



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**  
Instituto de Física  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
Mestrado Profissional em Ensino de Física

## **UMA PROPOSTA DE ENSINO DE FÍSICA PARA TURMAS NOTURNAS**

Marcelo Elias da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Helio Salim de Amorim

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2014

# UMA PROPOSTA DE ENSINO DE FÍSICA PARA TURMAS NOTURNAS

Marcelo Elias da Silva

Orientador: Helio Salim de Amorim

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

---

Presidente, Prof. Helio Salim de Amorim

---

Prof. Alexandre Carlos Tort

---

Prof. Marcelo Shoey de Oliveira Massunaga

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2014

## FICHA CATALOGRÁFICA

C586 Silva, Marcelo Elias da  
Uma Proposta de Ensino de Física para Turmas Noturnas /  
Marcelo Elias da Silva. - Rio de Janeiro: UFRJ / IF, 2014.  
xviii, 145f.: il.;30cm.  
Orientador: Helio Salim de Amorim  
Dissertação (mestrado) – UFRJ / Instituto de Física /  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2014.  
Referências Bibliográficas: f. 139 -145.  
1. Ensino de Física. 2. Ensino Médio Noturno. 3. Nova EJA  
4. Arduino. I. Amorim, Helio Salim. II. Universidade Federal do Rio  
de Janeiro, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em  
Ensino de Física. III. Uma Proposta de Ensino de Física para  
Turmas Noturnas.

## **Agradecimentos**

Agradeço especialmente ao meu orientador, Prof. Helio Salim de Amorim, sua dedicação, persistência e paciência foram fundamentais para a conclusão desta dissertação, sem ele nada disso seria possível, um exemplo de professor e ser humano.

Agradeço aos meus pais Carlos Osmar Santos da Silva e Ana Luiza Elias da Silva por toda a minha criação, apoio e investimentos na minha educação, só foi possível chegar até aqui graças a eles.

Agradeço a minha namorada Natasha Felipe Grimaldi Alves pelo companheirismo, incentivo, paciência e ajuda, sua abdicação de tudo foi sem limites e fundamental para a elaboração dessa dissertação.

Agradeço a Dilma Conceição dos Santos, pela preocupação, atenção e carinho durante essa longa jornada em busca dessa conquista.

Agradeço aos meus colegas de mestrado Alexandre Marcelo Pereira, Carlos Frederico Marçal Rodrigues, Eric Barros Lopes, Leonardo Pereira Vieira, Luiz Raimundo Moreira de Carvalho, Manoel Jorge Rodrigues Marim, Marcos Paulo da C. Martinho e Servio Tulio Lunguinho de Souza pelo companheirismo e ajuda durante as aulas.

Agradeço a todos os meus professores do Mestrado Profissional em Ensino de Física pelas aulas e conhecimentos adquiridos.

# RESUMO

## UMA PROPOSTA DE ENSINO DE FÍSICA PARA TURMAS NOTURNAS

Marcelo Elias da Silva

Orientador:  
Helio Salim de Amorim

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Apresentamos nesse trabalho uma proposta para ensinar Física para turmas do Ensino Médio Noturno. Mostramos um histórico com os principais acontecimentos relacionados com essa modalidade de ensino, onde descreveremos as ações e objetivos dos governos em épocas diferentes. As condições atuais do turno da noite foram descritas considerando a realidade dos colégios, o conteúdo a ser lecionado e as características e situações das turmas e alunos para assistir uma aula, destacando sempre os principais problemas encontrados que atrapalham o desenvolvimento das aulas. Uma modalidade de ensino implementada desde 2013 no Estado do Rio de Janeiro foi considerada aplicável para o ensino noturno, denominada Nova EJA (Educação de Jovens e Adultos). Um novo modelo de aula foi confeccionado e proposto como alternativa para substituir o modelo de aula atual que em muitos casos pode ser considerado ineficiente. Na parte teórica da aula sugerimos a utilização de métodos e recursos que permitam uma aula mais atrativa. Nossa proposta enfatiza a aula prática, onde o ensino acontece de uma forma mais dinâmica e participativa com foco no mundo do trabalho e da tecnologia. Para isso descrevemos e utilizamos a placa Arduino, um instrumento muito importante com diversas aplicações em todas as áreas da Física e também como forma de apresentar a linguagem de programação. Exemplificamos com atividades de eletricidade e magnetismo a nossa proposta utilizando o sistema POE (Previsão, Observação e Explanação). Acreditamos que com todas essas modalidades implantadas possamos melhorar a forma de ensino e aprendizagem no ensino noturno de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física, Ensino Médio Noturno, Nova EJA, Arduino.

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2014

# **ABSTRACT**

## **A PROPOSAL OF PHYSICS TEACHING FOR EVENING CLASSES**

Marcelo Elias da Silva

Supervisor:  
Hélio Salim de Amorim

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

In this work we present a proposal to teach physics to high school classes in the evening. Show a history with the main events related to this teaching modality, which describe the actions and objectives of governments at different times. The current conditions of the night shift were described considering the reality of the schools, the content being taught and the characteristics and situations of classes and students to watch a class, always highlighting the main problems found and which hamper the development of the class. A teaching implemented since 2013 in the State of Rio de Janeiro was considered applicable to night school, called New EJA (Education of Youths and Adults). A new class model was built and proposed as an alternative model to replace the current class, which in many cases can be considered inefficient. In the theoretical part of the class we suggest the use of methods and resources for a more attractive class. Our proposal emphasizes the practical lesson where the teaching happens more dynamic and participative way, focusing on the world of work and technology. For this, we describe and use the Arduino board, a very important tool with many applications in all areas of physics and also as a way to present the programming language. We exemplify our proposal with electricity and magnetism activities using POE system (Forecast, Observation and explanation). We believe that with all these modalities deployed can improve the form of the teaching and learning of physics in evening classes.

Keywords: Teaching of Physics; Evening High School; New EJA; Arduino.

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2014

# Sumário

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1 REVISÃO HISTÓRICA E SITUAÇÃO DO PROBLEMA</b> .....	5
1.1 INTRODUÇÃO .....	5
1.2 HISTÓRICO .....	6
1.3 A REALIDADE DO ENSINO MÉDIO NOTURNO .....	22
1.4 PLANEJAMENTO ESCOLAR .....	31
1.5 EVASÃO ESCOLAR .....	34
1.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	36
<b>CAPÍTULO 2 O NOVA EJA E UMA PROPOSTA DE AULA COM O ARDUINO</b> .....	39
2.1 INTRODUÇÃO .....	39
2.2 O PROGRAMA NOVA EJA .....	41
2.3 MODELO DE AULA .....	47
2.3.1 PARTE EXPOSITIVA DA AULA .....	47
2.3.2 PARTE PRÁTICA DA AULA .....	49
2.4 A PLACA ARDUINO .....	55
2.5 O SISTEMA PREVISÃO, OBSERVAÇÃO E EXPLANAÇÃO (POE) .....	62
2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	63
<b>CAPÍTULO 3 AS ATIVIDADES PRÁTICAS</b> .....	65
3.1 ATIVIDADE I – FAZENDO O LED PISCAR COM A ARDUINO .....	67
3.1.1 DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE I .....	68
3.1.1.1 PRIMEIRA SEÇÃO .....	68
3.1.1.2 SEGUNDA SEÇÃO .....	71
3.1.1.3 TERCEIRA SEÇÃO .....	76
3.1.2 CONCLUSÃO DA ATIVIDADE I .....	85
3.2 ATIVIDADE II – FAZENDO UMA LÂMPADA PISCAR COM A ARDUINO .....	88
3.2.1 DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE II .....	89
3.2.1.1 PRIMEIRA SEÇÃO .....	89
3.2.1.2 SEGUNDA SEÇÃO .....	93

3.2.1.3 TERCEIRA SEÇÃO .....	96
3.2.2 CONCLUSÃO DA ATIVIDADE II .....	100
3.3 ATIVIDADE III – CONTROLANDO UM SEMÁFORO COM UMA PLACA ARDUINO ...	102
3.3.1 DESCRIÇÃO .....	103
3.3.1.1 SEÇÃO ÚNICA.....	103
3.3.2 CONCLUSÃO DA ATIVIDADE III .....	111
<b>CAPÍTULO 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO I RELAÇÃO DE MATERIAIS .....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXO II TABELA DE CORES PARA RESISTORES.....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO III SOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS E PROBLEMAS.....</b>	<b>120</b>
ANEXO III. 1 SOLUÇÃO DOS EXERCÍCIOS DA ATIVIDADE I .....	120
ANEXO III. 2 SOLUÇÃO DOS EXERCÍCIOS DA ATIVIDADE II .....	128
ANEXO III. 3 SOLUÇÃO DOS EXERCÍCIOS DA ATIVIDADE III .....	135
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>139</b>



## INTRODUÇÃO

Eu me formei pela URFJ em 2003, embora antes deste ano já lecionasse Física. Durante a maioria da minha carreira como professor eu trabalhei e continuo trabalhando em turmas do Ensino Médio, nas três séries, do turno da noite. Vivenciei diversas situações e experiências que foram muito importantes na minha vida profissional. Esse turno foi e sempre será apaixonante de se trabalhar pelas diversas histórias de vidas presentes ali. Em muitos momentos eu não somente ensinei como também aprendi muito. Dentre muitos casos, tive exemplos de pessoas da 3ª idade, alguns já aposentados, que queriam ter o orgulho de conquistar o seu diploma do Ensino Médio, realizando uma etapa que não pôde ser concluída no passado. Certa vez ministrei aula para um senhor muito humilde que conseguiu criar os dois filhos apenas com o ensino Fundamental, porém sempre os ensinou que através dos estudos poderiam ter uma vida melhor. Consegui formá-los em uma faculdade e hoje estão bem colocados no mercado atingindo um salário que permitiu subir seus padrões de vida. Em virtude disso, para mostrar a sua família que ele realmente acreditava no que ensinava aos filhos, resolveu concluir o Ensino Médio para ter orgulho de si mesmo e dar um exemplo a todos de que nunca é tarde para estudar. Existem também outros exemplos magníficos de alunos que acordavam muito cedo, trabalhavam nos turnos da manhã e da tarde, saíam do trabalho apressados para assistir ao início da aula à noite, lutando contra o cansaço, chegando ao colégio para estudar em busca de um futuro melhor. Eu presenciei diversos alunos que estudavam a noite, trabalhando de dia, com uma luta árdua diária, para conseguirem concluir o Ensino Médio e ingressarem em uma faculdade seja particular ou até mesmo almejavam uma instituição pública. Como disse antes, eu não apenas ensinava, pois nos colégios que trabalhei e ainda trabalho, se aprende muito com as lições de vida que acontecem todo ano principalmente no turno da noite. Apesar desses sacrifícios dos alunos para ter a oportunidade de aprender, não existe um reconhecimento desse esforço. Em todos os colégios que trabalhei no turno da noite, as aulas sempre foram arrastadas, as condições de ensino sempre estiveram longe do ideal e necessário para um bom aprendizado. A realidade do turno da noite, não é a mesma realidade da manhã e da tarde. O perfil dos alunos é diferente, à noite as turmas são heterogêneas, com realidades distintas, com uma grande quantidade de alunos trabalhadores. O planejamento e o conteúdo a ser ensinado não deveriam ser iguais para

os três turnos. As condições de ensino tem que estar de acordo com a realidade dos alunos. Essa foi a minha motivação para essa dissertação, preparar um projeto para recompensar o esforço de muitos desses alunos, dar um pouco mais de atenção para um turno quase que esquecido pelo sistema de ensino, fornecer o ensino que eles merecem e tentar melhorar a qualidade preparando algo personalizado, diferenciado para a realidade da noite.

Essa dissertação tem o objetivo de oferecer uma proposta de ensino de Física para ser aplicada no Ensino Médio Noturno, onde a aula deve acontecer de forma motivadora, participativa e dinâmica. A Física não pode mais ser ensinada da mesma forma em todas as turmas, usando apenas o quadro e o livro como instrumentos auxiliares no processo de ensino. Devemos utilizar instrumentos que transformem a aula em um processo envolvente, onde o aluno participe de forma ativa e perceba que a Física está extremamente presente na sua vida, no seu trabalho e na sociedade, através de exemplos e situações que façam essa “ponte” entre o conceito que ele aprende e o cotidiano.

O capítulo 1 apresenta um resumo histórico do ensino noturno e um panorama atual da situação do Ensino Médio Noturno. No resumo histórico descreveremos os principais acontecimentos na história do Brasil, referente ao ensino no turno da noite, destacando as ações realizadas por governos em épocas diferentes, mostrando as propostas, alguns resultados, geralmente não eficazes, apontando os objetivos referentes às medidas realizadas e faremos também uma análise das legislações ou leis referentes a este tipo de ensino. Mostraremos que as maiorias das propostas não tinham como principal objetivo oferecer um ensino de qualidade, pois atendiam apenas a demandas particulares ou necessidades momentâneas, sem realmente ter o ensino ou o aluno como foco ou prioridade. Nesses casos não havia uma preocupação com o futuro desse estudante. A situação atual do Ensino Médio Noturno será descrita através da sua realidade referente às condições de ensino, forma de planejamento, conteúdos a serem lecionados, principais problemas encontrados e perfis das turmas e dos alunos. É preciso ter um conhecimento da realidade do ensino, conhecer profundamente os seus problemas, para preparar um planejamento de acordo com a realidade do ensino noturno, que precisa de uma identidade própria, uma aula diferenciada de acordo com o perfil e a escola do aluno. A evasão escolar terá também um destaque especial, dentro de tantas dificuldades, porque na maioria das vezes é ocasionada por problemas do

sistema de ensino e também mascara índices de reprovação, que poderiam ser ainda maiores se tantos alunos não desistissem durante o ano letivo.

O capítulo 2 descreverá a proposta dessa dissertação para o ensino de Física no período noturno. Começaremos descrevendo uma nova proposta de ensino denominada Nova EJA, que foi adotada no Estado do Rio de Janeiro desde 2013 e tem como público alvo alunos com defasagem de idade em relação aos estudos. Esse projeto pode ser adotado nos três turnos de ensino, porém tem um perfil que se enquadra perfeitamente com o ensino noturno e possui um tempo de conclusão menor que o Ensino Médio Regular Noturno. Sugerimos uma aula teórica moderna e participativa, onde o professor deve ensinar os conceitos sempre associando a disciplina de Física com o dia-a-dia, usando instrumento, como recursos multimídia, entre outros, para facilitar este processo de ensino. Podem ser explorados casos recentes divulgados na mídia, abrindo assim a possibilidade de debates sobre os conceitos físicos presentes. Nossa contribuição estará presente na aula prática ou experimental, propomos o uso de experimentos não somente para demonstrar um conceito, mas para motivar e fazer o aluno participar ativamente do processo de ensino. Apresentaremos a placa Arduino, explicando as suas características e seu processo de funcionamento. Esse componente será muito importante nas aulas experimentais, podendo ser utilizado para ensinar qualquer tema da Física dentro do Ensino Médio e também para introduzir a linguagem de programação para os alunos. Ressaltamos que não será uma aula sobre Arduino ou linguagem de programação, mas apresentaremos aos alunos uma ideia sobre esses assuntos e caso eles queiram, poderão posteriormente se aprofundar. Também nessas aulas experimentais usaremos o sistema POE (Previsão, Observação e Explicação) para uma participação maior dos alunos no processo de ensino. O professor tem um papel fundamental nesse processo, pois deve estar preparado e planejar a aula utilizando-se das particularidades de infraestrutura do colégio e da turma.

No capítulo 3 daremos exemplos da nossa proposta utilizando os conceitos de eletricidade e magnetismo, através da placa Arduino. No final de cada atividade serão propostos exercícios, problemas e um desafio. Na primeira atividade, sobre eletricidade, será demonstrado como se faz um LED piscar, montaremos o circuito e aproveitaremos para explicar os elementos utilizados e presentes na sua formação. Na segunda atividade, usando conceitos de magnetismo, faremos uma lâmpada piscar através de uma chave magnética, todos os elementos serão descritos e explicados. Na terceira atividade, será montado um circuito elétrico, onde ocorrerá a reprodução de um sinal de

trânsito, situação totalmente associada com o cotidiano dos alunos. Nos anexos descreveremos a relação dos materiais utilizados nas atividades, a tabela de cores para os resistores e a solução dos exercícios e problemas propostos. Esperamos propor um material que auxilie o professor na árdua tarefa de ensinar Física no turno noturno diante de tantas dificuldades, porém utilizando esses métodos diferenciados, acreditamos que será melhor para o aluno e para o professor, visando sempre à melhoria da sociedade com um ensino melhor para todos.

# **CAPÍTULO 1**

## **Revisão Histórica e Situação do Problema**

### **1.1 - Introdução**

Este capítulo tem como objetivo mostrar os principais acontecimentos históricos e problemas do Ensino Médio noturno no Brasil. Também apresentará a realidade educacional deste curso, destacando necessidades de mudanças urgentes deste sistema, através de novas ideias totalmente integradas com as necessidades e cotidiano dos alunos.

Começaremos descrevendo um resumo histórico, desde os primeiros registros sobre o ensino noturno, mostrando em cada época quais foram as atividades e realizações interligadas a essa modalidade de ensino. Esperamos também fazer uma relação do turno noturno de ensino, com a educação de jovens e adultos e também no combate ao analfabetismo ao longo da história. Será necessário procurar entender o porquê de cada ação, onde houveram acertos e erros, para assim talvez entender o motivo da atual situação dessa modalidade de ensino. Descrever a ação de cada governo, os seus motivos, as suas intenções, ao longo de cada época, também relacionando com o seu momento político. Procurar entender o passado para se construir com os seus ensinamentos o futuro.

Após a descrição de um resumo histórico do Ensino Médio Noturno, será apresentada a sua situação atual, as características dos seus alunos, descrevendo os seus perfis, as características das turmas, as condições gerais oferecidas para esse processo de ensino. A educação de jovens e adultos, por fazer parte do ensino noturno, também será analisada. Descreveremos inclusive a criação e os tópicos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, tanto para o Ensino Médio de uma forma Geral, como também para a EJA (Educação de Jovens e Adultos). Exemplificaremos os problemas atuais em diversos aspectos, destacando a grande necessidade de mudança para resolvê-los. Dentre esses problemas, um destaque será dado para a questão do planejamento escolar como sendo fundamental nesse processo de ensino, pois existem realidades diferentes que não podem ser tratadas da mesma forma. Outro problema que também merece atenção nesse capítulo é a questão da evasão escolar, pois entender os seus

motivos é também entender as falhas que ocorrem nesse processo de ensino. Apresentaremos o que é a evasão escolar e quais os seus principais motivos, pois os índices de reprovação podem ser mascarados devido a grande quantidade de alunos que se enquadram na questão da evasão.

## 1.2 - Histórico

Os primeiros registros sobre o ensino noturno no Brasil são do tempo do império. A família real veio para o Brasil em 1808 e com a sua chegada houve a necessidade de capacitação de trabalhadores para servir a aristocracia portuguesa, logo se criou um processo de educação de adultos para serem serviçais da corte e atender as tarefas exigidas pelo Estado.

O termo EJA, educação de jovens e adultos, não é muito antiga no Brasil. Na época da colônia a educação era apenas para os ricos e para quem tinha a intenção de estudar um curso superior. A constituição de 1824 garantiu a todos os cidadãos, livres e libertos, a instrução primária gratuita.

“A primeira escola noturna no Brasil surgiu em 1854 com a finalidade de alfabetizar estudantes que eram analfabetos e trabalhavam. Existiam 117 escolas até o ano de 1876”. (PAIVA, 2003, p.195).

O parecer CEB n.º 11/2000 definiu as diretrizes curriculares nacionais da EJA, estruturando-se a partir de sessões da Câmara de Educação Básica (CEB) com representantes do Ministério da Educação e do Desporto (MEC) e inúmeras contribuições da comunidade educacional. Ele foi elaborado por Carlos Roberto Jamil Cury que na época era membro do CNE (Conselho Nacional de Educação).

Segundo o Parecer CEB 11/2000:

*“Num país pouco povoado, agrícola, esparso e escravocrata, a educação escolar não era prioridade e nem objeto de uma expansão sistemática. (...) A educação escolar era o apanágio de destinatários saídos das elites que poderiam ocupar funções na burocracia imperial ou no exercício de funções ligadas à política e ao trabalho intelectual.”*

De acordo com Primitivo Moacyr (1936, 1939) existiam escolas noturnas funcionando para adultos entre 1869 e 1886, em várias províncias do país. Esses cursos estavam voltados para o combate ao analfabetismo, a estudantes que não tiveram acesso à educação na idade correta e não poderiam assistir às aulas durante o dia devido ao trabalho. Neste período foi a primeira vez que o poder público ofereceu o ensino noturno, já que anteriormente somente as instituições privadas ofereciam este tipo de ensino.

Os cursos noturnos eram disponibilizados somente nas capitais das províncias ou em alguns centros urbanos maiores, tornando-se de difícil acesso para quem vivesse fora destas regiões. De acordo com Arco-Verde (2006), a partir da época da Monarquia até a constituição da República, encontram-se indícios de reconhecimento da importância do ensino noturno. Porém já naquela época, esse reconhecimento sempre foi marcado por um tratamento diferenciado do que se dá ao ensino diurno, assim como nos dias de hoje.

Desde o início o ensino noturno enfrentou dificuldades diversas, tais como:

- O pagamento feito aos professores variava de acordo com o número de alunos atendidos.
- Nas primeiras escolas noturnas, só era permitida a entrada de alunos adultos homens, excluindo-se as mulheres.
- Só era permitido à abertura e funcionamento das escolas se não atrapalhasse as atividades das escolas regulares diurnas.
- O programa, a legislação, os critérios e as disciplinas oferecidas eram as mesmas dos cursos diurnos, sendo que a realidade dos alunos noturnos era bem diferente dos alunos dos cursos diurnos.

Leôncio de Carvalho<sup>1</sup> propôs uma reforma de ensino para a criação de cursos para adultos analfabetos, livres, do sexo masculino, com a mesma grade do curso diurno. Esta reforma não foi efetiva, mas mostrou a ineficiência de uma educação voltada para alunos com a faixa etária mais abrangente da população.

A constituição de 1891, após a proclamação da república, exclui a palavra gratuidade da educação elementar e condiciona o exercício do voto à alfabetização, com isso, os analfabetos tinham que buscar por conta própria a sua alfabetização.

---

<sup>1</sup> Carlos Leôncio da Silva Carvalho foi um advogado, professor e político brasileiro. Foi professor da Faculdade de Direito de São Paulo. Nasceu em 18 de Julho de 1847 e morreu em 9 de Fevereiro de 1912. Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Carlos\\_Le%C3%B4ncio\\_da\\_Silva\\_Carvalho](http://pt.wikipedia.org/wiki/Carlos_Le%C3%B4ncio_da_Silva_Carvalho) Acesso em 05/10/2013.

A educação de adultos começou efetivamente em 1930 com a criação do Ministério da Educação e Saúde onde era garantida legalmente educação a todo o povo brasileiro. Esta década foi marcada pela luta pela democratização do ensino, por uma rede de ensino pública, gratuita e obrigatória.

A Constituição de 1934 estabeleceu a criação de um Plano Nacional da Educação, com a gratuidade e a obrigatoriedade do ensino primário, sendo muito importante no processo de reformulação do setor público e no processo de educação em nosso País.

*“No caso dos aspectos educacionais, a nova Constituição de 1934 propõe um Plano Nacional de Educação, fixado, coordenado e fiscalizado pelo Governo Federal, determinando de maneira clara as esferas de competência da União, dos Estados e Municípios; vincula constitucionalmente uma receita para a manutenção e desenvolvimento do ensino: reafirma o direito de todos e o dever do Estado para com a educação; estabelece uma série de medidas que vem confirmar este movimento de entrega ao setor público a responsabilidade pela mudança e desenvolvimento da educação.” (LOUREIRO, 1996. p.30).*

Em 1937, no período denominado Estado Novo<sup>2</sup>, houve a criação do ensino profissionalizante e a obrigatoriedade das indústrias e sindicatos de fazer escolas de aprendizagem e também ocorreu a centralização da educação de forma ditatorial.

O censo realizado na década de 40 mostrou um alto índice de analfabetismo que teve como consequência uma injeção de ânimo no ensino para adultos. Cada estado atuava de uma forma diferente e a constituição de 1934 foi importante, por ser uma legislação federal que obrigava o funcionamento do ensino primário para adultos, embora esta legislação não tivesse o tempo hábil para exercer esta obrigatoriedade devido à constituição de 1937. Essa nova legislação de 1937 no período do Estado Novo acabou retardando as várias propostas para a educação. Esse mesmo censo mostrou

---

<sup>2</sup> Estado Novo é o nome do regime político brasileiro fundado por Getúlio Vargas em 10 de novembro de 1937, que durou até 29 de outubro de 1945, que é caracterizado pela centralização do poder, nacionalismo, anticomunismo e por seu autoritarismo. Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Estado\\_Novo\\_\(Brasil\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Estado_Novo_(Brasil)) Acesso em 06/10/2013.



ainda que havia uma taxa de 55% de analfabetos na população acima de 18 anos. A partir desta data aparecem os primeiros livros e artigos destinados ao ensino supletivo.

Em 14 de novembro de 1942 o decreto lei nº 4958 regulamenta o Fundo Nacional do Ensino Primário, que tem o objetivo ampliar e melhorar a educação primária no Brasil. Logo depois em 14 de agosto de 1944, o decreto nº 6785 estabelece a fonte dos recursos federais para à constituição do fundo. Já em agosto de 1945, o decreto nº 19513 regulamenta a concessão dos auxílios ao Fundo Nacional do Ensino Primário às unidades federadas, com 25% de cada auxílio federal sendo utilizado na educação primária de adolescentes e adultos analfabetos, considerando o plano geral de ensino supletivo, aprovado pelo Ministério da Educação e Saúde.

Efetivamente, só é possível falar de educação para adultos a partir de 1940, como mostra a tabela 1.1.

Ano	Unidades Escolares	Matrícula Efetiva
1935	1.168	70.106
1940	1.696	95.281
1943	1.809	94.291

**Tabela 1.1** – Fonte: BEISIEGEL. 1974

*“Do Império aos anos 40, o Ensino Médio de cunho mais popular estava, no entanto, sendo construído, ora à revelia do Estado, ora com sua participação direta, mas sempre de forma complementar às iniciativas particulares. Esse processo, ainda a ser mais profundamente investigado, tem muita proximidade com as primeiras iniciativas de educação de adultos no país. A partir dos anos 20, o Ensino Médio popular e essencialmente noturno se afasta gradualmente desses movimentos para, nos anos 30, ser inserido às políticas de formação do trabalhador do governo Vargas. Esse deslocamento reduz a formação média popular ao ensino técnico, legitimando a dualidade social e estrutural do Ensino Médio de então, e inviabilizando a construção de uma*

*proposta pedagógica unitária de escola média para todos e em continuidade ao ensino primário.” (MAFRA, 1994, p.180)*

Uma campanha de educação de jovens e adultos analfabetos foi criada durante o Estado Novo, no governo de Getúlio Vargas, autorizada pelo Ministério da Educação e Saúde e idealizada por Lourenço Filho<sup>3</sup>, sendo aplicada somente em 1947. Esta campanha tinha como objetivo melhorar a situação da educação no Brasil combatendo o analfabetismo, preparando uma mão de obra mais qualificada para as cidades e também ajudando as pessoas dos campos que não tinham instrução. Nessa campanha também se começou a pensar no material didático para a educação de adultos. De acordo com Paiva (1973), apesar de na teoria a intenção ter sido de oferecer uma educação de qualidade abrangendo uma grande quantidade de pessoas, na prática ficou apenas no quantitativo. Nos primeiros anos de Campanha ela distribuiu, nas unidades federadas, o número de classes de educação de adultos apresentada na tabela 1.2.

Ano	Nº de Classes da Campanha	Total Nacional
1947	10.416	11.945
1948	14.110	15.527
1949	15.204	16.300
1950	16.500	17.600

**Tabela 1.2** – Fonte: BEISIEGEL. 1974

Analisando os dados da tabela 1.2, observamos que a quantidade de jovens e adultos era muito grande. Na tabela 1.3 comprovaremos este fato através dos relatórios do Serviço de Educação de Adultos sobre a quantidade de estudantes nos primeiros anos da Campanha.

---

<sup>3</sup> Manuel Bergström Lourenço Filho foi um educador e pedagogo brasileiro conhecido, sobretudo por sua participação no movimento dos pioneiros da Escola Nova, movimento de renovação de ensino. Nasceu em 10 de março de 1897 e morreu em 3 de agosto de 1970. Fonte: <http://www.infoescola.com/biografias/lourenco-filho/> Acesso em 06/10/2013.

Ano	Matrícula Efetiva
1947	473.477
1948	604.521
1949	665.000
1950	720.000

**Tabela 1.3** – Fonte: BEISIEGEL. 1974

Como esses dados da tabela 1.3 eram fornecidos pelo governo, não são totalmente confiáveis, principalmente porque esta Campanha visava atender as exigências da UNESCO<sup>4</sup> e para tal não seria improvável que houvesse manipulação dos resultados. Também não há muita informação sobre quantos dos alunos que entraram na Campanha continuaram estudando e realmente se formaram. O governo acabou se aproveitando deste processo para ganhar novos eleitores, com uma preocupação mais política que educacional.

Após esta campanha surgiram outros fatores da estruturação da EJA tais como:

- a realização do I Congresso Nacional de Educação de Adultos em 1947;
- o Seminário Interamericano de Educação de Adultos, em 1949.

O governo Juscelino Kubitschek reconheceu que a campanha de educação de jovens e adultos analfabetos não deu certo no II Congresso Nacional de Educação de Adultos, ocorrido no Rio de Janeiro entre 09 e 16 de julho de 1958. Com isso vários educadores se preocuparam em desenvolver novos métodos para a alfabetização e educação de adultos, isso ocorreu no início da década de 1960.

O MEC através da portaria nº5-A de 9 de janeiro de 1958 cria a CNEA (Campanha Nacional de Erradicação do Analfabetismo) com o intuito de ser um programa experimental para à educação do povo. A escolha dos municípios onde esta campanha seria realizada foi meramente política e não educacional. Por causa de

---

<sup>4</sup>A sigla **UNESCO** significa *United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization* (Organização para a Educação, a Ciência e a Cultura das Nações Unidas), organismo integrado na Organização das Nações Unidas (ONU), criado logo após o fim da Segunda Guerra Mundial, em 1946, a fim de promover a paz mundial, através da cultura, educação, comunicação, das ciências naturais e das ciências sociais. Fonte: <http://www.infoescola.com/geografia/unesco/> Acesso em 10/01/2014.

dificuldades financeiras o CNEA foi extinto em 1963, porém deixou uma experiência significativa, apesar de não obter êxito, apresentou ideias inovadoras, registrando uma nova fase histórica na educação do país, devido a sua preocupação em relação aos métodos empregados na educação da população analfabeta e no levantamento e estudo dos problemas educativos, condições socioeconômicas do povo e sua ligação com a sociedade.

O educador pernambucano Paulo Freire propôs, no II Congresso Nacional de Educação de Adultos, uma educação para adultos onde o estudante era estimulado a pensar, tomar decisões, colaborar, participar efetivamente de sua sociedade e da política, ele defendia a ideia que os métodos e processos educacionais deveriam ser renovados, com uma maior discussão e participação do aluno. Este grupo estava voltado para o desenvolvimento da educação de adultos e fazia muitas críticas a falta de condições e a precariedade dos prédios escolares, ao material didático inadequado e a qualificação do professor.

*“O objetivo maior de Freire quando propôs o método para alfabetizar adultos era o de propiciar formas de ajudar a população analfabeta a organizar reflexivamente o pensamento de maneira a superar o seu pensamento ‘mágico’, ‘ingênuo’, passando por um pensamento lógico, abstrato, que pudesse ajudar no processo de construção da consciência crítica, no entendimento do que ocorria na sociedade em ‘fase de transição’ e das possibilidades que os homens conscientes e organizados teriam na ‘rachadura’ da sociedade.” (MOURA, 1999, p.59)*

Paulo Freire sugeria uma educação crítica e que fornecesse aos alunos uma base para enfrentar os problemas, os estudantes que estavam sendo alfabetizados precisavam aprender e compreender melhor a vida e a sua realidade, para mudarem a sua história. Em 1963 Paulo Freire foi convidado pelo presidente João Goulart para repensar a educação de adultos no Brasil. Em 21 de Janeiro de 1964 o plano nacional de educação de alfabetização foi aprovado e orientado pela proposta de Freire, mas foi reprimida pelo golpe militar do mesmo ano e depois extinto.

Em 15 de dezembro de 1967 o MOBREAL (Movimento Brasileiro de Alfabetização) criado pela lei 5379, tinha como principal finalidade apenas fazer com

que os estudantes aprendessem a ler e escrever. Na década de 1970 o índice de analfabetismo era de 33% da população. Não havia preocupação em fazer o aluno pensar ou na formação de um cidadão para conviver com dignidade na sociedade, este aluno deveria aceitar a sua realidade sem questionamentos, tornando-se uma mão-de-obra para o crescimento econômico, para isso este aluno deveria apenas ser alfabetizado.

O grande aumento de cursos noturnos no Ensino Médio, antigo 2º grau, começou na década de 70, ainda de forma ineficiente para atender a grande demanda de alunos trabalhadores que eram a maioria. Esses estudantes não tiveram uma oportunidade de estudo para adquirir um conhecimento necessário para o mercado de trabalho da época, não recebendo um ensino adequado para competir de forma igual e tentar arrumar um bom emprego, vendo no curso noturno a única ou talvez a última oportunidade de estudar para se preparar um pouco melhor para uma realidade desigual na busca por um emprego melhor.

O Capítulo IV da LDB 5692/71 regulamentou o ensino supletivo. O ensino era oferecido através de cursos com frequência obrigatória ou exames organizados pelo estado onde não era obrigatória a presença. Nesta lei, pela primeira vez o governo considera a educação de adultos como uma tarefa contínua do sistema de ensino. A proposta tinha a finalidade de reposição de escolaridade com uma aprendizagem voltada para a profissionalização.

*“[...] o Ensino Supletivo visou se constituir em “uma nova concepção de escola”, em uma “nova linha de escolarização não-formal, pela primeira vez assim entendida no Brasil e sistematizada em capítulo especial de uma lei de diretrizes nacionais”, e, segundo Valmir Chagas, poderia modernizar o Ensino Regular por seu exemplo demonstrativo e pela interpenetração esperada entre os dois sistemas.” (HADDAD; DI PIERRO, 2000, p. 116).*

Ainda em relação ao Ensino Supletivo, Haddad e Di Pierro (2000, p. 117) enfatizam que:

“Portanto, o Ensino Supletivo se propunha a recuperar o atraso, reciclar o presente, formando uma mão-de-obra que contribuísse no esforço para o desenvolvimento nacional, através de um novo modelo de escola”.

O MOBRAL foi extinto no início do governo Sarney, no processo de redemocratização do Brasil, pelo decreto 91980 de 25 de novembro de 1985 e o seu lugar foi ocupado pela Fundação EDUCAR. Essa fundação possuía as mesmas características do MOBRAL, mas sem o apoio financeiro necessário para a sua manutenção. Em 1990 ocorreu o fim da Fundação EDUCAR e com isso houve a descentralização política da EJA, onde os municípios assumiram a responsabilidade pública dos programas de alfabetização e pós-alfabetização.

De acordo com Haddad e Di Pierro (2000, p. 121), ao falar sobre a extinção da Fundação:

*“Representa um marco no processo de descentralização da escolarização básica de jovens e adultos, que representou a transferência direta de responsabilidade pública dos programas de alfabetização e pós-alfabetização de jovens e adultos da União para os municípios. Desde então, a União já não participa diretamente da prestação de serviços educativos, enquanto a participação relativa dos municípios na matrícula do ensino básico de jovens e adultos tendeu ao crescimento contínuo [...]”*

A Constituição de 1988 garantiu o ensino obrigatório e gratuito às pessoas que não concluíram a sua educação na idade correta. Na prática a constituição não foi respeitada, pois esse direito não saiu do papel. O governo federal foi abandonando as atividades ligadas ao EJA. O governo Collor em 1990 acabou com a fundação EDUCAR, demonstrando o seu desinteresse e falta de comprometimento com o EJA. Para exemplificar a visão do governo sobre o EJA, o Ministro da Educação José Goldemberg deu o seguinte pronunciamento:

*“... o grande problema do país é o analfabetismo das crianças e não o de adultos. O adulto analfabeto já encontrou o seu lugar na sociedade. Pode não ser um bom lugar, mas é o seu lugar. Vai ser pedreiro, vigia de prédio, lixeiro, ou seguir outras*

*profissões que não exigem alfabetização. Alfabetizar o adulto não vai mudar muito sua posição dentro da sociedade e pode até perturbar. Vamos concentrar nossos esforços em alfabetizar a população jovem. Fazendo isso agora, em dez anos desaparece o analfabetismo” (BEISEIGEL, 1997. p. 30).*

Em relação ao governo Collor, Machado (1998) descreve que:

*“O governo Fernando Collor de Mello lança o Programa Nacional de Alfabetização e Cidadania (PNAC), que tinha como objetivo reduzir 70% do número de analfabetos do país em cinco anos que, em termos quantitativos chegava a 17.762.629 em 1990. Para atingir esse objetivo criou-se a Comissão do Programa Nacional da Alfabetização e Cidadania que, aos poucos, foi-se desarticulando, tendo em vista, a completa fragmentação e desvinculação do Programa e da Comissão na liberação de recursos.”*

A educação de jovens e adultos mudou a partir da Constituição de 1988 e da Lei de Diretrizes e Bases Nacional (LDB 9394/96), embora ainda com muitos defeitos, demonstrou várias conquistas legais para a educação. Passou a ser do Estado o dever de proporcionar a educação para todos, independentemente da faixa etária, que não tiveram acesso a uma oportunidade de aprender.

