

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO
PAULO**

ARTUR LUCIANO FILHO

**LABORATÓRIO DIDÁTICO INVESTIGATIVO: O ENSINO DE FÍSICA COM USO
DO ARDUINO**

São Paulo

2016

ARTUR LUCIANO FILHO

**LABORATÓRIO DIDÁTICO INVESTIGATIVO: O ENSINO DE FÍSICA COM USO
DO ARDUINO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Astrogildo de Carvalho Junqueira

São Paulo

2016

L9711 Luciano Filho, Artur.

Laboratório didático investigativo: o ensino de física com uso do Arduino / Artur Luciano Filho. São Paulo: [s.n.], 2016. 165f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Astrogildo de Carvalho Junqueira.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2016.

1. Laboratório didático investigativo 2. Arduino 3. Programação 4. Aprendizagem significativa I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. II. Título

CDU 370.0

ARTUR LUCIANO FILHO

**LABORATÓRIO DIDÁTICO INVESTIGATIVO: O ENSINO DE FÍSICA COM O
USO DO ARDUINO**

**Dissertação apresentada e aprovada em
21 de março de 2016 como requisito
parcial para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Ciências e
Matemática.**

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

**Prof. Dr. Astrogildo de Carvalho Junqueira
IFSP – Câmpus São Paulo
Orientador e Presidente da Banca**

**Prof^ª. Dra. Graziela Marchi Tiago
IFSP – Câmpus São José dos Campos, SP.
Membro da Banca**

**Prof^ª. Dra. Marisa Almeida Cavalcante
PUC-SP - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Membro da Banca**

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho à minha querida esposa Simone. Ao longo destes trinta anos juntos sempre valorizou meu trabalho. Nesta etapa, soube com paciência e amor apoiar minha pesquisa”.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa por seu incentivo, compreensão e carinho demonstrado ao meu trabalho.

Aos meus filhos pelo incentivo e compreensão que me proporcionaram nos momentos de maior dificuldade. Foram decisivos nesta jornada. Não posso esquecer, no início do curso com uma quantidade enorme de responsabilidades e um desejo de desistir, ouvi do meu filho com apenas 07 anos: “você não vai desistir pai”, obrigado Giovanni. Ao Artur por suas contribuições durante a pesquisa e confecção do trabalho.

Aos meus pais.

Ao meu pai que se estivesse presente estaria muito orgulhoso. À minha mãe por sempre apoiar minhas decisões e acreditar em meus projetos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Astrogildo de Carvalho Junqueira por sua pronta atenção, excelentes ideias, correção, colaboração e acima de tudo pela liberdade que me conferiu.

Às Professoras Dra. Marisa Cavalcanti e a Professora Mestre Cristiane Rodrigues Caetano Tavoraro por me apresentarem o Arduino.

Aos professores do IFSP que com sua dedicação compartilharam suas experiências, e conhecimentos e ao IFSP por mais uma vez me possibilitar a oportunidade em dar continuidade em minha carreira acadêmica.

A todos os colegas do curso que sempre se mostraram prontos em colaborar sem rivalidades e com muito bom humor.

A meus amigos Rômulo, Moara, Eliane Barone e Natasha Braga por suas excelentes contribuições.

Ao meu ex-aluno e colaborador Lucas D'Amélio sempre pronto, dedicado, preocupado e entusiasmado com o projeto. Suas contribuições foram decisivas.

Ao meu amigo Vilson Inácio, mente jovem, colaborador e prestativo. Foi responsável pela construção do aparato experimental. Realizou com maestria.

Aos alunos e famílias do Colégio Batista de Vila Mariana que aceitaram participar da pesquisa.

Ao Senhor Diretor do Colégio Batista de Vila Mariana Denis Araújo de Oliveira ao abrir as portas do colégio para este projeto.

À minha coordenadora Ana Luiza Conicelli pela sua compreensão, colaboração e incentivo.

Aos meus amigos da E.E Jorge Duprat, Alex, Rosângela e Edneia pelo seu apoio.

Agradeço a Deus, nele sempre confiei.

EPÍGRAFE

Você tem de estar preparado para a coisa - não porque ela seja difícil de entender, mas porque é absolutamente boba; tudo que fazemos é traçar umas setinhas num pedaço de papel - mais nada. (Richard Phillips Feynman), sobre a eletrodinâmica quântica.

RESUMO

O ensino de Física há muito se tem tornado um grande desafio para a maioria dos docentes da área. Aulas formais sob a ótica de diversos teóricos não têm contribuído para o processo ensino/aprendizagem de modo significativo. Na nossa prática em sala de aula constatamos este grande desafio. Encontramos em Ausubel embasamento teórico que norteia um caminho a seguir em busca da aprendizagem significativa. Neste trabalho propomos uma prática para o ensino de Física com o uso do Laboratório Didático Investigativo (LADIN), com a inserção de uma interface eletrônica, o Arduino, que permite ao educando interagir com o objeto estudado, levando a tecnologia para a sala de aula. No decurso deste trabalho, detalhamos as características do LADIN e do Arduino. Com questões abertas, possibilitamos aos educandos agirem como protagonistas no processo ensino/aprendizagem. Para isso, elaboramos um aparato experimental adaptado ao uso do Arduino que teria como função coletar dados, o que permitiu aos alunos sua manipulação e estudo. Propomos sequências didáticas que foram aplicadas durante o horário regular das aulas para iniciar os alunos no uso e programação do Arduino. Os alunos também puderam efetuar as montagens físicas dos circuitos elétricos. Durante esta investigação foram estudados os conteúdos de Mecânica como movimento uniforme (MU) e movimento uniformemente variado (MUV). Atrelados aos conceitos de mecânica como MU e MUV, discutimos durante as aulas os tópicos de Eletrodinâmica como Lei de Ohm e Circuitos Elétricos, do Eletromagnetismo como as características dos ímãs, Lei de Lenz, Corrente de Foucault, Lei de Faraday, conceitos pertinentes ao período letivo destes alunos. Esta sequência didática foi aplicada a alunos do 3º ano do Ensino Médio regular do Colégio Batista de Vila Mariana, São Paulo, SP. A categoria para a análise dos dados utilizada foi a “pesquisa-ação”. Para a coleta dos dados foi aplicada uma avaliação diagnóstica sobre tópicos de Física, análise dos registros do professor, análise dos protocolos gerados pelos alunos como apontamentos em cadernos, relatórios e uma avaliação para comparação, objetivando encontrar possíveis alterações na compreensão dos fenômenos estudados. Nesta investigação constatamos um maior engajamento dos alunos no processo ensino/aprendizagem. Os conceitos Físicos referentes ao Eletromagnetismo foram pesquisados e apresentados pelos próprios alunos demonstrando a extensão que este método pode alcançar. A afinidade que os alunos possuem com as tecnologias digitais colaboraram com o processo de ensino/aprendizagem rompendo com a apatia normalmente apresentada pelos alunos durante as aulas.

Palavras – chave: Laboratório Didático Investigativo. Arduino. Programação. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

The teaching of physics has long become a major challenge for most of area teachers. formal classes in the view of many theorists have not contributed to the teaching / learning significantly. In our practice in the classroom we found this great challenge. We found in Ausubel theoretical framework that guides a way forward in search of meaningful learning. In this paper we propose a practice for teaching physics using the Didactic Laboratory Investigative (LADIN), with the insertion of an electronic interface, Arduino, that allows the student to interact with the object studied, taking the technology to the classroom . During this work, we detail the characteristics of LADIN and Arduino. With open questions, we enable students to act as protagonists in the teaching / learning process. For this, we developed an experimental apparatus adapted to use the Arduino which would function to collect data, which allowed students handling and study. We propose didactic sequences that have been applied during regular school hours to initiate students in the use and programming of the Arduino. Students were also able to perform the physical mounting of electrical circuits. During this research the mechanics of content were studied as uniform motion (MU) and uniformly varied movement (MUV). Trailers to mechanical concepts such as MU and MUV, discussed in class topics Electrodynamics as Ohm and Electrical Circuits Law of electromagnetism as the characteristics of magnets, Lenz's law, eddy current, Faraday's Law, relevant concepts to the period school these students. This teaching sequence was applied to students of the third year of the College of the regular high school Batista Vila Mariana, São Paulo, SP. The category for the analysis of data used was the "action research". For data collection was used a diagnostic assessment on topics of physics, analyzing teacher records, analysis of protocols generated by students as notes in books, reports and assessment for comparison, aiming to find possible changes in the understanding of the phenomena studied. In this investigation we found a greater engagement of students in the teaching / learning process. Physical concepts related to electromagnetism were researched and presented by the students demonstrating the extent that this method can achieve. The affinity that students have with digital technologies collaborated with the teaching / learning process breaking the apathy usually presented by the students during the lessons.

Key - words: Didactic Laboratory Investigative. Arduino. Programming. Meaningful Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Pág.

