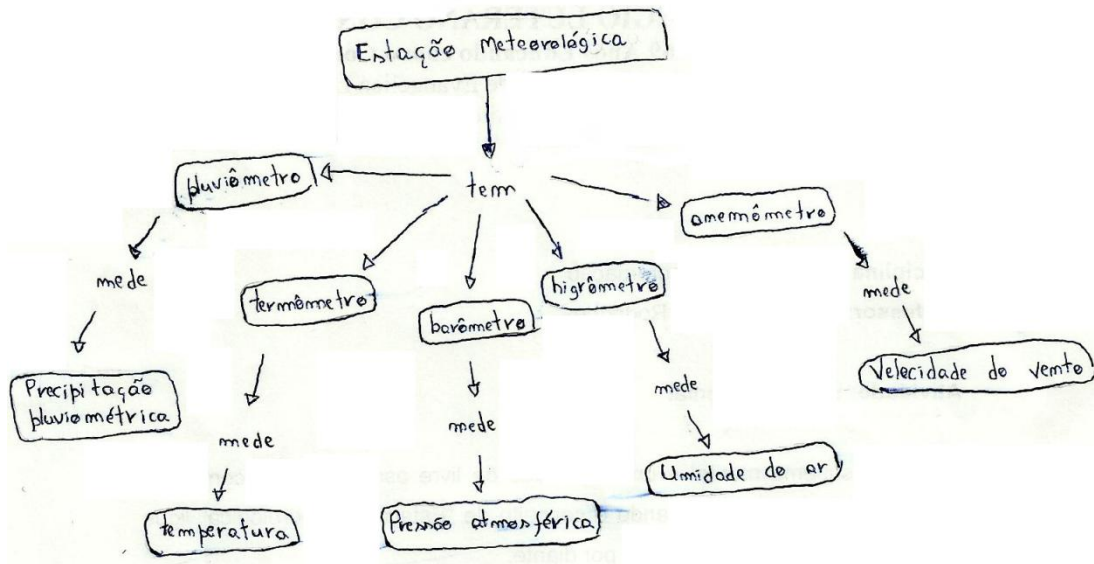
O mapa conceitual 1, realizado pelo Aluno 1 um têm poucas conexões acerca do tema. É muito pobre conceitualmente. Já o segundo mapa mostra um aumento considerável em conceitos associados ao tema. O aluno tenta estabelecer relações com o seu dia a dia, mostrando certo amadurecimento a respeito do tema.



Mapa conceitual 2: Segundo mapa conceitual construído pelo Aluno 1.

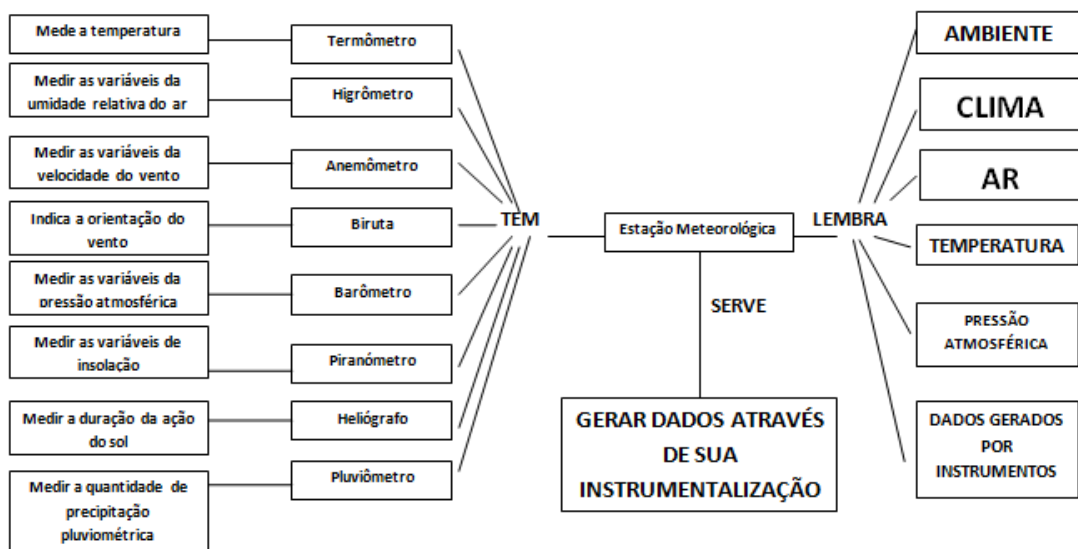
Nos mapas conceituais 3 e 4 notamos novamente uma evolução. Mas poucos conceitos novos foram associado ao mapa conceitual quatro em

relação ao três:



Mapa conceitual 3: Primeiro mapa conceitual construído pelo Aluno 2

O mapa conceitual quatro encontra-se melhor organizado em relação ao mapa 3. Mas não está tão rico quanto o mapa conceitual dois. Estes mapas mostram duas situações distintas que ocorreram no projeto, alguns alunos melhoraram bastante seus mapas conceituais e outros só reorganizaram e colocaram alguns novos conceitos.

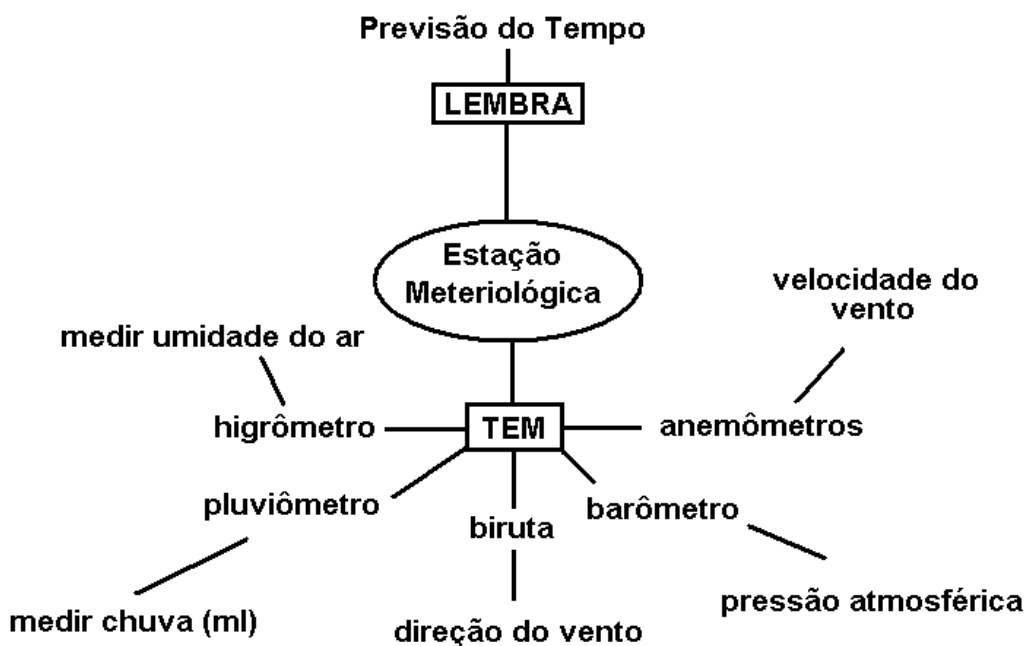


Mapa conceitual 4: Segundo mapa conceitual construído pelo Aluno 2.

No mapa conceitual 6 em relação ao 5, percebe-se um aumento nas conexões de conceitos e um aprofundamento no mesmo.



Mapa conceitual 5: Primeiro mapa conceitual construído pelo Aluno 3



Mapa conceitual 5: Segundo mapa conceitual construído pelo Aluno 3.

Estas mudanças nos mapas conceituais indicam algum grau de aprendizado a respeito do tema, eles são indicadores positivos da aplicação deste projeto.

5.5 OBSERVAÇÕES

Durante a aplicação do projeto observou-se um grande interesse dos

alunos em relação à placa Arduino, e o que se pode fazer com ela. Esses interesses acabavam por gerar falas que remetiam a algum tópico de Física. Da mesma maneira o desafio de construir um equipamento de medida meteorológica nos conduzia a esses conceitos. Nessas atividades prevaleceu a liberdade e a criatividade do educando, onde os grupos se empenharam em resolver os desafios propostos (as atividades propostas) e a cada sucesso se notava claramente uma satisfação dos alunos e o desejo de fazer mais.

Durante a aplicação deste projeto muitos questionamentos referentes a ele surgiram durante minhas aulas de Física, principalmente quando comecei o tópico de eletrodinâmica com meus alunos no terceiro ano que participaram desta atividade. Durante o tempo em que a estação ficou instalada, muitos alunos de outras turmas me interpelaram para explicar o que era aquilo e ficavam supressos ao saberem que a estação meteorológica era o fruto da construção de colegas deles e que podíamos medir algo. Houve muitas conversas a respeito da estação e, por conseguinte sobre Física.

Aspectos relevantes durante observação:

- Houve um grande interesse na turma em relação ao tema e sua importância, especialmente sobre os sensores, aplicações comerciais para os sensores e para o Arduino, sobre o funcionamento dos mesmos e sobre os conceitos de Física envolvida;
- Os alunos demonstraram uma grande autonomia e iniciativa nas aulas;
- Estabeleceram relações com as aulas de Informática e de Matemática;
- Estabeleceram relações com a aula de Física, principalmente com a matéria que eles estavam vendo naquele ano, eletricidade e magnetismo.
- Os alunos estavam felizes por poder construir algo que fazia sentido para eles, pois podiam ver o resultado de suas construções e aprendizados.

- As atividades em grupo estimularam o diálogo, a troca de informações, compartilhamento de ideias e a cooperação;
- O curto espaço de tempo, dois períodos semanais, prejudicou o desenvolvimento das atividades. Percebeu-se que não há uma necessidade de uma grande carga horária total, contudo seria melhor ter quatro períodos juntos a cada duas semanas do que dois períodos por semana;
- A diversidade de assuntos que surgiam durante a aula dificulta um aprofundamento conceitual. Orientar os alunos em seus grupos demandou muito tempo, pois em alguns momentos cada grupo estava trabalhando em uma atividade distinta.

5.6 CUSTO

Um ponto relevante a ser considerado é a questão dos custos na utilização do Arduino. A Tabela 7 descreve os equipamentos utilizados e seus respectivos valores.

Tabela 7: Tabela de preços. Alguns itens tem uma variação de preço grande, pois é mais barato comprar em sites internacionais.