A Constituição Federal promulgada durante os anos de 1987 e 1988 diz no artigo 208 do capítulo III “O dever do Estado com a Educação será efetivado mediante a garantia de: Inciso VI - oferta de ensino noturno regular adequada às condições do educando.”

A democratização é comprovada não só pelo aumento na quantidade de matrículas na rede pública, mas também pela possibilidade de, ao menos a partir da década de 90, ter ocorrido uma alteração qualitativa no perfil socioeconômico da clientela dos cursos de Ensino Médio. Os filhos de trabalhadores, muitos deles já trabalhadores também, fizeram-se cada vez mais presentes nas escolas de Ensino Médio, principalmente em anos mais recentes. E o ensino noturno, apesar das dificuldades e problemas, contribuiu decisivamente para isso.

O Ensino Médio noturno ganhou esta denominação a partir da LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), sendo também regido por esta lei, formalizado nos artigos 35 e 36:

“Art. 35. O Ensino Médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

- I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.”

“Art. 36. O currículo do Ensino Médio observará o disposto na Seção I deste Capítulo e as seguintes diretrizes:

- I - destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania;
- II - adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes;
- III - será incluída uma língua estrangeira moderna, como disciplina obrigatória, escolhida pela comunidade escolar, e uma segunda, em caráter optativo, dentro das disponibilidades da instituição.



- IV – serão incluídas a Filosofia e a Sociologia como disciplinas obrigatórias em todas as séries do Ensino Médio. (Incluído pela Lei nº 11.684, de 2008)”

“§ 1º Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do Ensino Médio o educando demonstre:

- I - domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;
- II - conhecimento das formas contemporâneas de linguagem.”

“§ 2º Os cursos do Ensino Médio terão equivalência legal e habilitarão ao prosseguimento de estudos.”

Sobre o EJA a LDB descreve no artigo 37:

“Art. 37. A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no Ensino Fundamental e médio na idade própria.”

“§ 1º Os sistemas de ensino assegurarão gratuitamente aos jovens e aos adultos, que não puderam efetuar os estudos na idade regular, oportunidades educacionais apropriadas, consideradas as características do alunado, seus interesses, condições de vida e de trabalho, mediante cursos e exames.”

“§ 2º O Poder Público viabilizará e estimulará o acesso e a permanência do trabalhador na escola, mediante ações integradas e complementares entre si.”

“§ 3º A educação de jovens e adultos deverá articular-se, preferencialmente, com a educação profissional, na forma do regulamento. (Incluído pela Lei nº 11.741, de 2008)”

“Art. 38. Os sistemas de ensino manterão cursos e exames supletivos, que compreenderão a base nacional comum do currículo, habilitando ao prosseguimento de estudos em caráter regular.”

“§ 1º Os exames a que se refere este artigo realizar-se-ão:

- I - no nível de conclusão do Ensino Fundamental, para os maiores de quinze anos;
- II - no nível de conclusão do Ensino Médio, para os maiores de dezoito anos.”

“§ 2º Os conhecimentos e habilidades adquiridos pelos educandos por meios informais serão aferidos e reconhecidos mediante exames.”

Uma análise da LDB 9394/96 mostra que o EJA sofreu perdas e não teve o destaque que merecia. Haddad (1997) mostra em alguns pontos da LDB esta realidade de perdas do EJA:

- a LDB trata a EJA de forma parcial e sob a ótica da reforma do Estado, que prioriza a educação fundamental das crianças;
- não dedicou nenhum artigo à questão do analfabetismo, ignorando os compromissos firmados no Plano Decenal de Educação de 1993;
- o conceito de Suplência permanece, o que remete à reposição de estudos no Ensino Fundamental e médio;
- deixa de contemplar uma atitude ativa por parte do Estado no sentido de criar condições de permanência dos alunos de EJA na escola;
- o currículo é o mesmo do Ensino Fundamental oferecido às crianças, quando o projeto de lei da Câmara apontava para um currículo “centrado na prática social e no trabalho e metodologia de ensino-aprendizagem adequado ao amadurecimento e experiência do aluno”(HADDAD, 1997);
- não toca na formação de professor para este tipo de ensino;
- a nomenclatura ensino supletivo é retomada, colocando ênfase nos exames, diminuindo, assim, as responsabilidades do sistema público frente aos processos de formação de jovens e adultos, ou seja, o Estado garante apenas os mecanismos de creditação e certificação.

Resumindo, a legislação brasileira referente à educação de adultos, até a LDB de 1996, estava voltada para a erradicação do analfabetismo. Na LDB não houve um grande avanço sobre a finalidade do ensino para adultos, já que na legislação sobre o EJA percebe-se ainda o objetivo de combater o analfabetismo, apesar disso no parágrafo primeiro da LDB no Art. 37 percebemos a importância de levar em consideração a realidade do jovem e adulto, embora as colocações sobre o cotidiano do jovem não sejam muito precisas.

Durante o governo de Fernando Henrique Cardoso houve o veto presidencial ao parágrafo 5 do artigo 6º da Lei 9424/96 (conhecida como Lei do FUNDEF). O veto negou a possibilidade da inclusão da matrícula de jovens e adultos na elaboração dos recursos do cálculo do FUNDEF<sup>5</sup>, o que restringiu as fontes de financiamento e desestimulou os gestores a ampliarem as matrículas no EJA. O motivo desse veto presidencial à inclusão de matrículas dos jovens e adultos no cálculo dos recursos do FUNDEF, de acordo com Tavares (2002, p.71), deve-se ao seguinte fato:

*“Se os alunos do supletivo fossem incluídos, haveria um potencial de aumento de matrículas da ordem de 35 milhões de alunos (...) Ora, aumentando as matrículas, o custo-aluno-médio dos estados cairia enormemente, forçando a União a aumentar seus recursos de complementação, pois abaixar o custo-mínimo para menos de R\$ 300,00 seria politicamente desastroso.”*

Entre os anos de 1996 e 2001 ocorreu o desenvolvimento do PNE (Plano Nacional de Educação) que depois resultou na Lei n. 10.172. Neste período houveram muitas divergências em relação ao EJA no âmbito da educação.

Em 1998 foram apresentadas duas propostas do PNE no Congresso Nacional voltadas para a educação de jovens e adultos, porém estas ideias não tinham um perfil inovador, apenas se restringiam ao combate do analfabetismo e reposição dos anos perdidos de estudos. Durante dois anos em que estes projetos do PNE tramitaram no Congresso, a questão do EJA foi abordada em apenas uma audiência pública convocada pela Comissão de Educação da Câmara dos Deputados, em junho de 1999.

Em 2001 foi aprovado pelo Congresso Nacional o capítulo dedicado à EJA no PNE aprovado na forma da Lei n. 10.172/2001. O Plano defendia que o processo de escolarização também atendesse aos adultos e idosos.

O governo do presidente Luís Inácio Lula da Silva começou em 2002 e teve seu governo sobre a vigência dessa lei. Tal governo deu maior importância ao EJA que o governo anterior do presidente Fernando Henrique Cardoso, tanto na organização

---

<sup>5</sup> Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (FUNDEF) é um conjunto de fundos contábeis formado por recursos dos três níveis da administração pública do Brasil para promover o financiamento da educação básica pública. Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Fundo\\_de\\_Manuten%C3%A7%C3%A3o\\_e\\_Developimento\\_do\\_Ensino\\_Fundamental\\_e\\_de\\_Valoriza%C3%A7%C3%A3o\\_do\\_Magist%C3%A9rio](http://pt.wikipedia.org/wiki/Fundo_de_Manuten%C3%A7%C3%A3o_e_Developimento_do_Ensino_Fundamental_e_de_Valoriza%C3%A7%C3%A3o_do_Magist%C3%A9rio) Acesso em 15/01/2014.

quanto nas ações. Uma deficiência deste governo foi uma comunicação ineficiente entre as diversas iniciativas de EJA que aconteceram em distintas instâncias do governo. Apesar das iniciativas do governo as taxas de analfabetismo mantiveram as tendências históricas e sofreram um recuo muito lento como mostra a tabela 1.4.

Indicador/Ano	2001	2005	2006	2007	2008
Taxa de Analfabetismo	12.4%	11.1%	10.4%	10.1%	10.0%
Número de Analfabetos	15.072.313	14.979.160	14.391.064	14.135.122	14.247.495
Inscritos em programas de alfabetização	930.000	1.800.000	1.600.000	1.300.000	1.400.000
Média de anos de estudos	6.4	7.0	7.2	7.3	7.4

**Tabela 1.4** – Brasil: Analfabetismo e escolaridade da população com 15 anos ou mais (2001 – 2008) Fontes: IBGE. Observatório da Equidade: <http://www.ibge.gov.br/observatoriodaequidade> PNAD/IBGE, citado em Relatório de Gestão da DEJA/SECAD/MEC (2009).

No período de 2001 a 2006 houve um aumento no número de matrículas de alunos no EJA, porém a partir de 2006 o número de matrículas começou a diminuir, como demonstram os valores da tabela 1.5. Os pesquisadores ainda estudam os motivos deste declínio, uma das possíveis explicações seria que a matrícula dos alunos no Ensino Médio regular seria mais interessante para os sistemas de ensino, pois o fator de ponderação para os cálculos do FUNDEB (Fundos de Desenvolvimento da Educação Básica) era bem maior para o Ensino Médio regular do que para o EJA.

Ano	Ensino Fundamental	Ensino Médio
2001	2.636.888	987.376
2002	2.788.113	874.001
2003	3.315.887	980.743
2004	3.419.675	1.157.593
2005	3.395.550	1.223.859
2006	3.516.225	1.345.165
2007	3.084.718	1.278.690
2008	3.001.834	1.276.241
2009	2.810.738	1.239.804

**Tabela 1.5** – Brasil: Evolução das matrículas em EJA por etapa (2001 – 2009) Fontes: Censo Escolar MEC/INEP (2009).

A tabela 1.6 mostra os principais acontecimentos históricos ligados às ações do governo federal em relação à educação de adultos no período de 1945 a 2003.

Ano	Ações do Governo Federal
1945	CEAA – Campanha de Educação de Adolescentes e Adultos – Criado em 1945, mas oficializado apenas em 1947.
1957	Campanha Nacional de Erradicação do Analfabetismo – CNEA, através da Lei 3327-A/57, de JK, e Portaria 5-A/58.
1964	Plano Nacional de Alfabetização – PNA, nascido da experiência do método de Paulo Freire, através do decreto 53.465 de 21/01/1964, mas que não chegou a ser iniciado, tendo em vista o Golpe Militar de 31/03/1964 e a extinção do Plano em 14/04/1964.
1967	Decreto 5379/67 cria o Movimento Brasileiro de Alfabetização – MOBRAL.
1971	LEI 5692/71, que cria o Ensino Supletivo.
1985	Fundação Educar, extinta por Fernando Collor em 17/03/1990.
1990	Programa Nacional de Alfabetização e Cidadania - PNAC
1996	Programa de Alfabetização Solidária (PAS) Programa Nacional de Reforma Agrária Recomeço (PRONERA), que previa apoio financeiro a Estados e Municípios das Regiões Norte e Nordeste + 389 municípios com baixo IDH. Lei das Diretrizes e Bases (LDB). A partir da Lei 9394/96 é que o Ensino Supletivo passa a ser conceituado como EJA.
2003	Programa Brasil Alfabetizado

**Tabela 1.6** – Fontes: BERNARDIM (2006, p.45)

### 1.3 - A Realidade do Ensino Médio Noturno

Fazer uma análise profunda do Ensino Médio noturno no Brasil não é uma tarefa simples, isto porque não é um tema muito recorrente de trabalhos ou pesquisas feitos pelos pesquisadores da educação no país. Devido a isso, fica muito complicado conhecer melhor a história sobre diferentes períodos e métodos aplicados nesse tipo de ensino. Porém, alguns fatos são universais a respeito do tema. Um desses fatos, e o mais importante, é que a maioria dos estudantes são trabalhadores, que precisam finalizar seus estudos para continuar trabalhando, melhorar o seu cargo neste trabalho ou até mesmo conseguir um emprego melhor em outra empresa. Outro fato interessante é a aplicação dos conteúdos, na forma como são ensinados, pois algumas vezes o professor facilita demais a vida do aluno e em outras vezes cobra de forma excessiva, além da disponibilidade e capacidade do aluno. Devido a estes problemas, entre outros, o índice de reprovação no ensino noturno é maior que nos cursos oferecidos no diurno.

*“No ensino noturno se concentram os alunos trabalhadores, o que obriga a Escola a rever a sua responsabilidade para com uma clientela que procura conciliar duas atividades, trabalho e estudo, que tradicionalmente tem sido separadas.”*  
(CARVALHO 1998, p.79).

O ensino noturno apresenta muitos alunos que trabalham durante o dia, transformando a escola em um tipo de segunda jornada de trabalho. Estes estudantes chegam ao colégio sem as condições ideais para assimilar o conhecimento, eles estão cansados, muitas vezes mal alimentados, ainda assim a grande maioria faz de tudo para manter a atenção, para aprender, lutam de forma árdua contra o sono, contra a falta de motivação, já que encontram um ensino que não reflete a sua realidade, causando um desinteresse e uma grande evasão escolar.

Uma característica própria desses alunos do ensino noturno é a sua vida escolar, pois alguns estudantes querem dar prosseguimento, sem que haja interrupção, aos seus estudos e outros oriundos da evasão escolar, retornam à escola para dar continuidade ao seu processo de escolarização. Outra característica interessante são os seus objetivos após a conclusão do curso. Muitos desejam continuar estudando, principalmente no ensino superior, outros querem manter o seu atual trabalho ou usar o Ensino Médio como forma de obter um emprego. De qualquer maneira, seja qual for o motivo, todos desejam melhorar de vida e conseguir um futuro melhor através dos estudos.

De acordo com Carvalho (1998), o Ensino Médio noturno é considerado uma versão piorada do ensino diurno, apresentando um ensino de baixa qualidade e um considerável índice de evasão e repetência.

Alguns dados ressaltados por Araújo e Luzio (2004) confirmam essa afirmação quando analisam os testes de Leitura do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), tais como: 42% dos estudantes do Ensino Médio tiveram desempenho "muito crítico", em sua maioria, 76% estão matriculados no ensino noturno, 96% em escolas públicas, 48% conciliam trabalho e estudo e 84% têm idade acima da considerada ideal para a série, mais ainda, 17% dos matriculados na rede pública abandonam o ano letivo, sendo que 70% destes estão matriculados no turno noturno.

Os estudantes dos cursos noturnos procuram a escola por diversos motivos, um desses motivos é que uma das exigências que estes trabalhadores encontram para obter

trabalho é estarem matriculados em escolas noturnas, pois estudos realizados, Rodriguez e Héran (2000), comprovam que 57% dos estudantes que estudam à noite, ou já trabalham, ou estão em busca de trabalho e procuram na escola uma forma de melhorar de vida.

Atualmente existe um maior número de estudantes nas séries iniciais do Ensino Médio, ou seja, existe uma quantidade de alunos decrescente à medida que as séries aumentam. Existe uma maior quantidade de alunos e turmas na 1ª série do que na 2ª série que possui uma maior quantidade de turmas e alunos que na 3ª série. A combinação de trabalho e estudo ocasiona um alto índice de reprovações e dependências na primeira série e o alto índice de evasão ao longo das demais séries. A única série que não tem pré-requisito para se matricular é a 1ª série, então muitos se motivam e entram nessa turma, e futuramente acabam desistindo normalmente por causa do trabalho ou até mesmo por falta de estímulo do colégio, criando um “funil” para as séries seguintes. Sobre os empregos desempenhados pelos alunos, a maioria tem relação com o setor terciário. Possuem trabalhos que não exigem uma qualificação específica, ganham pouco e a maioria possui um turno de 8 horas de trabalho e busca a conclusão do Ensino Médio para deslumbrar a possibilidade de um emprego melhor.

Rodrigues (1995) descreve esse estudante do ensino noturno que trabalha, como participante de uma luta social diária. Durante o dia ele executa, efetua, realiza. E à noite, na escola, ele deve pensar, refletir, calcular e planejar. Muda de um trabalhador manual que só reproduz o que lhe é ordenado, na maioria das vezes para a condição de trabalhador intelectual, situação diferente da encontrada pelos alunos dos cursos diurnos, que apenas estudam em sua grande maioria. Uma grande desigualdade que ocorre em relação aos cursos é a defasagem do ensino que ocorre no noturno.

Nem todos os alunos do curso noturno o procuram apenas porque estão trabalhando. Existem outros motivos como:

- A idade. Muitos dos alunos tiveram de interromper os estudos quando não tinham a idade própria para este nível de ensino, ou por terem tido reprovações sucessivas.
- A procura de emprego para auxiliar na manutenção da família.
- A necessidade de auxiliar em trabalhos domésticos.
- A busca pela convivência com iguais.
- A busca pelas possíveis "facilidades" oferecidas nos cursos noturnos.



Praticamente em todos os municípios existem escolas noturnas públicas e quando não tem muitos estudantes são conduzidos de forma gratuita para cidades que ofereçam este serviço. Segundo dados do IBGE, mesmo assim ainda existem muitos jovens fora da escola. Em 2006 a população jovem do país é de 28,8 milhões, o que corresponde a 20% da população brasileira. Ainda esse ano haviam 8.906.820 matriculados no Ensino Médio sendo que destes em torno de 40% estão em classes noturnas.

Na recente história da educação no Brasil, um parecer possui um grande potencial de valorização da educação de jovens e adultos, o Parecer CNE/CEB 11/2000, que mostra as Diretrizes Nacionais Curriculares para a Educação de Jovens e Adultos, relatada por Jamil Cury. O texto apresenta três funções para a educação de jovens e adultos:

- **Reparadora:** Alunos que não cursaram na idade correta a escolarização básica, não tiveram o seu direito à educação. O Parecer descreve que a Educação de Jovens e Adultos tem a finalidade de restaurar o direito de todos à educação escolar de qualidade, que é fundamental para a vida de todos. Estes alunos devem ter uma chance de cursar em uma escola que seja viável em função de sua realidade. O EJA necessita ter uma identidade própria para satisfazer os anseios destes estudantes, sendo criado um ambiente diferenciado de ensino planejado para estes alunos.
- **Equalizadora:** Estudantes que interromperam seus estudos necessitam de um planejamento para garantir o seu retorno ao estudo e a sua permanência na escola, aproveitando competências adquiridas na sua própria vida. O Estado tem o dever de garantir o direito à educação assegurando todas as condições necessárias para que adquiram novos conhecimentos ou complementem sua escolaridade.
- **Qualificadora ou permanente** representa a razão de ser da educação de jovens e adultos. Tem uma função de manutenção e atualização dos conhecimentos adquiridos, e se fará presente quando não forem mais necessárias as funções reparadora e equalizadora.

O Parecer CNE/CEB 11/2000 destaca a necessidade de a escola exercer a função reparadora de um cotidiano injusto, que não deu chance e nem o direito a educação para várias pessoas. Ela também deve ser equalizadora, possibilitando novas oportunidades no mercado de trabalho e na vida social. Na função qualificadora ou permanente a

escola deve estar atualizando os conhecimentos, com uma espécie de formação contínua, visando à diversidade, igualdade, entre outras prioridades.

A falta de autoestima, a evasão e a falta de acolhimento pela própria escola são hoje grandes problemas do ensino noturno. Em alguns casos o processo de ensino-aprendizagem acaba ocorrendo com muitos professores tratando os alunos como coitadinhos, ajudando-os a passar de qualquer forma. O professor deve estar comprometido com o processo educacional, valorizando os conhecimentos prévios trazidos pelos alunos, a sua realidade, mostrando que o conhecimento e a educação são fundamentais na sua socialização e crescimento dentro da sociedade. O educador tem que considerar as condições de vida do aluno, levando em conta as situações adversas como a jornada de trabalho, instabilidades emocionais, entre outras. Não se deve exigir do aluno mais do que ele possa dar, mas também não se pode passar a mão na cabeça com pena, pois a escola tem que preparar o aluno para a realidade que em muitos casos é dura e não tem pena de ninguém.

*“No senso comum, o ensino noturno é apreendido como um “estudo mais sacrificado”, onde o conhecimento (aqui entendido como os conteúdos das disciplinas ministradas) é pouco trabalhado e as exigências são menores, pois não há como exigir dos alunos que trabalham um maior empenho nos estudos” (CARVALHO,1994, p.14).*

Na atual realidade educacional brasileira o ensino noturno público é oferecido a estudantes que em sua maioria estão atrasados no estudo, pois ultrapassaram a idade prevista para concluir os estudos. Estes alunos possuem uma situação econômica desfavorecida e por isso trabalham.

*“Talvez a característica mais marcante do aluno do ensino noturno de 1º e 2º graus seja sua condição de trabalhador, desqualificado e superexplorado ao peso de um salário vil e de uma insuportável dupla jornada de trabalho: a da fábrica, loja ou escritório e a da escola noturna.” (PUCCI et al,1992, p.32).*

O Estado não vê com bons olhos o ensino noturno devido aos seus problemas, pois em consequência dessas dificuldades os números do IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) caem muito, desagradando em muito a Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro, que não se preocupa com o qualitativo e sim somente com o quantitativo, pois prefere resultados frios e numéricos a qualquer custo ao invés de oferecer uma educação de qualidade. O Ensino Médio em geral tem sofrido com a incompetência dos políticos que não possuem uma política educacional coerente, mudando de estratégia a todo instante buscando apenas uma solução eleitoreira e não definitiva.

Mesmo com toda a dificuldade encontrada no ensino noturno, ele é muito importante para os alunos trabalhadores ou mesmo para alunos que pararam de estudar a muito tempo e resolveram terminar ou concluir seus cursos por motivos diversos. Um destes motivos é o fato deles perceberem que a única forma de conseguir empregos melhores e terminar o Ensino Médio para ter a possibilidade de cursar o ensino superior ou até mesmo competir por melhores empregos no mercado de trabalho, que exige cada vez mais um grau de escolaridade maior. Estes estudantes que possuem poucos recursos e uma jornada diária cansativa de trabalho e escola, eles vem na educação uma oportunidade de melhorar na vida e precisam receber uma educação de qualidade, planejada de acordo com a sua realidade, pois se nada for feito para mudar esta realidade, os índices de evasão ou abandono só irão continuar a crescer.

*“[...] O trabalho que subtrai o aluno da escola (ou, pelo menos, diante do seu fracasso reiterado, pode ser uma saída honrosa) é o mesmo que a ela o devolve. O trabalho agudiza a consciência de que é preciso aumentar a escolaridade. A necessidade de certificação é uma plataforma de avanço na carreira profissional e de superação da pobreza.”*  
(GOMES, 2006, p. 23)

Apesar das dificuldades apresentadas, do governo não oferecer uma educação que condiz com as necessidades destes estudantes especiais, muitos alunos que abandonam por diversos motivos acabam voltando demonstrando uma força de vontade muito grande, precisando apenas de uma motivação especial, de um ensino diferenciado voltado para as suas reais necessidades.

*“[...] pesquisadoras notaram que muitos estudantes que abandonam a escola acabam voltando para a sala de aula. Nas escolas públicas, 19,5% dos alunos que hoje estão matriculados já haviam abandonado os estudos ao menos uma vez. Nos cursos noturnos, essa proporção chega a 35%, o que corrobora a ideia que atribui ao ensino médio noturno, por exemplo, um caráter compensatório, na medida em que acolhe alunos que não tiveram acesso ou que abandonaram seus estudos em etapas etárias anteriores.” (LINS, 2007, p. 25 )*

O Ensino Médio noturno sofre uma discriminação, pois não recebe a mesma atenção de outros períodos de ensino. Em muitos colégios o ensino noturno é oferecido em prédios que são utilizados pela prefeitura no ensino diurno, no ensino fundamental, ou seja, nestes casos os estudantes são muito prejudicados por receberem instalações que não foram pensadas e planejadas para a sua realidade e necessidade. Eu mesmo já trabalhei em um colégio deste modelo onde as salas tinham projetores que ficavam trancados, não podendo ser utilizados a noite, assim como a quadra de esportes que não era liberada para os alunos do noturno, um descaso e uma discriminação absurda, onde o estudante percebe claramente que não possui as mesmas condições de ensino do diurno.

A finalidade do ensino noturno é preparar o estudante para enfrentar a realidade e os desafios do seu cotidiano. Infelizmente muito deles tem como objetivo apenas a conclusão do Ensino Médio e não tem a ambição ou a possibilidade de continuar estudando e de até mesmo fazer um curso superior. No Brasil hoje essa modalidade de ensino se tornou a única opção de aprendizado para muitos estudantes devido ao trabalho, mas a escola demonstra um desconhecimento dessa realidade, sendo necessário que este ensino faça uma ponte que ligue o conhecimento adquirido e a forma de ensino aprendizagem com a realidade deste aluno trabalhador.

A educação é fundamental para o desenvolvimento humano e social. Deve estar dentro das prioridades de um país, pois o seu crescimento não ocorre sem o planejamento e fortalecimento da educação. Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (1996), a educação básica tem como objetivo, “(...) desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe

meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores (...)” (artigo 22). Isso deve ser desenvolvido de maneira eficaz pelo Ensino Médio, uma vez que entre os seus objetivos incluem-se “(...) a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando”, a ser desenvolvida por um currículo, que destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência.

De acordo com o parecer da câmara de educação básica do conselho nacional de educação Nº. 15/98 “(...) a demanda por Ensino Médio vai também partir de segmentos já inseridos no mercado de trabalho que aspiram melhoria salarial e social e precisam dominar habilidades que permitam assimilar e utilizar produtivamente recursos tecnológicos novos e em acelerada transformação, são adultos ou jovens adultos, via de regra mais pobres e com vida escolar mais acidentada. Estudantes que aspiram trabalhar, trabalhadores que precisam estudar, a clientela do Ensino Médio tende a tornar-se mais heterogênea, tanto etária quanto socioeconomicamente, pela incorporação crescente de jovens e jovens adultos originários de grupos sociais até o presente sub-representados nessa etapa da escolaridade (...)”.

A educação é fundamental para o desenvolvimento do homem e sua inserção na sociedade, o ensina a assimilar e saber trabalhar com conhecimentos adquiridos e o ajuda a interpretar o mundo e o seu cotidiano. O Estado deve oferecer uma educação gratuita de qualidade, que o ajude na sua formação, mas infelizmente o que ocorre é uma situação vergonhosa onde o direito de aprender é negado de forma clara, devido aos problemas encontrados no sistema educacional brasileiro.

*“Temos consciência de que esse sistema escolar nasceu e se estruturou marcado por interesses de classe. Não foi montado para servir às classes trabalhadoras, mas aos futuros dirigentes, executivos, profissionais e teóricos da burguesia.”*  
(ARROYO, 1986, p. 18).

O censo Escolar 2004 mostrou nos seus dados divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) que o número de estudantes matriculados na EJA aumentou 3,9% em relação ao ano anterior. No Ensino Médio da EJA, o crescimento foi ainda maior: 18%. São 1,2 milhões de alunos matriculados nessa etapa, porém as matrículas no Ensino Médio regular aumentaram apenas 1%. O número de jovens que estudaram na última etapa da educação básica na

EJA equivale à quantidade de estudantes que abandonaram as aulas em escolas regulares em 2002. De acordo com o Censo Escolar, 1.135.009 de alunos largaram a escola nesse ano. Do total, 784.760 (69,14%) frequentavam as aulas no período noturno.

Soares (1999, p.202) aponta como importantes temáticas a necessidade de se estabelecer um perfil do aluno mais aprofundado, a tomada da realidade em que está inserido como o ponto de partida das ações pedagógicas, o repensar de currículos com metodologias e materiais didáticos adequados às suas necessidades e a formação de professores condizentes com a especificidade da EJA.

Outra realidade atual do Ensino Médio noturno é o fato que alguns alunos repetentes ou desinteressados, até mesmo dentro da faixa etária normal para o Ensino Médio, estão migrando para essa modalidade de ensino, com uma total falta de atenção ou imaturidade dentro de um ensino onde se encontram muitas pessoas trabalhadoras ou que voltaram à escola depois de muito tempo, com vontade de aprender. Antigamente alguns alunos do ensino particular desinteressados nos estudos, que não queriam saber de estudar, acabavam sendo transferidos pelos próprios pais para o ensino público como uma forma de castigo, ou para tentar se salvar de uma recuperação, ou ainda para economizar dinheiro, já que os alunos não valorizavam o capital investido no seu futuro. O fato de alguns estudantes tentarem mudar para o ensino público para salvar o ano letivo se deve ao fato deste ensino ser visualizado como mais fraco e fácil de passar do que o particular. Alguns destes alunos oriundos da rede particular de ensino, normalmente estudam no ensino diurno, com boa parte no turno da manhã. Uma grande parte desses alunos não consegue se recuperar no período diurno do ensino público e em uma segunda tentativa de salvar o ano ou ser aprovado com o menor esforço possível, pedem transferência para o Ensino Médio noturno com objetivo de serem aprovados de qualquer forma. Com esse processo o ensino noturno acaba recebendo alunos rejeitados duplamente, que só prejudicam o andamento das aulas.

De acordo com o censo escolar realizado em 2012 e divulgado pelo INEP, no Brasil 7.145.086 alunos foram matriculados no Ensino Médio regular e 971.533 alunos foram inscritos na EJA, ou seja, de um total de 8.116.619 aproximadamente 12% dessas matrículas foram feitas na EJA. Já no Estado do Rio de Janeiro, 455.235 estudantes foram matriculados no Ensino Médio regular e 57.434 estudantes na EJA no Ensino Médio. Analisando esses dados, do total de 512.669 aproximadamente 11,2% dessas matrículas foram feitas na EJA. Nos resultados preliminares do censo escolar em 2013, o INEP divulgou que no Brasil 7.046.435 estudantes estão matriculados no Ensino

Médio regular e 959.753 dos estudantes foram inscritos na EJA, logo de um total de 8.006.188 alunos aproximadamente 12% se inscreveram na EJA. No estado do Rio de Janeiro, 450.275 alunos foram inscritos no Ensino Médio regular e 59.937 estudantes na EJA. De um total de 510.212 inscrições aproximadamente 11.8% dessas inscrições foram feitas no EJA.

## **1.4 - Planejamento Escolar**

*“A ação de planejar é sempre um processo de reflexão, de escolha de decisões sobre ações a serem desenvolvidas, visando à realização de objetivos, em prazos determinados e etapas definidas, a partir dos resultados das avaliações.”*  
(PADILHA, 2001, p. 30).

O planejamento é fundamental para o dia-a-dia, seja no trabalho, na escola ou em outras atividades, sendo muito importante na educação, pois através deste procedimento serão estabelecidos os objetivos que devem ser alcançados, assim como as técnicas de ensino que serão realizadas de acordo com o perfil dos alunos e a avaliação contínua de todo o processo. Desta forma é possível evitar surpresas indesejáveis, improvisações, pois com o futuro planejado o processo de ensino e aprendizagem tem um aproveitamento e rendimento satisfatórios.

O processo de planejamento deve ser efetivamente participativo, onde a realidade de cada escola e de seus alunos deve ser considerada, de acordo com as suas características específicas. Os resultados dos anos letivos anteriores devem ser analisados para a construção deste processo. A democratização da gestão da educação é fundamental para um ensino de melhor qualidade, pois com a descentralização do sistema educacional onde todos participam das decisões, se torna possível a construção de uma escola de todos e a elaboração de um planejamento verdadeiramente participativo.

Cada aluno tem o seu perfil e com a escola não é diferente. Cada colégio tem um histórico de estudante e um cotidiano diferente. Por isso um planejamento bom para um colégio, não é necessariamente bom para outro. Um processo excelente em uma escola pode ser um fracasso em outra. O planejamento tem que ser pensado e executado considerando o dia-a-dia de cada instituição de ensino, a solução depende do tipo de

problema encontrado, mas o mesmo problema não pode ser encarado da mesma forma em realidades diferentes.

Segundo Mello (1999), a Lei abre a possibilidade para um currículo voltado para competências e não para conteúdos. Esse currículo tem como referência não mais a disciplina escolar tradicional, mas sim as capacidades que cada uma das disciplinas pode criar nos alunos.

Professores e profissionais da educação desejam uma educação onde a escola seja uma fábrica do saber, um ambiente de incentivo, de desafios, de construção do conhecimento, de transformações, onde o aluno seja motivado a aprender e participe ativamente desse processo. Um local onde ocorram discussões e debates sobre situações sociais e culturais, que insiram o estudante na sociedade que ele vive. A construção do projeto pedagógico deve ser contextualizada de acordo com a realidade escolar e do estudante.

O Ensino Médio, como última etapa da educação básica, deve ter como objetivo o desenvolvimento completo dos estudantes, garantindo a assimilação de conhecimentos, competências, habilidades e atos que façam este aluno progredir no trabalho, para que deste modo possa exercer a cidadania de forma efetiva na sociedade e tenha uma educação continuada em níveis superiores. A educação é extremamente relevante para transformar o aluno em um cidadão ativo que exerce a sua cidadania, recuperando jovens e corrigindo atrasos educacionais.

O Ensino Médio noturno atualmente possui baixos índices de produtividade, grandes índices de desistência e uma frequência muito irregular nas aulas. Os alunos sentem uma dificuldade muito grande principalmente nas áreas exatas: Matemática, Química e Física. Estes estudantes entram nesse curso sem as condições básicas de conhecimento do Ensino Fundamental, principalmente nas disciplinas Português e Matemática, sem as ferramentas necessárias para o desenvolvimento da aprendizagem de forma significativa. Alguns destes estudantes acabam prejudicados com o sistema de dependência, pois não aprendem o conteúdo, ficam reprovados na disciplina e no ano seguinte acabam aprovados fazendo um “trabalhinho” qualquer ou se enrolam com mais uma disciplina para cumprir. Este ensino noturno não deve ser oferecido de forma idêntica ao diurno, pois a realidade escolar e as características dos alunos são completamente diferentes.

Existe uma convivência em relação à facilitação da entrada dos estudantes, aceitando-se seus atrasos, pois isto ocorre devido a sua jornada de trabalho atravessar o



horário do primeiro tempo de aula. Devido a isso, o aluno deixa de adquirir os conteúdos lecionados durante este período. Ocorre uma banalização desta realidade.

Souza e Oliveira (2008) fizeram algumas recomendações oriundas de sua pesquisa para o Ensino Médio noturno. São elas:

- I. Estabelecer políticas que tenham como alvo o planejamento da expansão do atendimento, levando-se em conta a diversidade dos alunos que buscam o Ensino Médio noturno.
- II. Definir fontes específicas de financiamento e linhas direcionadas para o Ensino Médio noturno.
- III. Fixar o professor na mesma escola, por um dado período.
- IV. Incentivar a criação e/ou adequação de espaços físicos nas escolas.
- V. Criação e desenvolvimento de programas, nos estados, que viabilizem o acesso à internet, por alunos e professores do Ensino Médio noturno.
- VI. Promover a organização de equipe dirigente nas escolas.
- VII. Incentivar a avaliação do trabalho desenvolvido no Ensino Médio noturno, pelas próprias escolas, como parte do processo de avaliação institucional.
- VIII. Estimular a criação e o desenvolvimento de programas voltados à ampliação de vivências culturais para os alunos e professores do Ensino Médio noturno.
- IX. Propor diretrizes que contemplem alternativas organizacionais diferenciadas de atendimento aos alunos do Ensino Médio noturno.
- X. Impulsionar estudos e debates sobre os Referenciais Curriculares para o Ensino Médio Noturno nas escolas.
- XI. Identidade do Ensino Médio Noturno.

Na rede estadual de ensino do Rio de Janeiro é adotado o currículo mínimo, onde existem conteúdos, competências e habilidades que devem ser desenvolvidas obrigatoriamente pelo professor durante o processo de ensino. Caso o professor queira ele pode ensinar além deste currículo na sala de aula, porém este planejamento é único para todo o Ensino Médio, sem que haja uma diferenciação para a realidade do ensino noturno que precisa de uma identidade própria, assim como de um currículo e planejamento próprios de acordo com a sua realidade.

## 1.5 - Evasão escolar

A palavra evasão pode ser entendida como uma fuga, abandono de um determinado lugar onde a pessoa tem o dever de estar. Na educação tem o significado de abandonar a escola antes do término do curso ou do ano letivo de forma permanente onde o aluno não volta mais ou temporariamente quando o aluno volta no futuro. Muitos destes alunos abandonam a escola por causa do trabalho ou com medo de serem reprovados.