Figura 01 – Arduino UNO	21
Figura 02 – Sinal digital/analógico, comparação	43
Figura 03 – Quadro 01 - Modelos de Arduinos.....	44
Figura 04 – Entradas/saídas do Arduino Uno.....	44
Figura 05 – Gráfico de uma onda quadrada	45
Figura 06 – Portas digitais/analógicas do Arduino Uno	46
Figura 07 – Exemplo, <i>Blink</i> , pisca pisca	49
Figura 08 – IDE do Arduino seleção de porta	49
Figura 09 – IDE do Arduino seleção de placa	50
Figura 10 – IDE do Arduino notificação de erro na programação	50
Figura 11 – IDE do Arduino notificação de programação correta	51
Figura 12 – Triângulo de Lewin	54
Figura 13 – Modelo de Kurt Lewin para a realização ds pesquisa-ação	55
Figura 14 – IDE do Arduino programa do pisca pisca	128
Figura 15 – Esquema elétrico unifilar resistor + LED	129
Figura 16 – LED vermelho, detalhe construtivo	130
Figura 17 – LED vermelho real	130
Figura 18 – Montagem elétrica do <i>Blink</i> ou pisca pisca	131
Figura 19 – Esquema elétrico unifilar do semáforo.....	132
Figura 20 – Montagem elétrica do semáforo	133
Figura 21 – Programação do semáforo	134
Figura 22 – Esquema elétrico de um divisor de tensão.....	136
Figura 23 – Estrutura construtiva de um LDR	137
Figura 24 – Esquema elétrico unifilar LDR + LED.....	137
Figura 25 – Programação LDR + LED	138
Figura 26 – Montagem física do circuito elétrico LDR + LED	139
Figura 27 – Leitura da calibragem do sensor LED + LDR no <i>Serial Monitor</i>	139
Figura 28 – Esquema elétrico unifilar do potenciômetro	140
Figura 29 – Programação LED + potenciômetro	141
Figura 30 – Montagem elétrica de um LED com um potenciômetro	142
Figura 31 – LM 35 - esquema elétrico unifilar - vista de cima	143
Figura 32 – Circuito integrado LM 35	144
Figura 33 – Programação do LM 35 como um sensor de temperatura	144
Figura 34 – Montagem física do circuito elétrico de um LM 35	145
Figura 35 – Aparato Experimental - Freio Magnético	147
Figura 36 – Suporte de <i>Nylon</i> e esferas de aço e de neodímio	148
Figura 37 – Par de sensores LED + LDR.....	149

LISTA DE TABELAS

Pág.

TABELA 01 - RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA...	67
TABELA 02 - PERCENTUAL DE ACERTOS ÀS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA	67
TABELA 03 - OBSERVAÇÃO SOBRE A INTERAÇÃO ENTRE ALUNOS	70
TABELA 04 - OBSERVAÇÃO SOBRE O ENVOLVIMENTO DOS ALUNOS NA PESQUISA.....	73
TABELA 05 - RESPOSTAS DOS ALUNOS AO QUESTIONÁRIO SOBRE A METODOLOGIA EMPREGADA	84
TABELA 06 - RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO DE VERIFICAÇÃO	88
TABELA 07 - PERCENTUAL DE ACERTOS ÀS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO DE VERIFICAÇÃO	89

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01 - COMPARAÇÃO ENTRE ERROS E ACERTOS DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA	68/101
GRÁFICO 02 - RELAÇÃO ENTRE ERROS E ACERTOS DAS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO DE VERIFICAÇÃO.....	89/101

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	17
2 UMA ABORDAGEM TEÓRICA SOBRE A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	23
3 DEFINIÇÃO, APLICAÇÕES E DESAFIOS NO USO DO LADIN	27
3.1 DEFINIÇÕES DO LADIN	32
4 ARDUINO E SEUS SENSORES	41
4.1 CARACATERÍSTICAS DO ARDUINO	42
4.2 PROGRAMAÇÃO DO ARDUINO	47
5 OBJETIVOS	52
5.1 OBJETIVO GERAL	52
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	52
6 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA DA PESQUISA	53
7 VALIDAÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS	58
8 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS OBSERVAÇÕES DAS AÇÕES PROPOSTAS ...	60
8.1 Ação nº 01 - Projeto de trabalho, uso da <i>Interface</i> Arduino	61
8.1.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 01.	61
8.1.2 ANÁLISE DA AÇÃO 01	61
8.2 Ação nº 02 - Aplicação de uma avaliação diagnóstica	62
8.2.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 02	62
8.2.2 ANÁLISE DA AÇÃO 02	68
8.3 Ação nº 03 - Verificação da interação entre os alunos em seus grupos	69
8.3.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 03	69
8.3.2 ANÁLISE DA AÇÃO 03	70
8.4 Ação nº 04 - Análise das habilidades para a resolução de problemas	72
8.4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 04	72
8.4.2 ANÁLISE DA AÇÃO 04	73
8.5 QUESTIONÁRIOS	76
8.5.1 TRANSCRIÇÃO DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO	76
8.5.2 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS	85
8.6 Ação nº 05 - Verificação de protocolos, apontamentos gerados pelos alunos.	85
8.6.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 05	85
8.6.2 ANÁLISE DA AÇÃO 05.	86
8.7 AÇÃO Nº 06 - CUMPRIMENTO DE PRAZOS	86
8.7.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 06	87
8.7.2 ANÁLISE DA AÇÃO 06	87
8.8 AÇÃO Nº 07 - APLICAÇÃO DE AVALIAÇÃO PARA VERIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS APROPRIADOS	88
8.8.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 07	88
8.8.2 ANÁLISE DA AÇÃO 07	90
09 ANÁLISE DOS DADOS	100
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
SITIOGRAFIA	110
APÊNDICE	113
ANEXOS	152

ANEXO 1	152
ANEXO 2	153
ANEXO 3	154
ANEXO 4	155
ANEXO 5	156
ANEXO 6	164
ANEXO 7	165

INTRODUÇÃO

No ano de 2010, tive a grata oportunidade de ministrar aulas no Instituto Federal de São Paulo, IFSP, como professor substituto de Física. No primeiro semestre do ano de 2011 participei em um projeto, uma parceria entre a Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP, com a orientação das professoras Marisa Cavalcante e Cristiane Tavolaro e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP. Este projeto abordou com os nossos alunos temas relacionados com a Física Moderna. Um dos objetivos era permitir aos nossos alunos da Licenciatura em Física desenvolver sequências didáticas que pudessem ser aplicadas nas escolas de ensino médio fazendo uso de novas metodologias. Terminado este período, fui convidado pela Professora Marisa Cavalcante, PUCSP, a continuar em um novo projeto, Iniciação Científica Júnior, direcionado a alunos do ensino médio da rede pública do Estado de São Paulo para a introdução do uso do Arduino¹. Durante um ano, participei deste projeto com alguns alunos da Escola Pública onde leciono; Escola Estadual Jorge Duprat Figueiredo, São Paulo, SP.

Os alunos que participaram do projeto tiveram um grande desenvolvimento acadêmico e deram continuidade em seus estudos, inclusive na área da Física. Ao verificar o ganho que estes alunos obtiveram ao longo deste projeto em relação aos demais alunos que cursam o ensino médio com aulas tradicionais, acreditei que poderíamos fazer algo maior, inserir o Arduino em todas as turmas do ensino médio. Para tanto, se faz necessário verificar através de pesquisa científica detalhada a viabilidade da aplicação desta metodologia. Foi neste contexto que tive o primeiro contato com esta interface e através do olhar das professoras orientadoras, intencionei verificar se a sua inserção no horário regular das aulas traria algum benefício aos alunos com respeito à aquisição e desenvolvimento do conhecimento.

¹ Arduino é uma placa de controle de entrada de dados (IN), como sensores, e saída de dados (OUT), como motores e leds, com cristal oscilador de 16 MHz, um regulador de tensão de 5 V, botão de *reset*, plugue de alimentação, pinos conectores, e alguns LEDs para facilitar a verificação do funcionamento. A porta USB já fornece alimentação enquanto estiver conectado ao computador, e a tensão de alimentação quando desconectado pode variar de 7 V a 12 V, graças ao regulador presente na placa. Site oficial www.arduino.cc.

O ensino de Física há muito tem se tornado um grande desafio para a maioria dos educadores e conseqüentemente para os educandos uma tarefa árdua para a apropriação dos seus conceitos e linguagem própria.

Em geral, ao preparar suas aulas o professor se referencia em livros didáticos. Isto em geral não é um problema, ao contrário é mais uma opção que o professor possui para elaborar sua proposta de trabalho durante o ano letivo. Entretanto, as críticas aos livros didáticos já são feitas por longa data, exemplo é a crítica feita por Bachelard (1996), em 1938 ao salientar que os conteúdos dos livros didáticos estão ligados a uma teoria geral e hermética:

Seu caráter orgânico é tão evidente que será difícil pular algum capítulo. Passadas as primeiras páginas, já não resta lugar para o senso comum; nem se ouvem as perguntas do leitor. Amigo leitor será substituído pela severa advertência: preste atenção, aluno! O livro formula as suas próprias perguntas. O livro comanda. (BACHELARD, 1996, p. 31).