Material	Custo aproximado (R\$)	Descrição
<i>Kit Arduino</i>	140 a 240	<i>Kit com fios, resistores, protobord, LEDs, LCD, potenciômetro.</i>
<i>LED IR</i>	menos de 2	Emissor de luz infravermelha.
<i>Receptor IR</i>	menos de 2	Transistor sensível a luz infravermelha.
<i>Reed switch</i>	menos de 5	Chave magnética.
LM335	menos de 10	Mede a temperatura na escala Kelvin.
LM35	menos 10	Mede a temperatura na escala Celsius.
HIH-4000-001	30 a 80	Sensor de umidade relativa do ar.
BMP085	15 a 90	Sensor de pressão atmosférica.
Total	214 a 439	

Materiais didáticos para laboratório de Física são vendidos a preços

bem altos. Consultando algumas empresas do ramo obtive alguns valores para a comparação. Por exemplo, um Kit de plano inclinado está custando na média de R\$ 450,00 sendo que este não tem sensores de passagem. Este mesmo Kit com sensor de passagem poderia ser construído com Arduino com um custo bem menor. E o mais importante é que este mesmo Arduino poderia ser usado em outra aplicação.

CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como educadores devemos buscar práticas e atividades que melhorem nosso trabalho e o processo de ensino-aprendizagem. O professor de Física enfrenta o desafio de tornar suas aulas atrativas para que o educando consiga assimilá-las. A utilização da Teoria de Projetos com o microcontrolador Arduino é uma possibilidade muito promissora para tal. A referida metodologia está fundamentada na reflexão sobre a tarefa pedagógica individual e coletiva, instigando o aluno a buscar constantemente o conhecimento. A análise desta pesquisa indica um grande interesse dos educandos pelo tema estruturador do projeto e com o uso do Arduino. Os alunos demonstraram a facilidade de manuseio desta ferramenta e curiosidade sobre os conceitos de Física e temas correlatos.

O Arduino é uma ferramenta muito versátil: é usado por artistas plásticos, por aficionados por eletrônica ou robótica e para a Educação. Se usado para este fim pode facilitar, cativar, estimular e potencializar o aprendizado. O seu uso deve ser estimulado e ensinado ao professorado de Física como uma ferramenta mediadora para fazer demonstrações, experimentos ou utilizar em atividade de laboratório já que seu preço é relativamente acessível em relação a muitos equipamentos de laboratório vendidos hoje no país, e com os sensores e componentes adequados pode-se fazer muitas medidas ou experimentos de Física. Outra possibilidade é a construção de oficinas em atividades lúdicas ou práticas de confecção de carrinhos, robôs, estações meteorológicas, etc. Através dessas, os alunos podem desenvolver várias habilidades. A praticidade de se usar o Arduino facilita a mediação dos conceitos de Física e de outras disciplinas como Matemática, Informática, etc. É interessante divulgar e estimular oficinas de Arduinos para os nossos colegas professores a fim de que essa ferramenta se dissemine e que seu uso na prática docente se aprimore e torne mais atrativa aos olhos de nossos alunos.

A utilização do Arduino ou similar como mediadores nas aulas de Física é algo que deve ser incentivado, pois esta prática apresenta muitos aspectos positivos. Na aplicação desta prática abriu-se um leque muito

grande de conceitos de Física que poderiam ser exploradas com mais profundidade, que não foi explorado nesta aplicação. Teria sido preferível abordar menos conceitos e aprofundá-los mais, erro que este projeto cometeu, pois se valorizou a diversidade conceitual sem haver uma retomada destes conceitos que surgiram durante aplicação desta atividade. É importante salientar que a grande vantagem desta aplicação foi a maneira lúdica de como se trabalhou as etapas do projeto, já que o nível de desenvolvimento potencial é caracterizado pela resolução de questões através da ajuda mútua entre os educandos, em que o mais capacitado auxilia o menos capaz ou ainda a mediação do aprendizado pode ser feita através de outros meios ou ferramentas, como o Arduino.

Enfim, é de destacar que a construção da estação meteorológica foi a culminância do projeto, onde todas as atividades desenvolvidas em pequenos grupos foram agregadas para dar forma à estação. Este projeto não tinha como pretensão a construção de um equipamento preciso para medidas meteorológicas, mas lúdico onde o simples ato de tentar, experimentar e descobrir acerca do tema era a essência deste trabalho.

O Arduino é uma ferramenta poderosa que possibilita a exploração e a experimentação de diversos conceitos de Física. Ao trabalhar com o aluno em sala de aula ou em oficinas é importante desenvolver as habilidades necessárias para manipular essa ferramenta, através de exemplos, dos mais simples aos mais complexos. No produto educacional desenvolvido nesta dissertação constam exemplos para que se possa ensinar a usar o Arduino, porém, cabe ao educador propor desafios para estimular a autonomia do aluno, valendo-se da metodologia de projetos que nos encoraja a libertar o educando no sentido de estimular a sua curiosidade e fomentar a busca pelo conhecimento científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, I. V.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. *Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física*. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/producao/IIIEIBIEC.PDF>> Acesso em: 02 mar. 2014.

ARDUINO – PRODUCTS. Disponível em: <<http://arduino.cc/>> Acesso em: 25 ago. 2014.

CREATIVE COMMONS. Disponível em: <<http://creativecommons.org/>> Acesso em: 25 ago. 2014.

ESPÍNDOLA, K. MOREIRA, M. A., *Textos de Apoio ao Professor de Física: A estratégia dos projetos didáticos no ensino de física na educação de jovens e adultos (EJA)*. Porto Alegre:

UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2006.

GERHARDT, T. E. SILVEIRA, D. T. *Métodos de Pesquisa*. EAD: Série Educação a Distancia, UFRGS, 2009.

HAAG, R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. *Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de Física*. A Física na Escola, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 89-94, maio 2005. Disponível em: <<http://sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/aquisicao.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2014.

HERNÁNDEZ, F. *Transgressão e mudança na educação: Os projetos de trabalho*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

HERNÁNDEZ, F. VENTURA, M. *A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio*. Porto Alegre: Artmed, 1998 (5.ed.)

HOFFMANN, J. *Avaliação Mediadora*. Porto Alegre: Mediação, 2001.

IVIC, I. *Lev Semionovich Vygotsky*. Recife: Massangana, 2010.

MARISA ALMEIDA CAVALCANTE, M, A. TAVOLARO, C, R, C MOLISANI, E. *Física com Arduino para iniciantes*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4503 (2011)

MCROBERTS, M. *Arduino Básico*, São Paulo, Novatec, 2011

MOREIRA, M. A., *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 2011 (2.ed.).

MOREIRA, M. A., *Mapas Conceituais e Diagramas V*. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

MOREIRA, M. A., *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2014.

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)

UNESCO/COL. *Open Educational Resources and Change in Higher Education: Reflections from Practice*. Commonwealth of Learning: Vancouver, 2012

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez & Autores Associados, 1988.

TRIPP, P. *Pesquisa-ação: uma introdução metodológica*. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, 2005.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2007 (7 ed).

VYGOTSKY, L.S, *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2008 (4.ed.).

ÂPENDICES

ÂPENDICE A – Questionário Atividade 2



COLÉGIO LUTERANO CONCÓRDIA

“69 Anos Educando com o Coração”

Mantenedora: Comunidade Evangélica Luterana Cristo- Niterói

TEMA 2012: “TRANSFORMANDO O MUNDO ATRAVÉS DA EDUCAÇÃO”

Disciplina: Técnicas de Programação

Professor: Rafael Frank de Rodrigues

Aluno:

Atividade: Fechamento da atividade 2

1) Responda com suas palavras, quais conceitos de Física você observou ou verificou nesta atividade?

2) Se fosse construir uma estação meteorológica que sensor de temperatura você usaria?

3) O que você aprendeu com esta atividade ou achou interessante?

ÂPENDICE B – Questionário Atividade 3



COLÉGIO LUTERANO CONCÓRDIA

“69 Anos Educando com o Coração”

Mantenedora: Comunidade Evangélica Luterana Cristo- Niterói

TEMA 2012: “TRANSFORMANDO O MUNDO ATRAVÉS DA EDUCAÇÃO”

Disciplina: Técnicas de Programação

Professor: Rafael Frank de Rodrigues

Aluno:

Atividade: Fechamento da atividade 3

1) Responda com suas palavras, quais conceitos de Física você observou ou verificou nesta atividade?

2) Se fosse construir uma estação meteorológica que sensor de luminosidade você usaria?

3) O que você aprendeu com esta atividade ou achou interessante?

ÂPENDICE C – Questionário Atividade Final



COLÉGIO LUTERANO CONCÓRDIA

“69 Anos Educando com o Coração”

Mantenedora: Comunidade Evangélica Luterana Cristo- Niterói

TEMA 2012: “TRANSFORMANDO O MUNDO ATRAVÉS DA EDUCAÇÃO”

Disciplina: Técnicas de Programação

Professor: Rafael Frank de Rodrigues

Aluno:

Atividade: Fechamento da atividade Final

Observando os dados coletados pela estação meteorológica, notamos certa discrepância com os valores obtidos pela internet para a cidade de canoas. Estes valores obtidos estão certos ou errados, o que poderia ser feito para melhor estes resultados?