A evasão escolar, ou seja, o abandono da escola durante o período letivo é um dos principais problemas da educação, sendo muito observado no ensino noturno. Isto acontece quando o aluno deixa o colégio e não retorna mais. As causas deste problema são diversas, sendo difícil uma identificação, pois seria necessária uma investigação de cada caso. Alguns problemas gerais são identificados. Os alunos chegam cansados de uma jornada exaustiva de trabalho durante o dia e encontram um ambiente educacional pouco acolhedor e encorajador. Eles precisam dar prioridade ao trabalho em relação aos estudos; se o estudante for obrigado a optar, a escolha da maioria será o trabalho. Existe também pouca flexibilidade do conteúdo a ser ministrado e também de alguns professores.

O problema da evasão escolar também é descrito no parecer da câmara de educação básica do conselho nacional de educação N°15/98 “(...) A falta de vagas no Ensino Médio público; a segmentação por qualidade, aguda no setor privado, mas presente também no público; o aumento da repetência e da evasão que estão acompanhando o crescimento da matrícula gratuita do Ensino Médio alertam para o fato de que a extensão desse ensino a um número maior e muito mais diversificado de alunos será uma tarefa tecnicamente complexa e politicamente conflitiva (...)”.

Dados do MEC mostram o aumento do número de alunos que abandonaram o Ensino Médio de 5,2% em 1997 para 8,3% em 2001. É possível associar o problema da repetência com o da evasão escolar. Neste ano também se comprovou que 35% dos alunos do curso noturno já haviam abandonado pelo menos uma vez.

*“A evasão escolar é um problema crônico em todo o Brasil , sendo muitas vezes passivamente assimilada e tolerada por escolas e sistemas de ensino, que chegam ao exercício de expedientes maquiadores ao admitirem a matrícula de um número mais*

*elevado de alunos por turma do que o adequado já contando com a “desistência” de muitos ao longo do período letivo. Que pese a propaganda oficial sempre alardear um número expressivo de matrículas a cada início de ano letivo, em alguns casos chegando próximo aos 100% (cem por cento) do total de crianças e adolescentes em idade escolar, de antemão já se sabe que destes, uma significativa parcela não irá concluir seus estudos naquele período, em prejuízo direto à sua formação e, é claro, à sua vida, na medida em que os coloca em posição de desvantagem face os demais que não apresentam defasagem idade-série.” (DIGIÁCOMO, 2005, p. 1).*

*“As consequências da evasão escolar podem ser sentidas com mais intensidade nas cadeias públicas, penitenciárias e centros de internação de adolescentes em conflito com a lei, onde os percentuais de presos e internos analfabetos, semianalfabetos e/ou fora do sistema de ensino quando da prática da infração que os levou a encarceramento margeia, e em alguns casos supera, os 90% (noventa por cento). Sem medo de errar, conclui-se que é a falta de educação, no sentido mais amplo da palavra, e de uma educação de qualidade, que seja atraente e não excludente, e não a pobreza em si considerada, a verdadeira causa do vertiginoso aumento da violência que nosso país vem enfrentando nos últimos anos. O combate à evasão escolar, nessa perspectiva, também surge como eficaz instrumento de prevenção e combate à violência e à imensa desigualdade social que assola o Brasil, beneficiando assim toda a sociedade.” (DIGIÁCOMO, 2005, p. 1).*

De acordo com artigo “A Evasão e/ou abandono de Jovens do Ensino Médio Noturno de uma Escola Pública do litoral do Paraná” da autora Lucidalva Pereira do Nascimento, os problemas descritos pelos alunos como as causas principais para o abandono do Ensino Médio Noturno são:

- Trabalho
- Desinteresse do aluno
- Defasagem de conteúdos

- Falta de perspectiva.
- Desinteresse da família.
- Aulas maçantes.
- Drogas.
- Sistema de Ensino ultrapassado.
- Conteúdos “vazios”.
- Não há integração da família, escola e comunidade.
- Falta de espaço adequado para atividades de dança, música, esporte, etc.
- Falta de formação escolar dos pais.
- Professores sem preparo para lidar com problemas de violência, drogadição, etc.
- Colégio sem estrutura física para atender o Ensino Médio.

O combate à evasão escolar se torna extremamente importante para a educação e resgate dos estudantes para conclusão dos estudos. Um planejamento feito de acordo com a realidade da escola e dos alunos se torna uma ferramenta precisa para evitar a saída de estudantes ao longo do curso. Outra estratégia relevante é a confecção de uma aula atrativa e motivadora, associada ao cotidiano do aluno, para que ele possa visualizar o verdadeiro sentido do conhecimento que está sendo adquirido.

## **1.6 – Considerações Finais**

O passado é um grande livro de sabedoria, ao ser estudado e compreendido nos ensina o que devemos ou não fazer, qual o caminho a seguir. Aprendemos com os erros do passado e com isso nos reinventamos para sempre melhorar. Esta foi a razão do estudo da história do Ensino Médio noturno, entender como tudo começou visualizando as motivações iniciais ou causas deste processo. Entender e interpretar o desenvolvimento ao longo dos anos, pois cada época da história deste ensino teve uma característica diferente, um objetivo distinto com resultados variados. Aprender como foi a formação desta modalidade de ensino, estudar cada ação realizada para aprimorar e desenvolver o que for melhor para esse processo de aprendizagem. Compreender o que é o ensino noturno através do estudo da sua formação, das ações de vários governos em diferentes épocas, com objetivos distintos determinados pelas necessidades

diferenciadas, mostrando que infelizmente muitas vezes o enfoque educacional foi deixado de lado por motivos mostrados durante o estudo histórico. Uma ideia pode surgir da noite para o dia, mas não uma modalidade de educação, ela exige anos de aprimoramento e adequação a realidade imposta pela sociedade que muda a cada segundo, necessitando de um sistema educacional que acompanhe estas mudanças. Com isso o estudo da história é fundamental para acompanharmos como ocorreram estas mudanças, como esta modalidade de ensino foi formada e desenvolvida, para entendermos de fato o ensino noturno e aprender com os erros do passado para assim não repeti-los.

Este capítulo também abordou a realidade do Ensino Médio noturno, destacando as dificuldades mais relevantes encontradas nessa modalidade, como a questão da falta de um planejamento específico e também a evasão escolar, entre tantos problemas que fazem parte da realidade do ensino noturno.

O planejamento único para o Ensino Médio noturno é fundamental para a construção de sua própria identidade, pois ele possui características únicas e diferenciadas do ensino diurno, com um público bem diferente e uma realidade muito distinta. Por isso precisa de um tratamento exclusivo de acordo com as suas necessidades e de seus alunos.

A evasão escolar é outro problema sério dentro do Ensino Médio noturno. O seu estudo e sua análise foram muito importantes, pois a evasão em muitos casos é ocasionada por defeitos e falhas que ocorrem dentro deste processo. Combatendo a evasão escolar, estaremos contribuindo para uma educação de qualidade e mais atrativa para os alunos.

A educação é a base para a formação de um cidadão atuante dentro da sociedade. O Ensino Médio noturno é fundamental para esta inserção, mas para isso é necessário o seu aprimoramento através de um estudo da sua formação histórica, do conhecimento profundo de sua realidade e dos diversos problemas deste processo, pois só assim será possível a elaboração de uma alternativa viável para a sua recuperação.

O aluno do noturno busca um ensino diferente, contextualizado e de acordo com as suas realidades. Assuntos que chamem a sua atenção, que o ajude no seu dia-a-dia, na sua árdua luta diária pela sobrevivência ou a ascensão na sua vida. Se a escola não possuir uma identidade própria para este tipo de aluno, ela corre o risco de perdê-lo. Este estudante busca na escola mais do que conteúdo, ele precisa ser motivado, incentivado, pois na sua grande maioria, a sua realidade é desmotivadora, sendo a escola

uma luz no fim do túnel que surge como a esperança de dias melhores. É de extrema relevância conhecer a realidade, o cotidiano, as necessidades e os interesses dos estudantes, com o objetivo de obter um ensino de excelente qualidade. Busca-se desenvolver um trabalho conjunto entre professores e alunos, desenvolvendo um projeto curricular que una conteúdos importantes à realidade e às expectativas dos alunos. Infelizmente o que deveria ser feito na teoria não corresponde ao que acontece na prática.

Na descrição que fizemos da evolução histórica das políticas públicas para o ensino noturno, enfatizamos os fatos relativos às políticas de alfabetização e apresentamos poucas referências aos problemas do ensino médio noturno. Isso se deve ao fato de que nas pesquisas em busca de dados históricos sobre este tema, encontramos com maior facilidade informações sobre o histórico das políticas públicas sobre alfabetização de adultos do que sobre o histórico correspondente ao ensino médio no turno da noite. Porém não podemos esquecer que os cursos de alfabetização para adultos, em sua grande maioria, são oferecidos no turno da noite, com um perfil de alunos e problemas muito parecidos ao qual encontramos no ensino médio noturno.

Embora esse capítulo tenha feito muitas referências a respeito das políticas públicas voltadas para a alfabetização, podemos acreditar que numa pesquisa minuciosa de políticas públicas voltadas para o ensino médio noturno, o resultado não será muito diferente do que foi apresentado. Nas questões concernentes à formação dos adultos ou dos jovens atrasados na sua escolarização, vemos que o Estado tende a encarar o problema como se fora um “desastre ambiental” que precisa de ações específicas de enfrentamento com prazos definidos para serem concluídas ao invés de encarar o problema como uma demanda permanente da sociedade. Pela própria natureza de nossa sociedade, a necessidade de formação de adultos é permanente. É particularmente interessante estudar as políticas adotadas nesse setor por sociedades mais velhas e desenvolvidas.

Acreditamos, por tudo que foi explanado com relação às políticas adotadas para a alfabetização de adultos, que essas ideias ou atitudes negativas, sem nenhum tipo de estímulo a esse tipo de aprendizado, contaminaram as políticas públicas para o ensino médio noturno. Tudo indica que as políticas para o ensino de adultos, alfabetização e o ensino médio noturno, estão no mesmo contexto e linha política.

## **CAPÍTULO 2**

### **O Nova EJA e uma Proposta de Aula com o Arduino**

#### **2.1 – Introdução**

Este Capítulo tem como objetivo, apresentar algumas sugestões de como enfrentar os problemas do Ensino Médio noturno, apontados no Capítulo anterior. Pensamos em formas de ensinar Física dentro da realidade problemática ligada ao ensino de jovens e adultos, com características próprias e com um público fortemente ligado ao mundo do trabalho. Devido a este cotidiano educacional noturno, torna-se fundamental um ensino com pouca ênfase na teorização, onde os conceitos devem ser apresentados utilizando um conjunto de medidas que facilitem e estimulem o processo de ensino e aprendizado, dentre as quais:

- utilização de uma linguagem simples, de uso cotidiano;
- utilização intensa de experimentos que devem servir como uma prática do conteúdo previamente apresentado e como fator motivador; segundo nossa prática e consenso amplo entre os professores, os alunos ficam encantados e motivados com tal procedimento;
- aulas expositivas bem ilustradas através de recursos modernos de multimídia, como filmes, uso da internet e simuladores.

A proposta que apresentamos tem como referência de política pública de educação o NEJA, ou Nova EJA, tal como idealizado e aplicado desde 2013 no Estado do Rio de Janeiro. O modelo do NEJA possui novas ideias para a educação de jovens e adultos que tenham a sua formação atrasada. A título de exemplo, resolvemos detalhar a proposta na grande área temática de Eletricidade e Magnetismo. Como ficará transparente na discussão que se segue, tudo o que aqui exemplificamos nesta área em particular pode ser perfeitamente estendido para as outras áreas da Física.

A proposta procura dividir uma aula em dois momentos consecutivos: uma primeira parte reservada a exposição da teoria, que procura se valer de recursos de multimídia, cuja eficácia já está bem avaliada, com uso intenso de ilustrações por imagens, vídeos e materiais de apoio para experiências didáticas. A segunda parte é dedicada à experimentação. Nessa segunda parte está a nossa maior contribuição.

Pretendemos que a experimentação tenha como finalidade a ilustração dos conceitos e teoria dentro de um contexto tecnológico fortemente ligado ao mundo do trabalho e das modernas especializações técnicas. Dentre os grandes recursos que procuraremos utilizar está o uso de dispositivos microcontroladores, ou microprocessadores, de uso intensivo em equipamentos de uso geral e profissional. Como plataforma básica de trabalho usaremos a placa Arduino. Na seção 2.4 fazemos uma breve descrição desse material. Com a placa Arduino é possível a realização de inúmeras experiências de Física e nos últimos anos temos assistido uma grande diversidade de montagens experimentais que fazem uso dessa notável plataforma visando a sala de aula, assim como em artigos publicados por Souza et al. (2011), Cavalcante et al. (2011), Alves et al. (2012), Cavalcante et al. (2013), e Cavalcante (2013). Entendemos que para a aplicação dessas atividades práticas o professor interessado deve ter uma formação básica sobre a plataforma Arduino.

Como sabemos um microcontrolador é como um pequeno computador, daí ser conhecido também como microprocessador. Sua função num circuito elétrico é pré-programado através de uma linguagem de programação própria. A programação de uma placa Arduino é feita a partir de um software denominada IDE (*Integrated Development Environment*, ou “Ambiente de Desenvolvimento Integrado”), que também recebe o nome Arduino e através da qual são compilados comandos que formam esquetes (sketches). Um *sketch* é um software escrito na linguagem que o Arduino compreende. O IDE do Arduino é um aplicativo em Java de acesso completamente aberto e a linguagem de programação da Arduino é baseado na linguagem *Processing*<sup>6</sup> que é como um dialeto da linguagem C<sup>7</sup>. Está disponível em várias versões (versão atual 1.0.5) para diferentes sistemas (Windows, Mac OS X, Linux).

A programação da placa Arduino é considerada como uma parte importante da proposta. Não propomos evitar essa parte na execução das experiências trazendo aplicações já pré-formatadas pelo professor, como partes tipo “caixa preta”. O uso de uma linguagem de programação, como discutiremos mais adiante, trás uma série de vantagens e, naturalmente, uma série de desafios. Devemos já adiantar que essas

---

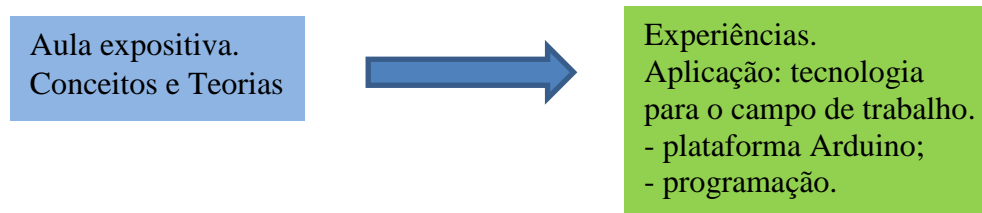
<sup>6</sup> Processing é uma linguagem de programação de código aberto e ambiente de desenvolvimento integrado (IDE). Para maiores informações acesse o site oficial <http://www.processing.org/>

<sup>7</sup> C é uma linguagem de programação compilada de propósito geral, estruturada, imperativa, procedural, padronizada pela ISO, criada em 1972, por Dennis Ritchie, no AT&T Bell Labs, para desenvolver o sistema operacional Unix. Acesso em 25/01/2014.

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/C\\_\(linguagem\\_de\\_programa%C3%A7%C3%A3o\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/C_(linguagem_de_programa%C3%A7%C3%A3o))



aplicações são em caráter introdutório e não tem por finalidade uma especialização técnica profissional. Podemos fixar essa proposta no diagrama da Figura 2.1.



**Figura 2.1** – Proposta de aula, onde primeiro se faz a exposição da teoria e depois a experiência.

## 2.2 – O Programa Nova EJA

O estado do Rio de Janeiro começou no início de 2013 a implementação do programa Nova EJA, uma nova modalidade de ensino para jovens e adultos que tenham pelo menos 18 anos ou mais. Esse novo programa consiste em uma nova forma de Educação de Jovens e Adultos, utilizando uma metodologia e currículo específicos, material didático próprio, recursos multimídia e aulas dinâmicas para serem trabalhadas com alunos em defasagem de série e idade. Esse projeto visa criar uma identidade própria para esse tipo de ensino, como demonstrado no Capítulo anterior, tal identidade é fundamental para combater os problemas já descritos. Em relação ao planejamento, existe a elaboração do Currículo Mínimo, que foi confeccionado pela secretaria estadual de educação junto com a fundação CECIERJ<sup>8</sup>, contando com a participação de professores da rede estadual de ensino do estado do Rio de Janeiro. O Currículo Mínimo não é um plano de curso, ele serve como uma base comum para o planejamento anual, atualização de conhecimentos dos professores e geração de novas práticas pedagógicas. Esse documento possui os conceitos obrigatórios que devem ser lecionados e debatidos em sala de aula, porém o professor tem toda a liberdade de ensinar também outros conteúdos de acordo com a realidade do aluno ou com os temas em debate. Ele pode acrescentar qualquer tema que ache conveniente naquele momento ou relevante para a formação do aluno. É muito importante também destacar que o professor que leciona na Nova EJA deve passar por um programa de formação continuada, ficando assim sempre atualizado com as práticas pedagógicas.

---

<sup>8</sup> Fundação Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: <http://cederj.edu.br/fundacao/sobre/> Acesso em 27/01/2014.

O projeto Nova EJA possui aulas presenciais de segunda a sexta em uma estrutura modular, com quatro módulos onde cada um corresponde ao período de um semestre letivo, podendo então concluir o Ensino Médio em quatro semestres letivos ou dois anos. A frequência e a participação ativa do aluno são muito relevantes, pois o processo de construção do conhecimento deve ser contínuo e coletivo. A avaliação dos alunos deve também ser contínua e acontecer em todos os momentos, nas atividades desenvolvidas na sala de aula ou fora dela. O programa sugere a avaliação desse processo de ensino através de itens como:

- a participação pessoal nas aulas;
- as atividades desenvolvidas em sala de aula;
- testes;
- caderno;
- trabalhos em grupo;
- provas.

Esse modelo é apenas uma sugestão de avaliação desse processo de ensino, porém não devemos esquecer que cada aluno tem um perfil diferente e cada turma possui a sua realidade. Por isso o professor tem total liberdade para montar o seu processo de avaliação de acordo com a realidade dos seus alunos e da sua turma.

A matriz de disciplinas do Nova EJA está confeccionada através dos módulos I, II, III e IV, pelas disciplinas, carga horária semanal e carga horária total, como podemos observar nos Quadros 2.1 e 2.2.

Módulo	Nome Disciplina	Ch Semanal	Carga Horária Total
Módulo I	Língua portuguesa/literatura I	4	80
Módulo I	Matemática I	4	80
Módulo I	História I	4	80
Módulo I	Geografia I	4	80
Módulo I	Filosofia I	2	40
Módulo I	Sociologia I	2	40
<b>Carga horária total do módulo I</b>			<b>400</b>

**Quadro 2.1** – Matriz do Nova EJA, Módulo I. Fonte: Manual de Orientações, Nova EJA – Educação para Jovens e Adultos 2013. p.13

<b>Módulo</b>	<b>Nome Disciplina</b>	<b>Ch Semanal</b>	<b>Carga Horária Total</b>
Módulo II	Língua portuguesa/Literatura II	4	80
Módulo II	Matemática II	4	80
Módulo II	Física I	4	80
Módulo II	Química I	4	80
Módulo II	Biologia I	4	80
<b>Carga horária total do módulo II</b>			<b>400</b>
Módulo III	Língua portuguesa/Literatura III	4	80
Módulo III	Matemática III	4	80
Módulo III	História II	3	60
Módulo III	Geografia II	3	60
Módulo III	Filosofia II	2	40
Módulo III	Sociologia II	2	40
Módulo III	Educação física	2	40
<b>Carga horária total no módulo III</b>			<b>400</b>
Módulo IV	Língua portuguesa/Literatura IV	4	80
Módulo IV	Matemática IV	3	60
Módulo IV	Física II	3	60
Módulo IV	Química II	3	60
Módulo IV	Biologia II	3	60
Módulo IV	Língua estrangeira	2	40
Módulo IV	Artes	2	40
<b>Carga horária total no módulo IV</b>			<b>400</b>

**Quadro 2.2** – Matriz do Nova EJA, Módulos II, III e IV. Fonte: Manual de Orientações, Nova EJA – Educação para Jovens e Adultos 2013. p.14

O livro de manual de orientações do Nova EJA apresenta as metas que devem ser alcançadas com esse programa. De acordo com esse manual as ações previstas por esse projeto objetivam resultados para os alunos e professores.

Para os alunos:

- Aumentar as taxas de conclusão;
- Melhorar a aprendizagem;

- Diminuir a probabilidade de comportamentos de risco;
- Desenvolver habilidades cognitivas e de autorregulação;
- Desenvolver autoestima;
- Desenvolver habilidades para o trabalho;
- Aumentar o engajamento com a escola;
- Formar hábitos consistentes e claros de normas de convivência;
- Conquistar autonomia de modo a torna-se sujeito do aprender a aprender, aprender a fazer, aprender a ser e a conviver.

Para os Professores:

- Repensar sua ação docente;
- Estabelecer outro olhar sobre os limites e possibilidades dos alunos;
- Exercitar um novo lócus enquanto mediador da construção do conhecimento e saberes.

Como visto anteriormente, as metas desse projeto não são somente para os alunos, o que normalmente acontece na maioria dos casos, mas também para os professores. Em relação ao aluno, percebe-se pelas metas que não existe somente a preocupação em aprovação ou aprendizado de conteúdos, mas também no resgate do cidadão, através da melhora da sua autoestima, no desenvolvimento cognitivo voltado para a utilização dos conceitos adquiridos na sociedade e no trabalho. Esse aluno deve fazer parte do processo de ensino ativamente, ele deve compreender que tem a capacidade de evoluir e trabalhar em grupo, entender que o ato de aprender e adquirir conhecimentos devem ser constantes em sua vida, sendo esse o verdadeiro papel da escola através de um ambiente acolhedor e de aulas significativas e dinâmicas que motivem e desenvolvam verdadeiramente o aluno. O professor, como já dito anteriormente, participa de um processo de formação continuada, repensando a sua prática de ensino, sempre trabalhando com a realidade, possibilidade e limites dos seus alunos, onde a sua aula precisa despertar no aluno a paixão por aprender e que esteja diretamente ligada ao seu mundo pessoal e profissional.

O projeto Nova EJA teoricamente pode ser oferecido nos três turnos: manhã, tarde e noite. Mas a sua utilização e caracterização estão muito voltadas para o ensino noturno, para um público heterogêneo, onde muitos alunos são também trabalhadores.

A metodologia desse programa coincide com a metodologia proposta por esta dissertação neste Capítulo, onde o processo de ensino e aprendizado deve ser direcionado de acordo com a realidade do aluno, de forma contextualizada, motivadora e com a utilização de diversos recursos. Na Física escolhemos os temas Eletricidade e Magnetismo para exemplificar a nossa proposta de aula. Dentro do currículo mínimo do Nova EJA, como também do ensino regular noturno estes assuntos são descritos em suas competências e habilidades que devem ser desenvolvidas.

O Quadro 2.3 representa um trecho do currículo mínimo do Nova EJA referente ao temas Eletricidade e Magnetismo. Como já dito anteriormente, esse documento representa competências e habilidades obrigatórias que devem ser desenvolvidas e ensinadas aos alunos, porém não impede que o professor ensine conteúdos ou temas além dos descritos nesse documento e até mesmo que tenham uma relação importante com esses temas.

Campo	INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA, ENERGIA ELÉTRICA, ONDAS MECÂNICAS E ELETROMAGNÉTICAS
Habilidades e Competências	<p>Compreender o conhecimento científico como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e social.</p> <p>Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas.</p> <p>Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.</p> <p>Dimensionar o consumo de energia elétrica/residência, sobretudo seus aspectos sociais, econômicos, culturais e ambientais.</p> <p>Compreender a eletricidade como uma forma de energia.</p> <p>Dimensionar o impacto da lei da indução eletromagnética como sustentação de uma nova revolução industrial.</p> <p>Compreender a relação entre o avanço do eletromagnetismo e o dos aparelhos eletrônicos.</p>

**Quadro 2.3** – Habilidades e Competências. Trecho retirado do currículo mínimo referente à Eletricidade e Magnetismo dentro do Nova EJA. p.7

Para fazer uma analogia dos conceitos cobrados no Nova EJA e no Ensino Médio regular noturno, mostraremos nos Quadros 2.4 e 2.5 um trecho do currículo mínimo do Ensino Médio regular noturno.

Campo	Motor e gerador elétrico - Tensão, corrente e resistência elétrica - Associação de resistores - Potência e consumo de energia elétrica
Habilidades e Competências	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.</li> <li>- Compreender o funcionamento de diferentes geradores e motores elétricos para explicar a produção de energia elétrica. E utilizar esses elementos na discussão dos problemas associados desde a transmissão de energia até sua utilização residencial.</li> <li>- Compreender eletricidade como uma forma de energia.</li> <li>- Identificar fenômenos e grandezas elétricas, estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações.</li> <li>- Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.</li> <li>- Compreender os conceitos de corrente, resistência e diferença de potencial elétrico.</li> <li>- Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes ao eletromagnetismo.</li> <li>- Consultar, analisar e interpretar textos e símbolos referentes a representações técnicas.</li> <li>- Relacionar informações para compreender manuais de instalação elétrica ou utilização de aparelhos ou sistemas tecnológicos de uso comum.</li> <li>- Dimensionar o consumo de energia elétrica/residência, sobretudo seus aspectos sociais, econômicos, culturais e ambientais.</li> </ul>

**Quadro 2.4** – Habilidades e Competências. Trecho retirado do currículo mínimo referente à Eletricidade e Magnetismo dentro do Ensino Médio Regular Noturno. p.9

Campo	Magnetismo - Ímã - Magnetismo terrestre - Fluxo - Indução
Habilidades e Competências	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.</li> <li>- Compreender fenômenos magnéticos para explicar, por exemplo, o magnetismo terrestre, o campo magnético de um ímã e a inseparabilidade dos pólos magnéticos.</li> <li>- Utilizar leis físicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto do eletromagnetismo.</li> <li>- Compreender o conhecimento científico como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e social.</li> <li>- Dimensionar o impacto da lei da indução eletromagnética como sustentação de uma nova revolução industrial.</li> <li>- Compreender a relação entre o avanço do eletromagnetismo e o dos aparelhos eletrônicos.</li> </ul>

**Quadro 2.5** – Habilidades e Competências. Trecho retirado do currículo mínimo referente à Eletricidade e Magnetismo dentro do Ensino Médio Regular Noturno. p.9

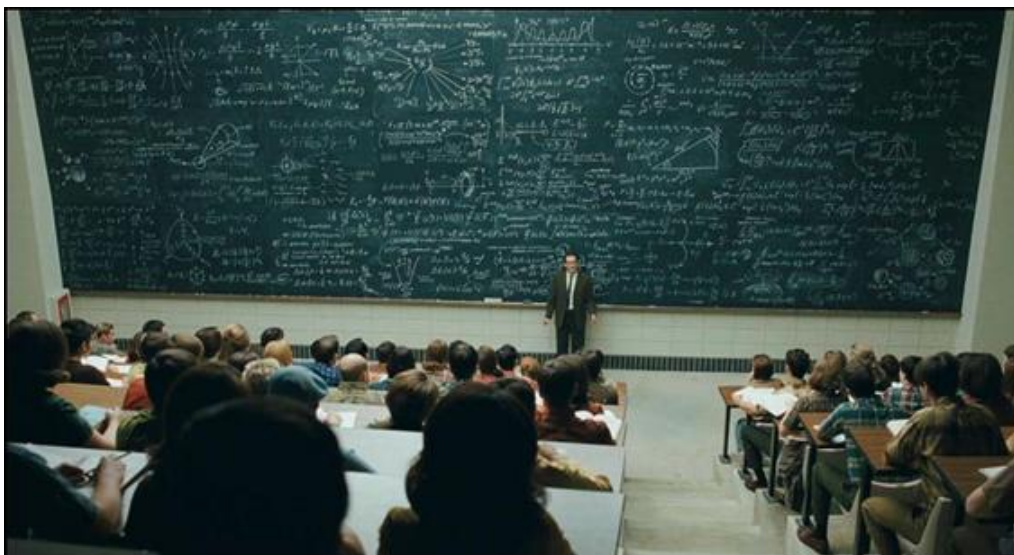
Comparando o currículo mínimo do Nova EJA e do Ensino Médio regular noturno, percebemos que os tópicos do Nova EJA também estão presentes no ensino regular, apenas em quantidade menor, isso porque o período do curso e o número de aulas também são menores. Porém toda a metodologia do Nova EJA é exclusiva, enquanto o planejamento do Ensino Médio regular é o mesmo nos turnos manhã, tarde e noite. Com isso ocorre o que foi debatido no Capítulo 1, que é a necessidade de uma identidade própria para o ensino noturno.

## **2.3 – Modelo de Aula**

Nesta seção procuramos apresentar mais detalhes sobre o modelo de aula que estamos propondo. Como vimos, a aula é composta por dois momentos. Na primeira parte fazemos uma exposição dos conceitos e teorias e na segunda parte aplicamos uma atividade prática relacionada aos conteúdos discutidos na primeira parte.

### **2.3.1 – Parte Expositiva da Aula**

As aulas de natureza expositiva são necessárias para apresentação estruturada dos conceitos e teorias, porém apenas a utilização do quadro negro e giz como recurso de ensino se tornou extremamente desgastada e obsoleta. Nesses casos a aula tende a ficar cansativa, desestimulante e excessivamente matemática, condicionando o aluno a decorar fórmulas para utilizá-las em provas, trabalhos e testes, onde o estudante apenas repete, sem pensar ou aprender, esquecendo o pouco que memorizou em um intervalo de tempo curto. A escola passa a ser em muitos casos um segundo turno de trabalho, uma obrigação árdua sem prazer e apenas com o objetivo de conseguir um diploma de Ensino Médio.



**Figura 2.2** – Uma ilustração divertida do impacto de uma aula totalmente teórica desenvolvida com quadro negro e giz. Não se trata de uma condenação pura e simples do quadro-negro e giz, mas apenas da observação das suas limitações.

Segundo Heineck, Valiati e Rosa (2007), sobre a utilização de aulas tradicionais:

*“Relativo ao ensino de Física, atualmente o modelo adotado por alguns educadores tende a obedecer ao método tradicional de simples repasse de conteúdos, com aulas à base de giz, quadro-verde e livro didático, com ênfase na linguagem matemática desprovida de um embasamento experimental, desvinculando os conteúdos de suas possíveis relações com os fatos do cotidiano, deixando de lado os aspectos fenomenológicos.”*

Um dos desafios para a parte expositiva no que diz respeito às turmas do noturno é o cansaço físico e mental que implicam um déficit de atenção e um decréscimo da função cognitiva. Esse cansaço é natural e característico do fim de uma jornada diurna de intensa atividade laboral.

Temos um quadro especial quanto à disposição física e mental de nossos alunos nas turmas do noturno, os recursos para lidar com essas dificuldades não são especializados e diríamos que são os mesmos usados nas demais classes. Não teríamos aqui maiores indicações que aquelas já conhecidas dos professores.

Na exposição da teoria, e isso é particularmente importante para o ensino nas turmas do período noturno, o professor deve planejar uma aula totalmente dinâmica,



participativa e atrativa, onde os conceitos devem ser apresentados com uma associação direta com a realidade do aluno e também ao mundo do trabalho e da tecnologia. Este processo deve ocorrer através de recursos de multimídia, utilizando uma linguagem simples, utilizando ferramentas como:

- Seleção de fotos ou imagens;
- Vídeos;
- Software, por exemplo simuladores; Power Point, etc;
- Pequenas experiências simples; a utilização de materiais simples, como uma simples bússola, faz diferença;
- Notícias de Jornais e Revistas;
- Análise de manuais de aparelhos eletrônicos;

O aluno não pode entender a Física apenas como um conjunto de fórmulas que devem ser gravadas para a aprovação e depois esquecidas, ou como um remédio amargo sendo apenas utilizado para curar uma doença, ele deve entender a Física como uma ciência atuante na sua vida, presente a cada momento, importante ao longo da história da humanidade.

### **2.3.2 – Parte Prática da Aula.**

Depois de uma aula teórica bem elaborada, ilustrada e exemplificada, o aluno precisa observar o fenômeno, participando ativamente desse processo para que a aprendizagem seja marcante e assimilada de forma correta; não somente observar uma experiência que mostra a comprovação de uma fórmula ou teoria, ele necessita entender verdadeiramente o que está acontecendo. Para que isso ocorra não basta apenas uma simples demonstração experimental onde o aluno assiste passivamente a aula e o professor apenas exemplifica a teoria. É preciso muito mais, ele deve interagir durante todo o processo, participando e entendendo cada etapa, pois assim o conhecimento é construído de forma gradual e definitiva.

A parte prática foi concebida como um conjunto de atividades modulares focadas no uso da placa Arduino, envolvendo a montagem da experiência, a etapa de programação da placa e o uso do microcomputador (PC).

As atividades são realizadas a partir de materiais preparados pelo professor. Por limitações orçamentárias o material a ser utilizado é único, sendo a prática realizada

pelo professor com a participação da turma. A prática foi pensada para ser executada na mesa do professor requerendo assim muito pouco espaço. Para dinamizar a participação dos alunos propomos a utilização do método POE (Previsão, Observação e Explicação), que será descrito no item 2.5. Através desse método é possível uma grande interação de alunos com professores e alunos com alunos, desenvolvendo também assim a capacidade de trabalhar em grupo, extremamente necessária para o seu mundo do trabalho.

A preparação de todo material deve ser feita pelo professor com bastante antecedência. Isso requer um firme planejamento e testes cuidadosos com o material. Nenhuma atividade prática voltada para a sala de aula se improvisa. Uma má aplicação de procedimentos experimentais produz mais efeitos pedagógicos danosos do que qualquer eventual benefício que possa ser imaginado. No Capítulo 3 discutimos alguns exemplos de atividades práticas, onde apresentamos a relação completa de materiais necessários.

Procuramos conceber o material das atividades práticas como sendo de baixo custo e de fácil transporte uma vez que é material do professor e não da escola. O professor vai precisar preparar e testar o material em sua residência e depois transportá-lo para a escola. Na preparação do material para as atividades práticas será necessário um conjunto básico de ferramentas e acessórios, o que significa um pequeno investimento por parte do professor. Entendemos esse investimento como a aquisição de ferramentas e acessórios de uso profissional, tal como ocorre em diversas outras profissões como médicos, carpinteiros, e outros.

Cada atividade se inicia com a apresentação de um problema de caráter técnico e que se relaciona a uma demanda pessoal ou social bem definida. Para resolver esse problema organizamos a atividade em seções onde progressivamente construímos a solução do problema proposto. Nessas aplicações, procuramos sempre repercutir os temas da Física que estão sendo estudados.

Um dos aspectos relevantes das atividades práticas é o trabalho de programação da placa Arduino. A programação envolve o domínio de uma linguagem com uma “ortografia” e sintaxe próprias. A primeira vista parece que a introdução da etapa de programação da Arduino é um fator dispersante e supérfluo, podendo comprometer o alcance pedagógico da atividade. Vemos que em algumas aplicações didáticas da placa Arduino esse é um dos pontos delicados do planejamento: se temos um curso de formação técnico sobre a placa Arduino o estudo da linguagem de programação próprio

é fundamental e não pode ser minimizado, mas num curso puramente introdutório e informativo, com ênfase nas aplicações, como tratar essa questão sem desnaturar o problema da linguagem e ao mesmo tempo não dispersar a atenção da audiência? Que nível no domínio da linguagem *Processing* devemos alcançar com nossos alunos?

*“A linguagem de programação do software Arduino é textual, o que pode ser um obstáculo para os iniciantes. Logo, se a linguagem não é adequadamente adaptada às habilidades de seus usuários, todos os objetivos falharão.” (MENDELSON et al., 1990 apud ALVES et al., 2012).*

A aplicação de informática no ensino como auxiliador no processo de aprendizado vem crescendo e tem sido muito relevante para a assimilação dos conteúdos, não só na Física como em outras áreas. Muitos sites foram criados exclusivamente com esse intuito, fechando parcerias importantes com muitos colégios, oferecendo diversos serviços como:

- simuladores;
- bibliotecas virtuais;
- mapas;
- o corpo humano;
- vídeos;
- experiências;
- etc.

Essas iniciativas não ocorrem apenas na rede particular, mas também na rede pública. É possível encontrar no site da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro, *links* que direcionam para ferramentas neste sentido, também utilizando a informática no ensino.