Ou ainda, olhar para o trabalho de Carneiro (2005) e perceber em suas abordagens, críticas frente ao dogmatismo do livro didático que ao citar Zabala (1998), nos dá um indicativo de que esta característica não colabora com o processo investigativo:

Zabala (1998) fez um levantamento das principais críticas a esse recurso de ensino. Dentre as apresentadas, destacamos: tratamento unidirecional dos conteúdos, dogmatismo e apresentação dos conhecimentos como prontos e sem possibilidade de questionamento. Merece destaque também o fato de os livros didáticos não potencializarem a investigação nem o contraste entre a educação escolar e a realidade extraescolar, dificultando a formação de atitude crítica do aluno. Uma das críticas mais contundentes ao livro didático é que ele impõe ao professor, não somente os conteúdos a serem trabalhados, como também um conjunto de procedimentos que se cristaliza na sala de aula, condicionando seu trabalho. (CARNEIRO, 2005, p. 4).

Analisando o parecer de Nascimento e de Alveti (2006) sobre como são abordados os tópicos de Física Moderna nos livros didáticos, encontramos sua preocupação quanto à possibilidade de se fornecer uma formação alienada da história humana aos discentes quanto à construção do conhecimento científico. Sem embargo, compactuamos com esta preocupação por entender a necessidade do discente poder ter acesso a uma formação crítica e que também lhe permita desenvolver sua criatividade. Assim, expomos o seu pensamento:

No caso específico da Física, a apresentação pontual de tópicos de física moderna e contemporânea tem relação com o enfoque tradicional dado aos conteúdos da Física Clássica apresentados nos livros didáticos, o qual pode ser resumido em três passos: desenvolvimento do ferramental matemático, apresentação das teorias e confirmação

das teorias através de relatos de experiências ou exemplos. Observa-se com isso uma notória diminuição da discussão sobre o problema físico, dos envoltos epistemológicos, da História e Filosofia da Ciência, em prol de conteúdos que buscam, sobretudo, a formulação de exercícios adequados (que utilizam prontamente as fórmulas) para o nível de conhecimento matemático do aluno. Nesse sentido, notamos que a disposição tradicional dos conteúdos nos livros didáticos de Física utilizados no ensino médio brasileiro tende a formar, ao que parece, um paradigma didático para o Ensino de Física, claramente não compatível com os objetivos enquadrados nos preceitos de uma formação como cultura contemporânea. (NASCIMENTO, 2006, p. 33).

As seqüências didáticas apresentadas nos livros didáticos acabam por promover uma apresentação formal e tradicional dos conteúdos, descaracterizando o processo histórico de sua elaboração. A apresentação dos conteúdos segue a prática comum: apresentação das teorias e aplicação de fórmulas através da resolução de exercícios matemáticos gerando grandes dificuldades para que os educandos se apropriem dos conteúdos pertinentes à Física. Estes conteúdos, chamados de *saber ensinado*², são uma “simplificação” do conteúdo pertencente ao *saber a ensinar*³. Pinheiro chama a atenção quando afirma:

Um exemplo disso é que, de maneira geral, quando um livro didático utilizado no ensino médio apresenta a Mecânica Clássica, a visão aristotélica de movimento, quando aparece, é apresentada como uma concepção ingênua e incompleta, que foi superada pelo paradigma newtoniano. Força, massa, aceleração, referencial inercial são conceitos apresentados sob forma sequenciada e harmônica, como se fossem conceitos simples, que se encerram em si mesmos. Não é levado em conta que os significados desses conceitos dependem do papel que eles desempenham no interior da teoria. (PINHEIRO, 1996, p.50 apud Alves Filho et al., 2001, p. 85-86).

Entendemos desta forma a necessidade de mostrarmos aos estudantes que a Ciência e também o seu desenvolvimento fazem parte de uma construção humana, um processo histórico e cultural com a marca registrada do período da sua elaboração. Para nós, isto serviria a demanda de uma aprendizagem significativa possibilitando a aproximação dos discentes aos conceitos Físicos estudados.

Não mais podemos dissociar a Ciência e a Tecnologia como parte integrante da nossa cultura. Estamos rodeados por Ciência e Tecnologia. Desta maneira, levar esta discussão para o âmbito escolar é imprescindível.

² *Saber Ensinado* é o termo utilizado por Chevallard (1990) para descrever os conteúdos ministrados no Ensino Médio a partir de uma “simplificação” dos livros textos utilizados no Ensino Superior, processo chamado de uma segunda Transposição Didática.

³ *Saber a Ensinar* é o termo utilizado por Chevallard (1990) para descrever os conteúdos dispostos em livros textos para utilização no Ensino Superior processo transformador descrito como Transposição Didática que ocorre a partir dos saberes desenvolvidos pela comunidade científica, *Saber Sábio* apresentando-o adequadamente ao ensino.

Por muitas vezes, este distanciamento da ciência como parte integrante da cultura contemporânea é gerado por mera tradição, não a atrelando as manifestações humanas como as Artes em geral. Para muitos alunos e para a população em geral, a ciência é para poucos ou para as mentes privilegiadas.

Neste sentido, mais uma vez defendemos o valor do professor poder aplicar metodologias que estejam dissociadas das sequências didáticas apresentadas nos livros didáticos. Poder programar tais procedimentos exigirá maior desenvolvimento crítico e consciente do professor, devendo ser capacitado a altura ou mesmo ter em sua unidade escolar tempo remunerado para o devido estudo e preparo das suas intenções. Neste aspecto, Delizoicov indica esta necessidade:

Necessário se faz dar condições efetivas aos professores para que possam abandonar o livro didático. Apenas oportunizar a eles tomarem consciência das fragilidades do livro e abandoná-los, muito pouco se contribuirá para a superação da situação relativa ao uso do livro didático. (DELIZOICOV, 1995, pág. 87).

Segundo Delizoicov, uma conceituação mais clássica de cultura que incorpora “somente as contribuições das Artes, Letras e Ciências desinteressadas” (Delizoicov et al., 2002, p. 35), acaba por não contribuir para com o estímulo do desenvolvimento científico que sob nosso olhar deve se iniciar desde os anos iniciais da escola.

Sendo assim, ao analisarmos estas informações podemos ser levados a inferir que esta estratégia de ensino não tem se revelado muito eficiente no processo do Ensino/Aprendizagem, sobretudo ao desconsiderar que para o aluno estes conteúdos acabam por não apresentar nenhum significado. Portanto, cabe ao educador, desenvolver estratégias que possibilitem o envolvimento do educando com o problema em questão e que o mesmo seja protagonista do processo Ensino/Aprendizagem.

Mais do que isso, se faz necessário permitir a comunidade docente venha a ter liberdade para elaborar um maior número de elementos acessíveis e que estes estejam disponíveis para os professores em formação. Espera-se assim, que eles participem como protagonistas no processo de produção destes materiais. Desta forma, é possível que seja implantada uma semente, pertinente a todos os profissionais da educação, participar do processo de elaboração de materiais didáticos e não apenas reproduzir o que já esteja pronto.

Visando uma distribuição dos tópicos pesquisados o trabalho será assim subdividido: capítulo 1 - Aprendizagem Significativa; 2 – Uma abordagem teórica sobre a Aprendizagem Significativa; 3 – Definição, aplicações e desafios no uso do Laboratório Didático Investigativo (LADIN); 4 – O Arduino e seus sensores; 5 - Objetivos; 6 – Caracterização da metodologia da pesquisa; 7 – Validação das ações propostas; 8 – Considerações sobre as observações das ações propostas; 9 – Análise dos dados; 10 – Considerações finais. Também, disponibilizamos em Anexos, ANEXO A, uma sequência didática como Produto Final de nosso trabalho.

1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa ausubeliana apresenta alguns elementos e características peculiares, dentro da Psicologia Cognitiva atual. Ausubel (2000, p.2)⁴ define os “*conceitos como objetos, acontecimentos, situações ou propriedades que possuem atributos específicos comuns e são designados pelo mesmo signo ou símbolo*”. Ausubel defende como característica essencial para a aprendizagem significativa os subsunçores que estão relacionados aos conhecimentos prévios de qualquer natureza como ideias, conceitos. Estes subsunçores atuam como ancoradouros para novas aquisições no que se refere ao conhecimento. Em relação à ocorrência da aprendizagem significativa, temos que ela:

[...] ocorre quando a nova informação ancora-se em *conceitos* relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual no qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos. (MOREIRA, 1982, p. 7-8).