Pressão:

Temperatura:

Umidade:

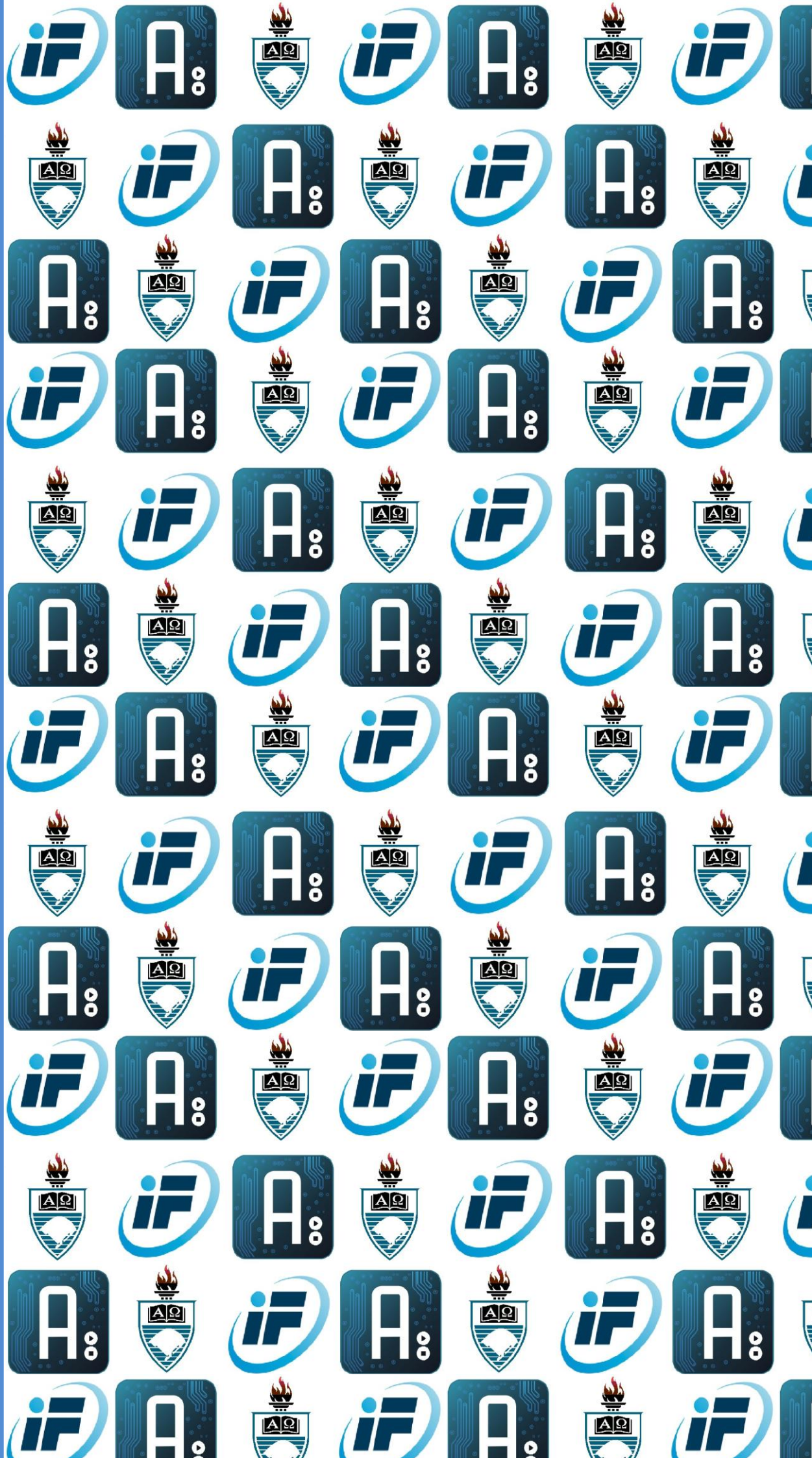
Direção do vento:

Velocidade do vento:

Dê a sua opinião ou ideia para melhorar a aplicação do projeto.

Arduino para Físicos

Uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos





Arduino para Físicos

Uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos.

Rafael Frank de Rodrigues

Porto Alegre

2014

Prefácio

Este material é uma breve introdução ao uso do Arduino como ferramenta do Ensino de Física. Neste material vocês encontrarão definições, explicações e utilizações de sensores com a placa Arduino. Este produto é fruto de um projeto de Mestrado Profissional em Ensino de Física no qual foi desenvolvida, com alunos do Ensino Médio, uma estação meteorológica. Os esquemas e as programações contidas neste material fizeram parte deste trabalho e são apresentados como exemplos do uso do Arduino com alguns sensores. O material foi escrito supondo que o leitor tenha algum conhecimento ainda que rudimentar de programação e de eletrônica.

Sumário

I - Arduino.....4

1.1 A placa.....	5
1.2 Programação.....	6
1.2.1 Exemplo 1: Porta digital.....	7
1.2.2 Exemplo 2: Porta analógica.....	9
1.2.3 Exemplo 3: Função PWM.....	11

2 - Sensores: Exemplos De Aplicação..... 14

2.1 LM35: Sensor para temperatura.....	14
2.2 LDR: Sensor para luminosidade.....	16
2.3 HIH-4000-001: Sensor para umidade.....	18
2.4 Reed switch: Sensor para biruta.....	19
2.5 Fotodiodo: Sensor para vento.....	23
2.6 BMP085: Sensor para pressão.....	25

3 – Arduino e o Aluno.....29

Referencias Bibliográfica28

Arduino

O Arduino foi desenvolvido inicialmente como uma ferramenta para profissionais das Artes-Plásticas e, pelo seu fácil uso e baixo custo, caiu no gosto das pessoas que

precisavam desenvolver projetos com aquisição automática de dados. O seu caráter *open source* levou a uma rápida disseminação, com o surgimento de várias placas genéricas a preços muito acessíveis.



Figura 1- Logo marca do Arduino

O Arduino é uma interface eletrônica com um microcontrolador programável de 8bits da Série AVR ATmega da Atmel, com portas de entradas e saídas, digitais e analógicas. A programação do Arduino é baseada na linguagem *Wiring*¹, que lembra muito a linguagem C++ e pode ser feita através de um aplicativo próprio o IDE - *Integrated Development Environment* (Ambiente Integrado de Desenvolvimento) - que por sua vez é baseado no *Processing*².

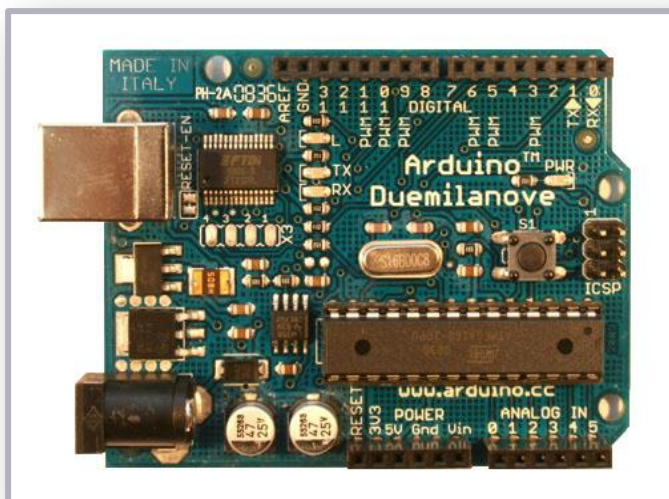


Figura 2- Foto do Arduino Duemilanove

¹Mais informações em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Wiring>

²Mais informações em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Processing_\(linguagem_de_programa%C3%A7%C3%A3o\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Processing_(linguagem_de_programa%C3%A7%C3%A3o)).

I.1 – A placa

Existem no mercado vários modelos de placas Arduino. As mais utilizadas são a Uno, Duemilanove e Mega. No quadro que segue estão as principais características de cada placa.

Tabela 1 – Características do hardware do Arduino Uno, Duemilanove e Mega

Placa	Uno	Duemilanove	Mega
Microcontrolador	ATmega328	ATmega168	ATmega1280
Tensão de funcionamento	5V	5V	5V
Tensão de entrada	6-20V	6-20V	6-20V
E/S Digitais	14	14	54
Entradas analógicas	6	6	16
Flash Memory	32k	16k	128k
Clock	16Hz	16Hz	16Hz

A placa Mega sendo mais robusta, com mais memória e mais portas de entrada e saída é mais adequada para uso em projetos mais elaborados. Já as placas Uno e Duemilanove são mais baratas, mas oferecem recursos suficientes para desenvolver a maioria dos projetos. Portanto, vamos descrever as portas destas placas, que são praticamente iguais, pois quase não há diferença no *Hardware* das mesmas.

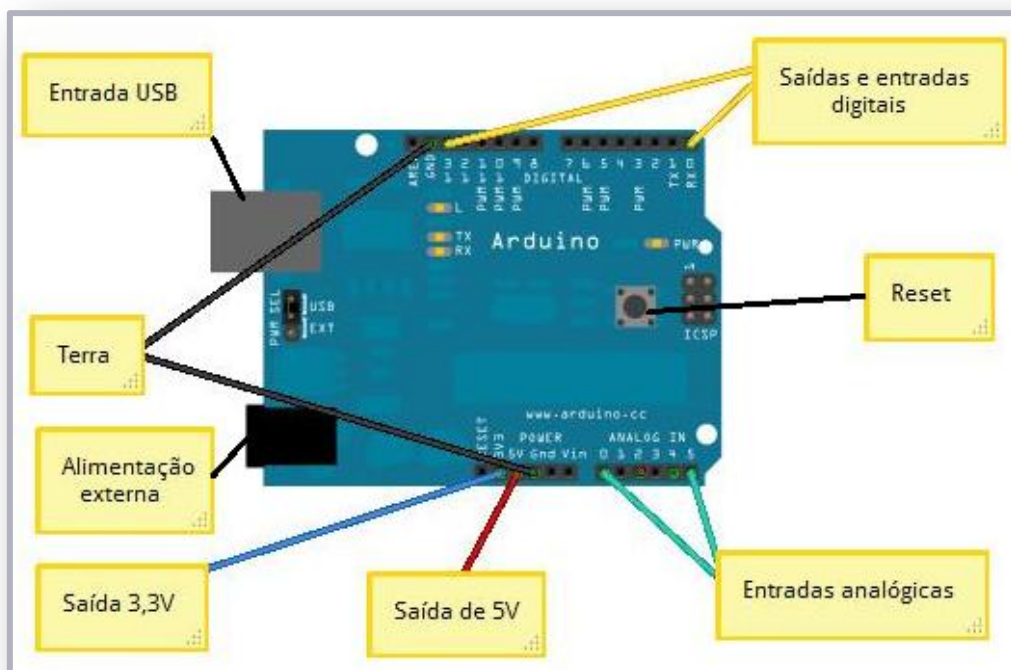


Figura 3 – Esquema de entradas e saídas do Arduino Uno ou Duemilanove

A placa Arduino pode ser alimentada através da conexão USB ou com uma fonte de alimentação externa de 5V e 500mA. A fonte de energia é selecionada automaticamente. A conexão com o micro dá-se através da porta USB do Arduino.

Os pinos digitais 3, 5, 6, 9, 10 e 11 podem usar a função PWM – *Pulse-Width Modulation* (modulação por largura de pulso). Os pinos digitais 0 e 1, servem para a comunicação serial com o computador RX e TX. Já os pinos 2 e 3 podem ser usados para gerar uma interrupções.

I.2 - Programação

Para programar o Arduino utilizamos o aplicativo IDE, figura 4 e 5. O IDE em suas várias versões pode ser encontrado no site <http://arduino.cc/en/Main/Software>.