Sobre a formação do professor para a utilização da informática no ensino podemos dizer ainda que:

*“A formação do professor para ser capaz de integrar a informática nas atividades que realiza em sala de aula deve prover condições para ele construir conhecimento sobre as técnicas computacionais, entender por que e como integrar o computador*

*na sua prática pedagógica e ser capaz de superar barreiras de ordem administrativa e pedagógica. Essa prática possibilita a transição de um sistema fragmentado de ensino para uma abordagem integradora de conteúdo [...]. Finalmente, deve-se criar condições para que o professor saiba recontextualizar o aprendido e a experiência vividas durante a sua formação para a realidade de sala de aula, compatibilizando as necessidades de seus alunos e os objetivos pedagógicos que se dispõe a atingir. (VALENTE, 1999, p. 153).*

A introdução do conceito de linguagem de programação para alunos do Ensino Médio é muito relevante nos dias de hoje onde o computador está presente no mundo do trabalho e também no cotidiano das pessoas. Um analfabeto digital está quase sendo considerado como uma pessoa que não sabe ler e escrever. Em todos os ramos da sociedade a informática atua constantemente, grande parte dos profissionais que se formam e entram no mercado de trabalho precisam dominar os conhecimentos necessários para utilizar o computador. Na educação, o professor para estar atualizado precisa constantemente estar conectado a internet, ter um bom conhecimento de informática, pois suas aplicações no ensino só vem crescendo a cada dia. Até no simples ato de preparar um teste ou uma prova, deve-se usar o computador, pois não existem mais provas datilografadas ou preparadas no mimeógrafo. Em algumas profissões, apenas um conhecimento básico da computação não é suficiente, saber programar se faz necessário.

Uma importante referencia na questão do ensino da linguagem de programação em escolas públicas para alunos do ensino médio é o artigo publicado na Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE) no ano de 2013 com o título “Ensino de Programação no Ensino Médio: Uma Abordagem ao Design com a linguagem *Scratch*<sup>9</sup>”. De acordo com o artigo, a Ciência da Computação é uma área em crescimento, com a possibilidade da criação de vários empregos. Alguns países já demonstram uma grande escassez na formação de profissionais da Ciência da Computação. O fato de as escolas não ensinarem conceitos ligados à computação, gera nos alunos um visão distorcida sobre esta área, pois eles entendem como difícil e chato

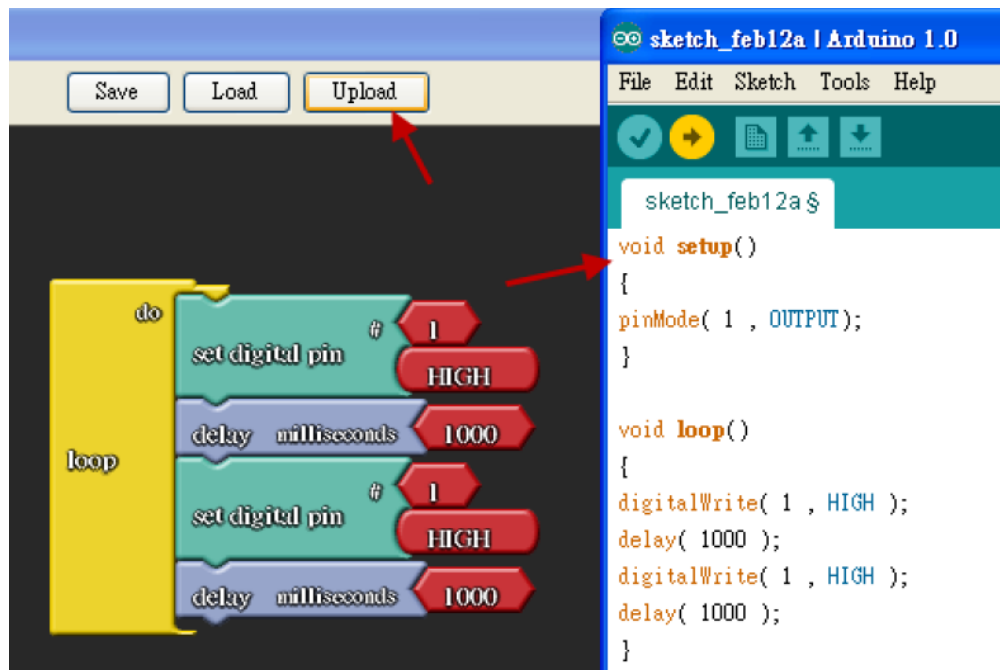
---

<sup>9</sup> O *Scratch* é uma nova linguagem gráfica de programação, inspirada no Logo, que possibilita a criação de histórias interactivas, animações, simulações, jogos e músicas, e a partilha dessas criações na Web. Fonte: [http://nonio.fc.ul.pt/recursos/scratch/obj\\_scratch1.htm](http://nonio.fc.ul.pt/recursos/scratch/obj_scratch1.htm) Acesso em 15/01/2014.

de aprender. O artigo mostra o desenvolvimento de um projeto para ensinar a programação de computadores em escolas públicas no interior da Paraíba. A linguagem de programação *Scratch* foi escolhida por ser considerada de sintaxe simples, usando o idioma português, que privilegia a criatividade na computação. Os alunos foram estimulados a desenvolver pequenos softwares, como jogos simples e animações. Como efeito de avaliação, foi organizada uma Olimpíada de Programação com *Scratch*, onde os alunos competiam individualmente. Segundo o que foi relatado, os resultados dessa Olimpíada foram muitos bons e comprovaram a eficácia desse projeto no ensino de conceitos de programação para os alunos.

Pensamos que a melhor forma de trabalhar a linguagem de programação é considerá-la a partir da aplicação e adotar uma abordagem em espiral onde cada atividade revê aplicações anteriores introduzindo novas propriedades. Nas atividades que adotamos como exemplo no Capítulo 3, propomos que o professor traga o esqueleto a ser utilizado já pronto. O esqueleto é inicialmente utilizado para a programação da placa Arduino visando os objetivos da atividade e só depois, após verificar os resultados, é que o professor discutirá, ponto a ponto, os detalhes da programação.

Essa proposta é diferente da proposta oferecida por Alves et al. (2012) para enfrentar um problema similar e que achamos interessante comentar rapidamente aqui visando eventuais desdobramentos de nossa proposta no futuro. Para enfrentar o problema da programação com turmas iniciantes foi utilizada uma Linguagem de Programação Visual ou VPL (sigla em inglês para *Visual Programming Language*). Essa linguagem se tornou muito interessante para ajudar a resolver os problemas que normalmente os alunos encontram na programação textual. A VPL se torna uma alternativa mais simples e fácil para o estudante gerar uma ação sem que precise de muito treinamento. Ela utiliza um sistema onde geralmente usam-se blocos de forma que eles só se encaixam se sintaticamente estiverem corretos. Com isso também se busca eliminar os erros de sintaxe que acontecem na linguagem textual.



**Figura 2.3** – Representa um exemplo da utilização da linguagem VLP. Alves et al. (2012) p.185

No final da aula prática o professor deve propor exercícios e problemas com a finalidade de fixar ideias. Nesse momento os alunos irão trabalhar com os conceitos físicos e a linguagem de programação, utilizando como base o material que foi apresentado em sala de aula. Os estudantes utilizarão os esquemas apresentados e explicados pelo professor para desenvolver o raciocínio criando soluções para esses exercícios e problemas propostos. Os alunos poderão levar essas atividades para casa e na aula seguinte o professor deve corrigir os exercícios e problemas, debatendo os acertos e erros, destacando os pontos mais importantes. Ainda em relação a estas atividades, seria interessante que eventualmente o professor desse uma nota, tornando a atividade mais formal, podendo aplicar uma pontuação não apenas por acerto, mas também por produtividade e participação durante as aulas.

O professor deverá propor também um desafio ou problema extra, buscando estimular o interesse e a criatividade do aluno. Tal atividade não deve ser desenvolvida na sala de aula, funcionando como uma atividade extraclasse. Através desse desafio podemos conseguir resultados extremamente satisfatórios, pois os alunos se sentirão desafiados. Mesmo que não haja um interesse de todos nesse desafio, a participação de alguns pode gerar boas consequências, pois com o envolvimento desses alunos, pode ocorrer um contágio, pois os outros estudantes que em um primeiro momento não

quiseram participar da atividade extraclasse, observarão seus colegas desenvolverem a solução e se motivarão a participar dos próximos desafios ou mesmo poderão trocar informações com os alunos que conseguiram chegar a uma solução. O professor ao adotar essa ideia da atividade extra, deve pensar na possibilidade de um envolvimento maior da escola nesse projeto, através de ajuda na aquisição de materiais ou no desenvolvimento de uma Feira de Ciências. Para o desenvolvimento de todo o projeto é necessário um planejamento prévio do professor em relação às atividades e também com a questão do uso do tempo, pois nenhuma etapa da proposta pode deixar de ser feita.

## **2.4 – A Placa Arduino**

Nas experiências propostas no Capítulo 3, utilizaremos a placa Arduino Uno.

O Arduino é um microcontrolador de placa única e um software para programá-lo. Ele funciona como um pequeno computador que pode ser programado para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. Essa placa pode também ser utilizada para desenvolver objetos interativos independentes ou ser conectado ao computador para programá-la e servir como interface de comunicação com um circuito elétrico. O projeto Arduino foi criado na Itália em 2005 como uma plataforma simples e barata de aprender eletrônica de microcontroladores; pode ser conectado a vários elementos de um circuito como LEDs, botões (chaves), resistores, capacitores, diodos, lâmpadas, motores e uma grande variedade de sensores analógicos e digitais para as mais diferentes grandezas físicas. Através da associação desses elementos com a placa Arduino, diversas formas de experiências podem ser desenvolvidas, onde o aluno pode interagir e aprender sobre cada elemento do circuito e também a programar ações através dessa placa, sempre associado ao mundo do trabalho e a sua realidade.

Existem outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores. A maior vantagem do Arduino sobre elas é a sua facilidade de utilização, onde pessoas não especializadas da área técnica, podem de forma rápida desenvolver a aprendizagem básica e construir seus próprios projetos em um período de tempo curto. Hoje em dia existe uma grande comunidade de pessoas utilizando Arduinos e compartilhando suas criações e informações.

A placa Arduino Uno, que é considerada a mais popular, assim como todos os outros modelos, conta com um editor de programas do Arduino (o IDE) que pode ser baixado gratuitamente da internet. A IDE é um aplicativo em Java, através do qual programamos a Arduino. A linguagem de programação *Processing* é derivada da linguagem C. De acordo com o site<sup>10</sup> da Arduino, existem vários modelos de placas. O Arduino Uno está definido como sendo uma placa básica, ou seja, o modelo número um. O cérebro da placa é o microcontrolador ATmega328. Tem 14 pinos digitais de entrada/saída (dos quais 6 podem ser utilizados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal ressonador de 16MHz gerador do sinal de *clock*<sup>11</sup>, uma conexão USB, um conector de alimentação independente, um conexão ICSP<sup>12</sup> e um botão de reset. Ele deve ser conectado a um computador através de um cabo USB ou pode ser ligado a um adaptador AC/DC ou ser ligado a uma bateria simples DC. Com isso ele pode ser alimentado através da conexão USB ou por uma fonte de alimentação externa.

---

<sup>10</sup> [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

<sup>11</sup> É um sinal usado dentro do computador para sincronizar ou coordenar as ações de dois ou mais circuitos eletrônicos, o seu sinal oscila entre os estados alto e baixo. Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Clock> Acesso em 25/01/2014.

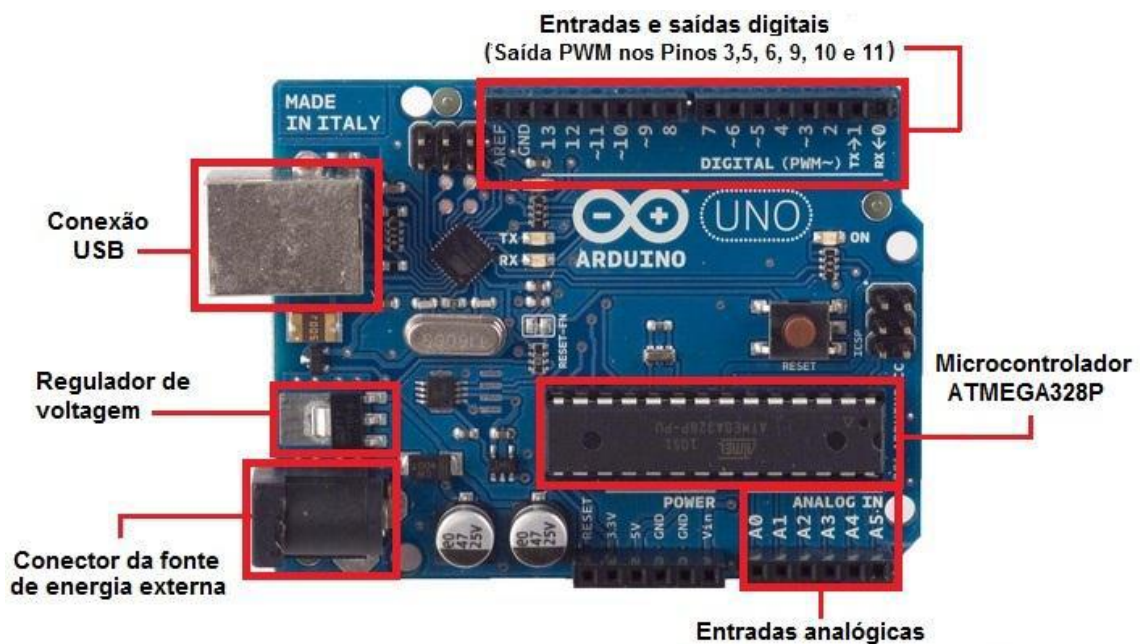
<sup>12</sup> ICSP significa *In-Circuit Serial Programming*, é basicamente “programação serial no próprio circuito” que permite você carregar um software para a sua unidade de microcontroladora. É um método de gravação de dispositivos programáveis. Fonte: <http://www.ancientrade.com/adicionar-cabecalho-icsp-a-sua-placa-arduinoavr.html> Acesso em 25/01/2014.



Microcontrolador	ATmega328
Tensão de funcionamento	5V
Tensão de entrada (recomendado)	7-12V
Tensão de entrada (limites)	6-20V
Digital I / O Pins	14 (dos quais 6 oferecem saída PWM)
Pinos de entrada analógica	6
Corrente DC por I / O Pin	40 mA
De corrente DC para 3.3V Pin	50 mA
Memória Flash	32 KB (ATmega328), dos quais 0,5 KB utilizados pelo carregador de inicialização
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidade do relógio	16 MHz

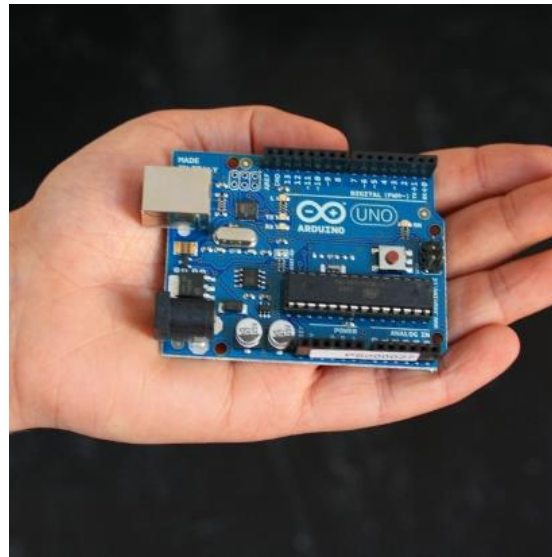
**Tabela 2.1** - Resumo das suas especificações da placa Arduino Uno. Valores retirados do site <http://Arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> em 24/12/2013.

A Figura 2.4 se refere a uma imagem vista de cima da placa Arduino uno que será utilizada em nossos experimentos.



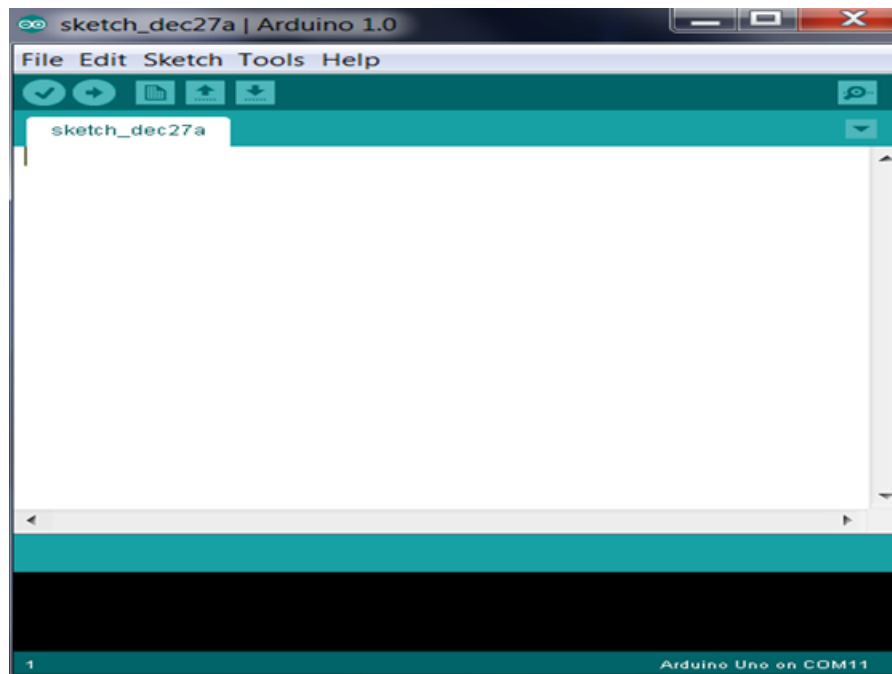
**Figura 2.4** – Imagem da placa Arduino Uno com suas conexões.

A Figura 2.5 demonstra o tamanho da placa Arduino uno que cabe na palma de uma mão, sendo de fácil locomoção para a sala de aula.



**Figura 2.5** – Placa Arduino Uno apoiada na palma da mão.

O IDE, editor de programas do Arduino, possui uma visualização semelhante a da Figura 2.6, podendo haver pequenas diferenças dependendo do sistema operacional que você utilizar (Windows, Linux ou Mac OS X).



**Figura 2.6** – Imagem do IDE do Arduino

O IDE pode ser dividido em três partes: A *Toolbar* no topo, o código ou a *Sketch Window* no centro e a janela de mensagens na base. As versões antigas do

*Toolbar* possuíam sete botões, porem esta versão mostrada na Figura 2.6 e destacada na Figura 2.7 possuem 6 botões. O botão *stop* que tinha a função de interromper a operação do monitor serial ou desmarcar outros botões não aparece na nova versão.



**Figura 2.7** - Toolbar

De acordo com a Figura 2.7, a função de cada botão será explicada respeitando a posição nessa Figura começando da esquerda para a direita.

O primeiro botão, chamado de **Verify**, é usado para verificar se o código digitado está correto e livre de erros. Este procedimento deve ser executado antes de ser feito o *upload* para a placa Arduino uno.

O segundo botão, chamado de **Upload**, carrega o código contido na janela *sketch* atual para o Arduino.

O terceiro botão, chamado de **New**, cria uma nova janela ou *sketch* em branco, pronto para receber um novo código.

O quarto botão, chamado **Open**, mostra uma lista de programas ou *sketch* já armazenados anteriormente ou também uma lista de *sketch* de exemplo que pode ser experimentado com diversos periféricos.

O quinto botão, chamado **Save**, tem a função de salvar o *sketch* no computador para usos posteriores.

O sexto botão localizado no canto superior direito é chamado de **Serial Monitor**, ele mostra os dados enviados de seu Arduino para o computador e vice-versa, pode ser utilizado também para reenviar os dados de volta para o seu Arduino.

<b>Verify</b>	Verifica se existem erros no código
<b>Upload</b>	Transfere o código do sketch atual para o Arduino
<b>New</b>	Gera um sketch em branco
<b>Open</b>	Mostra uma lista de sketch para abrir
<b>Save</b>	Salva o sketch atual para o Arduino
<b>Serial Monitor</b>	Exibe os dados seriais enviados/recebidos do Arduino

**Tabela 2.2** - Resumo das funções de cada botão da *Toolbar*.

Também ao longo do topo, aparece a barra de menus onde às funções mais utilizadas estão representadas nos botões da *Toolbar*. Nessa barra se encontram os itens *File*, *Edit*, *Sketch*, *Tools* e *Help*. A Figura 2.8 ilustra essas informações.



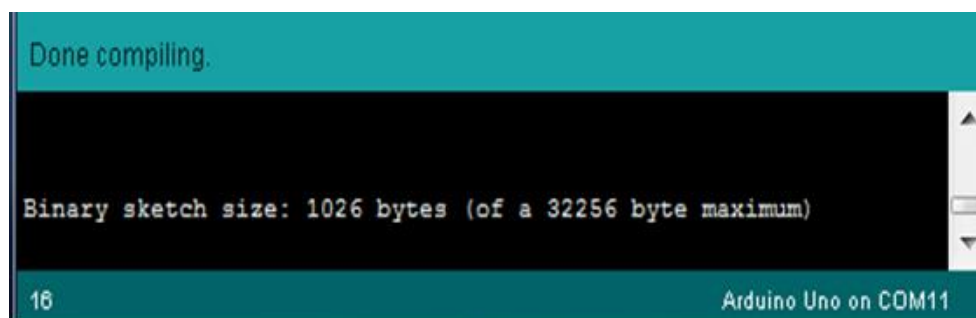
**Figura 2.8** – Barra de menus da *Toolbar*.

A Figura 2.9 representa a *sketch window* onde é digitado o código que, posteriormente após ser verificado, será enviado para o Arduino.

```
sketch_dec27b$  
/*  
  Pisca um LED por um segundo e então apaga por um segundo.  
  */  
  
void setup() {  
  // initialize the digital pin as an output.  
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:  
  pinMode(13, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on  
  delay(1000);           // wait for a second  
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off  
  delay(1000);           // wait for a second  
}
```

**Figura 2.9** – *Sketch Window*.

A janela de mensagens é representada na Figura 2.10 e se encontra na base do IDE da placa Arduino uno.



**Figura 2.10** – Janela de mensagens.

Descrevemos apenas um breve resumo sobre a plataforma Arduino e o seu IDE. Para um aprofundamento recomendamos o livro *Arduino Básico* de Michael McRoberts. Esse livro é muito interessante para iniciantes que gostariam de aprender e começar a desenvolver projetos com a placa Arduino. Um farto material didático para iniciantes pode ser encontrado na internet. Muitos tutoriais são disponibilizados pelos fabricantes de placas Arduino e fornecedores de acessórios. Antes da aplicação desse projeto, é muito importante ter uma base sobre o Arduino, saber os conhecimentos fundamentais sobre esse microcontrolador, para que o professor possa trabalhar com a programação e utilização da placa em sala de aula com propriedade e domínio sobre o assunto.

No mercado não existe somente a placa Arduino Uno, existem outras, como por exemplo, as placas Arduino mega, micro, mini, nano, etc. Todos esses modelos de placas, entre outras, podem ser encontradas no site<sup>13</sup> da Arduino, que também possui uma lista completa de produtos. Estamos utilizando um equipamento de baixo custo e, sendo assim, caso algum aluno se interesse em adquirir um kit de utilização do Arduino, isso é possível. Existe um modelo de Arduino chamado Garagino que pode ser comprado no site<sup>14</sup> da loja virtual do Laboratório de Garagem. Outras informações interessantes podem ser encontradas no próprio site<sup>15</sup> do Laboratório de Garagem. Esse modelo Garagino possui um valor de compra (R\$ 29,00 em 25/01/2014 – Laboratório de Garagem) ainda mais baixo que da placa Arduino Uno (R\$ 75,00 em 25/01/2014 - Laboratório de Garagem), porém esse modelo apesar de ser mais barato, não possui uma comunicação imediata com o computador, sendo ideal o início do aprendizado com a placa Arduino Uno para depois sim pensar na possibilidade de migrar para a placa Arduino Garagino.

Existem vários artigos na Revista Brasileira de Ensino de Física que falam sobre a utilização da Arduino aplicada no ensino de Física, mostrando a grande importância da sua utilização como um importante instrumento no auxílio do processo de ensino e aprendizagem. Outra referência de projetos voltados para a placa Arduino com enfoque em áreas tecnológicas é a revista Eletrônica Total, dedicada a iniciantes em Eletrônica, da Editora Saber Ltda. Essa revista, de edição mensal pode ser encontrada em bancas de jornal de maior abrangência.

---

<sup>13</sup> [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

<sup>14</sup> [www.labdegaragem.org/loja/](http://www.labdegaragem.org/loja/)

<sup>15</sup> [labdegaragem.com/](http://labdegaragem.com/)

## 2.5 – O sistema Previsão, Observação e Explicação (POE)

O sistema POE foi desenvolvido por White e Gunstone (1992) com o objetivo de descobrir as previsões dos alunos e suas razões para fazer isto, sobre um evento específico, fazendo no final um confronto de suas idéias iniciais com o fenômeno observado. De acordo com Treagust et al. (2001) o sistema POE pode ser explicado da seguinte forma:

*“White e Gunstone (1992) têm promovido as atividades de previsão – observação – explicação (POE) como uma estratégia eficiente para trazer à tona as ideias dos estudantes e também para promover entre eles a discussão sobre estas ideias. A atividade POE é baseada no modelo clássico de pesquisa onde uma hipótese é declarada e razões são dadas para que elas sejam verdadeiras, os dados relevantes são coletados e os resultados são discutidos (White, 1988). Isto envolve a previsão dos estudantes a respeito do resultado de uma demonstração e a discussão das razões para as suas previsões; a observação da demonstração e, finalmente, explicação das discrepâncias entre as previsões e as observações.” (Treagust et al., 2001, p. 590, tradução livre).*

Nesse método de ensino acontece uma grande interação do aluno com o professor e com os outros estudantes da sua turma. Esse processo tem a capacidade de mobilizar e motivar toda a turma, fazendo-os desenvolver um pensamento sobre o acontecimento, construindo o conhecimento através da exposição das suas ideias sobre o fenômeno físico.

Através desse sistema podemos descobrir os conceitos iniciais do estudante sobre o tema que será apresentado, sua capacidade de criar teorias sobre o que vai acontecer, gerando assim uma grande discussão, motivando os alunos a pensar e explorar o assunto em debate.

O professor deve planejar e montar uma demonstração de um fenômeno, no nosso caso Físico, relacionado com um tema ou conceito. Depois deve seguir as etapas desse método de ensino.

Esse sistema de ensino pode ser dividido em três etapas, respeitando a seguinte ordem:

- **previsão**, uma situação é exposta verbalmente e os estudantes devem fazer previsões com justificativas, registrando individualmente ou debatendo com seus colegas de turma;
- **observação**, os alunos devem ver a demonstração feita pelo professor, analisando, anotando e debatendo através de suas colocações feitas sobre a sua interpretação sobre o fenômeno exposto;
- **explanação**, o estudante aprende a confrontar suas ideias com o que foi observado, alterando ou adicionando ao seu conceito inicial, chegando uma conclusão final, fazendo as correções sobre suas previsões iniciais se for necessário.

O professor deve interagir no final do processo aproveitando cada colocação, ideia ou participação de cada aluno ou grupo para desenvolver um debate final, aprofundando sobre o conceito discutido na atividade.

Nas experiências do Capítulo 3, utilizaremos o sistema POE de previsão, observação e explanação, através de perguntas que tem como objetivo o desenvolvimento, por parte do aluno, de uma nova idealização para a solução de um problema proposto pelo professor, aprimorando e desenvolvendo o seu cognitivo. Como já dito anteriormente, esse problema pode ser resolvido individualmente ou em grupos. As perguntas que serão apresentadas no Capítulo 3 são apenas exemplos de aplicação do POE, onde o professor tem toda a liberdade de aplicá-las ou não, podendo desenvolver outras perguntas em um número até maior, apenas com a preocupação de um planejamento prévio, considerando os objetivos, número de alunos e o tempo de aula.

## **2.6 – Considerações Finais**

Nesse Capítulo foi desenvolvida uma proposta, que foi apresentada na introdução, de uma aula diferenciada para ser aplicada no Ensino Médio noturno seguindo as recomendações do Programa Nova EJA. Esse novo método de ensino foi apresentado e o seu surgimento sinaliza uma possibilidade de uma alternativa viável

para se ensinar Física no turno noturno, que possui uma realidade adversa para a prática do ensino, seja na parte estrutural, ou seja, no perfil da turma, que normalmente é heterogênea e possui muitos alunos trabalhadores.

O ensino tradicional de quadro negro e giz está desgastado e ultrapassado, e devido a isso, um novo modelo de aula foi proposto com o ensino da teoria através de recursos modernos de ensino, pois o conceito da Física jamais deve ser deixado de lado, mais a sua contextualização e associação direta com o cotidiano e o mundo do trabalho são relevantes para a compreensão da Física como uma ciência atuante e importante ao longo da história da humanidade.

Nesse novo modelo de aula proposto o professor levará para a sala de aula um kit com uma experiência utilizando a placa Arduino uno, o computador e aplicando o sistema POE para o desenvolvimento do aprendizado do aluno. Elementos do circuito serão explicados nessa aula, tornando-a extremamente rica em conteúdos não somente presentes no currículo tradicional, mas atuantes no dia a dia.

A placa Arduino apresentou-se como uma alternativa barata e atrativa para a alimentação e programação dos circuitos elétricos desenvolvidos pelo professor em sala de aula. Para isso esse profissional deve possuir um conhecimento prévio da Arduino para que possa ter propriedade no ensino e introduzir também o conceito da linguagem de programação. Essa aula não será sobre o Arduino, mas para os alunos que se interessarem no assunto e quiserem um aprofundamento sobre linguagem de programação e o Arduino, o baixo custo desses kits permite a possibilidade da sua compra e assim o professor deve dar todo o suporte e acompanhamento necessário nessa nova empreitada desses estudantes que desejem um conhecimento maior sobre a linguagem de programação com a placa Arduino.

O sistema POE foi descrito como um motivador para o desenvolvimento do raciocínio do aluno, pois ele participa ativamente do processo de ensino, não somente observando o fenômeno acontecer, mas também prevendo as possibilidades antes da observação e depois comparando diretamente os seus resultados com as suas previsões.

No Capítulo 3 serão descritas as atividades que serão utilizadas nesse modelo de aula proposto nesse capítulo, destacando que o professor ao utilizar esse modelo de aula, tem toda a liberdade de fazer as modificações e adequações de acordo com a realidade do seu colégio, da sua turma e dos seus alunos.



## CAPÍTULO 3

### As Atividades Práticas

Neste capítulo apresentamos três aplicações das ideias discutidas no capítulo anterior. É importante ressaltar que as atividades a serem apresentadas não são sequenciais, ou seja, estão ordenadas numa ordem lógica, didática, mas não numa ordem temporal em que uma segue a outra imediatamente. São propostas que devem se inserir num contexto maior de planejamento particularmente quanto à estrutura dos seus pré-requisitos próprios.

As atividades práticas propostas não requerem um espaço especializado, como um laboratório, devendo ser desenvolvidas na própria sala de aula tendo a mesa do professor como suporte ou bancada. Para as experiências será necessário um conjunto básico de materiais e ferramentas que relacionamos na Tabela I.1 do Anexo I. Esse material é acondicionado numa maleta que visa facilitar o transporte, a organização e o controle de estoque de materiais e do acervo de experiências, e que denominamos doravante Maleta do Professor. Em cada atividade particularizamos os materiais necessários.

Na apresentação das atividades seguimos um roteiro que estabelece uma sequência temporal de eventos em sala de aula que nos parece à forma mais interessante para a aplicação da atividade. Não se trata de um plano de aula, mas uma exposição de ideias que poderão servir como base para a elaboração do plano de aula pelo professor. Na seção Comentários fazemos um resumo da exposição da matéria naquilo que é pertinente à atividade, estabelecendo o que consideramos o nível de aprofundamento adequado e privilegiando a argumentação. Os Comentários assumem um formato coloquial já visando à sala de aula. Um dos pontos que requer maior atenção é a aplicação da placa Arduino nas atividades. Como se trata sempre de um recorte das propriedades técnicas gerais de funcionamento da placa Arduino, direcionada a um público iniciante, isso vai exigir uma estratégia didática bem cuidada. Como já dissemos, procuramos introduzir a placa Arduino gradualmente, num processo em espiral, onde cada atividade nova repassa os assuntos já aprendidos acrescentando novas propriedades e, por outro lado, partimos sempre da necessidade prática privilegiando a questão do *Como se faz? Como se usa?* Nos comentários voltamos a apresentar

elementos da placa Arduino já discutidos no Capítulo 2 com a finalidade de exemplificar essa abordagem.

Como também já dissemos no capítulo anterior, a aplicação dessas atividades vai exigir do professor certa familiaridade com a plataforma Arduino. Assumimos também, no que se segue que o professor tenha um microcomputador (PC) pronto para a aplicação das atividades com a placa Arduino, com a última versão da IDE instalada, com as definições de *setup* para a placa Arduino e a porta USB em uso e contendo todos os arquivos (*files*) pertinentes aos projetos que vamos descrever. O equipamento que melhor se adapta é o Notebook como esse distribuído pelo governo do Estado do Rio de Janeiro aos professores da rede pública. O Notebook é material do professor, que pode ser usado em casa para realizar todas as instalações e teste prévios com o material usado nas atividades.

As atividades estão divididas em seções. As seções foram pensadas para que correspondam a uma aula, com uma estrutura própria e formando uma sequência lógica e didática. Essa divisão, no entanto, não é rígida podendo ser reformulada a critério de cada professor. Os exemplos de aplicações do método POE são apenas ilustrativos e podem, também, ser modificados conforme as circunstâncias enfrentadas por cada professor.

### 3.1 – Atividade I – Fazendo o LED piscar com a Arduino.

**Metas da atividade:** nesta atividade queremos desenvolver competências e habilidades dos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica, efeito Joule e da lei de Ohm. Dentre essas competências e habilidades que se encontram no currículo mínimo, destacamos:

- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos (Nova EJA e Ensino Médio Noturno).
- Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano (Ensino Médio Noturno).
- Compreender os conceitos de corrente, resistência e diferença de potencial elétrico (Ensino Médio Noturno).

Montaremos um circuito elétrico para acender uma lâmpada, que depois trocaremos por um LED. Utilizaremos a placa Arduino para acender um LED e introduzir conceitos da linguagem de programação.

**Objetivos da Atividade:** construir o circuito elétrico físico a partir de sua representação esquemática; aprender a utilizar o *proto-board*; reconhecer os componentes elétricos comerciais (resistor, pilha, chave, lâmpada, LED e fios) e suas propriedades elétricas; aplicar a lei de Ohm e efeito Joule; introdução à placa Arduino.

**Conceitos trabalhados:** Diferença de potencial elétrico (DDP ou tensão); corrente e resistência elétrica ( $V$ ,  $I$  e  $R$ ); lei de Ohm; efeito Joule.

**Pré-requisito:** Os alunos devem ter os conceitos de corrente elétrica, resistência elétrica, diferença de potencial, Lei de Ohm e efeito Joule bem desenvolvido em aulas anteriores, pois essas atividades propostas não devem ser utilizadas para adquirir o conceito ou teoria.

**Material utilizado:** para a realização desta atividade, dividida em três seções, serão necessários os itens relacionados na Tabela 3.1.

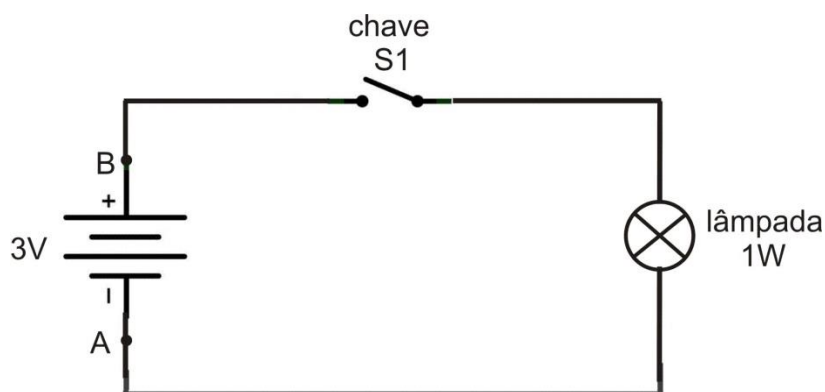
**Tabela 3.1** - Relação de materiais para a Atividade I

	Item:	Quant.	Observação
1	<i>Protoboard</i>	01	
2	Soquete e lâmpada (3V)	01	
3	LED de 5mm	03	Cores: amarelo, verde, vermelho;
4	Porta pilha para duas pilhas pequenas (AA)	01	
5	Pilha AA	02	Dê preferência a pilhas recarregáveis. São mais ecológicas e fornecem mais corrente;
6	Fios encapados ou esmaltados	QN*	Para pequenas conexões;
7	Chave tipo <i>push-button</i>	01	
8	Resistores 100 ohm (1/8W)	03	
9	Arduino Uno (REV3)	01	
10	Cabos para conexão (Jumpers M/M)	04	Usados na conexão do <i>protoboard</i> e portas da Arduino.
(*) QN – quantidade necessária			

### 3.1.1 – Descrição da Atividade I.

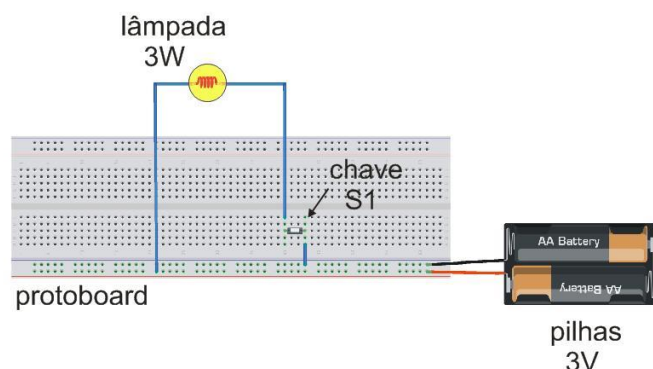
#### 3.1.1.1 - Primeira seção.