Ao considerar a definição para conceitos defendida por Ausubel, percebemos ser uma construção idiossincrática, na qual o educando faz suas ligações cognitivas da maneira como se relaciona com o objeto e este com seus conhecimentos prévios, visando resolver problemas. Moreira e Masini (1982) definem cognição como:

⁴ David P. Ausubel, Distinto Professor Emérito Graduate School the City University of New York, E.U.A. Obra original *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view* © 2000 Kluwer Academic Publishers - Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva. Tradução Lígia Teopisto. Plátano Editora. 1.ª Edição PT-467 - Janeiro de 2003. ISBN 972 - 707 - 364 – 6

Cognição é o processo através do qual o mundo de significados tem origem. À medida que o ser se situa no mundo, estabelece relações de significação, isto é, atribui significados à realidade em que se encontra. Esses significados não são entidades estáticas, mas pontos de partida para a atribuição de outros significados. Tem origem, então, a estrutura cognitiva (os primeiros significados), constituindo-se nos 'pontos básicos de ancoragem' dos quais derivam outros significados. (MOREIRA & MASINI, 1982, p. 3).

Desta forma, Moreira e Masini afirmam que:

[...] Os conhecimentos têm significados para quem aprende. Tais significados podem, até mesmo, não serem aqueles compartilhados no contexto de uma matéria de ensino, mas ainda assim a aprendizagem é significativa. [...] [...] Porém, em última análise, a aprendizagem é significativa quando o aprendiz vê sentido nas situações de aprendizagem e atribui significado a elas. (MOREIRA; MASINI, 2008, p.9).

Objetivando atribuir significado à aprendizagem, encontramos na literatura a importância que o uso do Laboratório Didático no ensino de Física tem neste processo, entre eles podemos citar Grandini¹ (2004), Grandini²(2004), Araújo (2003), Borges e Abid (2002); Serè et al (2003); Hodson (1994), Macedo e Katzkowics (2003), Pinho Alves (2000); Rosa (2003) entre outros, pois é um tema extensamente investigado.

Desejamos que nossos alunos desenvolvam senso crítico em suas atividades de laboratório e que não acreditem que todas as variáveis estudadas nesta atividade experimental estejam lá esperando por eles, bastando apenas encontra-las. Antes, com o intuito de que a aprendizagem seja significativa, necessitamos fazer uso do laboratório didático para proporcionar ao estudante condições de, mesmo que de maneira inicial, conhecer e fazer uso do método científico. Neste sentido, Borges (2002) apresenta um trabalho que destaca com qual seriedade o laboratório deva ser utilizado:

Os cientistas utilizam métodos, mas isso não significa que haja um método científico que determine exatamente como fazer para produzir conhecimento. O laboratório pode proporcionar excelentes oportunidades para que os estudantes testem suas próprias hipóteses sobre fenômenos particulares, para que planejem suas ações, e as executem, de forma a produzir resultados dignos de confiança. Para que isso seja efetivo, deve-se programar atividades de explicitação dessas hipóteses antes da realização das atividades. Faz-se também necessário que os professores enfatizem as diferenças entre os experimentos realizados no laboratório escolar, com fins pedagógicos, e a investigação empírica realizada por cientistas. (BORGES, 2002, p. 300).

Não obstante, entendemos que o Laboratório Didático mostra ser uma excelente ferramenta no processo de significação entre o discente e o objeto de seu estudo. Porém, possui suas limitações, sobretudo ao ser apresentado de modo hermético, quando o aluno acaba por seguir uma rotina preestabelecida pelo professor com o intuito de apenas comprovar uma lei ou um fenômeno físico. Ao considerar esta questão propomos inserir ao termo Laboratório Didático, o caráter Investigativo, chamando-o, portanto, de Laboratório Didático Investigativo (LADIN)⁵. É possível que com esta prática o discente faça interações com o conhecimento científico e com a cultura científica através da ciência praticada na escola, a ciência escolar. Ao deparar-se com um problema proposto em uma bancada de LADIN, o educando percebe que não poderá usar de mera intuição para resolver o problema, tampouco verificar anotações que possibilitem respostas estereotipadas como há muito o ensino tradicional tem promovido.

Paulo Freire, (1996, p. 13), define esta prática como “educação bancária”, em que o professor apenas transfere conhecimentos ao educando, apresentando apenas uma única via de possibilidade. Portanto, pautando em Serè⁶, entendemos a experimentação como um mecanismo que possibilita estabelecer um elo entre objetos, conceitos, teorias, simbolismos e que por extensão contribua para a formação do indivíduo. Desta forma, o laboratório deve ser parte integrante no processo do ensino e aprendizagem, assim:

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento. (SERÈ, 2003, p. 39).

⁵ A partir desta citação usaremos a abreviação LADIN para denotar o termo Laboratório Didático Investigativo. Não encontramos este termo na literatura e nos anais pesquisados. Há um trabalho realizado por Ricardo Silva de Macêdo (2010) com o tema: O Laboratório Didático Investigativo no Ensino de Física e a Formação de Professores no Instituto de Física da UFBA. Em sua lista de abreviaturas usa o termo LADEF e em seu texto LADEF investigativo. A abreviatura LADEF também é utilizada pelo Instituto de Física da UNB, Universidade de Brasília.

⁶ Esta citação refere-se ao seminário, ministrado pela Dra. Marie-Geneviève Sérè (Doutora em Didática da Física, Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Didática das Ciências Físicas da Universidade de Paris Sud -XI de Orsay), na Faculdade de Física da PUCRS, em dezembro de 2000, durante o evento Reflexões sobre a Didática das Ciências, apoiado pela FAPERGS, PUCRS, ADPPUCRS, CEPERS e SINPRO. Publicado pelo Cad.Bras.Ens.Fís., v.20, n^o 1: 30-42. Abril de 2003.

Entretanto, a replicação de experimentos tradicionais e/ou mesmo a comprovação de teorias há muito cristalizadas, pouco contribuem para a formação do senso crítico; aliado a isto, geram a sensação de que em ciência tudo está pronto favorecendo a anomia. Tais atividades acabam por desenvolver a prática/manipulação, comprovação e verificação de teorias e leis que possuem o seu valor, porém, não contribuem para a formação crítica do discente, tampouco lhe confere a possibilidade de leitura que permita a “plena compreensão de todos os procedimentos envolvidos em uma experimentação” (HODSON, 1994, p. 313).

Esta prática formal no uso do LADIN pode interferir negativamente na compreensão dos estudantes quanto aos procedimentos que envolvem as investigações científicas, embora na escola seja praticada a ciência escolar. Considerando estas realidades, propomos verificar o grau de apropriação dos saberes científicos desenvolvidos na escola por parte dos educandos a partir do uso do LADIN que possui as seguintes características citadas por Andreia Freitas Zômpero (2011 p. 76):

Outra proposta de ensino com a utilização de atividades investigativas é a de Azevedo (2006). Para essa autora, uma atividade de investigação, para que assim possa ser considerada, deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar e não apenas se limitar a favorecer a manipulação de objetos e a observação dos fenômenos. Nesse sentido, a autora salienta que a aprendizagem de procedimentos e atitudes torna-se tão importante quanto a aprendizagem de conceitos ou do conteúdo. A mesma autora enfatiza que as práticas de investigação devem contemplar alguns momentos que, segundo ela, devem ser: proposta do problema, preferencialmente em forma de pergunta que estimule a curiosidade científica do estudante; levantamento de hipóteses, que devem ser emitidas pelos alunos por meio de discussões; coleta de dados; análise dos dados obtidos, em que podem ser utilizados gráficos e textos, para que os alunos possam realizar a explicação desses dados; conclusão, quando os alunos formulam respostas ao problema inicial, a partir dos dados obtidos e analisados. Essas ideias são compatíveis com as apresentadas pelos demais autores como, por exemplo, Gil Perez (1996), Rodriguez, (1995) e Gil (1996).

Aliado a prática do LADIN, inserimos a aplicação de uma interface, chamada Arduino, que permite ao educando interagir com os objetos de estudo. Como a proposta é possibilitar o uso do LADIN ou laboratório aberto, entendemos que o uso de eletrônica e microeletrônica poderá incrementar a curiosidade do educando na busca de respostas às questões propostas. Far-se-á necessário uma mobilização do aluno para a solução do problema, em que ele poderá confrontar suas hipóteses iniciais com a análise dos dados coletados, promovendo um trabalho colaborativo em sala de aula. O uso do Arduino poderá aguçar a curiosidade do educando, sobretudo devido o mesmo ter que se relacionar com a interface fazendo uma programação do *software* seguindo suas hipóteses. Em seguida, poderá verificar se sua

proposta ou a proposta do grupo é viável, decidindo permanecer na hipótese inicial ou se desejar poder propor e realizar as alterações necessárias, caracterizando assim um típico LADIN. Entendemos ser viável o uso desta plataforma e abaixo listamos algumas razões:

1. Custo relativamente baixo;
2. Ter o aluno como protagonista fazendo suas próprias montagens;
3. Inserir a programação em sala de aula;
4. Software para várias plataformas – Windows, Mac OS X e Linux;
5. Linguagem computacional de fácil acesso;
6. Software livre;
7. Uma ampla variedade de sensores que aumentam sua aplicabilidade;
8. Um número muito grande de usuários, tornando-se uma febre mundial e ampliando a rede colaborativa;
9. Tecnologia eletrônica que está na mão dos adolescentes, o aluno fará sua própria programação, entre outras aplicações.