A programação do Arduino dá-se através de uma linguagem própria,

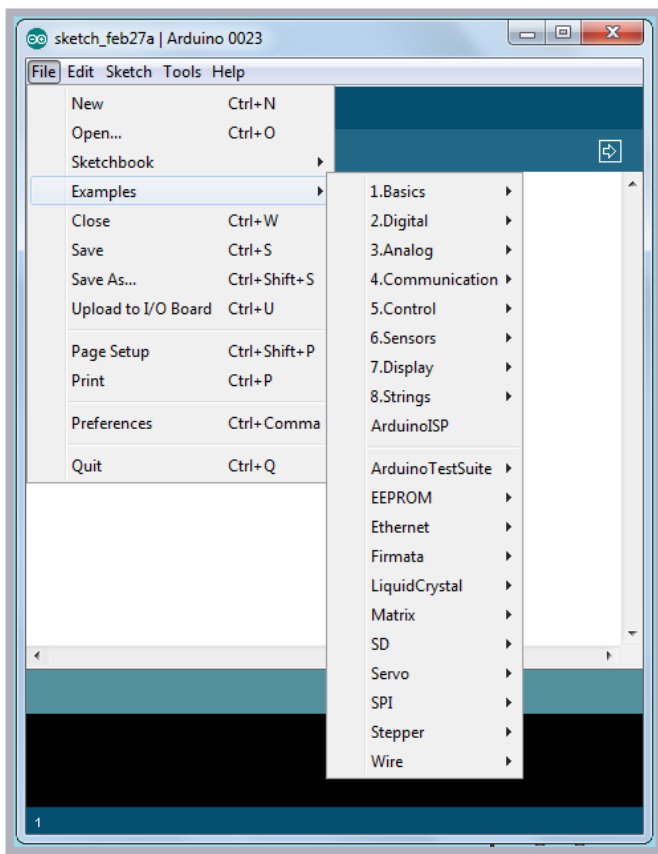


Figura 4- IDE do Arduino versão 023

baseada e *Wiring* que lembra muito a linguagem C++. No site do Arduino encontramos um vasto material de apoio, histórico do Arduino, modelos, fóruns, referências para a linguagem e exemplos. No próprio aplicativo IDE do Arduino encontramos alguns exemplos.

Antes de programar é importante configurar o aplicativo IDE para o modelo de placa a ser utilizada, como mostrado na figura 5 e este estará pronto para receber o código da programação. Quando a programação estiver completa

basta clicar em *Upload* para finalizar e carregar o programa no Arduino. O IDE faz uma compilação do código, verifica se não há erros de comandos na programação e caso haja ele cancela o *Upload* e gera um aviso na tela, do contrário carrega o código compilado no Arduino.

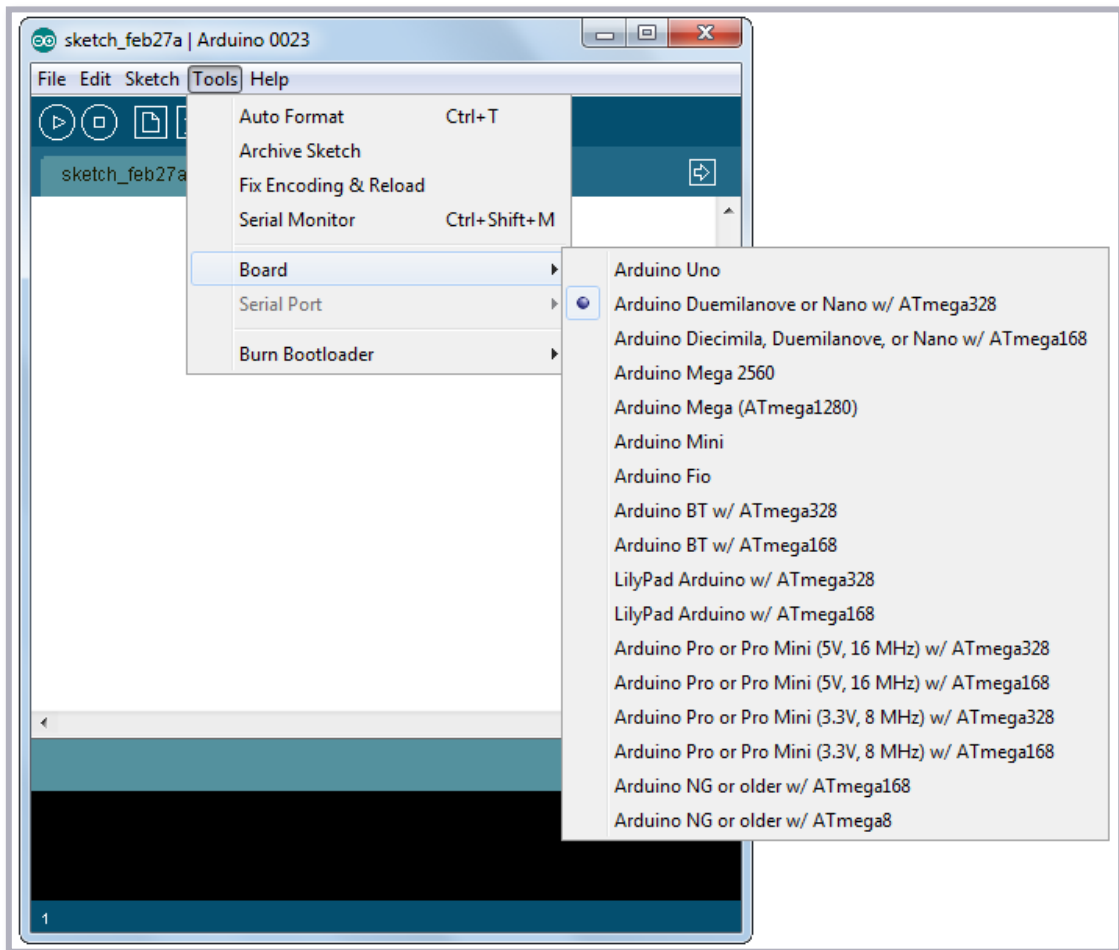


Figura 5 – Utilizando o programa IDE para escolher o modelo de placa a ser utilizada

1.2.1 –Exemplo 1: Porta digital

Para demonstrar a utilização da porta digital do Arduino usaremos um exemplo retirado do aplicativo IDE. Este exemplo é o *Blink* que tem por finalidade fazer piscar um LED em intervalos de tempo iguais. O esquema elétrico necessário para ativar o LED através de uma porta do Arduino está mostrado na Figura 6.

Material:

- LED
- Resistor de 100Ω
- Fios
- *Protoboard*
- Arduino

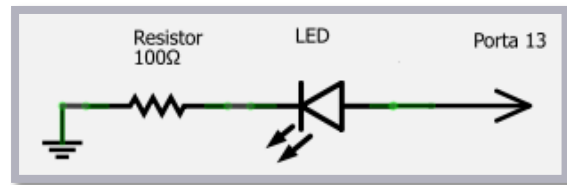


Figura 6 – Esquema elétrico para para ativar um LED.

A montagem do circuito é bem simples a perna maior do LED é conectada na porta 13 do Arduino. A outra perna conecta-se a resistência e esta por sua vez no GND do Arduino, figuras 6 e 7.

Resistência elétrica é uma oposição à corrente elétrica em um condutor. Essa oposição poderá ser maior ou menor dependendo da natureza do condutor. Observa-se que para a mesma tensão elétrica obtêm-se correntes diferentes para diferentes condutores.

Código: Na programação para o Arduino o código é sempre dividido em três partes. A primeira é a declaração de variáveis. A segunda parte é a definição dos parâmetros das portas. A terceira é o bloco de comandos. Na linguagem de programação para o Arduino qualquer texto que for escrito após “//” até o final de cada linha de código será considerado como comentário e será ignorado durante a compilação pelo IDE.

```
// sempre se inicia com as declarações das variáveis

Int LED =13; // O valor inteiro LED é igual a 13

void setup() { // Definições das portas do Arduino

pinMode(LED, OUTPUT); //Define LED(13) como uma porta
de saída

}

void loop() { // Corpo do programa

digitalWrite(LED, HIGH); // Ativa a porta digital 13
delay(1000); // Espera 1000ms
digitalWrite(LED, LOW); // Desativa a porta digital 13
delay(1000); // Espera 1000ms

}
```

Montagem: A figura 7 está mostrando a montagem sobre o *protoboard* do circuito do LED com o Arduino.

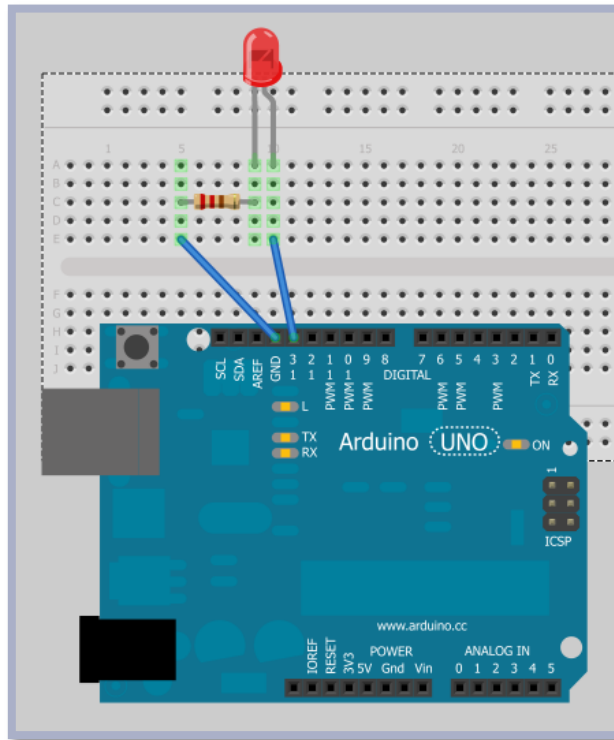


Figura 7 – Esquema de montagem para o exemplo *Blink*

1.2.2 –Exemplo 2: Porta analógica

Com este exemplo iremos ver duas novas funções; uma de leitura da porta analógica e outra de impressão de valores. Para tanto usaremos um LDR que é um resistor que tem seu valor alterado dependendo da luminosidade incidente sobre ele. O LDR pode então ser utilizado como um sensor de LUZ.

Material:

- LDR³
- Resistor de 100Ω
- Fios
- *Protoboard*
- Arduino

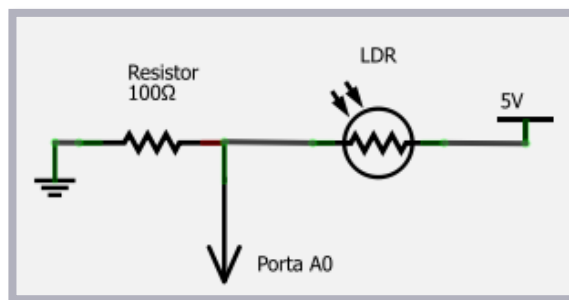


Figura 8. Esquema elétrico para a leitura da ativação de um LDR através da Porta A0.