Iniciamos apresentando o circuito esquemático indicado na Figura 3.1. Neste circuito temos as propriedades fundamentais de um circuito elétrico, isto é, uma fonte de tensão, um circuito elétrico fechado constituído de fios condutores e uma carga passiva que se caracteriza por uma resistência elétrica.



**Figura 3.1** – Circuito elétrico esquemático que estabelece a base conceitual da atividade. No circuito identificamos uma fonte de tensão elétrica (pilhas) que irá produzir uma diferença de potencial elétrico entre os pontos A e B, um circuito de fios condutores que se fecha na chave S1 e uma carga passiva (lâmpada) que representa a resistência à passagem das cargas elétricas (corrente elétrica).

Na sequência os alunos são convidados a montar, junto com o professor, o circuito físico utilizando um *protoboard* e os componentes elétricos disponibilizados pelo professor. A Figura 3.2 é uma ilustração do circuito físico.



**Figura 3.2** - O circuito físico do esquema da Figura 3.1. Este desenho foi feito com auxílio do programa Fritzing, de acesso livre ([www.fritzing.org](http://www.fritzing.org)).

**Ação:** fechamos a chave e acendemos a lâmpada.

**Comentário:** os alunos são estimulados a pensar no que está acontecendo identificando o papel de cada elemento do circuito. Ao fechar a chave permitimos que as cargas elétricas livres (elétrons) experimentem uma força que as empurram pelo circuito agora fechado, dando origem a uma corrente elétrica. Essas cargas ganham energia pela ação dessa força e, por outro lado, perdem energia pela colisão com os átomos que compõem os condutos por onde passam. Essas colisões que impedem a livre circulação dos elétrons opõem uma resistência natural à passagem dessas cargas elétricas. Esses três fatores se conjugam na lei de Ohm,

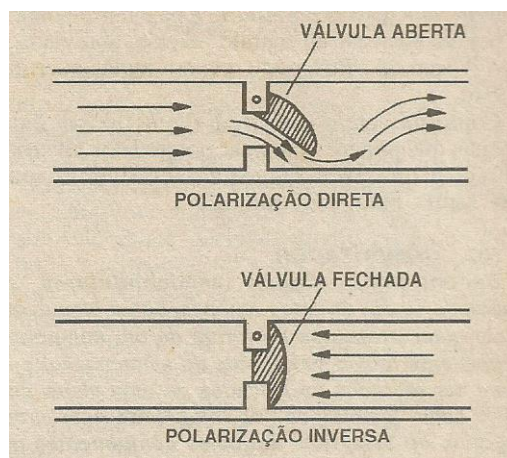
$$\mathbf{V = R.i}$$

Nas colisões com os elétrons os átomos que constituem o material condutor passam a oscilar mais fortemente. Observamos isso através do aquecimento do circuito. Na lâmpada, temos o segmento do circuito onde há maior resistência à passagem dos elétrons e é ali onde se dá o maior efeito de aquecimento. O aquecimento é tão forte que o filamento emite luz. Com isso verificamos e demonstramos a transformação de parte da energia elétrica em energia térmica (calor), chamado de efeito Joule. O sentido convencional de circulação da corrente é dado assumindo-se que os portadores de carga são positivos ao contrário dos elétrons que são portadores de carga negativa, e assim a corrente circula do terminal positivo para o terminal negativo.

**Evento POE** - A pilha tem uma polaridade. Se trocarmos a polaridade o que acontece? A lâmpada acende?

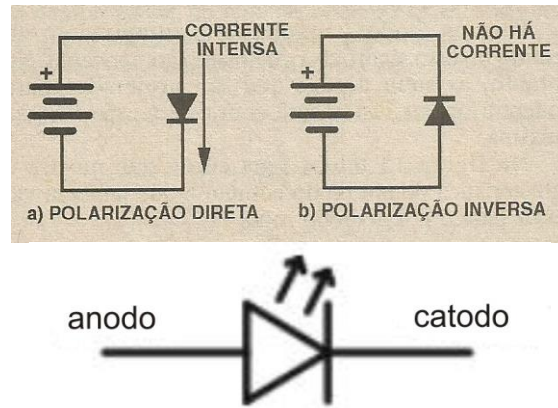
### 3.1.1.2 - Segunda seção.

Vamos refazer o circuito da Figura 3.1 trocando a lâmpada por um LED (*Light Emitting Diode*, ou diodo emissor de luz). Os LED's são muito utilizados nos utensílios eletroeletrônicos modernos. Nossos alunos conhecem bem seus usos, mas não estão familiarizados com suas características e propriedades. Hoje em dia estamos presenciando uma revolução na tecnologia de iluminação com o uso de LED's de alto poder de iluminação. Sua grande vantagem está no baixíssimo consumo de energia e a alta durabilidade quando comparado com as lâmpadas de filamentos ou mesmo as modernas lâmpadas fluorescentes. Diminuir o custo dessas lâmpadas é atualmente um dos desafios da indústria. Nas épocas festivas, particularmente no Natal, os cordões elétricos com dezenas de LED's, os conhecidos "pisca-pisca", são muito usados para enfeitas de casas e lojas. O LED é um diodo que se caracteriza por conduzir a corrente elétrica apenas em um sentido, ou seja, é um componente elétrico polarizado. Nesse momento, uma analogia com a válvula hidráulica unidirecional pode ser muito útil. A Figura 3.3 ilustra esquematicamente o funcionamento desta válvula.



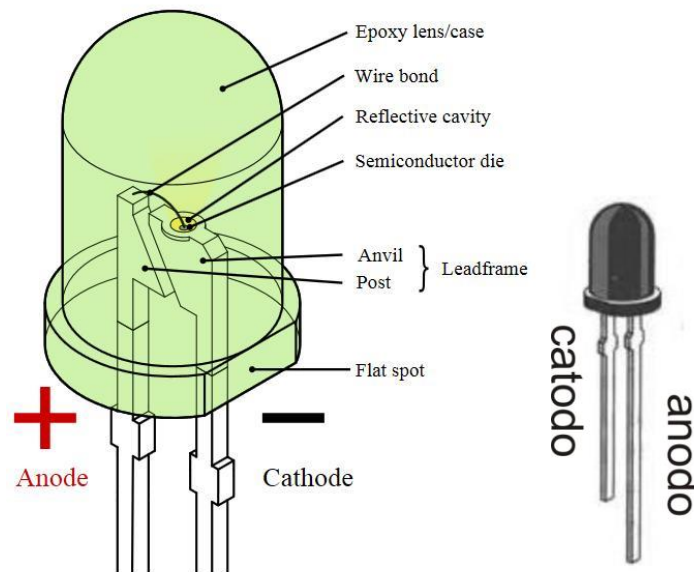
**Figura 3.3** – Esquema de funcionamento de uma válvula hidráulica unidirecional (Braga 2001, p. 55).

Com o LED temos um comportamento similar, ilustrado na Figura 3.4.



**Figura 3.4** – Polarização de um diodo (Braga 2001, p. 55) e símbolo eletrônico de um LED.

A maneira como o LED emite luz é diferente da lâmpada de filamento de tungstênio. A lâmpada, como vimos, emite luz por aquecimento (radiação térmica) e por isso precisa de muita energia para funcionar. Já o LED não emite luz por aquecimento e, portanto, consome muito menos energia. Na Figura 3.5 podemos ver a sua curiosa estrutura interna.

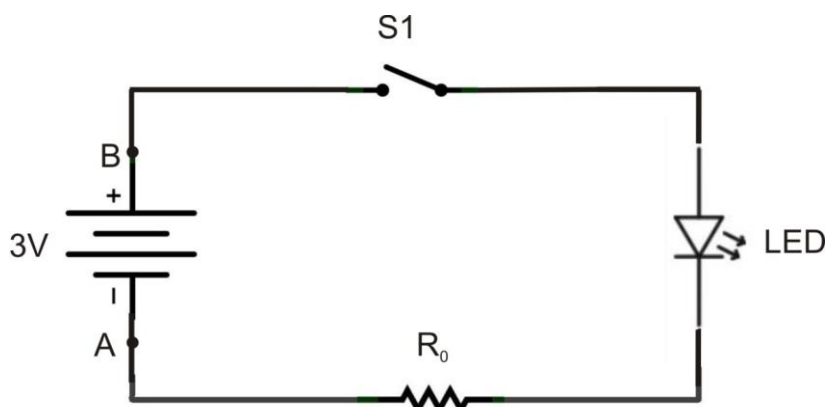


**Figura 3.5** – Estrutura típica de um LED de 5 mm ([http://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting\\_diode](http://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode), em 11/2013). No involucro comercial mais comum a perna maior corresponde ao ânodo e a menor ao cátodo.

Para substituímos a lâmpada pelo LED em nosso circuito temos que ter dois cuidados: precisamos respeitar a sua polaridade e temos que considerar sua limitação em corrente. O LED é um componente frágil e possui um limite máximo de corrente que pode suportar. Esse limite de corrente é informado pelo fabricante, mas tipicamente



não deve ser maior do que 50 mA. Quando polarizado diretamente e em funcionamento sua resistência elétrica é muito pequena. Se tentarmos ligar diretamente um LED a uma fonte de tensão ele pode se danificar irreversivelmente. Levando em consideração esses fatos perguntamos a turma, o que devemos fazer para ligar o LED ao nosso circuito? A Figura 3.6 responde essa questão: temos que usar um resistor para limitar a corrente no circuito.



**Figura 3.6** – Circuito elétrico esquemático em que substituímos a lâmpada do circuito original por um LED e um resistor limitador de corrente. O LED é um componente polarizado e tem que ser colocado no circuito na orientação correta. Na orientação inversa ao indicado na figura não há condução de corrente e o LED não acende.

Como calcular essa resistência? Aplicamos a lei de Ohm: se temos uma fonte de 3 V e se queremos que a corrente não exceda 50 mA podemos calcular,

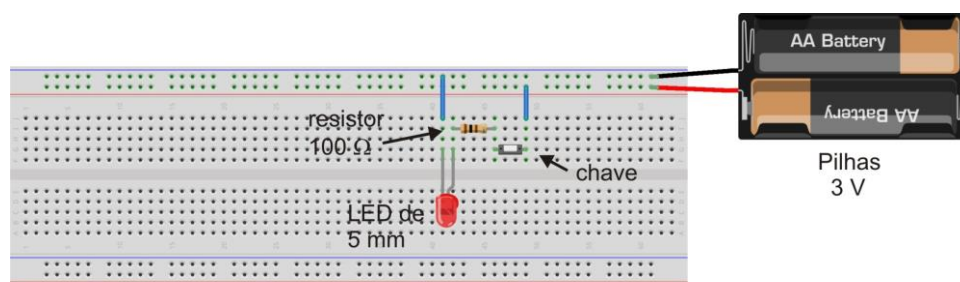
$$R = \frac{V}{i} = \frac{3}{0,05} = 60\Omega = R_0$$

Como o LED tem uma resistência muito pequena podemos dizer que esse é o valor da resistência  $R_0$  que devemos colocar no circuito. Ainda mais, como esse valor não é comum podemos adotar o valor mais próximo acima deste que é 100  $\Omega$ . Temos na Maleta do Professor um bom sortimento de resistores comerciais. Como selecionar o valor correto? Na Figura 3.7 temos uma fotografia de um resistor comercial desses tipicamente usados em circuitos eletrônicos. Muito de nossos alunos já viram esse componente em equipamentos domésticos ou profissionais encontrados no trabalho. Os anéis coloridos indicam o valor da resistência. No Anexo II apresentamos o código de cores e indicamos como usá-lo. Essa convenção deve ser apresentada aos alunos como parte da atividade e como parte de sua formação.



**Figura 3.7** – Um típico de resistor de carvão usado em aplicações de eletrônica. As barras coloridas servem para indicar o valor da resistência através de uma convenção apresentada no Anexo II.

Na sequência, os alunos são convidados a montar, junto com o professor, o circuito físico utilizando um *protoboard* e os componentes elétricos disponibilizados pelo professor, exatamente como procedemos na montagem anterior. A Figura 3.8 é uma ilustração do circuito físico.



**Figura 3.8** - O circuito físico do esquema da Figura 3.6. Este desenho foi feito com auxílio do programa *Fritzing*, de acesso livre ([www.fritzing.org](http://www.fritzing.org)).

**Ação:** fechamos a chave e acendemos o LED. Apertamos a chave (*push-button*) várias vezes e vemos o LED piscar.

**Evento POE:** (1) se invertermos a polaridade do LED e fecharmos a chave: o LED acende?

(2) Se mantivermos o LED como está e invertermos os terminais da bateria: o LED acende?

**Comentário:** os alunos devem ser estimulados a pensar no que está acontecendo identificando o papel de cada elemento do circuito. No exemplo em questão o LED, como um diodo semicondutor que emite luz, representa uma carga com características claramente não ôhmicas. Queremos ressaltar suas diferenças com uma lâmpada incandescente comum, mas nessa fase não queremos explicar os princípios de funcionamento do diodo e particularmente do LED. Esse tipo de abordagem prioriza as propriedades operacionais, mas prepara os alunos para outras atividades que se dedique

a discutir os dispositivos semicondutores estimulando a sua curiosidade. Embora os dispositivos semicondutores, tipo diodo e transistores, não façam parte da ementa do sistema EJA, nada impede que possam ser abordados através de uma linguagem adaptada, mais fenomenológica, como aquela dos manuais de eletrônica direcionados para a formação de técnicos em eletrônica voltados para a área de manutenção de equipamentos. É muito interessante, a título de exemplo, que professores que desejem enveredar por estas aplicações extras conheçam o livro *Curso Básico de Eletrônica* do professor e engenheiro Newton C. Braga (ver Referências).

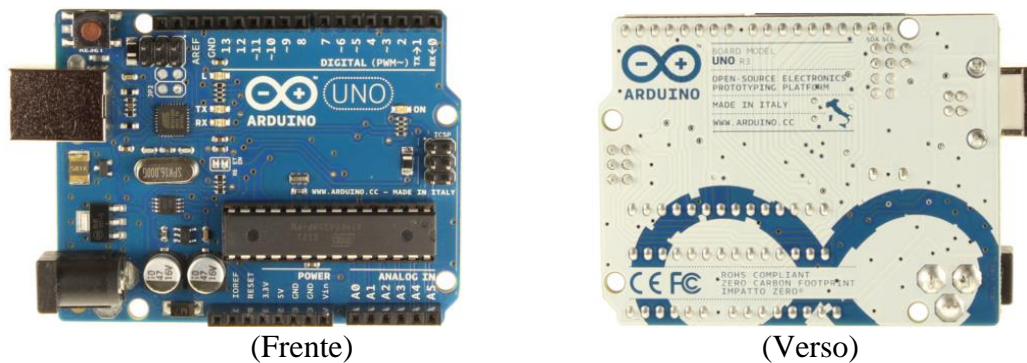
Temos agora um problema prático que queremos resolver: como podemos construir um pisca-pisca com LED's para enfeitar a nossa casa no próximo Natal? Será que conseguimos fazer alguma coisa mais barata do que aquele que encontro na loja do Chinês? Talvez seja possível acender vários LED's ao mesmo tempo, mas como faço para eles piscarem? Será que tenho que ficar apertando a chave? Na próxima seção vamos ver uma forma de piscar o LED.

### 3.1.1.3 - Terceira seção

Nesta seção vamos dar um grande salto tecnológico! Vamos usar um microcontrolador para fazer o LED piscar. No momento, podemos entender o microcontrolador como um dispositivo eletrônico que pode fazer o papel de um dedo apertando a nossa chave S1, do circuito anterior, fazendo o LED piscar. Mas, não se engane: um microcontrolador é muito mais do que isso, do que uma simples chave liga-desliga automática.

Um microcontrolador é uma coisa pequena, um dispositivo eletrônico pequeno, daí o prefixo micro, do grego *mikros*, que significa pequeno, ou seja, um dispositivo eletrônico controlador muito pequeno. Quase tudo em matéria de equipamentos eletrônicos que nos cerca hoje em dia tem um microcontrolador comandando. Pense por exemplo na enorme quantidade de funções em sua televisão, no seu micro-ondas, no seu celular, na câmara fotográfica: lá está o microcontrolador fazendo tudo. Podemos dizer que o microcontrolador é um pequeno computador com todas as funcionalidades do microcomputador em um único *chip*. Esse dispositivo eletrônico para funcionar, ou seja, para ser usado num circuito elétrico, precisa ser programado. Precisamos dizer ao microcontrolador o que queremos que ele faça. Um microcontrolador tem memória, onde armazenamos as instruções que queremos que ele execute. Teríamos muito que dizer sobre microcontroladores, e temos muitos estágios para cumprir até podermos dizer que conhecemos bem o assunto. Então vamos por partes, e veremos que é possível fazer uso dessa tecnologia sem sermos especialistas.

Como exemplo de microcontrolador faremos uso de um projeto muito legal: a placa Arduino, mais especificamente, Arduino Uno. É importante dizer isso, pois existem vários modelos de placa Arduino. Na placa Arduino temos um microcontrolador conhecido como ATmega 386 e um canal, ou porta, de comunicação com um microcomputador (PC), uma porta USB. Na Figura 3.9 vemos a Arduino Uno.



**Figura 3.9** – Placa Arduino Uno. Dimensões aproximadas: 7 cm x 5 cm.

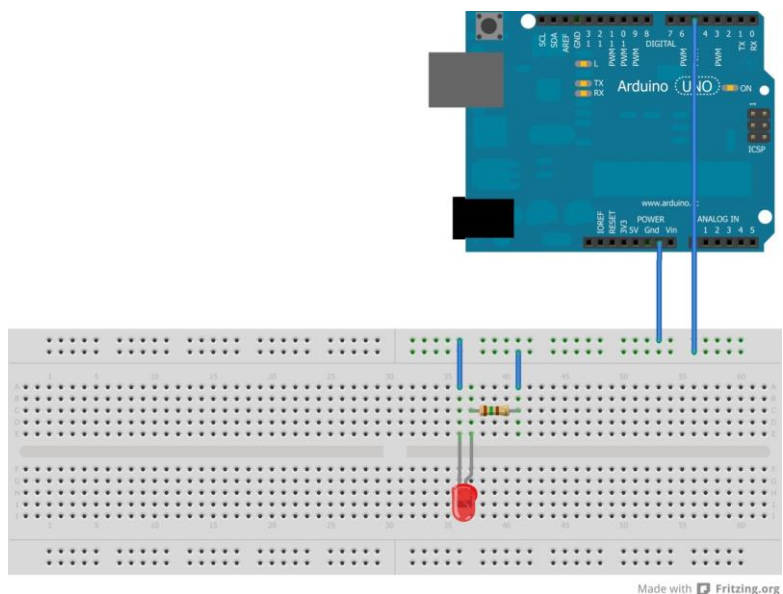
Nas laterais temos uma série de conectores onde podemos ligar várias coisas. São como portas onde podemos entrar com um sinal ou obter um sinal. Algumas dessas portas são digitais (portas enumeradas de 0 a 13) e outra analógicas (A0, A1, ... A5). Mais a frente veremos o que é isso. Além dessas portas, a placa Arduino tem duas fontes de tensão uma de 5,0 V e outra de 3,3V. Isso é muito bom, pois podemos usar essas fontes em lugar de pilhas.

Vamos direto ao ponto: como podemos usar essa placa Arduino, com seu poderoso microcontrolador Atmega328, para fazer o LED piscar?

Vamos usar uma das portas digitais. Vamos tomar por base a porta 5. Como se trata de uma porta digital ela só pode estar em dois estado, ligado ou desligado. A palavra digital tem a ver com isso. Se esta ligada temos 5 V, se está desligada temos 0 V. Não tem meio termo!

Colocamos então um perna do LED, o anodo, na porta 5 e a outra perna, o catodo, no conector da placa que corresponde ao terminal negativo, como se fosse uma pilha. Não usamos aqui o termo “terminal negativo”, falamos *terminal terra* ou simplesmente *terra*.

Agora bem, se mandamos o microcontrolador ligar e desligar a porta 5 faremos o LED piscar. Não podemos esquecer que se aplicarmos 5 V diretamente sobre o nosso LED vamos queimá-lo. Há outra limitação também: essas portas digitais da placa Arduino não foram construídas para fornecer correntes elétricas altas. Elas também suportam no máximo 40 mA. Se não nos lembrarmos disso na hora de usar a placa podemos queimá-la e com isso nosso prejuízo será muito maior do que somente um LED. Vamos ficar bem atentos.



**Figura 3.10** - O circuito físico é semelhante da Figura 3.8, onde substituímos a chave tipo *push-button*, o porta pilha e as duas pilhas pela placa Arduino Uno. Este desenho foi feito com auxílio do programa Fritzing, de acesso livre ([www.fritzing.org](http://www.fritzing.org)).

Vamos usar um resistor limitador de corrente como fizemos antes. Se temos 5 V, aplicando a lei de Ohm e obtemos,

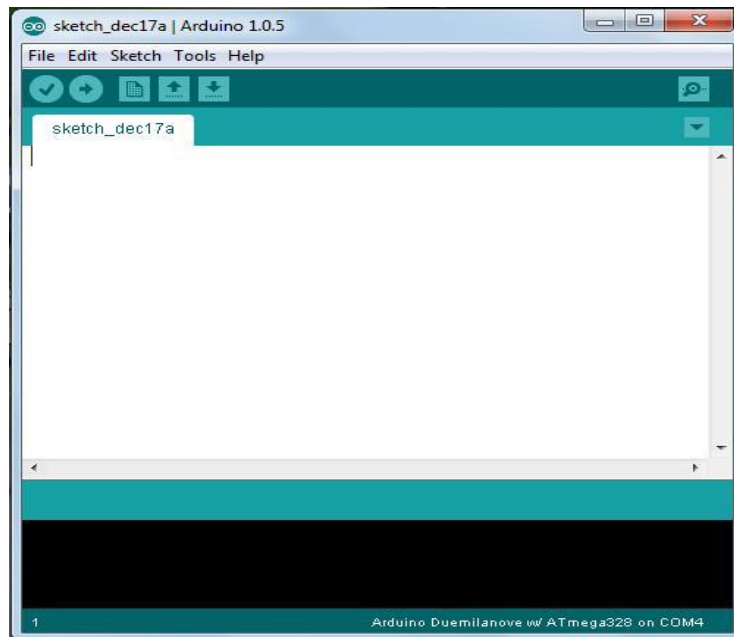
$$R_0 = \frac{5 \text{ V}}{0,04 \text{ A}} = 125\Omega$$

Se tomarmos um valor um pouco acima já estará bom. Podemos usar 150  $\Omega$  que é o mais próximo valor comercial que temos em nossa maleta. Quais são as cores desse resistor?

Agora vamos montar o circuito. Veja a Figura 3.10. Com o circuito montado como o fazemos funcionar? Bem, agora temos que instruir o nosso microcontrolador para ligar a porta digital 5 e é aí que começa a segunda parte de nosso trabalho!

Para instruir a Arduino temos que nos comunicar com ela e usar uma linguagem própria. Vamos usar o nosso PC para enviar instruções para a Arduino. No PC vamos usar um programa próprio para isso, uma espécie de interlocutor entre nós e a placa. Esse programa também se chama Arduino e sua função é conhecida genericamente pela sigla IDE, do inglês *Integrated Development Environment* ou simplesmente Ambiente de Desenvolvimento Integrado. Esse programa é integralmente gratuito e podemos fazer uma cópia a partir do site<sup>16</sup> oficial da Arduino. Uma vez aberto em nosso PC sua janela tem o aspecto mostrado na Figura 3.11.

<sup>16</sup> [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)



**Figura 3.11** – Janela de acesso da IDE Arduino, versão 1.0.5.

Vamos escrever as nossas instruções no espaço em branco reservado na janela. Vamos escrever essas instruções usando uma regra, uma linguagem própria que é derivada da linguagem C. Essas instruções quando completas formam o que no jargão técnico dos usuários ou aplicadores da Arduino é conhecido como um *sketch*, em português dizemos esquete, um esquema simplificado.

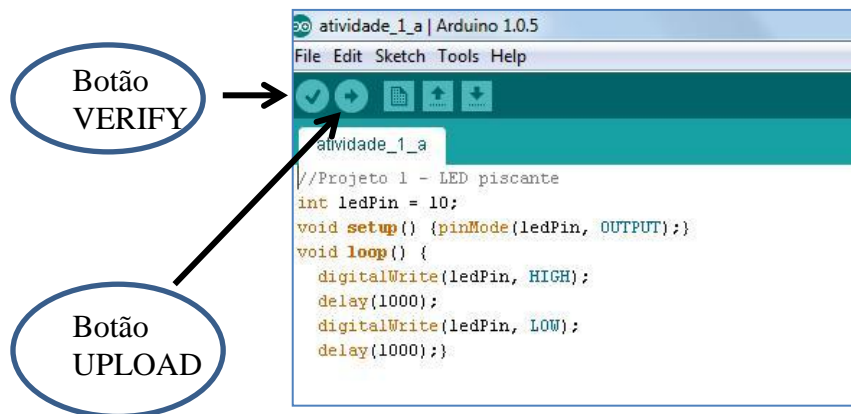
Para piscarmos o LED ligado na porta digital 5 vamos então usar o nosso primeiro *sketch*:

```
//Atividade 1a: LED piscante  
  
int ledPin = 10;  
  
void setup() {pinMode(ledPin,  
OUTPUT);}   
  
void loop() {  
    digitalWrite (ledPin, HIGH);  
    delay (1000);  
    digitalWrite (ledPin, LOW);  
    delay (1000);} 
```

Antes de entender o significado dessas instruções, vamos escrever essas instruções na IDE tal como está.

**Ação:** o professor digita o esquete na frente dos alunos.

Por fim, vamos ver na tela o esqueleto pronto, como indicado na Figura 3.12.



**Figura 3.12** - Janela de acesso da IDE Arduino, versão 1.0.5, com o esqueleto (*sketch*) digitado (*atividade\_1\_a.ino*).

Para verificar se fizemos tudo certo, apertamos o botão **VERIFY** (ver Figura 3.12). O nome já indica a sua função. Com isso, o programa faz uma tradução do esqueleto em uma linguagem que nossa Arduino entenda. Se tudo estiver certo nenhum alerta de erros será emitido pela IDE. Isso é muito importante porque a linguagem usada é muito exigente. Por exemplo, a regra exige que toda instrução seja finalizada com um sinal de ponto e vírgula “;”. Se esquecermos de colocar o ponto e vírgula no final de uma instrução receberemos uma mensagem de erro. O botão **VERIFY** é pois muito útil.

**Ação:** o professor clica no botão **VERIFY**.

Na sequência, salvamos o esqueleto num diretório apropriado e ligamos a Arduino a uma porta USB do PC através de um cabo próprio. Com a Arduino ligada ao PC vamos carregar (*upload*) o esqueleto: clicamos no botão **UPLOAD** (ver Figura 3.12). Antes porém, deligue o cabo de conexão ao pino digital 5. Como regra, faça o *upload* do esqueleto com os cabos de força desligados.

**Ação 1:** o professor clica no botão **UPLOAD**.

**Ação 2:** terminado o *upload*, o professor liga o cabo ao pino 5.

Vemos o LED piscando com uma frequência de 1/2 Hz.

Vamos agora procurar entender as instruções que compõem o nosso primeiro *sketch*. São as primeiras instruções e regras que vamos aprender.

### //Projeto 1 - LED piscante

- Essa instrução começa com os símbolos “//”. Nesse caso, tudo o que é escrito na linha após o símbolo é tomado como um comentário, não implicando em maiores



consequências. Colocar comentários no *sketch* é muito útil para nos lembrarmos depois o que queríamos fazer com essas ou aquelas instruções.

```
int ledPin = 5;
```

- Essa instrução define uma variável. Em Matemática, costumamos definir uma variável usando uma única letra como, por exemplo, **x** ou **y**. Aqui podemos dar nomes com várias letras. Chamamos a nossa variável de **ledPin** e o termo **int** é usado para designar a variável **ledPin** como um número inteiro, mais especificamente um número inteiro que varia de -32.768 a 32.767. Na Arduino temos diferentes tipos de variáveis que iremos conhecer na medida em que vamos avançando em nosso curso. Essa instrução é importante, pois diz para o nosso microcontrolador quanta memória ele tem que reservar para guardar o valor da variável. Se tivesse que guardar o número, por exemplo, 75.746 a Arduino precisaria de mais memória do que o número 23.448. O primeiro número não poderia ser considerado uma variável **int**.

Estamos atribuindo a variável **ledPin** o valor **5**. Sempre que possível escolhemos o nome de uma variável segundo a sua utilidade. Nesse caso ele indica o pino digital que escolhemos para ligar o LED, ou seja, **ledPin** = “pino do LED”. Observe que a instrução termina, como já dissemos acima, com o ponto e vírgula.

```
void setup() {pinMode(ledPin, OUTPUT);}
```

- Todo esquete tem duas coisas que estão invariavelmente presentes: as funções **setup()** e **loop()**. Não há esquete sem essas duas funções. A função **setup()** vem sempre antes da função **loop()** logo no início do esquete. Na função **setup()** não há nada entre os parêntesis e iniciamos com a palavra **void**, do inglês vazio. Esse **void** significa que a função **setup()** não é numérica. Podemos fazer uma analogia com uma função no senso matemático como, por exemplo, quando escrevemos,

$$F(x) = 2 \cdot x + 1,$$

Se atribuímos a variável **x** o valor 3, a função **F(x)** retorna o valor,

$$F(3) = 2 \cdot 3 + 1 = 7.$$

No caso da função **setup()** não passamos nenhum valor, por isso os parêntesis estão vazios e a função não retorna, por sua vez, nenhum valor numérico por isso usamos o termos **void**. Mais tarde vamos aprender a usar outros tipos de função, mas

aqui já podemos adiantar uma propriedade notável de nosso microcontrolador: se necessário, ele pode fazer vários cálculos, coisas até bem complicadas! Por isso dizemos que o microcontrolador é também um microprocessador.

Toda função é definida entre os colchetes “{}”. No caso da função **setup** que estamos definindo ela contém apenas instrução:

```
pinMode(ledPin,OUTPUT);
```

Essa instrução é usada para indicar se um pino digital (**pinMode** = modo do pino) é de entrada de um sinal (**INPUT**) ou de saída de um sinal (**OUTPUT**). Isso é um ponto importante: a Arduino não sabe se os seus pinos digitais serão usados para receber dados de fora ou se serão usados para enviar dados para fora. Nós temos que dizer isso a ela! No nosso caso, nós queremos ligar ou desligar o pino **5**, isso significa que vamos mandar (**OUTPUT**) uma instrução (liga / desliga) para esse pino. Dizemos também, que vamos escrever nessa porta e não ler o que é enviado para a porta. A maneira com escrevemos uma instrução **pinMode** é sempre assim:

```
pinMode( número da porta, OUTPUT ou INPUT);
```

No nosso caso o número da porta é dado pela variável **ledPin**, já no início do esquete. A função **setup()** tem portanto essa utilidade: é usada para definir o modo como as coisas vão funcionar na placa Arduino, é por isso que ela vem logo no início do esquete e é por isso que nada funciona na Arduino sem uma função **setup()**.

```
void loop() {  
    digitalWrite (ledPin, HIGH);  
    delay (1000);  
    digitalWrite (ledPin, LOW);  
    delay (1000);}
```

- Nesta instrução definimos a função **loop()**. Essa função tem as mesmas características da função **setup()**, ou seja, os parêntesis estão vazios e começamos com o termo **void** e isso pelas mesmas razões. Essa função tem por finalidade fazer uma atividade repetitiva (esse é o sentido da palavra inglesa *loop*...), isto é, sem fim. É aqui que vamos fazer o LED piscar. A primeira instrução na função **loop()** é,

```
digitalWrite (ledPin, HIGH);
```

Essa instrução escreve (*write*) na porta digital **ledPin** (porta 5) o estado **HIGH** (alto ou ligado). Em outras palavras, a porta 5 é ligada em 5 V. Nesse momento o LED é ligado, é aceso. Em seguida temos a instrução,

**delay (1000);**

A instrução **delay()** instrui a Arduino a esperar sem nada fazer durante um intervalo de tempo indicado dentro dos parêntesis. A unidade de tempo da Arduino é o milissegundo. Se escrevermos 1000 isso significa 1000 milissegundos, ou seja, 1000 ms = 1s. A próxima instrução é similar à primeira,

**digitalWrite (ledPin, LOW);**

Essa instrução escreve na porta digital **ledPin** (porta 5) o estado **LOW** (baixo ou desligado). Em outras palavras, a porta 5 é colocada em 0 V. Com isso desligamos o LED.

A maneira com que escrevemos uma instrução **digitalWrite** é sempre assim:

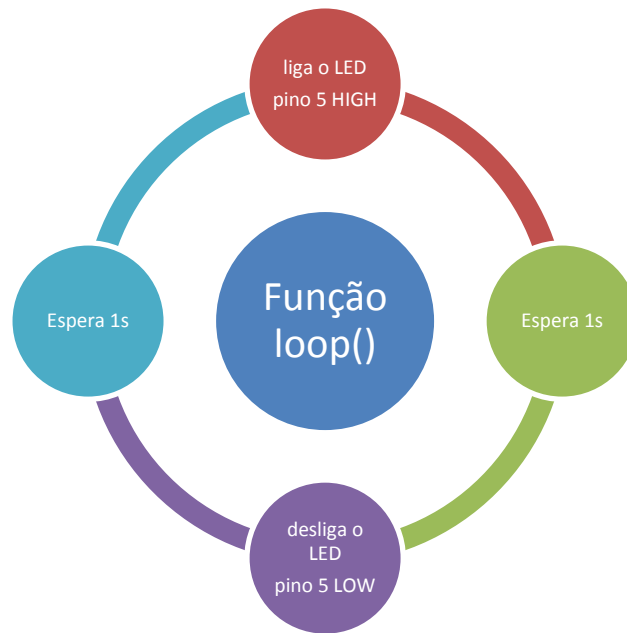
**digitalWrite ( número da porta, HIGH ou LOW);**

Em seguida repetimos a instrução,

**delay (1000);**

e mantemos assim o LED desligado por 1s. Terminado esse prazo começamos tudo novamente, retornando para a primeira instrução do *loop*, ligando o LED. E assim fazemos o LED piscar, a cada 1s. A única forma de parar será desligando a Arduino.

Podemos visualizar a operação completa do loop através de um diagrama circular, contendo as instruções (Figura 3.13).



**Figura 3.13** – Ilustração da operação de funcionamento da função **loop()** (ver texto).

### 3.1.2 – Conclusão da Atividade I

Como conclusão da terceira seção, planejamos um conjunto de exercícios de fixação e problemas de aprofundamento. A inserção dessas sugestões no plano de aula desta Atividade I deve ficar a cargo de cada professor. A solução desses exercícios é dada no Anexo III.

**Exercício I.1** (fixação) – (1) Como devemos modificar o esquete *Atividade\_1\_a.pde* para fazer com que o LED pisque com uma frequência de 0,10 Hz. Queremos que o LED fique três vezes mais tempo ligado do que desligado. (2) Para isso devemos modificar também o circuito elétrico que usamos na aula?

**Exercício I.2** (fixação) – Altere o esquete *Atividade\_1\_a.pde* substituindo a instrução *delay (1000)* pela instrução *delay (random(100))*. A instrução *random(max)* gera um número aleatório entre zero e o número entre parêntesis (excluído). Assim *random(100)* gera um número aleatório entre 0 e 99. Faça o *upload* desse novo esquete e comente o resultado observado.

**Exercício I.3** (fixação) – (1) Como devemos modificar o esquete *Atividade\_1\_a.pde* para fazer piscar três LED's das cores amarelo, vermelho e verde em sequência e tempo de 1s. Usando os mesmos símbolos empregados na Figura 3.6 faça um desenho do circuito elétrico usado para acender o três LED's. (2) Monte o circuito com o material disponibilizado pelo professor e comprove o seu funcionamento.

**Problema I.1** (aprofundamento) – Para situações de emergência no mar, barcos salva vidas recebem uma lâmpada de alerta que pisca de forma intermitente um sinal de SOS em código Morse. O código Morse foi criado por Samuel Morse, inventor do telégrafo, em 1835 para servir de base para comunicação à distância<sup>17</sup>. Através do telégrafo é possível mandar um conjunto de sinais elétricos curtos e longos que podem ser ouvidos. Morse estabeleceu um código que faz corresponder a cada letra, algarismos e símbolos de pontuação textual, um conjunto de pontos (sinal curto) e traços (sinal longo) e espaços. O sinal **SOS** é usado para comunicar uma emergência. No código Morse a letra **S** é representada por três sinais curtos (pontos) e o **O** por três sinais longos (traços) e assim o sinal de SOS é “••• – – – •••”. Essa sequência pode ser comunicada com luz e é exatamente isso que faz a lâmpada do bote salva vidas. (1) Escreva um esquete para um *LED de Alerta* que emite o sinal de SOS. Para dar

---

<sup>17</sup> [http://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo\\_Morse](http://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_Morse) Acesso em 05/01/2014.