Apresentamos a seguir uma foto do Arduino modelo UNO, Figura 1, disponível para aquisição no site oficial, www.arduino.cc.



Figura 1 – Arduino Uno
Fonte: www.arduino.cc

Estamos cientes que os trabalhos desenvolvidos em um LADIN estão muito distantes dos laboratórios utilizados por cientistas profissionais. Entretanto, se desejamos formar futuros cientistas ou mesmo permitir que a comunidade escolar tenha uma visão correta do trabalho científico, necessitamos promover esta possibilidade de ensino e de formação crítica. Em consonância com este argumento, Maria Cristina P. Stella de Azevedo em um trabalho organizado por Anna Maria Pessoa de Carvalho (2004) salienta que:

Os alunos devem ter oportunidade de agir e o ensino deve ser acompanhado de ações e demonstrações que o levem ao trabalho prático. Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica. (AZEVEDO, 2004, p. 21).

Azevedo (2004, p. 21) amplia a sua contribuição por ressaltar que a investigação deve ser fundamentada, fazendo sentido para o aluno. Cabe ao professor elaborar questões e ou problemas abertos como pontos de partida, mas que sejam capazes de permitir ao educando entender o que está sendo estudado, quer dizer, o educando possui um norte a seguir e suas escolhas se realizarão a partir de conhecimentos prévios ou como chama Ausubel, subsunçores. Segundo Moreira (1982), se faz necessário a apresentação de contrastes, desafios, novos conceitos para que a aprendizagem significativa se processe:

A aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideias e informações que apresentam uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade. (MOREIRA, MASINI, 1982, p. 40).

De acordo com Azevedo (2004, p. 19), *“se tivermos como objetivo um planejamento e uma proposta de ensino por investigação, não podemos utilizar o título problema inadequadamente”*. Isto é, não podemos confundir resolução de exercícios com resolução de problemas. Azevedo (2004, p. 19) afirma que *“os educandos aprendem mais sobre ciências e seus conceitos se em suas práticas participarem de atividades semelhantes às praticadas nos laboratórios de ciência pura”*. Para embasar sua afirmação cita Hodson:

Nas quais os estudantes utilizam os processos e métodos da Ciência para investigar fenômenos e resolver problemas como meios de aumentar e desenvolver seus conhecimentos, e fornecem um elemento integrador poderoso para o currículo. Ao mesmo tempo, os estudantes adquirem uma compreensão mais profunda da atividade científica, e as investigações tornam-se um método tanto para aprender Ciência como aprender sobre a Ciência. (Hodson, 1992, p. 549).

Se entendermos que a educação científica possa contribuir para que o aluno venha a decifrar e compreender o mundo que o cerca, precisamos permitir que se familiarize com as práticas próprias de um laboratório real. Esta prática viabiliza a interação entre aluno/professor em um trabalho colaborativo com a característica principal de ter o aluno como protagonista no processo ensino/aprendizagem dando a ele a característica de um jovem cientista. Portanto,

nosso trabalho visa verificar a aplicabilidade desta prática e promover uma reflexão no processo de Ensino/Aprendizagem no ensino de Física. Nossa proposta está atrelada ao uso do Arduino em um LADIN durante as aulas regulares de Física.

Durante o processo de aplicação desta metodologia esperamos observar um melhor desempenho quanto à aquisição dos conceitos de Física por parte dos educandos. Efetivamente se houve ou não aquisição dos conceitos de Física estudados. Neste sentido, com a inserção do Arduino em um LADIN, acreditamos poder motivar os alunos na busca de soluções para as questões apresentadas. Para viabilizar este processo, os alunos serão preparados para o uso do Arduino com a manipulação de alguns sensores e componentes eletrônicos, programação do Arduino em linguagem própria e montagem de circuitos elétricos. Ao final deste processo, que incorpora explicações sobre os conceitos Físicos envolvidos, será apresentada uma situação problema que para respondê-la os alunos poderão ou não fazer uso do Arduino.

2 UMA ABORDAGEM TEÓRICA SOBRE A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Enquanto professores, colaborar com a melhoria no processo de ensino/aprendizagem é uma tarefa que encaramos como uma obrigação da função docente. Esta busca levou-nos a considerar diversos teóricos para embasar a nossa pesquisa. Neste processo de pesquisa ampla, encontramos em Ausubel, *“Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva”* (2000), subsídios para amparar a nossa pesquisa. Segundo Moreira (1982), podemos fomentar a aprendizagem significativa quando:

A aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideias e informações que apresentam uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para a sua diferenciação, elaboração e estabilidade. Essa interação constitui, segundo Ausubel (1968, p. 37-39), uma experiência consciente, claramente articulada e precisamente diferenciada, que emerge quando sinais, símbolos, conceitos e proposições potencialmente significativos são relacionados à estrutura cognitiva e nela incorporados. (MOREIRA, 1982, P.4)

A aprendizagem significativa depende da captação de significados, Moreira(1982) apresenta assim as palavras de Ausubel:

É, pois, um produto fenomenológico do processo de aprendizagem, no qual o significado potencial, inerente aos símbolos, converte-se em conteúdo cognitivo, diferenciado para um determinado indivíduo. O significado potencial converte-se em significado fenomenológico, quando um indivíduo, empregando um determinado

padrão de aprendizagem, incorpora em sua estrutura cognitiva. um processo que envolve uma negociação de significados entre discente e docente e que pode ser longo. (MOREIRA, 1982, p. 5).

No caso da aprendizagem de conceitos, estes devem ser relevantes para o indivíduo, que estejam preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Moreira (1982, p.7) afirma que o conceito mais importante na teoria de Ausubel é o de “aprendizagem significativa”. Como em uma dialética entre conceitos e situações, o aprendiz torna-se capaz de dominar questões cada vez mais complexas, evidenciando que as novas informações fazem conexões com os conhecimentos prévios do indivíduo. Em contraste com a aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem mecânica como apreensão de informações novas e que não estão associadas aos conhecimentos prévios do educando, neste caso, como esta informação não tem significado para o “aprendiz” é armazenada de modo arbitrário em sua estrutura cognitiva, não realizando conexões com outros saberes. Entretanto, o fato de ser uma aprendizagem mecânica, não se entende que a mesma não seja importante para o processo de aprendizagem, pois, no devido tempo, conforme as estruturas cognitivas vão se construindo, haverá por parte do educando o uso destas informações para novas conexões.

A partir desta utilização para novas conexões passam a ser então significativas, isto é, o educando vislumbra sua utilidade, segundo conceitos desenvolvidos por ele próprio. Um exemplo são as fórmulas apresentadas em Física de modo totalmente desvinculadas da realidade do aluno. O educando de maneira muito particular desenvolverá um processo para aprendizagem de modo mecânico, como decorar as fórmulas em um processo idiossincrático e totalmente arbitrário. Porém, este processo de memorização arbitrária possibilita ao educando algum tipo de associação com conhecimentos prévios. Segundo Moreira (1982):

A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica, porém a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos, em Física, pode também ser tomada como exemplo, embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse caso. Ausubel não estabelece uma distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como sendo uma dicotomia, antes chama este processo de *continuum*. (MOREIRA, 1982, p. 9).

O que fora apropriado mecanicamente servirá de ancoradouro para novas conexões ou ponto de partida para o desenvolvimento do conhecimento particular do educando. De maneira análoga, Ausubel não faz distinção entre aprendizagem por recepção e por descoberta. Segundo Moreira (1982):

Na aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto que na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a se aprendido é descoberto pelo aprendiz. (MOREIRA, 1982, p. 9).

Neste caso, encontramos uma vertente teórica virtuosa para o nosso trabalho. Possibilitar ao educando procurar significado no processo da aprendizagem é um caminho que tem potencial em valorizar o trabalho docente e dirimir dificuldades no processo do ensino. Para Ausubel, não se pode dissociar ensino da aprendizagem, para ele uma coisa só acontece se houver a outra e vice-versa. Neste processo, se o educando incorporar as novas informações seja a aprendizagem por descoberta ou por recepção e estas informações forem retidas em estruturas cognitivas de modo não arbitrário, ambas foram significativas.

Nossa proposta é apresentar ao educando situações-problema a partir de temas relacionados com o ensino de Física, como conceitos de mecânica clássica que o mesmo já tenha tido algum contato, sobretudo de modo mecânico, e permitir ao educando a construção do conhecimento pela descoberta.