³ Datasheet do LDR em <http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/124422/ETCI/NORP12.html>

A figura 8, mostra o esquema elétrico para a leitura da ativação de um LDR através da Porta A0. Esta porta lê a DDP (diferença de potencial elétrico) sobre o LDR. O sinal lido na porta A0 será proporcional à intensidade luminosa incidente sobre o LDR

Tensão elétrica ou **diferença de potencial** (DDP) é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos ou a diferença em energia elétrica potencial por unidade de carga elétrica entre dois pontos. A diferença de potencial é igual ao trabalho que deve ser feito, por unidade de carga contra um campo elétrico para se movimentar uma carga qualquer.

Código:

```
Int LDR;    // Declara que a variável LDR é um número
inteiro

void setup() {    // Definições das portas do Arduino

pinMode(A0, INPUT); //Define A0 como uma porta de
entrada de valores.O A0 representa porta analógica 0
Serial.begin(9600); // Ativa a impressão de valores na tela
do micro, 9600 é a velocidade de transferência

}
void loop() {    // Corpo do programa

LDR = analogRead(A0);    // Lê o valor da porta A0 e
armazena na variável LDR
Serial.print("Valor lido: ");    //Imprime na tela o que
estiver entre aspas
Serial.println(LDR);    // imprime o valor de
armazenado em LDR e vai para uma nova linha
delay(200);    // espera 200ms

}
```

OBS: Para visualizar os resultados do comando *serial.print()* você deve clicar no botão *Serial Monitor*, mostrado na figura 9. Este irá abrir um tela auxiliar com a impressão dos dados.

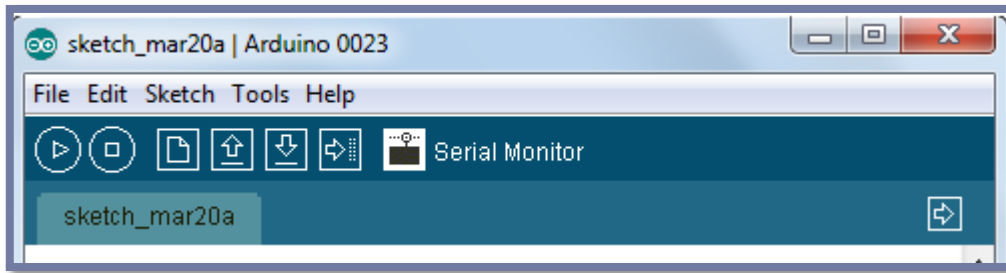


Figura 9 – Imagem da parte superior do programa IDE do Arduino

Montagem: A figura 10 está mostrando a montagem sobre o *protoboard* do circuito do LDR com o Arduino.

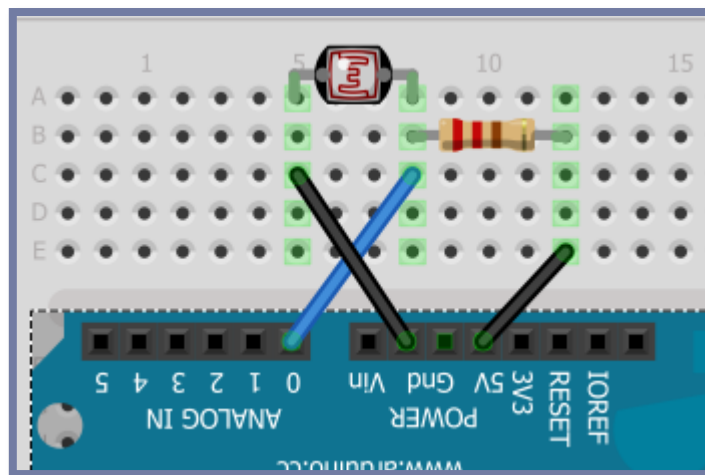


Figura 10 – Esquema de montagem para o exemplo *porta analógica*

I.2.3 – Exemplo 3: Função PWM

Neste exemplo iremos variar o brilho de um LED através de um potenciômetro. Para podermos fazer isso iremos usar duas novas funções: a `map` que faz uma regra de três, convertendo o valor lido na porta analógica entre 0 e 255. E a função PWM que está associada às portas digitais do 3, 5, 6, 9, 10 e 11 do Arduino. A função PWM faz variar a largura do pulso de tensão de saída da porta digital. Quando se utiliza a porta 3, 9, 10 e 11 a frequência dos pulsos é de 490Hz e nas portas 5 e 6 é de 98Hz. O valor desta função vai de 0 a 255, onde 255 corresponde a 100% de pulso de saída, figura 11.

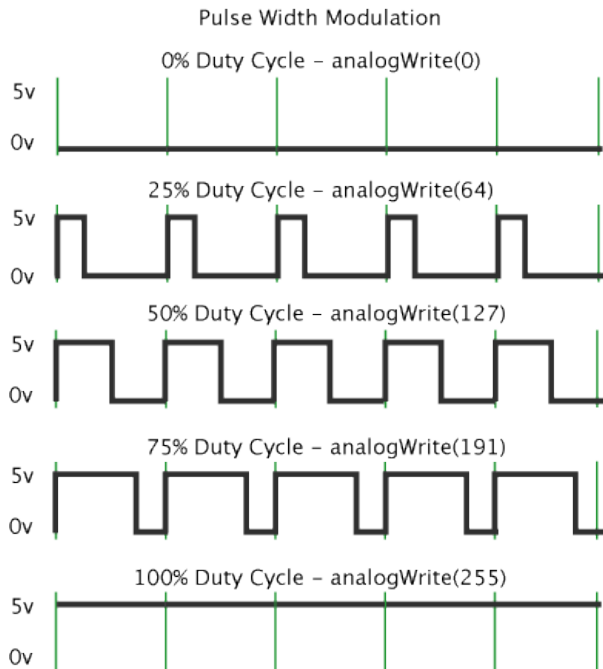


Figura 11 – Representação da saída de tensão quando se usa a função PWM. Para valor 0 temos tensão igual a zero, mas para 255 temos uma tensão contínua de 5V. Qualquer outro valor vai gerar um onda quadrada de 5V, com intervalos de tempo iguais. Imagem retirada de <http://arduino.cc/en/Tutorial/PWM>.

Material:

- LDR
- Resistor de 100Ω
- Fios
- Potenciômetro de 10k
- *Protoboard*
- Arduino

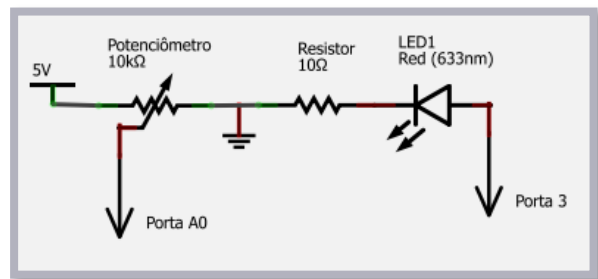


Figura 12 – O esquema elétrico apresenta a leitura do potenciômetro pela porta A0 e o controle do LED pela porta 3.

A porta A0 será usada para ler o valor de um potenciômetro submetido a uma diferença de potencial de 5V. O brilho do LED será ajustado em função desta leitura. O valor da porta A0 será responsável pelas alterações dos pulsos de tensão da função PWM. É conveniente colocar uma resistência em série com o LED para que a corrente elétrica não seja demasiadamente alta e o danifique.

Corrente elétrica é o fluxo ordenado de partículas portadoras de carga elétrica, ou também, é o deslocamento de cargas dentro de um condutor, quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades.

Código:

```
Int POT; // Declara que a variável POT é um número
Int LED; // Declara que a variável LED é um número
```

```

void setup() { // Definições das portas do Arduino

pinMode(A0, INPUT); //Define A0 como uma porta de
entrada de valores.O A0 representa porta analógica 0

pinMode(3, OUTPUT); //Define 3 como uma porta de saída.

}

void loop() { // Corpo do programa

POT = analogRead(A0); // Lê o valor da porta A0 e
armazena na variável POT
LED = map(POT,0,1023,0,255); // Usa o valor da variável
POT que varia de 0 a 1023 para converter em número de 0
a 255. Que são os valores que a função PWM suportam
analogWrite(3, LED); // Manda a porta 3 liberar uma tensão
na forma de onda quadrada onde a largura é definida pelo
valor da variável LED

```

Montagem: Na figura 13 está mostrando a montagem sobre o *protoboard* do exemplo 3.

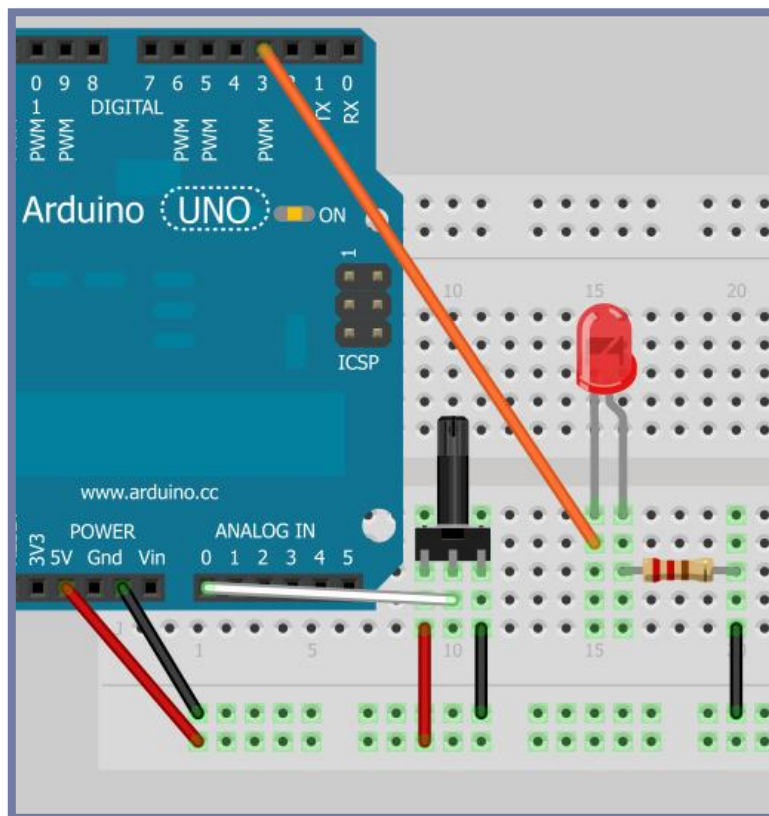


Figura 13 – Esquema da montagem do exemplo 3, função PWM

Sensores: Exemplo de Aplicação

A seguir serão mostrados alguns exemplos do uso de diferentes sensores com o Arduino que podem ser usados em aulas ou na construção de equipamentos e experimentos com aquisição automática de dados.