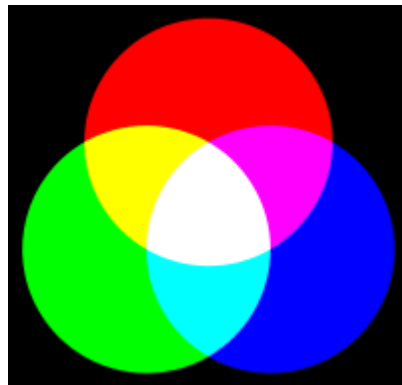
portabilidade ao seu projeto do LED de Alerta, alimente a Arduino com uma bateria de 9 V. O professor fornecerá as conexões necessárias.

Com a conclusão desta atividade apresentamos um conjunto de elementos da linguagem de programação da Arduino. Em resumo, colocamos na Tabela 3.2 as instruções usadas. É importante não perder de vista a sequência de apresentação dos comandos e da sintaxe. Essa apresentação deve seguir uma ordem lógica e se desenvolver dentro de um esquema em espiral onde nas próximas atividades aplicamos os mesmo comandos introduzindo novos detalhes.

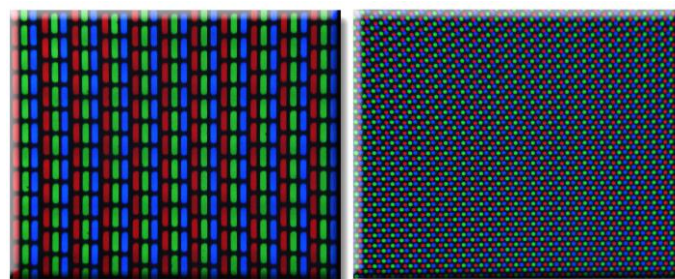
Tabela 3.2 – Comando da linguagem de programação praticada na Atividade I		
1	//	Esta tabela possui os comandos usados na atividade I, porém o que foi explicado nessa atividade é apenas parte do que cada comando pode fazer. Para aprofundar mais o seu conhecimento sobre a estrutura completa de cada comando e obter maiores informações a respeito, o professor pode acessar o site da página oficial da arduino em <a href="http://arduino.cc/en/Reference/HomePage">http://arduino.cc/en/Reference/HomePage</a>
2	int	
3	setup()	
4	loop()	
5	void	
6	pinMode()	
7	digitalWrite()	
8	delay()	
9	for	
10	random()	

**Problema extra, um desafio para ir mais longe:** As cores primárias são: azul, verde e vermelho. Através da combinação, ou seja, da intensidade dessas três cores podemos produzir diversas outras cores (ver Figura 3.14). As diferentes cores que observamos com a visão humana na natureza, podem ser decompostas em suas componentes, vermelha, azul e verde. Um exemplo é a luz branca que é uma composição de diferentes cores, quando decomposta obtemos o espectro de cores do arco-íris. Uma *mood lamp* é uma lâmpada formada de três LEDs, um vermelho, um verde e um azul, assim como o seu monitor de computador ou da televisão é formado de pequenos pontos vermelhos, verdes e azuis (RGB), onde uma cor é gerada apenas pelo ajuste do brilho de cada LED. **RGB** é a abreviatura do sistema de cores aditivas formado por vermelho (*Red*), verde (*Green*) e azul (*Blue*). Suas iniciais na língua inglesa forma a palavra RGB. O LED RGB é um componente único que vem com três

LEDs dentro dele: vermelho, verde e azul, sendo bem mais caro que o LED comum, possui quatro pernas, um catodo comum e três anodos, um para o verde, um para o azul e um para o vermelho. É possível então acender esses três LEDs no corpo de um único LED. Ele pode ficar com a cor que você desejar, dependendo apenas da intensidade de azul, verde e vermelho, como se fosse um pixel. Um pixel da televisão, ou do monitor de computador, é um ponto muito pequeno, ou seja, miniaturizado, composto de três LEDs, um vermelho, um azul e um verde (ver figura 3.15). Você pode controlar a *mood lamp* através de comandos do seu computador para a placa Arduino utilizando o *Serial Monitor* (comunicação serial), do IDE do seu Arduino. Monte um circuito com esse tipo de lâmpada e através de uma comunicação serial produza cores diversas. A ideia é utilizar os três LEDs e produzir cores como se fosse um pixel, assim como é feito no monitor da televisão ou do computador (SUGESTÃO: consulte o livro *Arduino Básico* de Michael McRoberts).



**Figura 3.14** – A combinação das cores primárias formando novas cores.



**21" TV CRT Display**      **17" PC CRT Display**  
(Televisão de 21") (monitor de computador 17")

**Figura 3.15** – Imagem ampliada para a visualização dos pixels de uma televisão e de um monitor de computador.

### 3.2 – Atividade II – Fazendo uma Lâmpada Piscar com a Arduino.

**Metas da atividade:** nesta atividade queremos mostrar alguns usos importantes da lei de Ampere. Usamos como relação com a tecnologia o relé, ou chave eletromagnética. No dicionário Houaiss, lemos que relé é um *aparelho graças ao qual uma energia relativamente pequena controla uma energia maior* e é nesse sentido que o introduzimos aqui. Na Atividade I usamos a Arduino para acionar um LED e vimos ali uma clara limitação: não podemos usar a placa Arduino diretamente para acionar circuitos de potência. Como usamos a microeletrônica para controlar os grandes equipamentos a nossa volta? Desenvolveremos competências e habilidades propostas no currículo mínimo como a compreensão da relação do avanço do eletromagnetismo e dos aparelhos eletrônicos (Nova EJA e Ensino Médio Noturno) e também interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos eletromagnéticos (Ensino Médio Noturno).

**Objetivos da atividade:** construir o circuito elétrico físico a partir da sua representação esquemática; reconhecer os componentes elétricos comerciais (resistor, pilha, chave, lâmpada, relé, LED e fios) e suas propriedades elétricas; aplicar a lei de Ohm; introdução à placa Arduino.

**Conceitos trabalhados:** Lei de Ampere, diferença de potencial elétrico (DDP ou tensão), corrente e resistência elétrica ( $V$ ,  $I$  e  $R$ ); lei de Ohm.

**Pré-requisito:** Atividade I. Os alunos precisam ter participado da parte expositiva onde os conceitos pertinentes foram apresentados e discutidos.

**Material utilizado:** para a realização desta atividade, dividida em três seções, serão necessários os itens relacionados na Tabela 3.3.



**Tabela 3.3 – Relação de materiais para a Atividade II**

	Item:	Quant.	Observação
1	<i>Protoboard</i>	01	
2	Eletroímã	01	O eletroímã pode ser artesanal. Ver Anexo I para sugestões de montagens;
3	Bússola portátil	01	Modelo simples que pode ser comprada em papelarias;
4	Ímã permanente	01	
5	Lâmpada incandescente (127V / 15W)	01	
6	Bocal para lâmpada	01	
7	Fio paralelo com chave interruptora e <i>plug</i> macho.	01	Podem ser comprados já prontos como reparo para abajur;
8	Pilha recarregável (AA)	02	Para acionamento do eletroímã;
9	Pilha comum (AA)	02	Para acionamento do motor DC;
10	Porta pilha para duas pilhas pequenas (AA)	02	
11	Chave tipo <i>push-button</i>	01	
12	Arduino Uno (REV3)	01	
13	Módulo relé, 5 VDC / 10A	01	
14	Cabos para conexão (Jumpers M/M)	04	Usados na conexão do <i>protoboard</i> e portas da Arduino.

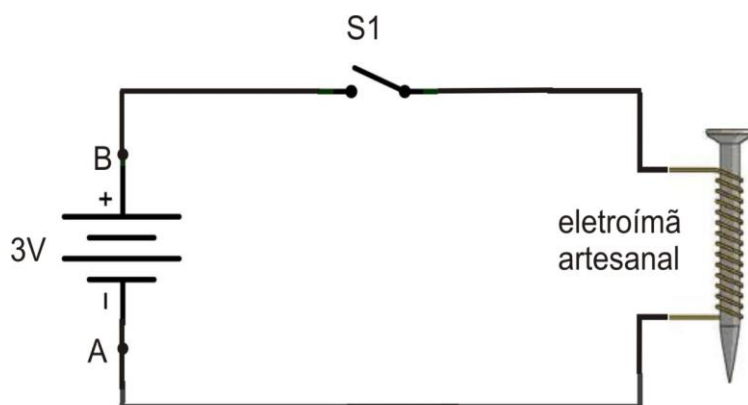
### 3.2.1 – Descrição da Atividade II.

#### 3.2.1.1 - Primeira seção.

Iniciamos apresentando um eletroímã e o circuito elétrico de acionamento. Nesta montagem temos a base para discutir o fenômeno da produção de um campo magnético por uma distribuição de corrente elétrica no espaço. Como sabemos, o fenômeno foi originalmente descoberto em 1819, pelo físico dinamarquês Hans Christian Oersted. O

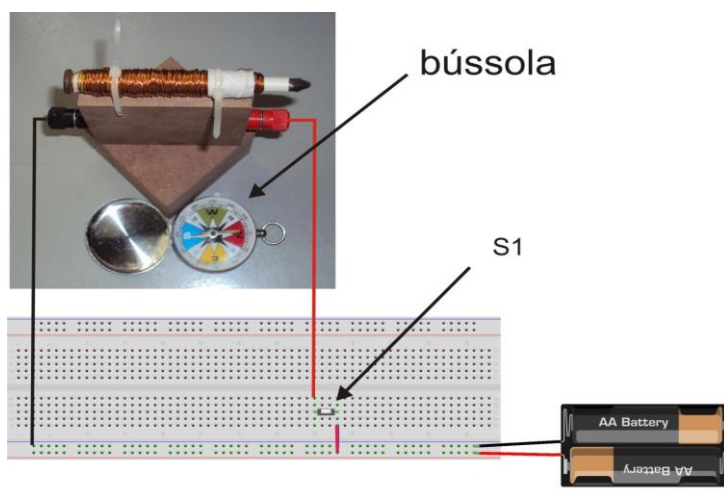
físico francês André Marie Ampère (1775 -1836), pouco depois da descoberta de Oersted, estabeleceu uma relação quantitativa entre a intensidade do magnetismo (campo magnético) e a corrente elétrica em um fio, conhecida como lei de Ampere.

O circuito apresentado na Figura 3.16 permite o acionamento do eletroímã usando uma fonte de 3V e uma chave S1 (tipo *push-button*). Nesse desenho usamos uma representação informal para o eletroímã. Não se trata de um símbolo convencional uma vez que eletroímãs não são elementos de circuito eletrônicos comuns.



**Figura 3.16** - Circuito esquemático para o acionamento do eletroímã.

Na sequência os alunos são convidados a montar, junto com o professor, o circuito físico utilizando um *protoboard*, o eletroímã e os componentes elétricos disponibilizados pelo professor. A Figura 3.17 é uma ilustração do circuito físico.



**Figura 3.17** - Circuito físico para acionamento do eletroímã. Na figura mostramos uma bússola simples para indicar a presença do campo magnético gerado pelo eletroímã. O eletroímã mostrado foi construído artesanalmente e alguns detalhes são apresentados no Anexo I.

**Ação:** O professor usa um pequeno ímã permanente para mostrar a resposta da bússola. Em seguida afasta o ímã e fecha a chave S1 observando a resposta da agulha magnética da bússola.

**Comentário:** os alunos devem ser estimulados a pensar no que está acontecendo identificando o papel de cada elemento do circuito. Ao fechar a chave S1 permitimos a formação de uma corrente elétrica. Essa corrente percorre o circuito passando pelas espiras da bobina com núcleo de ferro (prego). A intensidade da corrente depende da fonte de tensão e da resistência elétrica do circuito que é neste caso dado pelos fios que formam a bobina. Como vimos esses três fatores se conjugam na lei de Ohm,

$$V = R \cdot i$$

Na bobina temos aproximadamente 20 m de fio de cobre recobertos com uma capa de verniz para isolamento. O cobre é um bom condutor de eletricidade. Usamos fios de cobre na instalação elétrica de nossas casas. Mesmo 20 m de fio de cobre com aproximadamente 0,5 mm de diâmetro tem uma resistência elétrica pequena. Na bobina da Figura 3.17 temos  $4,0 \Omega$  o que dá aproximadamente  $0,2 \Omega$  para cada metro de fio. Podemos calcular a corrente na bobina usando a lei de Ohm,

$$I = V/R = 3,0 \text{ V} / 4,0 \Omega = 0,75 \text{ A} = 750 \text{ mA}$$

Mesmo para pilhas essa corrente é alta. Devemos ter cuidado e sempre acionar o eletroímã por curtos intervalos de tempo para evitar aquecimento e que se esgotem rapidamente. Nesse cálculo não estamos levando em conta a resistência interna das pilhas. Essas resistências, em aplicações usuais, podem ser consideradas pequenas, mas comparativamente no caso do eletroímã, não são tão pequenas. Um cálculo mais exato teria que levar em consideração a resistência interna das pilhas e resultaria numa corrente na bobina menor que os  $0,75\text{A}$ . Como sabemos pela lei de Ampère, quanto menor a corrente na bobina menor será o efeito magnético (campo magnético). A pilha comum tamanho AA tem resistências internas maiores que as pilhas maiores, tamanho D. As pilhas alcalinas por sua vez têm resistências internas menores que as convencionais. Você pode usar pilhas grandes (tamanho D) para o acionamento do eletroímã ou, o que é mais recomendável, usar pilhas recarregáveis que possuem as menores resistências internas, gerando correntes máximas. Por outro lado, e não menos importante, são também mais ecológicas.

Vimos que a corrente ao passar pelo fio produz um campo magnético a sua volta. Se tomarmos um fio longo e o enrolamos em volta de um prego intensificamos o efeito magnético nas vizinhanças do prego. A compactação em espiras formando uma

bobina é uma geometria muito eficaz para isso. A presença do prego fabricado com um metal ferromagnético (ferro) atua intensificando o efeito magnético da bobina: é o efeito de magnetização. Como sabemos a magnetização do ferro induzida pelo efeito magnético da bobina não desaparece completamente quando cessamos a corrente na bobina. Esse fenômeno é conhecido como *histerese* e é esse fato que nos permite produzir ímãs permanentes. No nosso caso, como as correntes usadas são muito pequenas o efeito da histerese é pequeno e o prego acaba por guardar pouca magnetização residual.

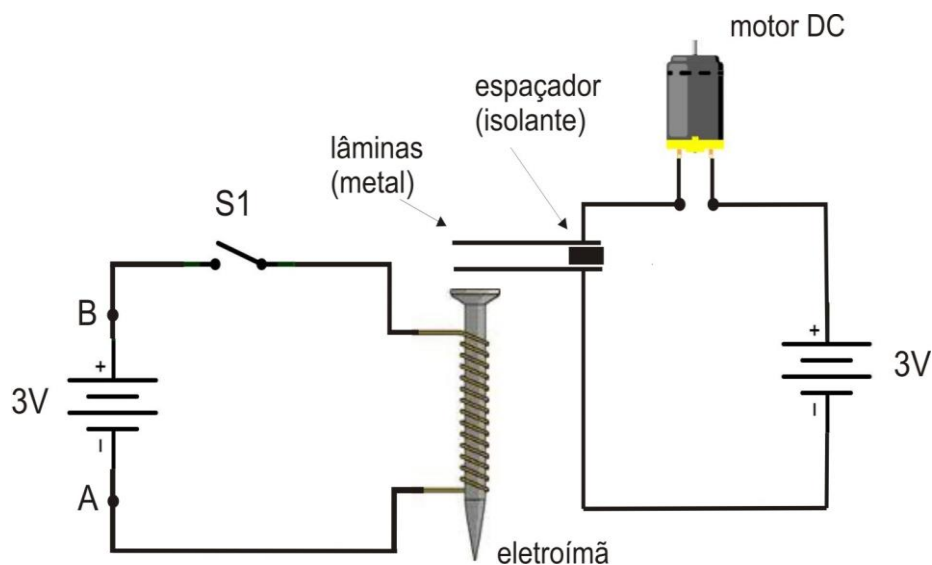
**Evento POE** – Como vimos, a pilha tem uma polaridade. Se trocarmos a polaridade no circuito do eletroímã o que acontece?

Nossa bobina se comporta como um pequeno ímã. Quando ligada, ela possui um polo norte e um polo sul. Por isso, dizemos que nossa bobina é um eletroímã, ou seja, um “ímã elétrico”. Se invertermos o sentido de circulação da corrente invertemos os polos de nosso eletroímã.

### 3.2.1.2 - Segunda seção.

Nesta seção fazemos uma preparação para a próxima. Na seção seguinte realizamos o objetivo final da Atividade II.

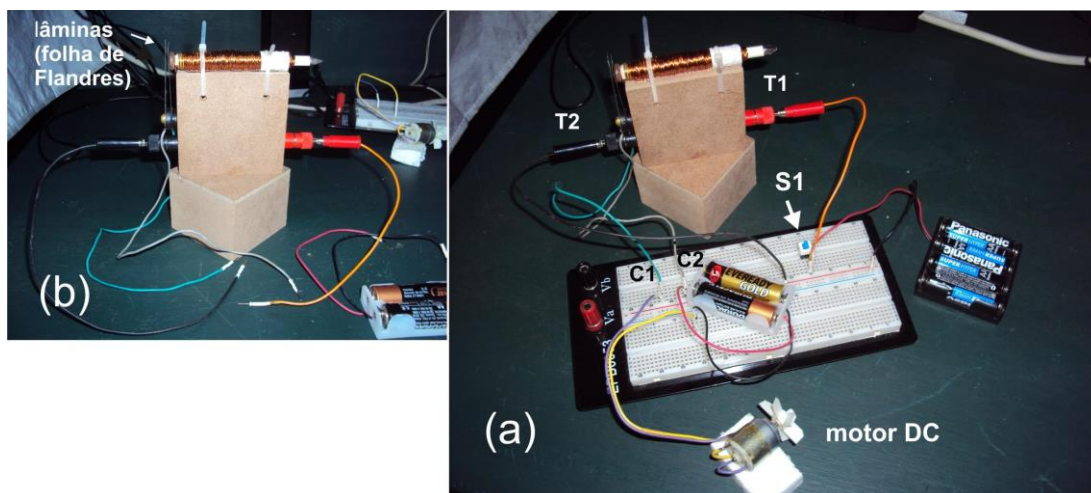
Usando o eletroímã anterior acrescentamos contatos metálicos que servem para mostrar o princípio de funcionamento de um relé eletromecânico. Os relés comerciais são encapsulados e nem sempre é possível examinar o seu interior. Essa atividade foi concebida para facilitar a compreensão de como o relé funciona como uma chave abre-fecha comandada eletricamente. Nosso modelo é um relé artesanal, muito fácil de ser construído (ver Figura 3.19) e baseado no mesmo eletroímã usado na seção anterior. Na Figura 3.18 mostramos o circuito elétrico esquemático de acionamento do relé.



**Figura 3.18-** Circuito elétrico esquemático para o acionamento do relé.

O relé tem a função de chave num circuito auxiliar alimentado por um fonte independente de 3V e que aciona um pequeno motor DC. Nessa versão estamos usando um motor elétrico porque tem uma forte relação com o tema da atividade. O motor gira graças ao mesmo fenômeno que se manifesta no relé. Motores elétricos são muito importantes no mundo tecnológico que nos cerca e podemos encontrar aqui uma boa oportunidade de expandir a discussão sobre a lei de Ampère. Se o professor achar conveniente não iniciar essa discussão nesta fase ele pode facilmente substituir o motor por uma lâmpada incandescente tal como usamos na Atividade I, Seção I. O objetivo do circuito auxiliar é simplesmente mostrar o funcionamento da chave. É também possível utilizar no lugar do motor um multímetro na função de ohmímetro (medida de

resistência) para verificar continuidade. Neste caso, a vantagem do multímetro é a de que o professor estará praticando com a sua turma a utilização desse importante instrumento elétrico de larga aplicação nas mais diferentes atividades profissionais.



**Figura 3.19** – (a) Circuito físico do esquema da Figura 3.18. T1 e T2 são os terminais de alimentação da bobina e C1 e C2 são os contatos de saída do relé. Na figura vemos o motor que será acionado através do relé. (b) Relé artesanal onde os contatos são lâminas recortadas de uma lata de leite em pó isoladas eletricamente por uma arruela de plástico (ver Anexo I).

**Ação:** O professor fecha a chave S1. As lâminas do relé inicialmente separadas entram em contato pela ação magnética do eletroímã fechando o circuito auxiliar. O motor DC entra em funcionamento.

**Evento POE** – (1) Como vimos, a pilha tem uma polaridade. Se trocarmos a polaridade da fonte de alimentação (fonte de 3V) no circuito do eletroímã o relé vai funcionar?

(2) Se trocarmos a polaridade da fonte de tensão que alimenta o motor DC e acionarmos o relé o motor vai funcionar?

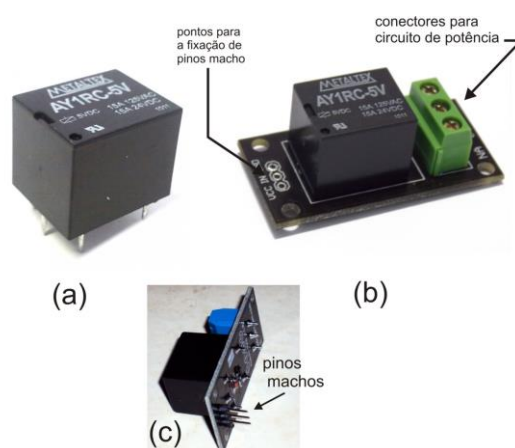
**Comentário:** os alunos devem ser estimulados a pensar no que está acontecendo identificando o papel de cada elemento do circuito. Ao fechar a chave S1 permitimos a formação de uma corrente elétrica no circuito do motor elétrico. O motor é DC e o sentido de rotação depende do sentido da corrente. Nesta atividade não discutimos ainda os motores elétricos, mas essa pode ser uma oportunidade para abrir o assunto. Existem várias experiências interessantes envolvendo motores elétricos e a placa Arduino. Neste ponto caberia a construção de um pequeno motor elétrico com rotor de espira única que poderia ser montado facilmente e ilustraria bastante bem o princípio de funcionamento

de um motor de DC e que por sua vez segue sendo uma boa aplicação da lei de Ampère. Os endereços a seguir, são dois exemplos entre vários, que ensinam montagens muito simples e baratas de um motor elétrico,

- <http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/motor-eletrico.htm>
- <http://www.youtube.com/watch?v=GeJg8vL-Jqs>

### 3.2.1.3 - Terceira seção.

Nesta seção vamos fazer uso de um relé comercial. Esse relé tem como característica o baixo consumo podendo ser acionado pela placa Arduino. Vamos usar mais especificamente o chamado **módulo relé** que consiste de uma pequena placa com terminais prontos para as conexões no *protoboard* e no circuito de potencia que vamos usar. Esse módulo relé é muito utilizado em aplicações com a placa Arduino. Na Figura 3.20 mostramos o relé e o módulo relé.



**Figura 3.20** – (a) Relé de baixo consumo quando acionado e (b) módulo relé que incorpora numa pequena placa (*breakout board*) os conectores para adaptação ao *protoboard* e terminais para o circuito de potência. (c) Módulo relé com os três pinos machos já soldados.

É preciso chamar a atenção para o fato de que o módulo relé é fornecido com uma barra de três pinos (com o espaçamento padrão de 0,1”), entretanto a barra não vem soldada no módulo. Com ferro de solda e um pouco de solda é muito fácil fixar os três pinos nos furos indicados na Figura 3.20(b). Depois de soldado o módulo fica como indicado na Figura 3.20(c). Com esses pinos podemos fixar facilmente o módulo relé no *protoboard*.

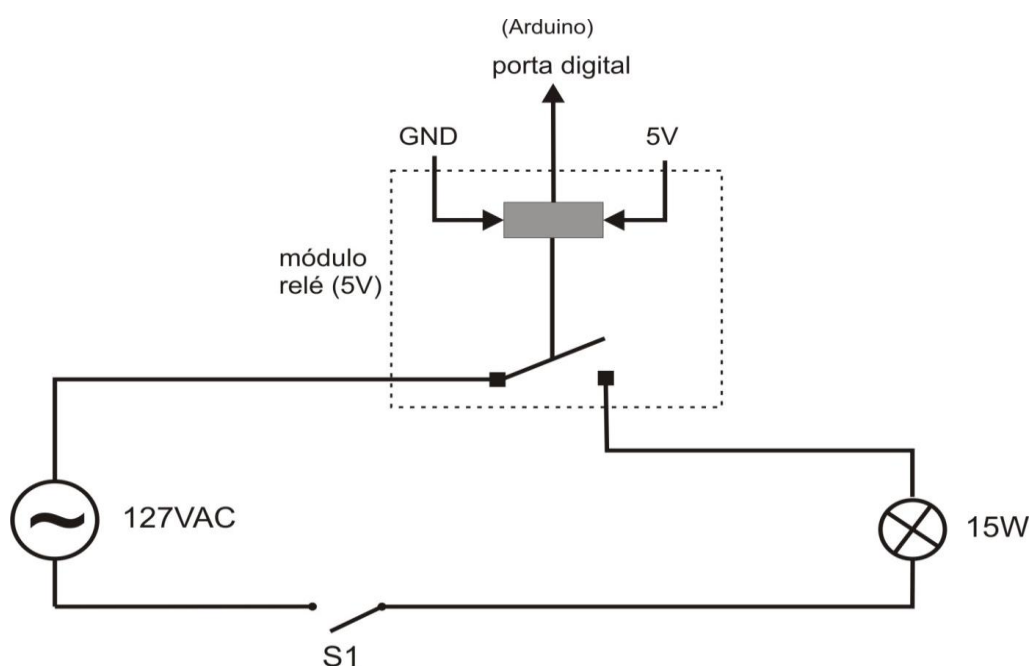
O circuito que vamos montar tem como finalidade fazer piscar uma lâmpada comum. No caso, selecionamos uma lâmpada vermelha de 15W /127 V. A Figura 3.21 mostra o esquema do circuito elétrico que vamos usar. Pela falta de símbolos convencionais para o módulo relé estamos usando uma representação informal bem simplificada.

Os três pinos do módulo relé são conectados na placa Arduino (via *protoboard* e cabos) da seguinte maneira:



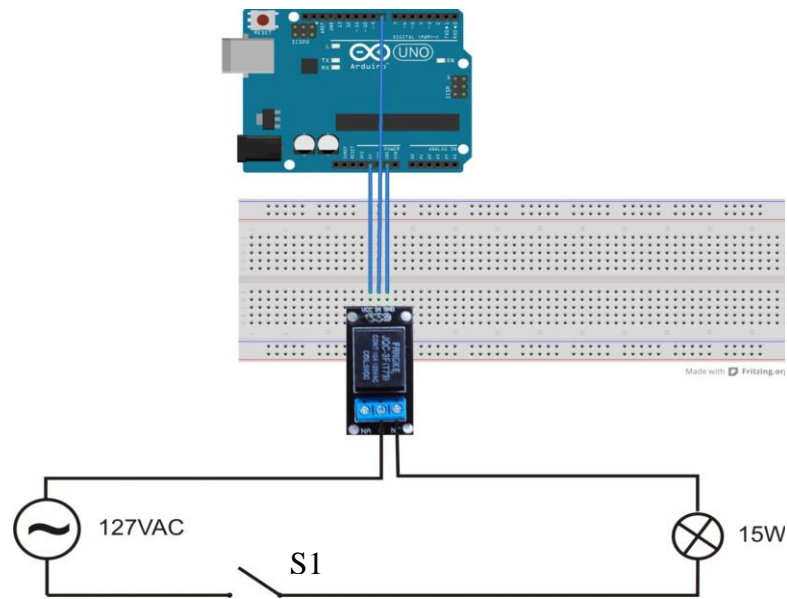
- Pino VCC é conectado ao terminal 5V;
- Pino GND é conectado ao terminal GND;
- Pino IN é conectado a uma porta digital.

Quando a porta digital está no estado LOW (desligado) as conexões de saída C (comum) e NF (normalmente fechado) estão fechadas. Se conectarmos a lâmpada a esses dois terminais ele ficará acesa. Se colocarmos a porta digital no estado HIGH (ligado) as conexões C e NF se abrem cortando o fornecimento de energia para a lâmpada. O contrário irá ocorrer se ligarmos o circuito da lâmpada às conexões C e NA (normalmente aberto).



**Figura 3.21** - Circuito elétrico esquemático com o módulo relé e uma lâmpada de 15 W. Quando este circuito é acionado a lâmpada pisca.

Na sequência os alunos são convidados a montar, junto com o professor, o circuito físico utilizando um *protoboard* e os componentes elétricos disponibilizados pelo professor. A Figura 3.22 é uma ilustração do circuito físico.



**Figura 3.22** – Circuito físico do esquema da figura 3.21.

Por fim, temos que programar a placa Arduino para comandar o relé. Vamos estabelecer que a lâmpada deva piscar a cada 5 segundos e ficar acesa durante igual intervalo de tempo. O comando do relé é feito através de uma porta digital. O problema é similar ao problema de fazer o LED piscar que vimos na Atividade I.

```
//Atividade 2a - Lâmpada piscante

int relePin = 8;

void setup() {pinMode (relePin,
OUTPUT);}

void loop() {
  digitalWrite (relePin, HIGH);
  delay (5000);
  digitalWrite (relePin, LOW);
  delay (5000);}
```

**Ação:** o professor escreve o esquete na IDE e clica no botão *VERIFY*.

Na sequência, salvamos o esquete num diretório apropriado e ligamos a Arduino a uma porta USB do PC através de um cabo próprio. Com a Arduino ligada ao PC vamos carregar (*upload*) o esquete: clicamos no botão *UPLOAD* (ver Atividade I). Antes porém, desligue o cabo de conexão ao pino digital 8. Como regra, faça o *upload* do esquete com os cabos de força desligados.

**Ação I:** o professor clica no botão *UPLOAD*.

**Ação 2:** terminado o *upload*, o professor fecha a chave S1 e liga o cabo ao pino 8.

Vemos a lâmpada piscando com uma frequência de 0,1 Hz.

**Evento POE** – (1) Como vimos, a pilha tem uma polaridade, mas o mesmo podemos dizer da fonte de tensão que temos na tomada? Se trocarmos a orientação do pino na tomada a lâmpada vai piscar como antes?

(2) Se trocarmos as conexões da lâmpada dos terminais C e NF para C e NA, o que acontecerá?

**Comentário:** os alunos devem ser estimulados a pensar no que está acontecendo identificando o papel de cada elemento do circuito. O circuito da lâmpada é controlado por duas chaves: a chave S1, que é aqui usada mais como uma chave de segurança, e a chave relé. Quando fechamos a chave S1, a lâmpada passa a ser controlada apenas pelo relé. O circuito da lâmpada é alimentado pela tensão alternada de uso comum e da qual nossos alunos têm muita familiaridade. Nesse ponto da Atividade II ainda não discutimos a tensão alternada, mas isso não representa nenhuma limitação. Esse ponto pode ser abordado de forma puramente operacional, mas pode ser também um momento para começarmos a estabelecer algumas propriedades da tensão alternada em comparação com a fonte de tensão constante, já preparando a turma para um tratamento mais elaborado sobre o assunto. Nessa aplicação o esquete é similar ao esquete do LED piscante que vimos na Atividade I. Trocamos o LED pelo relé e isso por si só é um ponto importante de se chamar a atenção: com um mesmo esquete e um mesmo circuito básico podemos produzir diferentes resultados.

### 3.2.2 – Conclusão da Atividade II

Como conclusão da terceira seção, tal como fizemos na Atividade I, planejamos um conjunto de exercícios de fixação e problemas de aprofundamento. Novamente, a inserção dessas sugestões no plano de aula desta Atividade II deve ficar a cargo de cada professor. A solução desses exercícios é dada no Anexo III.

**Exercício II.1** (fixação) – (1) Como devemos modificar o esquete *Atividade\_2\_a.pde* para fazer com que o lâmpada pisque com uma frequência de 0,05 Hz. Queremos que a lâmpada fique três vezes mais tempo ligada do que desligada. (2) Para isso devemos modificar também o circuito elétrico que usamos na aula?

**Exercício II.2** (fixação) – É possível adicionar mais lâmpadas neste circuito? Colocando mais lâmpadas em paralelo, é possível apagar apenas uma ou termos o mesmo efeito do pisca-pisca de natal?

**Problema II.1** (aprofundamento) – Na atividade que realizamos, o acionamento da lâmpada é pré-programado, isto é, fixamos o intervalo de tempo em que a lâmpada acende e apaga. Podemos fazer diferente. Neste problema queremos programar a Arduino de forma a acender e apagar a lâmpada a partir do próprio computador. Usando o teclado do computador como podemos controlar a lâmpada?

Na Tabela 3.4 apresentamos as instruções usadas.

Tabela 3.4 – Comandos da linguagem de programação praticados na Atividade II		
1	//	Esta tabela possui os comandos usados na atividade II, porém o que foi explicado nessa atividade é apenas parte do que cada comando pode fazer. Para aprofundar mais o seu conhecimento sobre a estrutura completa de cada comando e obter maiores informações a respeito, o professor pode acessar o site da página oficial da arduino em <a href="http://arduino.cc/en/Reference/HomePage">http://arduino.cc/en/Reference/HomePage</a>
2	int	
3	setup()	
4	loop()	
5	void	
6	pinMode()	
7	digitalWrite()	
8	delay()	
9	for	
10	random()	

**Problema extra, um desafio para ir mais longe:** A atividade II teve como objetivo a construção de um circuito para fazer uma lâmpada piscar usando o relé e a placa Arduino. A conexão dessa placa com o computador é feita através da porta USB.

Existem muitos tipos de placas ou escudos (*shield*), que possuem diversas finalidades, que podem ser acopladas à placa Arduino deixando-a mais poderosa, com outras funções. O *Bluetooth Shield* é uma placa, ou escudo (*shield*), que possui um módulo *Bluetooth* integrado e pode ser facilmente usado com a Arduino para uma comunicação serial sem fio. Uma conexão do computador com a placa Arduino pode ser realizada sem a utilização de um cabo conectado a porta USB, utilizando esse *shield* (escudo) acoplado na Arduino.

Após *Bluetooth Shield* ser acoplado a Arduino, a conexão do Arduino com o computador será estabelecida através de sinal de rádio, assim como no sistema *wi-fi*, sem a necessidade de cabos ou da porta USB física do PC. Esse tipo de conexão é muito utilizada no nosso dia-a-dia. O sistema *Bluetooth* é muito usado para conectar computadores entre si, computadores e celulares, computadores e fones de ouvido, computadores e sistemas de alarme e etc, sempre envolvendo pequenas distâncias da ordem de 10 metros. O sistema *wi-fi* é parecido, mas é usado preferencialmente para conexões a internet uma vez que envolve maior potência de transmissão, podendo atingir distâncias de conexão maiores.

Através desse procedimento, utilizando o *Bluetooth shield*, construa um projeto para realizar a Atividade II, acionando a lâmpada de forma independente, sem utilizar cabos ou a porta USB, alimentando a placa Arduino através de uma bateria de 9 V.

### 3.3 – Atividade III – Controlando um Semáforo com uma Placa Arduino.

**Metas da atividade:** nesta atividade queremos mostrar alguns usos importantes da lei de Ohm aplicada a circuitos elétricos simples e mostrar a importância dos circuitos microcontrolados na realização de uma sequência de operações repetitivas que envolvem tomadas de decisão. Na Atividade I usamos a Arduino para acionar um LED e vimos como podemos estabelecer um controle automático sobre o estado ligado-desligado. Queremos agora mostrar como podemos usar esses recursos para o controle de operações importantes relacionadas ao dia a dia de uma cidade. Escolhemos para isso o controle de um semáforo de tráfego. Nesse exemplo queremos atingir um nível mais concreto da relação entre a ementa de Física que estamos seguindo e a área da tecnologia numa aplicação bem contextualizada. Nesta aplicação perseguimos mais intensamente o domínio do software. Em linhas gerais desenvolveremos competências e habilidades propostas no currículo mínimo como:

- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos (Nova EJA e Ensino Médio Noturno).
- Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano (Ensino Médio Noturno).
- Compreender os conceitos de corrente, resistência e diferença de potencial elétrico (Ensino Médio Noturno).

**Objetivos da atividade:** construir o circuito elétrico físico do semáforo simples apenas para o controle dos automóveis; reconhecer os componentes elétricos comerciais (resistor, LED e fios) e suas propriedades elétricas; aplicar a lei de Ohm; introdução à placa Arduino.

**Conceitos trabalhados:** Diferença de potencial elétrico (DDP ou tensão), corrente e resistência elétrica ( $V$ ,  $I$  e  $R$ ); lei de Ohm.

**Pré-requisito:** Atividade I. Os alunos precisam ter participado da parte expositiva, onde os conceitos pertinentes a esta prática foram apresentados e discutidos.

**Material utilizado:** para a realização desta atividade, em uma seção única, serão necessários os itens relacionados na Tabela 3.5.