Entendemos que outros tópicos de Física surgirão durante a pesquisa e nossa expectativa é que isto surta efeito positivo para o aluno. Apresenta-se a necessidade que o educando primeiro descubra o que irá aprender. Isto não indica que a aprendizagem será significativa. Para os seres humanos aprenderem tudo por descoberta e apreender estes conhecimentos seria uma tarefa árdua e inviável, algo como sempre ter que inventar a roda, isto é, sempre terem que partir do princípio. Assim, aliada à aprendizagem por descoberta há a aprendizagem por recepção, na qual todos os conhecimentos gerados pela humanidade poderão ser apresentados ao educando, por exemplo, como a roda fora feita, e a partir disto desenvolver conexões para suas aplicações, uso e compreender processos que a utilizem.

Também neste processo os significados construídos pelo educando serão idiossincráticos. Entretanto, segundo Ausubel (2000), não há uma dicotomia entre os dois processos de aprendizagem, antes, há entre os dois processos um espaço; por ele chamado de “zona cinza”, espaço que o aprendiz desenvolve os significados.

Quais as vantagens de uma aprendizagem significativa em relação a uma aprendizagem mecânica decorativa? Algumas vantagens verificadas: compreensão, o significado, capacidade de novas conexões. Informações significativas também aumentam o potencial para

a reaprendizagem em tempo menor, podemos comparar com ferramentas específicas muito pouco usadas, porém, quando necessário é só buscá-las na prateleira se estiverem devidamente organizadas, isto é, informações guardadas de forma não arbitrária poderão ser facilmente acessadas. Sob este olhar, Ausubel (2000) tomou como base para sustentar seu raciocínio que, se fosse possível “isolar uma única variável que pudesse influenciar fortemente o processo de aprendizagem, seria o conhecimento prévio do aprendiz” (MOREIRA, 1982, p. 7).

Esta variável, conhecimento prévio, tem forte influência sobre o educando, potencializando o processo da aprendizagem, pois em geral temos mais confiança em caminhar em terrenos que melhor conhecemos e nos estimulam a prosseguir. O conhecimento prévio servirá como uma lanterna em um quarto escuro que poderá indicar o caminho a ser seguido.

Procuramos também verificar outras leituras que incentivassem o uso do Laboratório Didático de Física como um LADIN. Como resultado encontramos os seguintes textos “Formação de Professores de Ciências” (Anna Maria Pessoa de Carvalho; Daniel Gil-Pérez – 2006), “Ensino de Física. Conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora” (organizador - Maurício Pietrocola – 2006), “A Aprendizagem e o Ensino de Ciências” (Juan Ignacio Pozo e Miguel Ángel Gómez Crespo – 2009), “Ensino de Ciências” (Sílvia Frateschi Trivelato; Rosana Louro Ferreira Silva – 2013), “Ciências Físicas nos Ensinos Fundamental e Médio. Modelos e Exemplos” (Jesús Lahera; Ana Forteza – 2006). Estes textos vieram ao encontro das teorias de Ausubel e entendemos que poderão contribuir para o embasamento teórico da nossa pesquisa.

Portanto, considerando estas breves exposições sobre os conceitos teóricos de Ausubel sobre a Aprendizagem Significativa propusemos verificar se o uso de uma interface eletrônica, o Arduino, que acreditamos permitir ao aprendiz ser protagonista no processo de resolução de problemas, e que venha contribuir para o processo de ensino/aprendizagem quanto aos conteúdos de Física. Entendemos que esta metodologia poderá promover ampla interlocução entre os saberes prévios dos educandos e as novas informações disponibilizadas por recepção permitindo ao mesmo desenvolver suas próprias conexões fazendo que sua aprendizagem seja significativa e o induza a prosseguir na busca pelo conhecimento.

3 DEFINIÇÃO, APLICAÇÕES E DESAFIOS NO USO DO LADIN

É inegável a presença em nossa vida cotidiana do conhecimento científico e do desenvolvimento tecnológico. Portanto, ao olharmos para as diretrizes apresentadas no Currículo do Estado de São Paulo para o Ensino das Ciências da Natureza e suas Tecnologias encontramos um dos grandes desafios que a Escola tem que lidar:

A sociedade do século XXI é cada vez mais caracterizada pelo uso intensivo do conhecimento, seja para trabalhar, conviver ou exercer a cidadania, seja para cuidar do ambiente em que se vive. Todavia, essa sociedade, produto da revolução tecnológica que se acelerou na segunda metade do século XX e dos processos políticos que redenharam as relações mundiais, já está gerando um novo tipo de desigualdade ou exclusão, ligado ao uso de tecnologias de comunicação que hoje medeiam o acesso ao conhecimento e aos bens culturais. Na sociedade de hoje, é indesejável a exclusão pela falta de acesso tanto aos bens materiais quanto ao conhecimento e aos bens culturais. (SÃO PAULO, 2010, p.8).

Sob esta ótica concordamos ser necessário disponibilizar aos educandos acesso a novos conhecimentos atrelados a era da comunicação e informática. Ainda, na apresentação do Currículo do estado de São Paulo para o ensino das Ciências da Natureza e suas Tecnologias vemos a importância dada para a educação relacionando-a com a tecnologia:

A educação tecnológica básica é uma das diretrizes que a LDBEN⁷. A lei ainda associa a “compreensão dos fundamentos científicos dos processos produtivos” ao relacionamento entre a teoria e a prática em cada disciplina do currículo. E insiste quando insere o “domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna” entre as competências que o aluno deve demonstrar ao final da educação básica. (SÃO PAULO, 2010, p.21).

Note que LDBEN ressalta a necessidade de o aluno do Ensino Básico poder demonstrar ao final deste período escolar, competências que evidenciem saber fazer uso das tecnologias e dos fundamentos científicos. Consideramos necessário que seja atendida esta particularidade da LDBEN, para isto, nos propomos disponibilizar uma estratégia de ensino durante o período regular das aulas de Física que agreguem peculiaridades do saber científico e do uso prático das tecnologias. A LDBEN destaca que “a tecnologia comparece, portanto, no currículo da educação básica com duas acepções complementares”:

- a) Como educação tecnológica básica;
- b) Como compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos da produção.
- c)

⁷ LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL N^o 9394/96

Agora, observe a definição que a LDBEN dá a estas duas acepções:

A *primeira* acepção refere-se à alfabetização tecnológica, que inclui aprender lidar com computadores, *mas vai além*. Alfabetizar-se tecnologicamente é entender as tecnologias da história humana como elementos da cultura, como parte das práticas sociais, culturais e produtivas, que, por sua vez, são inseparáveis dos conhecimentos científicos, artísticos e linguísticos que as fundamentam. A educação tecnológica básica tem o sentido de separar os alunos para viver e conviver em um mundo no qual a tecnologia está cada vez mais presente, no qual a tarja magnética, o celular, o código de barras e outros tantos recursos digitais se incorporam velozmente à vida das pessoas, qualquer que seja sua condição socioeconômica. A *segunda* acepção, ou seja, a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos da produção faz da tecnologia a chave para relacionar o currículo ao mundo da produção de bens e serviços, isto é, aos processos pelos quais a humanidade – e cada um de nós – produz os bens e serviços de que necessita para viver. Foi para se manter fiel ao espírito da lei que as DCN introduziram a tecnologia em **todas** as áreas, tanto das DCN como dos PCN para o Ensino Médio, evitando a existência de disciplinas “tecnológicas” isoladas e separadas dos conhecimentos que lhes servem de fundamento. (SÃO PAULO, 2010, p.22), *o grifo é nosso*.

Considerando estas duas acepções, nos atemos na expressão “*vai além*”. A sociedade moderna está conectada vinte e quatro horas por dia, isto é, assim como uma vestimenta protege o corpo e embeleza sua silhueta, os indivíduos em geral também estão como que “vestidos” com aparatos tecnológicos como celulares, *Smatphones*, computadores, *tablets* e outros equipamentos relacionados modelando suas preferências. Portanto, entendemos que a alfabetização tecnológica e a compreensão dos fundamentos tecnológicos não se restringem apenas ao uso destas ferramentas.

Pensamos e com bons olhos entendemos ser importante que usuários comuns possam ter acesso a chamada “caixa preta” destas tecnologias. Esta “caixa-preta” está relacionada com a programação, uso de sensores e com a construção destes equipamentos. Este desbravamento dos aparatos tecnológicos poderá habilitar mais cidadãos a ingressarem nos campos correlatos a estas tecnologias. Pensamos então, tornar possível para nosso aluno, que vive esta realidade, ter a possibilidade de deixar de ser apenas um usuário de tecnologia e passe a ser dotado, conforme sugere (POZO, 1998, p. 67) de uma “bagagem conceitual e metodológica que lhes permita ser partícipes desses conhecimentos”.

Considerando os avanços tecnológicos o aluno pode ser mais do que partícipe do processo enquanto processo de produção, poderá ser partícipe nas transformações e inovações das novas tecnologias da era da informação. Diante deste quadro, procuramos uma estratégia de Ensino para a disciplina de Física que pudesse agregar estas duas acepções propostas pela LDBEN. Chamamos esta estratégia de LADIN.