2.1 – LM35: Sensor para temperatura

O LM35 é um sensor de temperatura que nos remete valores na escala celsius, linear ($10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$) e pode medir valores entre -55°C a 150°C . Para medir valores negativos de temperatura é necessário de uma fonte com tensão negativa.

Temperatura é uma medida da energia cinética média de translação das moléculas de um gás ideal. Ou podemos dizer que é a quantidade que diz quão quente ou frio um corpo se encontra, em relação a um determinado padrão.

Material:

- LM35⁴
- *Protoboard*
- Arduino

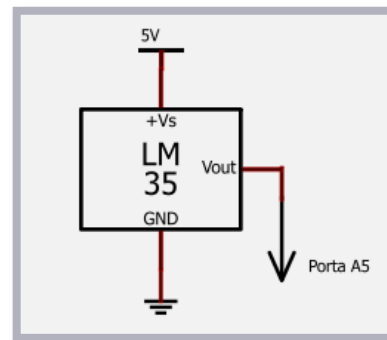


Figura 13 – Esquema de ligação do LM35

A ligação é bem simples, não há necessidade de se conectar outros componentes para medir temperaturas positivas, figura 13 e 14. Para medir temperaturas negativas deve-se substituir o GND por uma fonte de tensão negativa, -5V.

⁴ Datasheet do LM35 em <http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/8866/NSC/LM35.html>

Código:

```
float sensor; // declara a variável sensor
float cont; // declara a variável cont

void setup(){

pinMode(A5, INPUT); //Define A5 como uma porta de
entrada de valores.O A5 representa porta analógica 5
Serial.begin(9600); // Ativa a impressão de valores na tela
do micro, 9600 é a velocidade de transferência

}

void loop(){

sensor = analogRead(A5); // Lê o valor da porta A5 e
armazena na variável sensor
cont=(sensor*5)/1023; // o valor lido de tensão na porta
analógica "sensor" será armazenado com uma precisão de 1
Kbyte (1024 bytes) de variação. Então 0V está 0 e 5V para
1023
Serial.print("Temperatura: "); //Imprime na tela o que
estiver entre aspas
Serial.println(cont*100); // como cada 0,01V é um 1°C
multiplicamos por 100 o cont que é o valor da tensão.
Imprime o valor e pula uma linha
delay(1000); // espera 1s

}
```

Montagem:

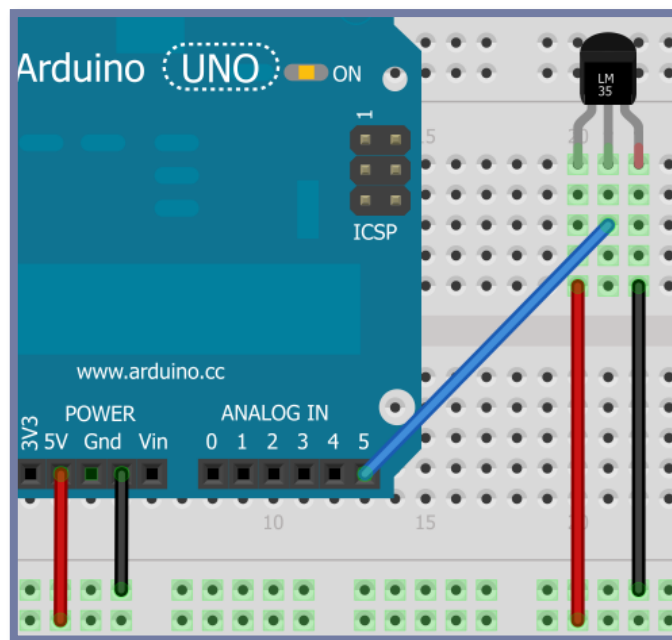


Figura 14 – Ilustração da montagem do sensor LM35 no *ProtoBoard* com o Arduino.

2.2 – LDR: Sensor para luminosidade

O LDR é um resistor que varia sua resistência quando exposto à luz. Com três LDRs em série ou mais, dispostos em arco, podemos verificar a variação da luminosidade do local. Determinando assim se é um dia claro, escuro ou encoberto. Neste exemplo é sugerida a montagem dos LDRs em um arco de modo a captar a luz do amanhecer ao entardecer, este arco deve estar alinhado com o movimento solar.

Associação de resistores:

Associação em série ocorre quando os resistores estão ligados um ao outro sem haver nenhum outro elemento de circuito entre eles.

Associação em paralelo ocorre quando os dois terminais de cada uma das resistências estiverem ligados aos mesmos pontos do circuito.

Material:

- *Protoboard*
- Arduino
- Resistor de 300Ω
- 3 LDRs

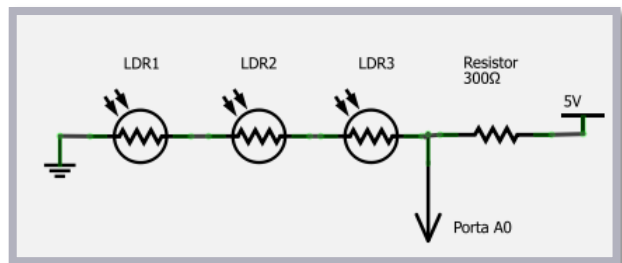


Figura 15 – Esquema elétrico de três LDRs em série.

A porta A0 lê a diferença de potencial nos LDR3, com este valor estabelecemos uma comparação que nos permite dizer se é claro, nublado ou escuro.

Código

```
int resistor; // cria variável resistor
char* myStrings[ ]={"escuro", "encoberto", "claro"}; //
cria uma matriz de caracteres onde o valor 0 é a palavra
escuro, 1 encoberto e 2 claro
int luz; // a variável luz

void setup() {
pinMode(A0, INPUT); //Define A0 como uma porta de entrada
de valores.O A0 representa porta analógica 0
```

```

Serial.begin(9600); // Ativa a impressão de valores na tela do
micro, 9600 é a velocidade de transferência

}

void loop() {
  resistor=analogRead(A0); // Lê o valor da porta A0 e
armazena na variável resistor

  if (resistor <= 10){ // se o valor da variável for menor que 10,
variável luz igual a 0
luz=0;
}

if (resistor > 10 && resistor < 400){ // se o valor da variável
for entre 10 e 400, variável luz igual a 1

  luz=1;
}

if (resistor >= 400){ // se o valor da variável for maior que
400, variável luz igual a 2

  luz=2;
}

  Serial.print(resistor); // imprime o valor da variável
resistência para calibração das funções if
  Serial.print(" "); // imprime um espaço
  Serial.print(myStrings[luz]); // imprime a matriz de
caracteres escuro, encoberto e claro
  Serial.println(" ");// pula para próxima linha
  delay(500); // dá um tempo de 500
}

```

Montagem:

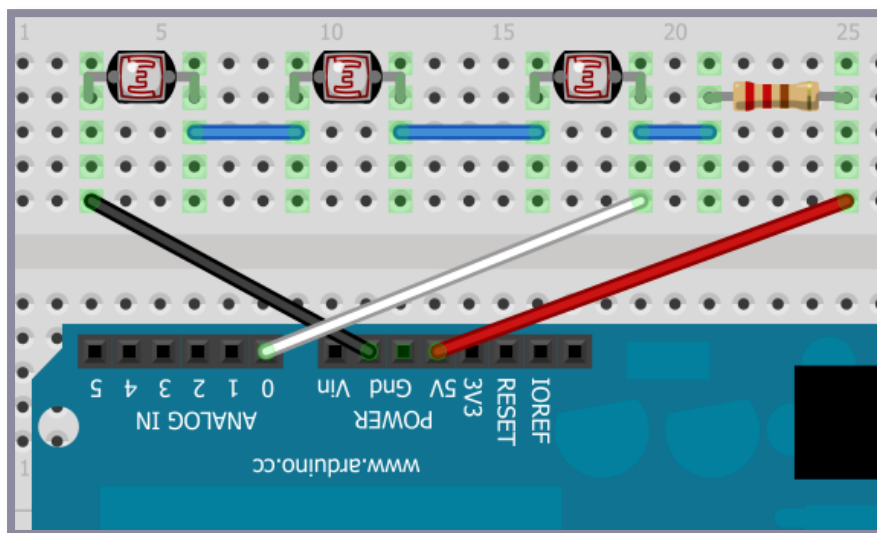


Figura 16 – Montagem do LDRs no *Protoboard* para determinação da incidência da luz no transcorrer do *dia*.

2.3 – HIH-4000-001: Sensor para umidade

O sensor HIH-400-001 é um sensor linear de umidade relativa do ar, pouco comum no mercado brasileiro. Quanto maior a umidade maior é a tensão de saída.

Umidade relativa do ar, em termos simplificados, o quanto de água na forma de vapor existe na atmosfera no momento em relação ao total máximo que poderia existir, na temperatura observada.

Material:

- *Protoboard*
- Arduino
- HIH-4000-001⁵

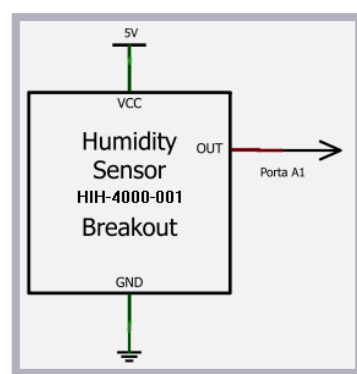


Figura 17 – Esquema elétrico do sensor de umidade

Sensor de fácil montagem pode ser conectado diretamente no Arduino e sua saída é linear. Com 0 de umidade o sensor acusa uma tensão de 0,826V, e a cada 0,0314V equivale a um ponto percentual de umidade relativa. Então 10% de umidade acusariam no sensor 1,14V ($1,14V = 0,826 + 0,0314 \times 10\%$).