**Tabela 3.5 – Relação de materiais para a Atividade III**

	Item:	Quant.	Observação
1	<i>Protoboard</i>	01	
2	LED vermelho (5 mm)	02	
3	LED verde (5 mm)	02	
4	LED amarelo (5 mm)	01	
5	Resistor 150 $\Omega$	03	
6	Arduino Uno (REV3)	01	
7	Cabos para conexão (Jumpers M/M)	QN	Usados na conexão do <i>protoboard</i> e portas da Arduino.

### 3.3.1 – Descrição.

#### 3.3.1.1 - Seção Única.

Iniciamos apresentando o problema do controle de um semáforo. No caso particular de nossa escola, Colégio Estadual José Marti, temos um semáforo no acesso à escola pela Avenida Professor Plinio Bastos que é usada pelos nossos alunos diariamente. Pedimos aos nossos alunos que descrevam o seu funcionamento. Se necessário for podemos conduzir a turma até o semáforo para uma atenta observação de seu funcionamento. Neste semáforo temos o sinal de rua para os carros e o sinal de pedestre que é acionado por um botão fixo num poste (ver Figura 3.23).



(a)

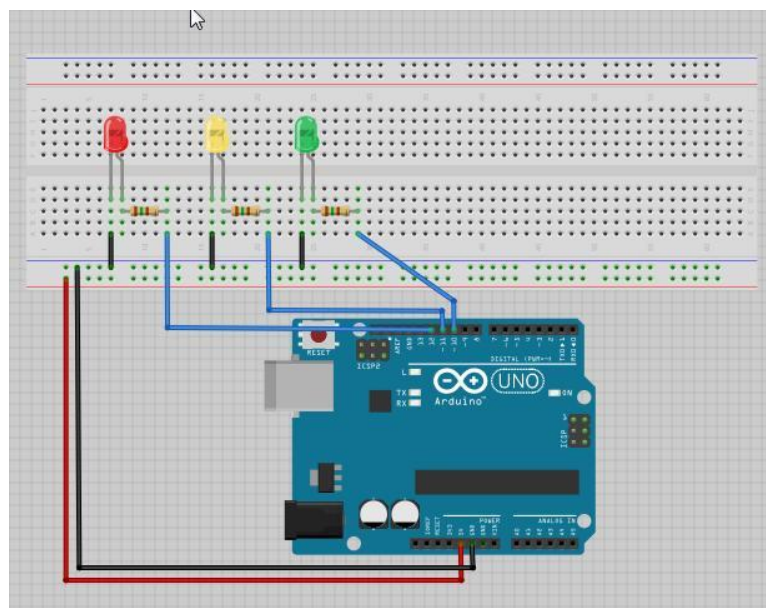


(b)

**Figura 3.23** – (a) Foto da frente do Colégio que possui o sinal utilizado pelos alunos. Durante o dia a escola é usada pelo município e tem outro nome. (b) Foto destacando o botão de acionamento do sinal.

O sinal de rua funciona normalmente, com os intervalos padrão de alternância das cores. Quando o pedestre aciona o botão junto ao poste transfere o controle para o sinal do pedestre que fica sempre normalmente fechado, isto é, em vermelho. Com o acionamento do botão o sinal dos automóveis vai para o vermelho e o de pedestre muda para o verde liberando a passagem durante um intervalo de tempo dado. O sinal dos pedestres tem apenas as cores verde e vermelha. Após esse tempo o sinal do pedestre retorna para o vermelho e o sinal dos automóveis vai para o verde. Para evitar que o sinal de pedestre seja acionado indevidamente, um lapso de tempo mínimo deve transcorrer entre dois acionamentos sucessivos. Toda a questão deve ser discutida com turma para que se saiba claramente como devemos proceder na programação da placa Arduino que fará o controle do semáforo. Nosso semáforo será uma miniatura em que usaremos LED's coloridos em lugar de lâmpadas.

Na Figura 3.24 vemos o circuito físico do semáforo simples apenas para o controle dos automóveis. Neste caso, por simplicidade, não estamos apresentado o circuito esquemático do semáforo. Na sequência os alunos são convidados a montar, junto com o professor, o circuito físico utilizando um *proto-board* e os componentes elétricos disponibilizados pelo professor. Os três LED's da figura 3.24 correspondem ao sinal dos automóveis. Os LED's são conectados às portas digitais da Arduino. Para o sinal dos automóveis estamos usando as portas número 10 para o verde, 11 para o amarelo e 12 para o vermelho.



**Figura 3.24** – Circuito físico do semáforo simples para automóveis



Temos agora que programar a Arduino para o controle do semáforo.

```
//Atividade 3a - semáforo simples para automóveis
int ledDelay = 10000; //espera entre as alterações
int redPin = 12;
int yellowPin = 11;
int greenPin = 10;

void setup() {
  pinMode(redPin, OUTPUT);
  pinMode(yellowPin, OUTPUT);
  pinMode(greenPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite (redPin, HIGH);
  delay (ledDelay);

  digitalWrite (yellowPin, HIGH);
  delay(2000);

  digitalWrite (greenPin, HIGH);
  digitalWrite (redPin, LOW);
  digitalWrite (yellowPin, LOW);
  delay (ledDelay);

  digitalWrite (yellowPin, HIGH);
  digitalWrite (greenPin, LOW);
  delay (2000);

  digitalWrite(yellowPin, LOW);
}
```

**Ação:** o professor digita o esquete na IDE e clica no botão *VERIFY*, verificando assim a sua correção.

Na sequência, salvamos o esquete num diretório apropriado e ligamos a Arduino a uma porta USB do PC através de um cabo próprio. Com a Arduino ligada ao PC vamos carregar (*upload*) o esquete: clicamos no botão *UPLOAD* (ver Atividade I). Antes, porém, deligue o cabo de conexão do pino *ground*. Como regra, faça o *upload* do esquete com os cabos de força desligados.

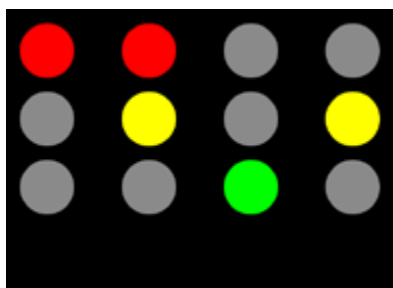
**Ação 1:** o professor clica no botão *UPLOAD*.

**Ação 2:** terminado o *upload*, o professor conecta o cabo terra ao pino *ground* da Arduino fechando o circuito do semáforo.

O pequeno semáforo entra em operação. Inicialmente vemos a sequência em que são acesos os LED's vermelho, amarelo e verde do sinal para automóveis.

**Evento POE** – Como vimos, a pilha tem uma polaridade, mas o mesmo não podemos dizer da fonte de tensão que temos na tomada. Se trocarmos a orientação do pino na tomada, a lâmpada vai piscar como antes?

**Comentário:** os alunos devem ser estimulados a pensar no que está acontecendo identificando o papel de cada elemento. Toda a sequência de funcionamento do semáforo deve ser confrontada com o esquete utilizado. Ao fechar o circuito o sinal de veículos executa a sequência de estados mostradas na Figura 3.25. Esse padrão corresponde à convenção adotada no Reino Unido, pois estamos usando o esquete proposto por Michael McRoberts que adota essa convenção.

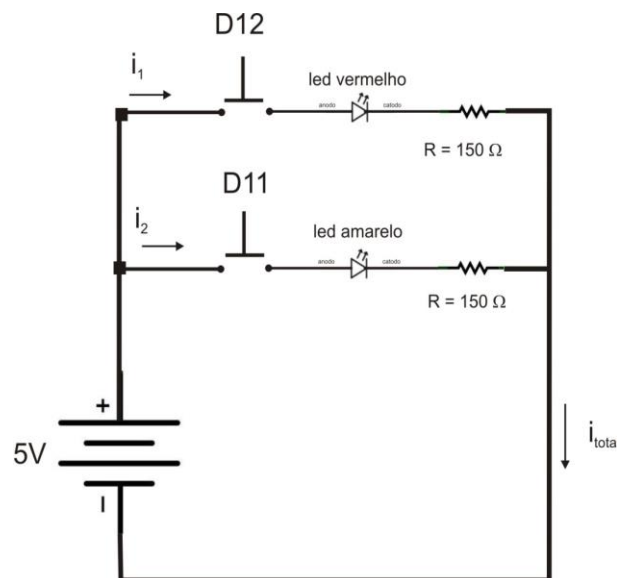


**Figura 3.25** - Quatro estados do sistema de semáforos do Reino Unido (imagem do livro *Arduino Básico* de Michael McRoberts p.56)

É muito interessante discutir com os alunos as diferenças entre o padrão usado no Brasil e este, usado no Reino Unido. O tempo para a alternância do estado fechado para aberto e vice-versa é dado pela variável inteira *ledDelay*. No exemplo que aqui adotamos tomamos esse tempo com sendo de 10 s (*int ledDelay = 10000;*). Esse valor é meramente ilustrativo e pode ser alterado segundo as conveniências de cada situação. A disposição dos LED's com resistores limitadores de corrente é idêntica à situação que estudamos na Atividade I. O anodo (+) do LED é ligado a um pino digital e o catodo (-) é ligado ao *ground* através de um resistor limitador de 150  $\Omega$ . Aqui temos um detalhe importante: estamos usando uma resistência um pouco maior do que os 100  $\Omega$  que usamos para acionar um único LED na Atividade I. O problema é que no padrão de acionamento do semáforo que estamos adotando dois LED's são acionados simultaneamente por certo tempo (2s). Podemos ver o que acontece através do esquema

mostrado na Figura 3.26. Quando os dois LED's são acionados simultaneamente a fonte interna alimenta as duas portas digitais, que no caso em questão são as de número 12 e 11. A fonte tem que suprir os dois ramos do circuito simultaneamente. Na Figura 3.26 indicamos essas correntes como  $i_1$  e  $i_2$ . Após as ramificações as duas correntes se juntam e forma uma corrente única que é a soma das duas,

$$i_{\text{total}} = i_1 + i_2$$



**Figura 3.26** – Circuito elétrico esquemático para acionamento dos LED's vermelho e amarelo.

A corrente total não deve ser superior a 100 mA e a corrente em cada porta não deve ser superior a 40 mA. Qual a corrente em cada porta? Se aplicarmos a lei de Ohm em cada ramo temos que,

$$i_1 = i_2 = 5V / 150\Omega = 0,0333 \text{ A} = 33,3 \text{ mA}$$

o que dá para a corrente total,

$$i_{\text{total}} = i_1 + i_2 = 66,7 \text{ mA}$$

Esse valor está dentro da margem de tolerância. Se tivéssemos usado resistores de 100  $\Omega$  teríamos uma corrente total maior. É interessante observar que temos uma associação em paralelo de resistores e LED's. Com essa associação é como se tivéssemos uma resistência equivalente as duas, menor. Podemos refazer as contas com 100  $\Omega$  e vamos concluir que a  $i_{\text{total}}$  será de 100 mA o que já está no limite da capacidade da placa Arduino.

Vamos agora procurar entender as instruções que compõem o nosso esquete.

```
int ledDelay = 10000;  
int redPin = 12;  
int yellowPin = 11;  
int greenPin = 10;
```

Definimos quatro variáveis no total. As três últimas variáveis definem os pinos onde são ligados os três LED's do semáforo. É muito importante dar nomes as variáveis que se associam a sua função. Isso ajuda muito na organização do esquete evitando erros de troca de variáveis no curso da edição de um esquete. Nesse caso, a variável *yellowPin* define o pino digital (11) em que será colocado o LED amarelo do sinal e a variável *greenPin*, por exemplo, define o pino digital (10) em que será colocado o LED verde do sinal. As variáveis seguem uma terminologia em inglês (veja o exercício III.1).

Vejamos agora a estrutura da função *setup* ().

```
void setup() {  
  pinMode(redPin, OUTPUT);  
  pinMode(yellowPin,  
  OUTPUT);  
  pinMode(greenPin,  
  OUTPUT);  
}
```

A instrução *pinMode*() é usada para definir os pinos digitais 10, 11 e 12 como pinos de saída (OUTPUT). O pino 2 é comandado pelo botão.

A função *loop*() é muito simples:

```

void loop() {
  digitalWrite(redPin, HIGH);
  delay(ledDelay);

  digitalWrite(yellowPin, HIGH);
  delay(2000);

  digitalWrite(greenPin, HIGH);
  digitalWrite(redPin, LOW);
  digitalWrite(yellowPin, LOW);
  delay(ledDelay);

  digitalWrite(yellowPin, HIGH);
  digitalWrite(greenPin, LOW);
  delay(2000);

  digitalWrite(yellowPin, LOW);
}

```

A primeira instrução *digitalWrite(redPin, HIGH)* coloca a porta digital 12 no estado ligado (HIGH), isto é, acende o LED vermelho. A instrução seguinte *delay(ledDelay)* estabelece que o LED deve ficar aceso por 10s, o valor adotado para a variável *ledDelay*. Sem desligar o LED vermelho, a instrução seguinte manda ligar o LED amarelo através da instrução *digitalWrite(yellowPin, HIGH)*. A partir desse instante os LED's vermelho e amarelo ficam acesos por um intervalo dado pela instrução seguinte *delay(2000)*, isto é, 2s.

Na sequência, colocamos a porta digital 10 no estado alto através da instrução *digitalWrite(greenPin, HIGH)*, ou seja, ligamos o LED verde. Em sequência imediata apagamos os LED's vermelho e amarelo através das duas instruções *digitalWrite(redPin, LOW)* e *digitalWrite(yellowPin, LOW)*. A sequência em que mandamos os pinos 11 e 12 para o estado desligado (LOW) é muito rápida e não conseguimos acompanhar visualmente. Para todos os propósitos o LED verde é aceso e os LED's vermelho e amarelo se apagam simultaneamente. A instrução seguinte *delay(ledDelay)* estabelece que o sinal permaneça verde por, também, 10s.

Por fim, após 10s, as instruções seguintes acende o LED amarelo e apaga o verde: *digitalWrite(yellowPin, HIGH)* e *digitalWrite(greenPin, LOW)*.

O LED amarelo é mantido ligado por 2s através da instrução seguinte *delay(2000)*. Terminado esse prazo, a instrução que segue apaga-o: *digitalWrite(yellowPin, LOW)*.

Com essa última instrução chega-se ao fim do *loop* e a sequência de instruções é então integralmente repetida, indefinidamente. Para parar o semáforo será necessário desligar a Arduino.

### 3.3.2 – Conclusão da Atividade III

Como conclusão da seção, tal como fizemos na Atividade I, planejamos um conjunto de exercícios de fixação e problemas de aprofundamento. Novamente, a inserção dessas sugestões no plano de aula desta Atividade III deve ficar a cargo de cada professor. A solução desses exercícios é dada no Anexo III.

**Exercício III.1** (fixação) – Reescreva o esquete *Atividade\_3\_a.pde* de forma a dar novos nomes as variáveis utilizadas usando termos em português. Digite o novo esquete na IDE Arduino e use o botão *verify* para se certificar que não cometeu nenhum erro. Com o seu professor faça o *upload* do seu novo esquete e verifique o funcionamento.

**Exercício III.2** (fixação) – (1) Como devemos modificar o esquete *Atividade\_3\_a.pde* para fazer com que o tempo de parada seja o dobro do tempo de movimento. Considere que os automóveis devem ficar retidos por 16 s. (2) Para isso devemos modificar também o circuito elétrico que usamos na aula?

**Problema III.1** (aprofundamento) – (1) Na atividade que realizamos o acionamento do semáforo obedece a convenção usada no Reino Unido. Procure saber qual a convenção de acionamento de um semáforo em nosso país e em função disso reescreva o esquete para cumprir essa convenção. (2) Para isso devemos modificar também o circuito elétrico que usamos na aula?

Na Tabela 3.6 apresentamos as instruções usadas.

Tabela 3.6 – Comandos da linguagem de programação praticados na Atividade III		
1	//	Esta tabela possui os comandos usados na atividade III, porém o que foi explicado nessa atividade é apenas parte do que cada comando pode fazer. Para aprofundar mais o seu conhecimento sobre a estrutura completa de cada comando e obter maiores informações a respeito, o professor pode acessar o site da página oficial da arduino em <a href="http://arduino.cc/en/Reference/HomePage">http://arduino.cc/en/Reference/HomePage</a>
2	int	
3	setup()	
4	loop()	
5	void	
6	pinMode()	
7	digitalWrite()	
8	delay()	
9	for	
10	random()	

**Problema extra, um desafio para ir mais longe:** Não chegamos a estudar a situação mais complicada na qual o semáforo é composto de dois sinais, um para automóveis e o outro para pedestre. Procure montar o projeto de um semáforo com os dois sinais para automóveis e pedestres como comentamos no início da atividade (SUGESTÃO: consulte o livro *Arduino Básico* de Michael McRoberts).



## CAPÍTULO 4

### Considerações Finais

O ensino noturno apresenta um quadro de déficit educacional e grandes dificuldades devido há anos de políticas públicas que nunca tiveram como prioridade métodos diversificados para o aprendizado do aluno. O resumo histórico comprovou que ao longo dos anos os governos sempre tiveram interesses próprios na confecção e desenvolvimento do método de ensino noturno. Em muitos momentos a finalidade era simplesmente combater o analfabetismo, apenas para obter resultados frios e numéricos, sem ter a preocupação no desenvolvimento do futuro do aluno após ele aprender a ler e escrever. Em outras épocas houve apenas o interesse em produzir uma mão-de-obra para uma necessidade momentânea do país. Em poucos momentos houve um real interesse no aprendizado do aluno e no seu futuro. Para exemplificar o descaso de vários governos, gostaria de repetir a citação do capítulo 1 sobre a visão do governo Collor, em 1990, sobre o EJA através da fala do Ministro da Educação José Goldemberg:

*“... o grande problema do país é o analfabetismo das crianças e não o de adultos. O adulto analfabeto já encontrou o seu lugar na sociedade. Pode não ser um bom lugar, mas é o seu lugar. Vai ser pedreiro, vigia de prédio, lixeiro, ou seguir outras profissões que não exigem alfabetização. Alfabetizar o adulto não vai mudar muito sua posição dentro da sociedade e pode até perturbar. Vamos concentrar nossos esforços em alfabetizar a população jovem. Fazendo isso agora, em dez anos desaparece o analfabetismo” (BEISEIGEL, 1997. p. 30).*

Por esse depoimento vemos que em alguns momentos, até o combate ao analfabetismo foi considerado desnecessário, excluindo a oportunidade desses trabalhadores de ter acesso à educação e conseqüentemente melhorar de emprego e de vida. Não podemos esquecer também que para muitos desses estudantes com uma idade muito avançada, apenas a obtenção do diploma já é uma grande conquista.

O Ensino Médio Noturno possui ainda um quadro atual de muitos obstáculos. As condições de ensino oferecidas em muitos colégios, não é a mesma que nos períodos da manhã e da tarde. O tempo de aula é menor, as turmas são heterogêneas, os alunos são desatentos, se apresentam cansados, pois muitos deles são trabalhadores. Eles se encontram desmotivados por aulas tradicionais que muitas vezes não fazem uma ligação da Física com a realidade como forma de motivação e acabam entendendo essa disciplina como um conjunto de fórmulas e números sem sentido, quando na verdade pode ser uma matéria interessante com muitas aplicações no cotidiano. A falta de flexibilidade dos conteúdos programáticos é outro problema sério, pois com menos tempo de aula deveria existir um planejamento voltado para o turno da noite, porém ele é o mesmo nos três turnos, faltando nesse caso uma identidade própria. Com base em tudo que foi explanado acima, os índices de reprovação e evasão escolar são muito grandes.

Uma proposta diferenciada para o Ensino Médio Noturno surgiu em 2013, o Nova EJA, com uma nova metodologia, podendo ser aplicado nos três turnos, e sendo muito utilizado à noite. A vantagem dessa proposta é o planejamento (Currículo Mínimo) diferenciado do Ensino Médio Regular, pois o ensino noturno tem a sua característica própria e precisa ter uma identidade única.

Foi apresentada no capítulo 2 uma proposta de uma aula motivadora, atrativa, envolvente, onde o aluno realmente participa do processo de ensino. Propomos uma aula dividida em duas partes: expositiva e prática. Nossa contribuição foi apresentada na área prática. Em relação à aula expositiva apenas sugerimos o uso de recursos modernos no auxílio do ensino dos conceitos da Física, evitando assim uma aula cansativa, desmotivadora e sonolenta. Em relação à aula prática propomos um ensino inovador, onde primeiramente o professor deve estar motivado e preparado. O planejamento de todo o processo é fundamental para o seu sucesso. A utilização da plataforma Arduino na aula prática é muito importante, pois assim introduzimos um sistema informatizado que pode ser aplicado em todas as áreas da Física dentro do Ensino Médio. A aula fica rica em tecnologia, pois os alunos aprendem sobre a utilização de computadores e são apresentados a linguagem de programação, comprovando o universo de possibilidades que esta placa nos oferece. Nada disso precisa ser feito de forma excessivamente especializada, ressaltamos que este não é um curso de especialização em Arduino, nem em linguagem de programação, apenas possibilita a abertura de uma porta, para que o aluno tenha uma visão mais interessante e essa experiência seja motivadora servindo

como um “pontapé inicial”. Os alunos que desenvolverem um interesse de aprofundar seu conhecimento em linguagem de programação, placa Arduino ou computador, podem procurar posteriormente cursos técnicos com o objetivo de aprender e se especializar em alguma dessas áreas. A utilização do sistema POE também é muito importante nessa proposta apresentada, serve para o desenvolvimento do cognitivo do aluno e sua participação mais efetiva. O professor deve montar um kit com a placa arduino e os objetos necessários para sua aula e organizar em uma pequena maleta, facilitando a sua organização e o seu transporte. O equipamento utilizado pode ser considerado de baixo custo, os alunos que se interessarem em aprender mais sobre o arduino, podem até mesmo comprar o kit, com a indicação e acompanhamento do professor, e usá-lo em casa. Existe também a possibilidade de ser desenvolvido um projeto, como o problema extra ou desafio proposto no final de cada atividade no Capítulo 3, para ser desenvolvida uma Feira de Ciências utilizando os conceitos aprendidos em sala com a placa Arduino. Seria um dia de confraternização e apresentação dos trabalhos dos alunos, com a possibilidade de contar como uma forma de avaliação. Caso a escola se envolva, as aulas experimentais tenham um excelente resultado e o diretor da escola acredite no projeto, o colégio pode adquirir kits para serem utilizados nos laboratórios de informática, onde os alunos individualmente ou em grupos teriam o seu material para utilizar durante as aulas, seriam montados nesses casos laboratórios itinerantes, onde o professor prepara os kits e os alunos podem levar para casa e depois trazerem de volta. Nesse caso o acompanhamento do professor é fundamental para o sucesso do projeto.

Foi realizado um teste, um contato breve, uma aplicação provisória, no Colégio Estadual Jose Marti, onde houve um resultado sensacional, muito positivo. Os alunos ficaram encantados com a aula e até alunos de outras turmas ficaram na entrada da sala para observar o que estava acontecendo. Foi desenvolvida uma experiência, curta e significativa, que reproduzia um sinal de trânsito com acionamento manual, totalmente relacionado com o cotidiano deles, considerando que ao sair da escola eles utilizam na rua um sinal com o mesmo mecanismo de acionamento (ver figura 3.23).

Tudo que se aprende na área da Física tem uma repercussão muito grande e pode ser de grande utilidade no mundo do trabalho. O aprofundamento das técnicas de estudo pode ajudar os alunos desempregados a conseguir um emprego ou até mesmo quem já possui um, com uma especialização, pode melhorar o seu salário e levá-lo a um crescimento profissional, é uma base motivacional muito grande, basta o aluno entender

verdadeiramente a Física como ela é, uma ciência fundamental para a sociedade e o seu crescimento com aplicações no dia a dia.

Estaremos fazendo aplicações destas ideias e dentro de um curto espaço de tempo teremos oportunidade de apresentar o resultado futuramente.

## Anexo I - Relação de materiais

I.1 - Neste anexo apresentamos uma relação de materiais básicos para o desenvolvimento das atividades descritas no Capítulo 3.

<b>Tabela I.1 – Relação de Materiais para as atividades I, II e III.</b>			
	<b>Descrição:</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Observação</b>
1	<i>Protoboard</i>	01	20 x 30 pinos
2	Placa Arduino Uno (Rev 3)	01	
3	Fonte de Tensão (9V)	01	Fonte para Arduino
4	Ferro de solda (40 W)	01	
5	Estilete	01	
6	Tesoura	01	Tamanho médio
7	Alicate de corte	01	pequeno
8	Alicate de bico	01	pequeno
9	Chave de parafuso	01	pequeno
10	Caixa de ferramentas	01	Maleta do Professor
11	Multímetro de 3 1/2 dígitos	01	
	<b>Componentes e materiais eletrônicos</b>		
1	Resistores, 100, 150, 500, 1.000, 10.000 $\Omega$ ( 1/8 W)	10 (cada)	
2	Led (vermelho, amarelo, verde)	10 (cada)	
3	Módulo Relé 5 VDC 10A	1	Fornecido pelo Laboratório de Garagem
4	Cabos para conexão (Jumpers M/M)	1	Pacote com 25 unidades

A primeira parte da tabela contém ferramentas que podem ser facilmente encontradas numa loja de materiais elétricos e de ferragens. Os componentes eletrônicos por sua vez são encontrados em lojas mais especializadas nem sempre acessíveis na própria localidade em que reside o professor. O suprimento de materiais eletrônicos através de lojas comerciais tem sofrido uma notável retração. Temos usado, em substituição, as lojas virtuais que podem ser encontradas numa busca simples na

internet. Os fornecedores de placas Arduino e acessórios que nos tem atendido com profissionalismo são,

- **Multilógica Shop** - <http://multilogica-shop.com/>
- **Laboratório de Garagem** - <http://www.labdegaragem.org/loja/>
- **FelipeFlop** - <http://www.filipeflop.com/>

Para o fornecimento de componentes eletrônicos de uso geral encontramos um bom sortimentos na,

- **Farnell-Newark** - <http://www.farnell.com.br/>

I.2 - Na Atividade II fizemos uso de um pequeno motor elétrico DC. Nos fornecedores de material para a Arduino é possível conseguir motores DC, mas é possível conseguir também a partir de brinquedos quebrados. Consulte os seus alunos para encontrar eventuais doadores de peças e estimular a cultura da reciclagem

I.3 – Na Atividade II fazemos uso de um eletroímã. A construção do eletroímã é muito simples e várias indicações de como construir podem ser encontradas na internet, como por exemplo, <http://www.manualdomundo.com.br/2012/06/como-fazer-um-eletroima-experiencia-de-fisica-eletromagnetismo/>

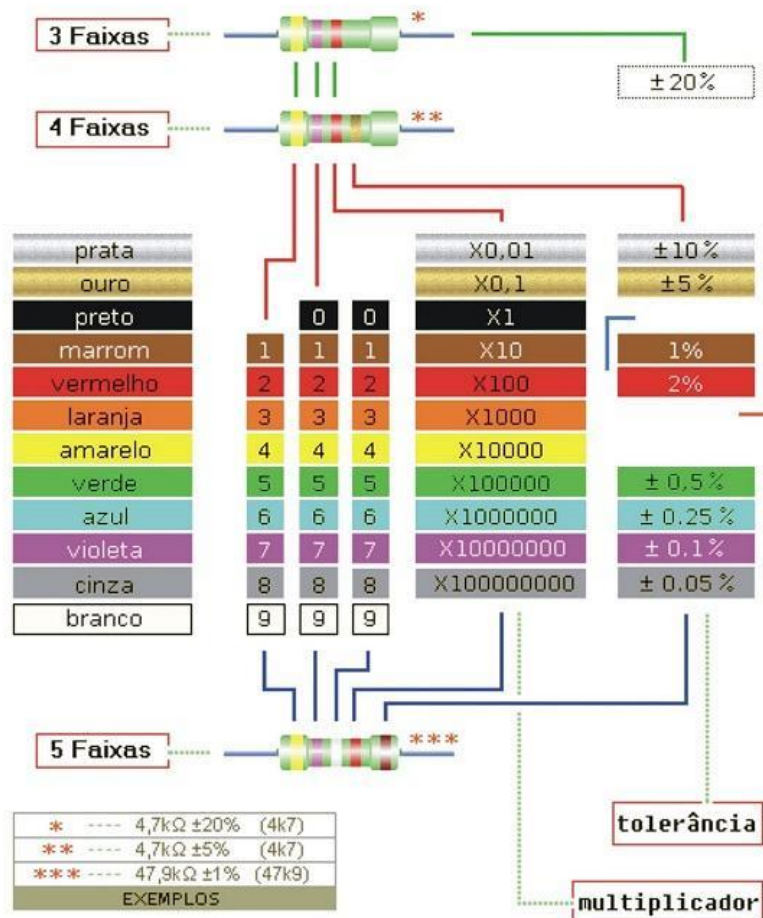
O modelo que construímos faz uso de um prego (tamanho 19 x 36) e fio de cobre esmaltado. O problema maior é, em geral, conseguir o fio de cobre. Um modelo simples para ser acionado com pilhas de 1,5 V precisa de um bom suprimento de fio. No modelo que construímos, indicado na Figura 3.19, usamos aproximadamente 20 m de fio AWG 23 a 26, isto é, com aproximadamente 0,5 mm de diâmetro. Comprar fios de cobre esmaltados não é fácil e a melhor opção é reciclar. Podemos conseguir esses fios retirando de transformadores, indutores ou motores danificados. O relé que construímos para uso da Atividade II incorpora duas lâminas de metal separadas por um anel isolante, ao eletroímã. Essas duas lâminas são os terminais elétricos do relé. O dispositivo foi montado sobre uma estrutura feita a partir de uma pequena caixa de madeira MDF e sua tampa. Esse material é fácil de ser trabalhado e pode ser conseguido em pequenas quantidades em lojas de material para artesanato. Entretanto outros materiais mais simples podem ser usados como o isopor.

## Anexo II – Tabela de Cores para Resistores

Fonte: <http://www.digitei.com/tabela-de-cores-de-resistores/>

Existem muitas tabelas de cores para resistores que podem ser obtidas diretamente na internet. Colocamos aqui a título de exemplo um modelo que consideramos simples e atualizado, que engloba a convenção para cinco faixas. Será muito útil se uma cópia colorida puder ser fixada permanentemente em sala de aula e uma ou mais listas de exercícios puder ser aplicada na turma para a fixação do uso da convenção de cores. No CD que acompanha a dissertação colocamos um arquivo com imagem desta tabela.

### TABELA DE CORES PARA RESISTORES



## Anexo III – Solução dos Exercícios e Problemas

Neste anexo apresentamos a solução comentada dos exercícios e problemas sugeridos nas Atividades descritas no Capítulo 3.

### III.1 - Solução dos Exercícios da Atividade I

**Exercício I.1** (fixação) – (1) Como devemos modificar o esquete *Atividade\_1\_a.pde* para fazer com que o LED pisque com uma frequência de 0,10 Hz. Queremos que o LED fique três vezes mais tempo ligado do que desligado. (2) Para isso devemos modificar também o circuito elétrico que usamos na aula?

(1) Se o tempo desligado é  $t$  então o tempo ligado tem que ser  $3t$ . O ciclo completo é pois  $t + 3t = 4t$ . Se a frequência ( $f$ ) é 0,10 Hz o período é  $T = 1/f = 1/0,10 = 10$  s. Assim  $4t = 10$  e portanto  $t = 2,5$  s. O LED deve ficar 2,5 s apagado e 7,5 s aceso. Para executar essa tarefa temos que alterar o esquete original *Atividade\_1\_a.pde* alterando o valor das duas instruções *delay*, como se segue:

Esquete original		Esquete modificado (alterações em negrito)
<pre>//Atividade 1a: LED piscante  int ledPin = 10;  void setup() {pinMode(ledPin, OUTPUT);}  void loop() {     digitalWrite (ledPin, HIGH);     delay (1000);     digitalWrite (ledPin, LOW);     delay (1000);}</pre>		<pre>//Atividade <b>1b</b>: LED piscante  int ledPin = 10;  void setup() {pinMode(ledPin, OUTPUT);}  void loop() {     digitalWrite (ledPin, HIGH);     <b>delay (7500);</b>     digitalWrite (ledPin, LOW);     <b>delay (2500);</b>}</pre>



(2) Não é necessário modificar o circuito. A modificação é apenas quanto ao controle do acionamento do LED e, portanto um problema de programação, de software.

**Nota:** procure tirar proveito dessa montagem. Peça a seus alunos que tentem cronometrar o tempo entre duas piscadas sucessivas. Eles podem usar o cronômetro existente nos celulares. Como esse tempo é pequeno procure cronometrar um número maior de piscadas e ao final divida o tempo pelo número de piscadas. Compare essas medidas com os valores programados na placa Arduino. Com essa atividade procure exercitar conceitos de período e frequência.

**Exercício I.2** (fixação) – Altere o esquete *Atividade\_1\_a.pde* substituindo a instrução *delay (1000)* pela instrução *delay (random(100))*. A instrução *random(max)* gera um número aleatório entre zero e o número entre parêntesis (excluído). Assim *random(100)* gera um número aleatório entre 0 e 99. Faça o *upload* desse novo esquete e comente o resultado observado.

Neste caso a modificação sugerida é apenas nas instruções *delay*. O novo esquete passa a ser escrito como:

Esquete original		Esquete modificado (alterações em negrito)
<pre>//Atividade 1a: LED piscante  int ledPin = 10;  void setup() {pinMode(ledPin, OUTPUT);}  void loop() {     digitalWrite (ledPin, HIGH);     delay (1000);     digitalWrite (ledPin, LOW);     delay (1000);}</pre>		<pre>//Atividade 1c: LED piscante  int ledPin = 10;  void setup() {pinMode(ledPin, OUTPUT);}  void loop() {     digitalWrite (ledPin, HIGH);     <b>delay (random(100));</b>     digitalWrite (ledPin, LOW);     <b>delay (random(100));</b>}</pre>

Neste caso as piscadas ficarão muito mais rápidas, pois o tempo máximo em que o LED ficará ligado ou desligado é sempre menor ou igual 0,99 s. Por outro lado as

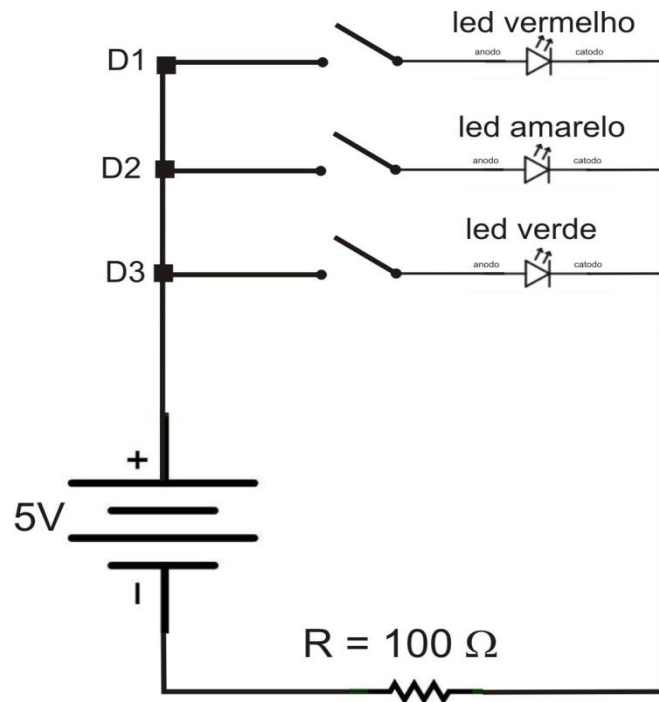
piscadas não ficarão regulares, periódicas. Muitos efeitos luminosos especiais podem ser obtidos com a instrução *random()*.

**Exercício I.3** (fixação) – (1) Como devemos modificar o esquete *Atividade\_1\_a.pde* para fazer piscar três LED's das cores amarelo, vermelho e verde em sequência e tempo de 1s. Usando os mesmos símbolos empregados na Figura 3.6 faça um desenho do circuito elétrico usado para acender o três LED's. (2) Monte o circuito com o material disponibilizado pelo professor e comprove o seu funcionamento.

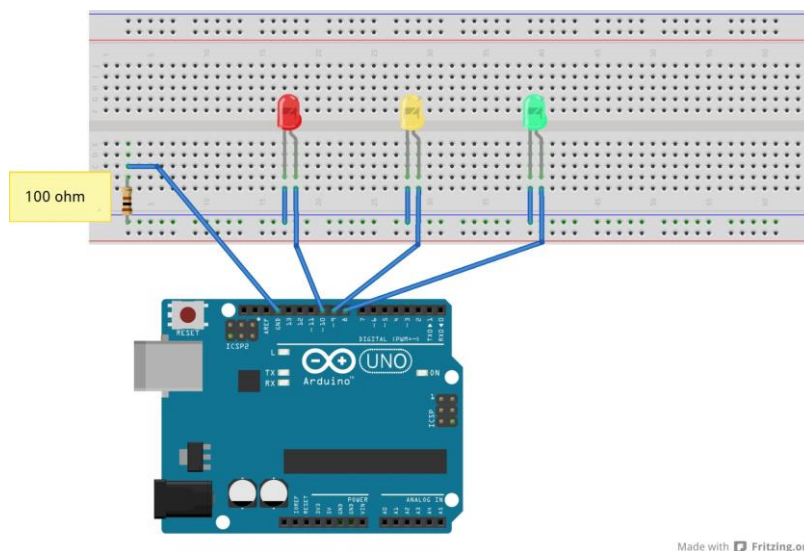
A forma mais simples e direta para acionar os três LED's é usar três portas digitais. Vamos começar observando o circuito de acionamento (Figura III.1). As chaves representam as portas digitais D1, D2 e D3 e sua função de ligar e desligar a fonte de tensão. O acionamento dos LED's é sequencial e não simultâneo o que não compromete a Arduino com alguma sobrecarga de corrente. Na Figura III.2 mostramos uma representação do circuito físico feita com o programa **Fritzing**. Esse programa é gratuito e pode ser obtido a partir do site<sup>18</sup> oficial. É muito fácil de ser usado e muito útil ao professor de Física que queira usar a Arduino com seus alunos. Todos os circuitos envolvendo a Arduino, componentes diversos e sensores podem ser representados com essa ferramenta.