Consideramos o LADIN um espaço onde o aluno possa e deva reproduzir com as devidas restrições o método científico. Engana-se quem pretenda reproduzir o método científico praticado por cientistas em Laboratórios didáticos, porém, podemos nos aproximar em muito desta prática inserindo esta metodologia desde os anos iniciais do Ensino Básico; lembramos que o aluno passa 12 anos da sua vida neste estágio de ensino. Segundo o Currículo do estado de São Paulo para o Ensino das Ciências da natureza e suas Tecnologias (SÃO PAULO, 2010, p. 12) nossos alunos possuem idade entre “11 e 18 anos” e devido suas particularidades e complexidades próprias, requerem muita atenção da escola. Assim, destaca-se que nesta etapa curricular, “a tríade sobre a qual competências e habilidades são desenvolvidas pode ser assim caracterizada”:

- a) “O adolescente e as características de suas ações e pensamentos”;
- b) “O professor, suas características pessoais e profissionais e a qualidade de suas mediações”;
- c) “Os conteúdos das disciplinas e as metodologias para seu ensino e aprendizagem”. (SÃO PAULO, 2010, p. 13)

Assim, é vital para o professor ao preparar suas aulas pensar não meramente o que irá ensinar e sim o que o aluno vai aprender. Não incomum, são as declarações ao final de um ano letivo que o fracasso do aluno não é fruto do seu trabalho, o “professor fez a sua parte” e sim o descaso do aluno frente ao ensinado. (SÃO PAULO, 2010, p. 14). A nós professores cabe a responsabilidade e o desafio de romper com estas barreiras. Cabe-nos permitir ao aluno ser protagonista no processo ensino/aprendizagem.

Partimos do pressuposto de que o método de ensino não deva ser fechado em si mesmo, antes, fazendo uso, mesmo que de modo incipiente das características do método científico possamos permitir que o educando não desenvolva uma concepção errônea de que a ciência seja algo pronto e acabado e que a ele resta apenas incorporar em sua memória este conhecimento desenvolvido. Assim encontramos em Azevedo (2004) subsídios que nos motivam aplicar a nossa proposta. Segundo Azevedo (2004, p. 19) “em um curso de Física, torna-se de fundamental importância apresentar aos alunos problemas para serem resolvidos, pois essa é a realidade dos trabalhos científicos em todo o mundo”. Azevedo indica que:

Os trabalhos de pesquisa em ensino mostram que os estudantes aprendem mais sobre ciência e desenvolvem melhor seus conhecimentos conceituais quando participam de investigações científicas, semelhantes à feitas nos laboratórios de pesquisa. (HODSON, 1992 *apud* AZEVEDO, 2004, p. 19).

Também, destaca que essas investigações, “quando propostas aos alunos, tanto podem ser resolvidas na forma de práticas de laboratório como de problemas de lápis e papel”. Concentramo-nos nas práticas de laboratório, pois entendemos ser necessária a inserção de nossos alunos nesta realidade. Para Azevedo podemos explorar em uma atividade investigativa alguns aspectos da atividade científica como:

1. Apresentar situações problemáticas abertas;
2. Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas;
3. Potencializar análises qualitativas significativas, que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca;
4. Considerar a elaboração de hipóteses como atividade central da investigação científica, sendo esse processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as concepções dos estudantes;
5. Considerar as análises, com atenção nos resultados (sua interpretação física, confiabilidade etc.), de acordo com os conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes;
6. Conceder uma importância especial às memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;
7. Ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por meio de grupos de trabalho, que interagem entre si. (GIL e CASTRO, 1996 *apud* AZEVEDO, 2004, p. 23).

Portanto, entendemos que, nesse tipo de atividade poderemos propiciar ao aluno um maior envolvimento, pois, como destaca Azevedo (2004),

O aluno passa usar suas estruturas mentais de forma crítica, suas habilidades e também suas emoções. Mais uma vez, o processo de aprendizagem mostra-se importante, pois se o objetivo é o ensino de procedimentos científicos, *o método é o conteúdo*. (AZEVEDO, 2004. P.23).

Não obstante, são valiosos os apontamentos que indicam que a maior preocupação por parte dos professores seja o pouco valor que os alunos dão ao conhecimento, assim:

Quando se pergunta a professores de ciências pelos problemas que mais o inquietam em seu trabalho docente, raramente citam como primeira preocupação que os alunos não consigam diferenciar entre peso e massa, ou que não sejam capazes de fazer cálculos proporcionais; o que geralmente mencionam é a falta de disciplina ou, simplesmente, a falta de educação dos alunos, *o pouco valor que concedem ao conhecimento e, sobretudo, a falta de interesse pela ciência e pela aprendizagem*. (POZO, 2009, p. 30).

Para nós, isto evidencia o pioneirismo que o professor deva ter em sala de aula em propor ações que desperte o interesse do aluno. Isto permitirá ao professor medir a profundidade de

suas ações e não mais apontar outros, sobretudo os alunos, como culpados pela falta de interesse demonstrado em sala de aula.

O LADIN poderá colaborar com a construção da autonomia do aluno permitindo sua inteira participação no processo de construção do conhecimento, pois, segundo nossa análise, o método investigativo como conteúdo atuará no mesmo sentido do processo de desenvolvimento da autonomia, enquanto o aluno está aprendendo a pensar para resolver problemas, estará aprendendo a aprender.

O Laboratório Didático de Ensino de Física (LADEF) é considerado pelos pesquisadores como um dos “aspectos chave no processo de ensino e aprendizagem” (GIL-PÉREZ, 2006, p.157, tradução livre) e pelos professores como uma ferramenta fundamental para o ensino. O Instituto de Física da Universidade de Brasília indica os objetivos que desejam alcançar com o LADEF:

O Laboratório Didático para o Ensino da Física foi concebido inicialmente como um local para ministrar disciplinas para a formação docente do futuro professor de física em nossos cursos de licenciatura. Contudo, com o passar do tempo, o LADEF passou a demonstrar capacidade para promover outras funções, basicamente aquelas voltadas *para a formação continuada do professor em serviço*, servindo como referência para as atividades de divulgação e ensino de física. Nessa perspectiva, este laboratório tem como proposta o desenvolvimento de projetos experimentais, o aprofundamento de abordagens metodológicas e a elaboração de materiais didáticos para a sala de aula de física. O LADEF e a Experimentoteca são dois espaços criados para promover e consolidar a interação entre o Instituto de Física, a Escola e a comunidade em geral através de ações voltadas para o ensino, divulgação e difusão da ciência. <http://bit.ly/1Vx6DJd> . Acesso em 12-08-2016 as 16h32min.

Parece-nos evidente a grande necessidade de uma reformulação no ensino de física e ao mesmo tempo o grande esforço que as instituições de ensino têm realizado para isto. No caso supracitado, destaca-se a intenção não apenas em formar professores iniciantes, mas também, oferecer aos profissionais que já estão atuando em salas de aula a participação do processo de formação continuada.

Analisando os periódicos e diversos trabalhos na área, percebemos que existe um consenso em admitir a necessidade de se inserir o uso de aulas práticas no ensino de Física. “A ideia predominante entre os professores de Ciências é que a “atividade experimental é a essência da atividade científica” (HODSON, 1994, p.299, tradução livre)”. Também, significativas são as palavras de Borges (2002) ao indicar o valor das aulas práticas para viabilização do ensino e a aprendizagem dos conteúdos de Física:

Os professores de ciências, tanto no ensino fundamental como no ensino médio, em geral, acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução de atividades experimentais no currículo e que estas podem minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. (BORGES, 2002, p. 294).

Não obstante, em consonância aos intuitos do LADEF, reforçamos a necessidade de melhor prepararmos os docentes para o uso efetivo do laboratório de Física. Também apresentamos nossa crítica ao sinalizarmos que não basta capacitarmos os docentes para a prática experimental, é de fundamental importância que as instituições de ensino concedam aos docentes que nelas atuam as devidas condições para o pleno exercício desta atividade. No mesmo sentido de nossas críticas Borges (2002) destaca este quadro da seguinte maneira:

Curiosamente, várias das escolas dispõem de alguns equipamentos e laboratórios que, no entanto, por várias razões, nunca são utilizados, dentre às quais cabe mencionar o fato de não existirem atividades já preparadas para o uso do professor; falta de recursos para a compra de componentes e materiais de reposição; *falta de tempo do professor para planejar a realização das atividades como parte de seu programa de ensino*; laboratório fechado e sem manutenção. (BORGES, 2002, p. 294).