Código:

```
float sensor; // declara a variável sensor
float cont; // declara a variável cont

void setup(){
  pinMode(A1, INPUT); // ativa a porta analógica A1 como
  entrada de dados
  Serial.begin(9600); // ativa a porta serial
}

void loop(){
  sensor = analogRead(A1); // lê o valor da porta A1 e
  armazena na variável sensor
```

⁵ Datasheet do HIH-4000-001 em <http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/227310/HONEYWELL/HIH-4000-001.html>


```

cont=(sensor*5)/1023; // converte os valor em volts
cont= cont-0.826; // desconto de tenção, pois 0 de
umidade relativa corresponde a 0,826v na saída do sensor
cont=cont/0.031483; // cada um ponto percentual de
umidade relativa é igual a 0,031483V

```

```

Serial.print(cont); // imprime o valor de cont
Serial.println("%"); // imprime % e pula a linha
delay(250); // dá um tempo de 0,25s
}

```

Montagem:

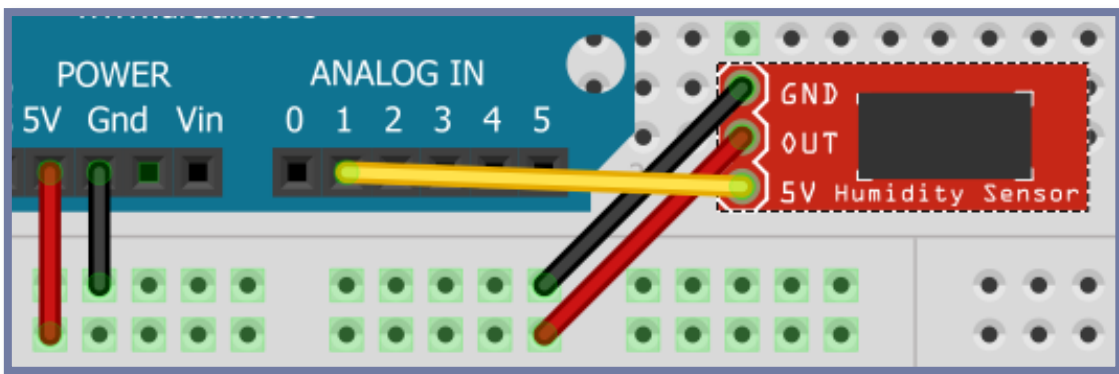


Figura 18– Montagem do sensor de umidade no *Protoboard*

2.4 – Reed switch: Sensor para Biruta

O Reed switch funciona como uma chave magnética, que fecha com a aproximação de um ímã e a abre quando este se afasta. Largamente utilizado em alarmes de portas e janelas.

Material:

- 8 Resistor de 1kΩ
- *Protoboard*
- Arduino
- 8 Reed Switch⁶
- Ímã

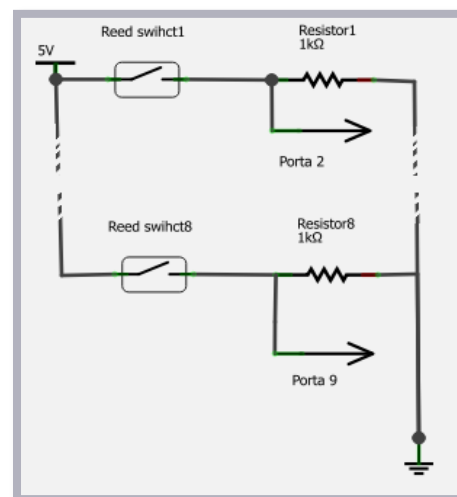


Figura 19 – Esquema elétrico das ligações dos *Reed switch* para fazer a biruta.

⁶ Datasheet do Read Switch em <http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/319728/MEDER/ORD213.html>

Para construir uma biruta podemos utilizar oito chaves magnéticas (reed switches). As chaves foram dispostas de acordo com os pontos cardeais principais e os secundários sobre um disco circular de 30cm de diâmetro. Sobre o disco, preso a um eixo vertical, está uma biruta que pode girar livremente de acordo com a direção do vento. No braço da biruta está fixo um ímã que ativa as chaves magnéticas quando passa por sobre elas enquanto a biruta gira.

Biruta é um equipamento que serve para indicar a direção do vento. As birutas que encontramos no dia-a-dia também nos fornecem a intensidade do vento. Quanto maior a **velocidade** do vento mais reto fica o cone de tecido que a constitui.

Velocidade relaciona a variação da posição de um ponto ou corpo em relação ao tempo. Podemos dizer que é a distância percorrida por um corpo num determinado intervalo temporal.

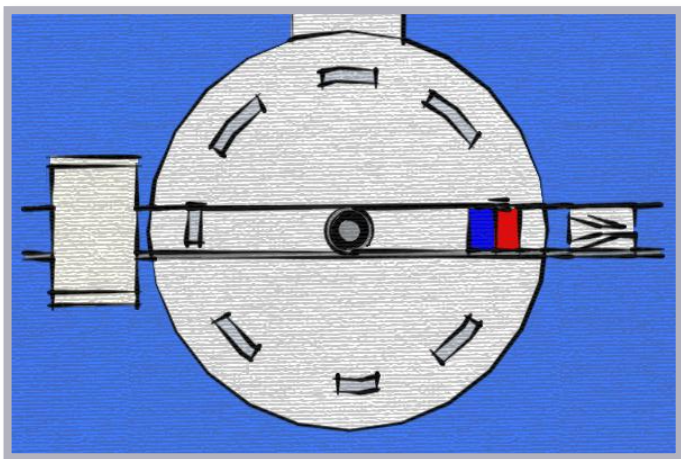


Figura 20– Desenho da montagem da biruta. Os Reeds switches são oitos e ficam posicionados de acordo com pontos cardeais. Sobre eles gira um eixo com um ímã acoplado.

Código:

```
int N; // declara a variável N
int posicao; // declara a variável posição

void setup() {
  pinMode(2, INPUT); // declara que as portas 2, 3, 4, 5, 6,
  7, 8 e 9 são de entradas de dados
  pinMode(3, INPUT);
  pinMode(4, INPUT);
  pinMode(5, INPUT);
  pinMode(6, INPUT);
  pinMode(7, INPUT);
  pinMode(8, INPUT);
  pinMode(9, INPUT);
  Serial.begin(9600); // ativa a porta serial
}
```

```

void loop() {
    digitalWrite(2, LOW); // declara que o estado inicial das
portas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 é baixo, sem tensão
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    digitalWrite(6, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
    digitalWrite(8, LOW);
    digitalWrite(9, LOW);

    posicao = digitalRead(2); // faz a leitura da porta e
armazena o valor na variável posição
    if ( posicao == HIGH) // se o estado da variável posição for
alto ativa a condição
    {
        N=0; // a variável N indica a direção em graus, 0 é norte.
    }

    posicao = digitalRead(3); // faz a leitura da porta e
armazena o valor na variável posição
    if ( posicao == HIGH) // se o estado da variável posição for
alto ativa a condição
    {
        N=45; // a variável N indica a direção em graus, 45 é
nordeste
    }

    posicao = digitalRead(4); // faz a leitura da porta e
armazena o valor na variável posição
    if ( posicao == HIGH) // se o estado da variável posição for
alto ativa a condição
    {
        N=90; // a variável N indica a direção em graus, 90 é leste.
    }

    posicao = digitalRead(5); // faz a leitura da porta e
armazena o valor na variável posição
    if ( posicao == HIGH) // se o estado da variável posição for
alto ativa a condição
    {
        N=135; // a variável N indica a direção em graus, 135 é
sudeste
    }

    posicao = digitalRead(6); // faz a leitura da porta e
armazena o valor na variável posição
    if ( posicao == HIGH) // se o estado da variável posição for
alto ativa a condição
    {
        N=180; // a variável N indica a direção em graus, 180 é sul
    }
}

```

```

posicao = digitalRead(7); // faz a leitura da porta e
armazena o valor na variável posição

if ( posicao == HIGH) // se o estado da variável posição
for alto ativa a condição

{
  N=225; // a variável N indica a direção em graus, 225 é
sudoeste
}
posicao = digitalRead(8); // faz a leitura da porta e
armazena o valor na variável posição

if ( posicao == HIGH) // se o estado da variável posição
for alto ativa a condição
{
  N=270; // a variável N indica a direção em graus, 270 é
oeste
}

posicao = digitalRead(9); // faz a leitura da porta e
armazena o valor na variável posição
if ( posicao == HIGH) // se o estado da variável posição
for alto ativa a condição
{
  N=315; // a variável N indica a direção em graus, 315 é
noroeste
}
}
Serial.println(N); // imprime o valor da variável N
delay(500); //dá um tempo de 0,5s
}

```

Montagem:

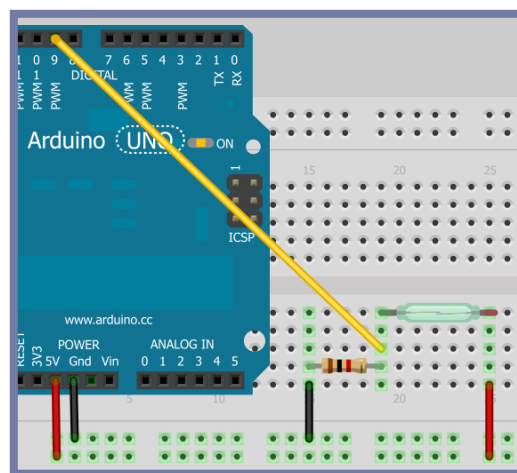


Figura 21 –Montagem da biruta. Por conveniência foi mostrado apenas um *Reed swihcts*, mas são 8 no total e cada um se liga a uma porta digital distinta.

2.5 – Fotodiodo: Usado como sensor para determinar a velocidade do vento

O fotodiodo funciona com uma chave, quando exposto a luz infravermelha conduz. Estas mudanças de estado podem ser lidas pelo Arduino.

Material:

- *Protoboard*
- Arduino
- 3 Fotodiodos⁷
- 3 LEDs infravermelho⁸
- 3 Resistores de 300Ω

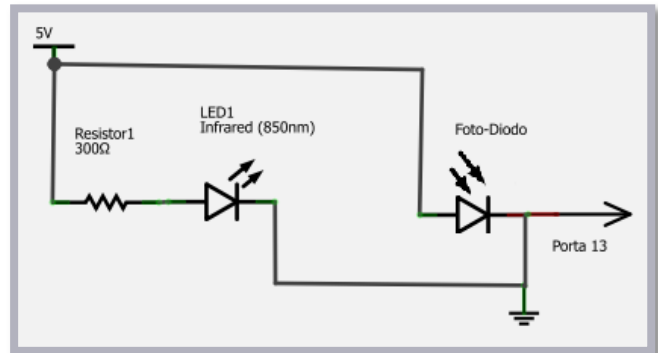


Figura 22 – Esquema de ligação do fotodiodo.

Para medir a intensidade do vento podemos utilizar três emissores e três receptores de infravermelho, tipo fotodiodos. Construímos um sistema com três pás em ângulos de 120° que giram livremente na horizontal. Conforme giram as hastes das pás, estas bloqueiam o emissor de infravermelho e o receptor muda de estado. O tempo de mudança do estado é medido e com isso se obtém a velocidade angular das pás e a partir da qual podemos determinar a intensidade do vento. A montagem proposta é mostrada na figura 23.