---

<sup>18</sup> [www.fritzing.org](http://www.fritzing.org)



**Figura III.1** – Esquema do circuito elétrico para o acionamento de três LED's coloridos do Exercício I.3. As chaves representam os pinos digitais da Arduino. Usamos uma porta para cada LED. O acionamento é sempre sequencial e não simultâneo.



**Figura III.2** – Representação do circuito físico da Figura III.1. Desenho feito com o auxílio do programa gratuito Fritzing.

O esqueleto é tão somente uma repetição do esqueleto original para um único LED e pode ser escrito como,

```

//Atividade Id - Acionamento sequencial de três LED's
//Exercício I.3

int ledvermPin = 10;
int ledamarPin = 9;
int ledverdPin = 8;

void setup() {
pinMode(ledvermPin, OUTPUT);
pinMode(ledamarPin, OUTPUT);
pinMode(ledverdPin, OUTPUT);}

void loop() {
  digitalWrite(ledvermPin, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledvermPin, LOW);
  delay(100);

  digitalWrite(ledamarPin, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledamarPin, LOW);
  delay(100);

  digitalWrite(ledverdPin, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledverdPin, LOW);

  delay(100);}

```

**Problema I.1** (aprofundamento) – Para situações de emergência no mar, barcos salva vidas recebem uma lâmpada de alerta que pisca de forma intermitente um sinal de SOS em código Morse. O código Morse foi criado por Samuel Morse, inventor do telégrafo, em 1835 para servir de base para comunicação à distância. Através do telégrafo é possível mandar um conjunto de sinais elétricos curtos e longos que podem ser ouvidos. Morse estabeleceu um código que faz corresponder a cada letra, algarismos e símbolos de pontuação textual, um conjunto de pontos (sinal curto) e traços (sinal longo) e espaços. O sinal **SOS** é usado para comunicar uma emergência. No código Morse a letra **S** é representada por três sinais curtos (pontos) e o **O** por três sinais longos (traços) e assim o sinal de SOS é “••• – – – •••”. Essa sequência pode ser comunicada com luz e é exatamente isso que faz a lâmpada do bote salva vidas. (1) Escreva um esquete para um *LED de Alerta* que emite o sinal de SOS. Para dar

portabilidade ao seu projeto do LED de Alerta, alimente a Arduino com uma bateria de 9 V. O professor fornecerá as conexões necessárias.

Neste problema não temos que fazer alterações na montagem usada na para piscar o LED. Mantemos exatamente o circuito e o que temos que fazer é programar a Arduino para controlar a sequência exata na qual o LED deve piscar o SOS.

```

//Atividade Ie - LED pisca o SOS em código Morse
//Problema I.1

int ledPin=10;

void setup(){
    //executa uma vez
    quando o sketch inicia
    pinMode(ledPin, OUTPUT); //define o pino
    10 como saída
}

void loop(){
    //executa repetidas vezes

    for (int x=0; x<3;x++) { // 3 pontos
        digitalWrite(ledPin,HIGH); //acende o LED
        delay(150); //espera 150ms
        digitalWrite(ledPin,LOW); //apaga o Led
        delay(100); //espera 100ms
    }

    delay(100); //espera 100ms para marcar
o intervalo entre as letras

    for (int x=0; x<3;x++) { // 3 traços
        digitalWrite(ledPin,HIGH); //acende o
LED
        delay(400); //espera
400ms
        digitalWrite(ledPin,LOW); //apaga o Led
        delay(100); //espera
100ms
    }

    delay(100); //espera 100ms para marcar o
intervalo entre as letras

    for (int x=0; x<3;x++) { // 3 pontos
novamente
        digitalWrite(ledPin,HIGH); //acende o LED
        delay(150); //espera 150ms
        digitalWrite(ledPin,LOW); //apaga o Led
        delay(100); //espera 100ms
    }

    delay(5000); // espera 5 segundos antes de
repetir o sinal de SOS
}

```

O problema é então basicamente de software. No quadro, damos uma solução para este esquete. Neste esquete usamos uma instrução nova e muito poderosa: para repetir as três piscadas do LED usamos uma instrução *for* ou um laço *for*. A instrução *for* constitui um laço no sentido de que uma tarefa é repetida um número definido de vezes muito parecido com o que temos com um laço *loop*. No caso da instrução *for* o número de repetições é previamente definido. Vejamos a sua estrutura através do exemplo que estamos estudando,

```
for (int x=0; x<3;x++){...}
```

- Quando iniciamos o laço *for* começamos com o comando **int x = 0;** em que definimos a variável **x** como inteira (**int**) e atribuímos a ela o valor **0**. Essa instrução é executada apenas uma vez quando iniciamos o laço *for*.
- Em seguida testamos se a variável **x** é menor do que **3** ( $x < 3$ ). No caso da primeira passagem **x** é igual a zero e, portanto, menor do que **3**. Neste caso passamos para a etapa seguinte. A instrução **x++** é uma forma simplificada da operação  $x(\text{ novo valor}) = x(\text{ valor anterior}) + 1$ , ou seja, redefinimos o valor de **x** como sendo o valor anterior acrescido de **1**.
- Em seguida, executamos todas as instruções que estiverem entre os colchetes {...}. No nosso caso vamos acender e apagar o LED numa cadência adequada para simular os pontos e os traços. Para os pontos deixamos o LED aceso por 150 ms e para os traços 400 ms. Quando essa sequência é concluída retornamos para o início do laço *for*. Como dissemos, a primeira instrução **int x = 0;** não é mais repetida e vamos direto para o teste: **x < 3;** como **x = 1** essa condição é satisfeita e passamos para a seção seguinte onde incrementamos o valor de **x** mais uma vez e que passa agora a valer **2**. Em seguida as instruções entre colchetes são novamente executadas e o LED pisca mais uma vez. A sequência só será interrompida quando **x = 3**. Nesse caso a condição **x < 3;** não é mais satisfeita e assim o laço é interrompido.

Vemos assim a diferença entre o *for* e o *loop*: enquanto o *loop* é repetido indefinidamente o *for* é repetido um número pré-selecionado de vezes.

### III.2 – Solução dos Exercícios da Atividade II

**Exercício II.1** (fixação) – (1) Como devemos modificar o esquete *Atividade\_2\_a.pde* para fazer com que o lâmpada pisque com uma frequência de 0,05 Hz. Queremos que a lâmpada fique três vezes mais tempo ligada do que desligada. (2) Para isso devemos modificar também o circuito elétrico que usamos na aula?

Compare esse exercício com o exercício I.1. As perguntas são basicamente as mesmas e só modificamos a frequência de pulsação. Queremos fixar a ideia de que com um mesmo esquete podemos alcançar objetivos diferentes.

(1) Se o tempo desligado é  $t$  então o tempo ligado tem que ser  $3t$ . O ciclo completo é pois  $t + 3t = 4t$ . Se a frequência ( $f$ ) é 0,05 Hz o período é  $T = 1/f = 1/0,05 = 20$  s. Assim  $4t = 20$  e portanto  $t = 5,0$  s. A lâmpada deve ficar 5,0 s apagado e 15,0 s aceso. Para executar essa tarefa temos que alterar o esquete original *Atividade\_2\_a.pde* alterando o valor das duas instruções *delay*, como se segue:

Esquete original		Esquete modificado (alterações em negrito)
<pre>//Atividade 1a: lâmpada piscante  int relePin = 10;  void setup() {pinMode(ledPin, OUTPUT);}  void loop() {     digitalWrite (relePin, HIGH);     delay (1000);     digitalWrite (relePin, LOW);     delay (1000);}</pre>		<pre>//Atividade <b>2b</b>: lâmpada piscante  int relePin = 10;  void setup() {pinMode(relePin, OUTPUT);}  void loop() {     digitalWrite (relePin, HIGH);     <b>delay (15000);</b>     digitalWrite (relePin, LOW);     <b>delay ( 5000);</b>}</pre>

(2) Não é necessário modificar o circuito. A modificação é apenas quanto ao controle do acionamento do LED e, portanto um problema de programação, de software.



**Exercício II.2** (fixação) – É possível adicionar mais lâmpadas neste circuito? Colocando mais lâmpadas em paralelo, é possível apagar apenas uma ou teremos o mesmo efeito do pisca-pisca de natal?

Sim, é perfeitamente possível adicionar mais lâmpadas a este circuito estando elas conectadas em paralelo. Porém não é possível apagar apenas uma lâmpada, pois esse sistema é controlado apenas por um relé, quando a chave magnética é desligada, todas as lâmpadas apagam. Para controlar cada lâmpada de uma forma independente, seria necessário o uso de vários relés, um para cada lâmpada e também disponibilizar um porta digital para cada relé. Para esse circuito somente é possível aumentar o rabicho e colocar várias lâmpadas em paralelo com a primeira, quando ela acender todas acenderão junto e quando ela apagar, todas apagarão juntas. Desta forma, como ela é controlada através de um único relé, é impossível apagar apenas uma lâmpada e deixar outra acesa.

**Problema II.1** (aprofundamento) – Na atividade que realizamos, o acionamento da lâmpada é pré-programado, isto é, fixamos o intervalo de tempo em que a lâmpada acende e apaga. Podemos fazer diferente. Neste problema queremos programar a Arduino de forma a acender e apagar a lâmpada a partir do próprio computador. Usando o teclado do computador como podemos controlar a lâmpada?

Nesta experiência não mudamos em nada o circuito elétrico da lâmpada piscante que aplicamos na Atividade II, só vamos alterar a programação da Arduino. O esquete que vamos propor é uma adaptação de um esquete proposto pelo fabricante do módulo relé que estamos usando, o Laboratório de Garagem<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> [www.labdegaragem.org/](http://www.labdegaragem.org/) e <http://labdegaragem.com/>

```

//Atividade 2b - acionando o relé a partir do
//teclado do computador.
//Problema II.1

char leitura;      //define uma variável tipo char
denominada
                  // leitura

#define rele 8     //define o nome rele como sendo 8

void setup() {

Serial.begin(9600); //Inicializa comunicação Serial
  pinMode(rele, OUTPUT); //Seta o pino indicado por rele
                        //como saída

  digitalWrite(rele,LOW); //Mantem rele desligado assim
que
                        //iniciar o programa
}

void loop() {

  while (Serial.available() > 0) { //Verifica se há
conexão
                        //com a serial
    leitura = Serial.read(); //Lê o dado vindo da Serial
                        //e armazena na variável
leitura

    if (leitura == 'd' || leitura =='D'){ //Se a
variável
                        //leitura for igual a 'd' ou
'D'
                        //ela desliga rele. As duas
barras ||
                        //corresponde a operação
booleana OU

      digitalWrite(rele,LOW);

    }

/* Senão verifica se a variável leitura é
igual a 'l' ou 'L'. Caso afirmativo, liga o rele */

    else if (leitura == 'l' || leitura =='L'){

      digitalWrite(rele,HIGH);
    }

    Serial.println(leitura);
  }
}

```

O esqueleto é muito simples e vamos usar mais alguns recursos muito úteis da linguagem de programação da Arduino. Vamos ver cada item do esqueleto proposto no quadro abaixo, mas antes, porém, vamos escrever o esqueleto no IDE e fazer o *upload* para a Arduino.

#### Ações:

- ligue a chave do circuito da lâmpada; a lâmpada permanece apagada.
- aperte a tecla 'M'; a lâmpada permanece apagada.
- aperte a tecla 'L'; a lâmpada acende.
- aperte a tecla 'P'; a lâmpada permanece acesa.
- aperte a tecla 'D'; a lâmpada apaga.

Tente agora com as letras maiúsculas. Você verá que o resultado é o mesmo. Nesta aplicação só as letra d (D) e l (L) podem acionar a lâmpada.

Vejam as novas instruções usadas.

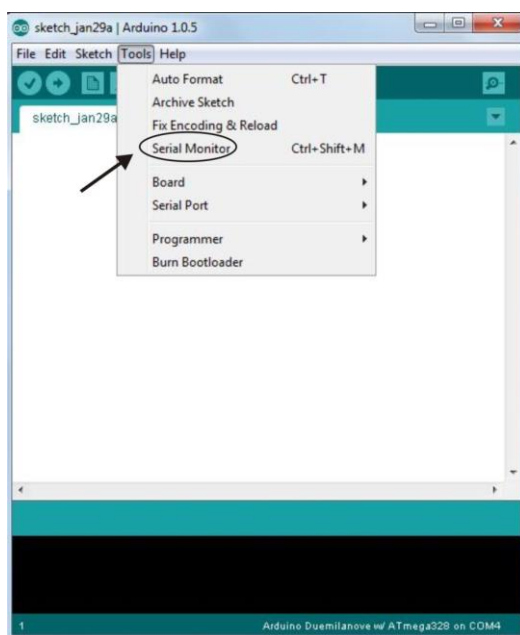
- **char leitura;** – definimos aqui uma variável denominada **leitura** e essa variável é do tipo **char**. A uma variável tipo **char** podemos atribuir um caractere literal. Podemos fazer **leitura = 'F'**. A variável **leitura** é igual ao caractere F. Entretanto a variável é armazenada como um número. A cada caractere que podemos acessar a partir do teclado do PC temos um número associado através de uma tabela. A tabela adotada é ASCII (<http://arduino.cc/en/Reference/ASCIIchart>). Nessa tabela o sinal de exclamação assume o valor 65. Você pode atribuir a variável **leitura** o sinal de exclamação, **leitura = '!'**. É necessário colocar aspas.

- **#define rele 8** – a instrução **#define** atribui um nome a uma constante. Quando o esqueleto for processado, toda vez que aparecer o nome **rele** ele será substituído pelo número **8**. Essa forma não cria uma variável e com isso nenhuma memória é utilizada.

Na função **setup()** temos a instrução nova,

- **Serial.begin(9600);** – com essa instrução inicializamos a comunicação entre a Arduino e o PC através da porta serial (USB). Quando essa instrução é executada podemos enviar e receber dados para a Arduino a partir do PC. Essas informações podem ser enviadas/recebidas através da IDE usando a função **Serial Monitor**. A Figura III.3 mostra o acesso a essa função. O valor entre parêntesis é a taxa de transferência de dados. No caso estamos usando 9600 bits por segundo. O bit é a menor unidade de informação que podemos trocar entre dois sistemas. No momento oportuno será muito apropriado tratar da linguagem digital, isto é, de como a informação é trocada e

processada nos computadores e por extensão nos microcontroladores. Nesse ponto em que estamos essa discriminação ainda não é essencial.



**Figura III.3** – A função Serial Monitor da IDE Arduino. Ao clicar em Serial Monitor uma janela de comunicação com a Arduino se abre.

As instruções seguintes já são conhecidas: *pinMode(rele, OUTPUT)* estabelece que o pino 8 (rele = 8) é um pino de saída de dados e *digitalWrite(rele,LOW)* estabelece que esse pino inicie no estado LOW (desligado).

Vejamos agora a função loop. A primeira instrução que encontramos é, *while (Serial.available() > 0) {...}* – a instrução *Serial.available()* verifica a quantidade de dados que está chegando pela porta serial. Verifica se a quantidade de dados (bytes recebidos) é maior do que zero (> 0). A instrução *while*, por sua vez, é uma espécie de *loop* que executa o que está entre colchetes indefinidamente enquanto o teste colocado entre parêntesis for verdadeiro. Se nada for digitado pela porta serial nada acontece, isto é, *Serial.available()* retorna o valor zero e as instruções entre colchete não são executadas. Lembre-se que as instruções são enviadas a partir da IDE usando a função *Serial Monitor*. Assim que uma informação é enviada para a Arduino a partir do *Serial Monitor* as instruções entre colchetes passam a ser executadas. Por isso dissemos que a execução dessa primeira instrução da função loop verifica se há conexão com a porta serial.

A primeira instrução entre colchetes é,

*leitura* = *Serial.read()* – a instrução *Seria.read()* lê o que foi enviado pela porta serial e armazena essa informação na variável **leitura**.

Na sequência temos a instrução *if(){...}*. Essa instrução, como a instrução *for*, é muito poderosa. Trata-se de uma instrução condicional: se o que está entre parêntesis for verdadeiro execute as instruções que estiverem entre colchetes. Se não for verdadeiro ignore tudo e siga em frente. O que fica entre parêntesis é um operador de comparação. Vejamos como esta escrita a instrução *if* no esquete:

*if (leitura == 'd' || leitura =='D'){...}* – a primeira parte do teste consiste em verificar se a variável *leitura* é igual a letra **d** minúscula; a segunda parte verifica se a variável *leitura* é igual a letra **D** maiúscula. Note que o termo de comparação é dado pelo símbolo ==, “igual a”. Já usamos outro termo de comparação acima quando usamos o símbolo > na instrução *while*, com o significado de “maior que”. Outros símbolos de comparação podem ser usados. A lista completa é,

<b>== (igual a)</b>	<b>&lt; (menor que)</b>	<b>&lt;= (menor ou igual a)</b>
<b>!= (não igual a)</b>	<b>&gt; (maior que)</b>	<b>&gt;= (maior ou igual a)</b>

Entre os dois termos de comparação temos um outro operador ||. Esse é um operador lógico, ou booleano, e significa a conjunção **OU**. Assim, o teste é satisfeito se a variável *leitura* for igual à letra **d** minúscula **OU** igual à letra **D** maiúscula. Outros operadores lógicos podem ser usados,

<b>&amp;&amp; - E</b>
<b>// - OU</b>
<b>! - NÃO</b>

Agora, temos duas possibilidades: a condição é satisfeita ou não.

- ✓ Se o teste é aprovado, as instruções entre colchetes são executadas. No esquete a condição entre colchete é única,

*digitalWrite(rele,LOW)* – com a instrução *digitalWrite()* escrevemos na porta 8 (rele = 8) o estado LOW, desligado. Nessa condição o relé físico é desligado e consequentemente a lâmpada se apaga!

- ✓ Se o teste não é aprovado, isto é, a variável *leitura* não e igual a d ou D nada acontece e seguimos para a instrução seguinte onde executamos um teste complementar ao anterior,

*else if (leitura == 'V' || leitura == 'L'){...}* – a instrução *else if* é similar a instrução *if*. No caso, queremos fazer um teste em continuação ao teste anterior, isto é, queremos ver se a variável *leitura* é igual à letra *I* ou *L*. Se for verdadeiro, executamos a instrução entre colchetes que no caso é,

*digitalWrite(rele,HIGH)* – neste caso escrevemos na porta 8 o estado HIGH, ligado, isto é, ligamos o relé e com isso ligamos a lâmpada.

Se o teste resultar falso, nada acontece e seguimos para a última instrução do esqueleto,

*Serial.println(leitura)* – a instrução *serial.print()* imprime na porta serial o que estiver indicado entre parêntesis, no caso em questão a variável *leitura*. Com auxílio da função *Serial Monitor* da IDE vemos simultaneamente o que está sendo digitado através do teclado. A instrução que estamos usando *Serial.println()* tem a terminação *ln* , que impõem após a impressão da variável a mudança automática de linha.

### III.3 - Solução dos Exercícios da Atividade III

**Exercício III.1** (fixação) – Reescreva o esquete *Atividade\_3\_a.pde* de forma a dar novos nomes as variáveis utilizadas usando termos em português. Digite o novo esquete na IDE Arduino e use o botão *verify* para se certificar que não cometeu nenhum erro. Com o seu professor faça o *upload* do seu novo esquete e verifique o funcionamento.

Neste exercício queremos que os alunos pratiquem a criação de variáveis. A referência importante é a de dar nomes às variáveis que correspondam a suas finalidades. No caso podemos apenas fazer uma adaptação dos termos em inglês. Damos aqui uma primeira sugestão e cada professor pode adaptar a solução do exercício segundo seus próprios critérios.

Esquete original		Esquete modificado (alterações em negrito)
//Atividade 3a - semáforo simples ... int redPin = 12; ...		//Atividade <b>3b</b> - semáforo simples ... ... int <b>vermpin</b> = 12; ...

**Exercício III.2** (fixação) – (1) Como devemos modificar o esquete *Atividade\_3\_a.pde* para fazer com que o tempo de parada seja o dobro do tempo de movimento. Considere que os automóveis devem ficar retidos por 16 s. (2) Para isso devemos modificar também o circuito elétrico que usamos na aula?

(1) Neste caso temos que estabelecer dois tempos de espera. No esquete original adotamos um único tempo de espera de 10.000s que serve tanto para o tempo de parada quanto para o tempo de movimento. Assim sendo vamos precisar definir duas variáveis ao invés de apenas uma. Por simplicidade vamos chamá-las **ledDelay1** para o tempo em que os automóveis ficam parados e **ledDelay2** para o tempo de movimento. Segundo o enunciado do exercício devemos fazer **ledDelay1 = 16000** e **ledDelay2 = 32000**.

Esquete original		Esquete modificado (alterações em negrito)
<pre>//Atividade 3a - semáforo simples  int ledDelay = 10000; int redPin = 12; int yellowPin = 11; int greenPin = 10;  void setup() {   pinMode(redPin, OUTPUT);   pinMode(yellowPin, OUTPUT);   pinMode(greenPin, OUTPUT); }  void loop() {   digitalWrite (redPin, HIGH);   delay (ledDelay);    digitalWrite (yellowPin, HIGH);   delay(2000);    digitalWrite (greenPin, HIGH);   digitalWrite (redPin, LOW);   digitalWrite (yellowPin, LOW);   delay (ledDelay);    digitalWrite (yellowPin, HIGH);   digitalWrite (greenPin, LOW);   delay (2000);    digitalWrite(yellowPin, LOW); }</pre>		<pre>//Atividade 3a - semáforo simples  int <b>ledDelay1 = 16000;</b> int <b>ledDelay2 = 32000;</b>  int redPin = 12; int yellowPin = 11; int greenPin = 10;  void setup() {   pinMode(redPin, OUTPUT);   pinMode(yellowPin, OUTPUT);   pinMode(greenPin, OUTPUT); }  void loop() {   digitalWrite (redPin, HIGH);   delay (<b>ledDelay1</b>);    digitalWrite (yellowPin, HIGH);   delay(2000);    digitalWrite (greenPin, HIGH);   digitalWrite (redPin, LOW);   digitalWrite (yellowPin, LOW);   delay (<b>ledDelay2</b>);    digitalWrite (yellowPin, HIGH);   digitalWrite (greenPin, LOW);   delay (2000); }</pre>

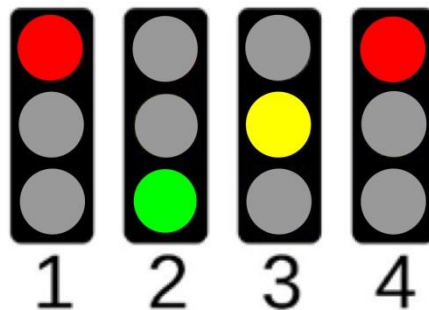


		<pre>digitalWrite(yellowPin, LOW); }</pre>
--	--	--

(2) Não é necessário modificar o circuito. A modificação é apenas quanto ao controle do acionamento dos LEDs e, portanto um problema de programação, de software.

**Problema III.1** (aprofundamento) – (1) Na atividade que realizamos o acionamento do semáforo obedece a convenção usada no Reino Unido. Procure saber qual a convenção de acionamento de um semáforo em nosso país e em função disso reescreva o esquete para cumprir essa convenção. (2) Para isso devemos modificar também o circuito elétrico que usamos na aula?

(1) O padrão de acionamento de um semáforo para automóveis no Brasil é ligeiramente diferente do padrão no Reino Unido. O esquema abaixo é uma representação do padrão brasileiro,



Compare com o esquema da Figura 3.25. No padrão brasileiro não temos o acionamento de duas cores simultaneamente.

```
//Atividade 3c - semáforo simples para automóveis com padrão brasileiro

int ledDelay = 10000; //espera entre as alterações
int redPin = 12;
int yellowPin = 11;
int greenPin = 10;

void setup() {
  pinMode(redPin, OUTPUT);
  pinMode(yellowPin, OUTPUT);
  pinMode(greenPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite (redPin, HIGH);
  delay (ledDelay);

  digitalWrite (greenPin, HIGH);
  digitalWrite (redPin, LOW);
  delay (ledDelay);

  digitalWrite (yellowPin, HIGH);
  digitalWrite (greenPin, LOW);
  delay (2000);

  digitalWrite(yellowPin, LOW);
}
```

(2) Não é necessário modificar o circuito. A modificação é apenas quanto ao controle do acionamento do LED amarelo e, portanto um problema de programação, de software.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. R. de; Evasão escolar no ensino médio: um diagnóstico dos Alunos da Escola Pública noturna do, Rio Grande do Sul–Brasil. Rev. Int. Investig. Cienc. Soc. Vol. 7, nº2, pág. 83-118. 2011.

ALVES, R. M.; SILVA, A. L. C. da; PINTO, M. de C.; SAMPAIO F. F.; e ELIA M. da F. Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem, Jornada de Atualização em Informática na Educação, v.1, n.1, cap. 6, p. 162-187, 2012.

ARAÚJO, C.H.; LUZIO, N. *O desafio do ensino médio*. Jornal da Ciência e-mail 2437 de 05 de Janeiro de 2004. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detalhe.jsp?id=15252> Acesso em 03/09/2013.

ARCO-VERDE, Y. F. S. de; "O desafio da especificidade e da qualidade do ensino noturno" in *Jornal Educação*, n.º 47, ano IV, Curitiba: Secretaria Estadual da Educação. 2006.

ARROYO, M.G.; *Da Escola Carente à Escola Possível*, São Paulo: Loyola, 1986, p. 11-55.

BEISIEGEL, C. de R.; *Estado e Educação Popular*. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1974. 189p.

\_\_\_\_\_ Considerações sobre a Política da União para a Educação de Jovens e Adultos Analfabetos. Rev. Bras. Educ. n.04, ISSN 1413-2478, p. 26-34, 1997.

BERNARDIM, M. L.; *Da Escolaridade Tardia à Educação Necessária: Estudo das Contradições na EJA em Guarapuava – PR*, Mestrado em Educação, Universidade Federal do Paraná, 2006, p.45

BRAGA, N. C.; *Eletrônica Básica*, 6ª ed, São Paulo Editora: Newton C. Braga. Maio de 2012.

BRAGA, N. C.; Curso Básico de Eletrônica, 4ª ed., São Paulo Editora Saber, 2001, p.55

BRASIL, MEC. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira. Publicada no Diário Oficial da União, 23/12/1996. <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf> Acesso em 05/08/2013.

BRASIL, MEC, PARECERCEB11/2000, p.13, [http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/eja/legislacao/parecer\\_11\\_2000.pdf](http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/eja/legislacao/parecer_11_2000.pdf) Acesso em: 23/10/2013.

BRASIL, MEC. Parecer 15/98. [http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/1998/pceb015\\_98.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/1998/pceb015_98.pdf) Acesso: 09/09/2013

CARVALHO, C. P. de; Ensino Noturno: realidade e ilusão, 7ªed., São Paulo: Cortez, 1994, Coleção questões da nossa época, v.27, p. 14

\_\_\_\_\_. Alternativas metodológicas para o trabalho pedagógico voltado ao curso noturno, Série Ideias, São Paulo: FDE, n. 25, p. 75-89, 1998.

CAVALCANTE, M. A.; Novas Tecnologias no Estudo de Ondas Sonoras, Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 3, p. 579-613, dez. 2013.

CAVALCANTE, M. A.; RODRIGUES T.T.T.; BUENO D. A.; Controle Remoto: Princípio de Funcionamento (parte 1 de 2), Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 3, p. 554-565, dez. 2013.

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.

DI PIERRO, M.C.; A Educação de Jovens e Adultos no Plano Nacional de Educação: Avaliação, desafios e Perspectivas. Educ. Soc., v. 31, n. 112, p. 939-959, 2010.

DIGIÁCOMO, M. J. (2005). Evasão escolar: não basta comunicar e as mãos lavar, Disponível em: [http://www.mpba.mp.br/atuacao/infancia/artigos/evasao\\_escolar\\_murilo.pdf](http://www.mpba.mp.br/atuacao/infancia/artigos/evasao_escolar_murilo.pdf) Acesso em: 18 out. 2013.

EUGÊNIO, B. G.; O Currículo na Educação de Jovens e Adultos: Entre o Formal e o Cotidiano numa Escola Municipal em Belo Horizonte, Dissertação de Mestrado em Educação, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2004, p. 27-51.

FRIEDRICH, M.; BENITE, A. M.; BENITE, C. R. M.; PEREIRA, V. S; Trajetória da Escolarização de Jovens e Adultos no Brasil: de Plataformas de Governo a Propostas Pedagógicas Esvaziadas. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 18, n. 67, p. 389-410, 2010.

GOMES, C. A.; CARNIELLI, B. L.; Expansão do Ensino Médio: Temores sobre a Educação de Jovens e Adultos, Cadernos de Pesquisa, n. 119, p. 47-69, 2003.

GOMES, C. A.; CAPANEMA, C. de F.; CABANELAS, L. C., Educação e trabalho: representações de professores e alunos do ensino médio. Ensaio: avaliação de políticas públicas educacionais. Rio de Janeiro, v.14, n.50, p. 11-26, jan./mar. 2006.

GONÇALVES, L. R.; PASSOS, S. R. M. M. S. dos; PASSOS Á. M. dos. Novos rumos para o Ensino Médio Noturno – como e por que fazer?, Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v.13, n.48, p. 345-360, 2005.

HADDAD, S.; A Educação de Pessoas Jovens e Adultas e a Nova LDB. In: \_\_\_\_ LDB Interpretada: diversos olhares se entrecruzam. São Paulo: Cortez, p. 106-122, 1997.

HADDAD, S.; DI PIERRO, M. C. Escolarização de jovens e adultos. Revista Brasileira de Educação, São Paulo, n. 14, p. 108-130, 2000.

HEINECK, R.; VALIATI, E.R.A.; ROSA, C.T.W. da. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653) n.º 42/6 – 10 de mayo de 2007 EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2007): Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. <http://www.ibge.gov.br> Consulta: 15/09/2013.

LINS, E.C.; Ensino Médio no Brasil: aspectos históricos, legais e questões do período Noturno (1971-2006), Dissertação (Mestrado em Educação), UNISAL, SP. 2007, p.25

LOUREIRO, T. C.; A Formação do Educador na Prática Pedagógica com Adultos. Dissertação de Mestrado, PUCCAMP, 1996, p.30

MACHADO, M. M.; A prática e a formação de professores na EJA: uma análise de dissertações e teses produzidas no período de 1986 a 1998. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 23. 2000, Caxambu. Trabalhos apresentados... São Paulo: ANPED, 2000.

MAFRA, L. de A.; O Ensino Médio Noturno e a Sociedade Brasileira: Expansão e Organização Pedagógica. In:Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Vol.75, Nº179/180/181 ,1994.

MELLO, G. M.; “Diretrizes curriculares para o ensino médio: por uma escola vinculada à vida” in Revista Ibero-americana de Educação, n.º 20, pp.162-172, maio/agosto 1999, OEI.

MENDELSON, P.; GREEN, T. R. G.; BRNA, P. (1990) Programming languages in education: the search for an easy start. In Hoc, J., Green, T., Gilmore, D. & Samway, R. (eds) Psychology of Programming, 175-200, London, Academic Press.

MOACYR, P. A. (1936): Instrução e o império: subsídios para a história da educação no Brasil. São Paulo: Editora Nacional.

\_\_\_\_\_ (1939): A instrução e as províncias: subsídios para a história da educação no Brasil. São Paulo: Editora Nacional.

MOURA, T. M. de M.; A prática pedagógica dos alfabetizadores de jovens e adultos: contribuições de Freire, Ferreiro e Vigotsky, Maceió: Edufal, 1999.

NASCIMENTO, L.P. de; A Evasão e/ou Abandono de Jovens do Ensino Médio Noturno de uma Escola Pública do Litoral do Paraná. <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2553-8.pdf>. Acesso em 24/07/2013.

PADILHA, R. P.; Planejamento dialógico: Como construir o projeto político-pedagógico da escola. São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire, 2001. p.30

PAIVA, V. P.; Educação Popular e educação de adultos. Contribuição à História da Educação Brasileira. São Paulo: Edições Loyola, v. 1, 1973, 368 p.

\_\_\_\_\_. História da Educação Popular no Brasil: educação popular e educação de adultos, 6ª Edição, São Paulo, Editora Loyola, 2003. p.195 – 196.

PUCCI, B.; SGUISSARDI, V.; O Aluno do ensino noturno: um trabalhador ignorado. Educação e Realidade, v. 17, n. 02, p. 32-44, 1992.

PUCCI, B.; SGUISSARDI, V.; Ensino Noturno: Desconhecimento do Trabalho e Novos Desafios. R. Bras. V.73, n.173, p.30-62, 1992.

RICHTER, D.; BRAGA F. S.; FÜRKOTTER M; Informática no Processo Ensino-Aprendizagem: Contribuindo para uma Nova Escola, Revista Formação, v.2, n.13, p. 8-13, 2003

ROBERTS, M.; Arduino Básico, 1ª ed. São Paulo, Editora Novatec, 2011.

RODRIGUES, E. M.; Ensino noturno de 2.º grau: o fracasso da escola ou a escola do fracasso. In: Educação e Realidade, v. 20, n.º 1, jan./jun. 1995.

RODRIGUEZ, A. HÉRAN, C. A. (2000): A educação secundária no Brasil: chegou a hora. 1ªed. Washington, D.C. Banco Interamericano de Desenvolvimento-Banco Mundial.

SCAICO P.D.; AZEVEDO S.; ALENCAR Y.; LIMA A. de A.; PAIVA L.F.; MENDES J.P.; SILVA J.B.B. da; RAPOSO E.H.; SCAICO A.; Ensino de Programação no Ensino Médio: Uma Abordagem Orientada ao Design com a linguagem Scratch. Revista Brasileira de Informática na Educação, v.21, n. 2, p. 93-103, 2013.

Secretaria Estadual de Educação do Estado do Rio de Janeiro, Currículo Mínimo de Física, [http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/curriculo\\_aberto.asp](http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/curriculo_aberto.asp) Acesso em 03/09/2013.

Secretaria Estadual de Educação do Estado do Rio de Janeiro, Manual de Orientações do Nova EJA, [http://projetoeduc.cecierj.edu.br/principal/download/Manual\\_projeto\\_nova\\_eja\\_final.pdf](http://projetoeduc.cecierj.edu.br/principal/download/Manual_projeto_nova_eja_final.pdf) Acesso em 04/10/2013.

SOARES, L. J. G.; Processos de inclusão/exclusão na educação de jovens e adultos. Belo Horizonte: Revista Presença Pedagógica: v.5, n.30, p. 202. 1999.

SOUZA A.R. de; PAIXÃO A.C.; UZÊDA D.D.; DIAS M.A.; DUARTE S.; AMORIM H.S. de; 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.

SOUSA, S. Z.; OLIVEIRA, R. P. Ensino Médio noturno: Democratização e Diversidade. Educar, Curitiba, n. 30, p. 53-72, Editora UFPR, 2008.

TAVARES, J. N.; A política educacional da União e os currículos do ensino fundamental, Dissertação de Mestrado em Educação, Belo Horizonte: PUC/MG, 2002. p.71

TERRIBELLE, A. de O; Juventude, Trabalho e Ensino Noturno: um estudo sobre os jovens da periferia de Goiânia, Dissertação de Mestrado em Sociologia, Universidade Federal de Goiás, 2006, p.18-75.

TOGNI, A. C.; CARVALHO, M. J. S; A Escola Noturno de Ensino Médio do Brasil. Revista Ibero-americana de Educação, n. 44, 2007.



TREAGUST D. F.; KEARNEY M.; YEO S. and ZADNIK M. G.; Student and Teacher Perceptions of the Use of Multimedia Supported Predict – 143 Observe – Explain Tasks to Probe Understanding, *Research in Science Education*, v. 31, n. 4, pp. 589 – 615, 2001.

VALENTE, J. A.; Mudanças na sociedade, mudanças na educação: o fazer e o compreender. In: VALENTE, J.A. (Org). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: Unicamp/NIED, 1999. p. 153. Apud RICHTER D.

ZIBAS, D. M. L; Ensino Noturno de 2ºGrau: A Voz do Corpo Docente. *Cad. Pesq.*, São Paulo (78), p.41-50, 1991.