Velocidade angular tem uma definição análoga ao conceito de velocidade, mas relaciona variação angular em relação ao tempo. A velocidade angular descreve a velocidade de uma rotação.

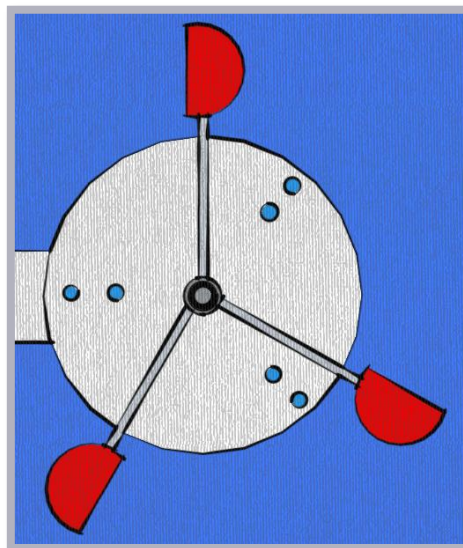


Figura 23- Imagem da montagem do sistema para determinar a intensidade do vento

⁷ Datasheet do fotodiodo em <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/45628/SIEMENS/SFH229.html>

⁸ Datasheet do LED infravermelho em <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/219282/EVERLIGHT/IR383.html>

Código:

```
float velocidade; //declara variável do tipo fracionaria
int ini;
int fim;
int angulo;
int sinal;
long int tempo; //declara variável do tipo inteira com
capacidade para armazenar números muitos grandes

void setup(){

  pinMode(13,INPUT); //declara que a porta é de entrada
  Serial.begin(9600); //ativa a porta serial

}

void loop(){
  angulo= 0; // zera a variável ângulo
  ini=millis(); // função armazena o tempo atual na variável
ini, definindo o tempo inicial
  for (int i=1; i <= 100; i++) // repete o processo abaixo 100
vezes
  {
    sinal=digitalRead(13); //lê o valor da porta e armazena
na variável
    if (sinal == LOW) //se variável tiver valor baixo ativa o if
    {
      angulo= angulo + 1; //adiciona +1 na variável ângulo
      delay(200); // dá um tempo de 0,2s
    }
  }
  delay(10); // dá um tempo de 0,01s

}
  fim=millis();// armazena o valor atual do tempo na variável
ini, definindo o tempo final
  tempo= fim - ini; // calcula o intervalo de tempo
  velocidade= (angulo/tempo)*1000; // ângulo dividido
pelo tempo em milissegundo

  Serial.println(velocidade); // imprime o valor da
velocidade

}
```

Montagem:

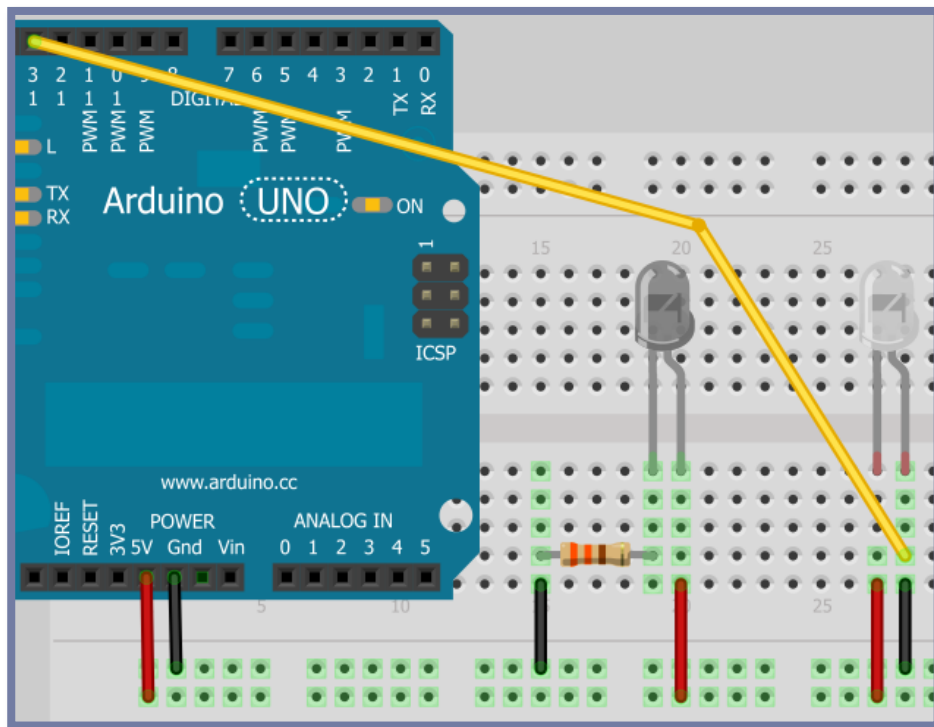


Figura 24 – Esquema da montagem. O sensor cinza escuro é o emissor e cinza claro o receptor

2.6 – BMP085: Sensor para pressão

O sensor BMP085 é bem preciso, largamente utilizado na aviação comercial como altímetro. Além de medir a pressão permite medir a temperatura. Outra vantagem na utilização deste sensor com o Arduino é que já existe uma biblioteca pronta, não havendo necessidade de programação. A biblioteca do BMP085 para Arduino retorna os valores de pressão e temperatura. A montagem para esta aplicação é mostrada na figura 25.

Material:

- Protoboard
- Arduino
- BMP085⁹

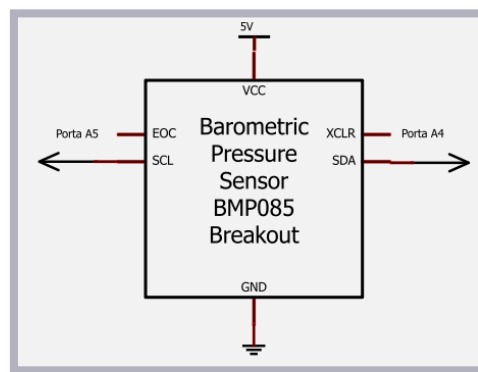


Figura 25 – Esquema de ligação do sensor de pressão

⁹ Datasheet do sensor BMP085 em http://www.adafruit.com/datasheets/BMP085_DataSheet_Rev.1.0_01July2008.pdf

Para podermos medir a pressão atmosférica e a temperatura devemos ligar o sensor BMP085 como mostra a figura 25 ou 26.

Pressão atmosférica é a pressão exercida pela camada de moléculas de ar sobre a superfície. A pressão é a força exercida por unidade de área, neste caso a força exercida pelo ar em um determinado ponto da superfície. Essa pressão pode mudar de acordo com a variação de altitude, ou seja, quanto maior a altitude menor a pressão e, conseqüentemente, quanto menor a altitude maior a pressão exercida pelo ar na superfície terrestre.

Montagem:

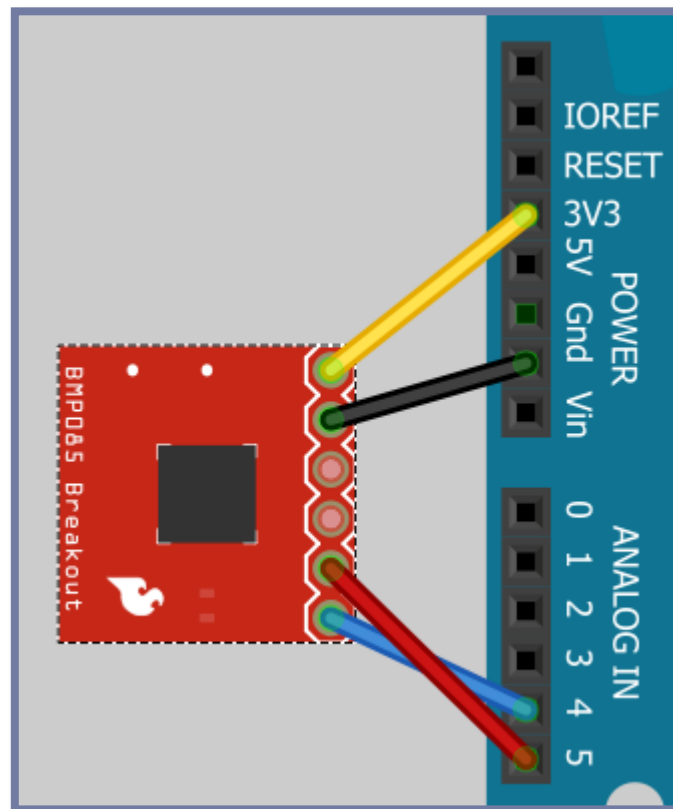


Figura 26 – Esquema de ligação do sensor BMP085 no Arduino

Arduino e o Aluno

A maioria dos educandos quando entra em contato com o Arduino normalmente não possui conhecimento algum de eletrônica. Então, espera-se que este conhecimento seja adquirido primeiro para que possamos trabalhar, porém não há esta necessidade. Podemos começar com uma breve explicação de conceitos como diferença de potencial elétrico (tensão), corrente elétrica, resistores e código de cores. Ao longo das atividades esses conceitos e outros poderão ser aprofundados.

Os comandos de programação do Arduino são muito simples, de modo que os alunos podem aprender o seu uso através de sua aplicação em exemplos simples por tentativa e erro, ainda que se recomende o uso das melhores práticas de programação, como o uso de fluxograma,

O exemplo 1 (pág. 7) permite que o aluno manipule a frequência de acendimento de um LED. Com esta atividade podemos explicar as três partes que compõem a estrutura de programação: declarar variáveis, configurar as portas e a programação. Outra atividade importante com este exemplo é fazer com que o aluno manipule o programa para acender múltiplos LEDs, como construir um semáforo, por exemplo.

Os exemplos 2 (pág. 9) e 3 (pag 11) permitem o aluno exercitar leitura, ativação ou controle de diferentes componentes como, potenciômetros, LEDs, lâmpadas e motores DC.

Com a prática desses três exemplos e sua manipulação, espera-se que a atividade com Arduino se desenvolva sem muitas complicações. Sempre estimule o aluno a pesquisar outras soluções para os desafios ou problemas propostos e a trabalhar em grupo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

DATA SHEETS - <http://www.alldatasheet.com/>

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

MCROBERTS, M. *Arduino Básico*, São Paulo, Novatec, 2011

PROCESSING -

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Processing_\(linguagem_de_programação\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Processing_(linguagem_de_programação))

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)

UNESCO/COL. *Open Educational Resources and Change in Higher Education: Reflections from Practice*. Commonwealth of Learning: Vancouver, 2012

WIRING - <http://pt.wikipedia.org/wiki/Wiring>