A nós não restam dúvidas quanto à aplicabilidade das atividades experimentais nas aulas de Física. Entretanto, como salientado em nossa apresentação, baseadas nas leituras realizadas até o momento, embora haja uma ação mais propositiva por parte do aluno ao participar em aulas experimentais, a mera reprodução de experimentos com objetivos como confirmar uma lei ou uma teoria na área da Física, ou mesmo apenas preencher um relatório previamente editado pelo professor em nosso entendimento pouco contribui para a formação crítica e autônoma do discente. Assim, recorrendo ao método científico, propomos o uso do LADIN, pois, entendemos desta sorte que poderemos ampliar a participação do discente do processo formativo e da construção do conhecimento.

3.1 DEFINIÇÕES DO LADIN

Mais do que inserir aulas de laboratório no currículo do Ensino de Física, desejamos apresentar aos alunos problemas abertos para serem resolvidos em um LADIN. Em um LADIN a proposta é que ao discente seja apresentada uma situação problema e que a partir dos seus conhecimentos prévios, utilize livremente todas as possibilidades que julgar útil para a resolução da questão. Estas atividades devem sempre ser supervisionadas e orientadas pelo

professor que em seu planejamento deve ter em pauta o que efetivamente deseja ensinar a cada problema proposto. Desejamos que as particularidades inerentes aos laboratórios científicos surjam durante o processo. Que os discentes possam ter liberdade para propor, experimentar, indagar, pesquisar, duvidar e participar na construção do seu conhecimento.

O uso de uma técnica ou tecnologia isolada não será suficiente para atingir todos os objetivos relacionados ao processo de ensino/aprendizagem. Ao adotarmos uma técnica isoladamente, podemos incorrer no erro em não contribuir para que a atividade faça sentido para o discente e que não lhe possibilite uma aprendizagem significativa.

Não podemos dissociar a Física do seu formalismo, mas como já discutimos anteriormente a questão de aulas tradicionais, é dever do professor desenvolver um planejamento, não rígido, mas detalhado, vislumbrando a integração de diversas técnicas que venham auxiliá-lo em atingir seus objetivos com vistas a uma aprendizagem significativa. Portanto, entendemos que a partir do momento que as atividades tenham sentido e significado para o aluno, o professor poderá gradativamente apresentar as características formais dos conceitos estudados, não abrindo mão inclusive da resolução de exercícios tradicionais.

Uma das características que um LADIN deve promover é um ambiente para discussão. O professor poderá organizar grupos e estes devem ser formados segundo as afinidades dos alunos. A criação do ambiente para discussão é muito importante para o processo. Cabe lembrar que estamos propondo o uso do Arduino em uma classe heterogênea, quando a maioria dos alunos não possuem afinidades com a linguagem de programação de computadores, tampouco com a montagem física de circuitos elétricos. Portanto, viabilizar a discussão para a resolução dos problemas poderá contribuir para o processo da aprendizagem. Muitas vezes, temos grandes dificuldades em formular perguntas, e devido a esta característica não avançamos na apropriação de novos conceitos. Assim, este ambiente poderá contribuir significativamente para que o aluno aprenda a elaborar perguntas e manifestá-las.

Anteriormente salientamos a possibilidade de problemas reais serem propostos para serem resolvidos com lápis e papel, porém, a prerrogativa de um LADIN é que as atividades propostas façam com que os alunos manipulem e usem o que houver à sua disposição na busca da resolução do problema. Com a inserção do Arduino, será necessário entre outras atividades a sua programação e montagem física dos circuitos elétricos. É muito importante que os problemas propostos para serem resolvidos com o uso do Arduino em um LADIN, permitam que os dados gerados sejam coletados com o Arduino.

Parece óbvio, não obstante, entendemos que em um LADIN outras atividades poderão ser propostas, inclusive sem o uso do Arduino. Neste sentido, percebemos a grande responsabilidade atribuída ao professor. Ressaltamos a necessidade de um planejamento detalhado, flexível e pleno conhecimento de todo o percurso pelo professor.

Entendemos que os problemas devam ser reais, não meras operações sem significado e sim parte de uma investigação, incipiente é claro, porém pautado e orientado com base na metodologia científica. Assim, encontramos em Azevedo a seguinte consideração:

Se tivermos como objetivo um planejamento e uma proposta de ensino por investigação, não podemos utilizar o título *problema* inadequadamente”. Da forma em que aparece nos livros didáticos, no item “problemas” encontramos normalmente exercícios de aplicação com “uma tendência ao operativismo (típico de exercícios repetitivos)”, e não “investigações que suponham a ocasião de aplicar a metodologia científica. (GIL e TORREGROSA, 1987 apud AZEVEDO, 2004, p. 19).

Desejamos desta maneira, contribuir com a formação de nossos alunos, para que sejam capazes de enfrentar situações reais, que as analisem e as interpretem fazendo uso dos modelos conceituais e também dos meios precedimentais adotados pela ciência e que sejam adquiridos ao longo da educação básica.

Embora vivamos a era da informação com amplo uso da tecnologia, em geral as pessoas não fazem uso dos conceitos científicos para resolverem problemas. A cada dia os bens e serviços que fazemos uso são acionados apenas com um toque. Não obstante, segundo Pozo (1998), resolver problemas para a grande maioria é fazer funcionar o equipamento ou mesmo ser atendido pelo prestador de serviço. Em destaque trazemos à tona as palavras:

Devemos reconhecer que a nossa capacidade - não só a de nossos alunos - de resolver problemas diários relacionados com a ciência e a tecnologia é bastante limitada. Na verdade, podemos dizer que na maioria dos casos resolvemos os problemas cotidianos ligados à ciência através de procedimentos pouco “científicos”. E mais, damos por resolvido o problema quando alcançamos uma meta prática (fazer o secador funcionar, evitar que se forme gelo na porta do congelador), embora não possamos explicar ou compreender como o alcançamos. De certa forma, *os problemas cotidianos terminam onde começa o problema científico*. (POZO, 1998, p. 69).

Em sincronia com a nossa proposta, Pozo faz os seguintes questionamentos e indica um caminho a ser seguido:

A que se deve esse uso tão limitado do conhecimento científico na solução de problemas cotidianos? Quais as intervenções educacionais que podem ajudar a superar essa limitação? Sem dúvida, se quisermos que os alunos usem mais, agora e

no futuro, o que aprendem sobre a ciência na solução de problemas cotidianos, devemos dar maior importância e significado à solução de problemas na sua formação científica. Assim, se pretendemos que os alunos usem seus conhecimentos para resolver problemas, será necessário ensinar-lhes ciências resolvendo problemas. (o grifo é nosso) (POZO, 1998, pág. 69).

Mas o que caracteriza o método científico diante de um problema real? Observação, levantamento de hipóteses, elaboração de uma teoria, experimentação para corroborá-la ou refutá-la, pesquisa e pesquisas e mais pesquisas. Diante deste quadro, o observador ou o agente imbuído da resolução do problema poderá exercer sua liberdade em tomar decisões das mais diversas formas em que ela possa se manifestar.

Segundo Pozo o método científico possui as seguintes características entre as quais sinaliza para o uso de estratégias para a resolução de problemas:

É em primeiro lugar, a estratégia da qual os problemas são resolvidos, baseada fundamentalmente na formulação de hipóteses derivadas de modelos teóricos, na experimentação e nas medidas quantitativas. Mas também é próprio e característico da ciência a forma como esse método é usado para resolver problemas. A ciência projeta e elabora *seus próprios problemas*. Em outras palavras, o método científico não é somente uma forma de resolver problemas, mas também de propô-los. Além de servir para responder, também serve, principalmente, para perguntar. (POZO, 1998, p. 72).

Objetivando uma formação autônoma, capacitar o discente a desenvolver estratégias para a resolução de problemas reais a partir do método científico é permitir ao educando o direito do pleno uso da cidadania quando confrontado com situações ao seu redor que somente por intermédio de uma leitura com caráter científico, poderá se posicionar adequadamente, não estando mais alienado do sistema e tornando-se apenas um simples expectador das decisões alheias.

Considerando as limitações que a própria ciência enfrenta para obter respostas às suas questões entendemos que os problemas científicos diferem amplamente dos problemas do cotidiano enfrentados pelos alunos, pois, os problemas científicos são teóricos e os do cotidiano são reais. Nisto, nos questionamos sobre esta controvérsia; será o ensino de ciências por resolução de problemas o melhor modo de preparar os alunos para a resolução dos problemas cotidianos sendo eles reais e não teóricos? Em Pozo encontramos a seguinte consideração:

Entretanto, a inclusão do “método científico” como um conteúdo a mais, mesmo que seja procedimental, não garante, em si mesmo, que os alunos passem a enfrentar de

forma científica quer os problemas cotidianos, quer os escolares. De fato, quando o chamado “método científico” é transferido para a sala de aula como estratégia para resolver problemas escolares, essa transferência costuma ser feita de uma maneira característica, que difere bastante da maneira como os próprios cientistas empregam esse mesmo método. Em suma o contexto escolar difere em aspectos muito importantes do contexto da pesquisa científica, já que os problemas propostos num e noutro também são diferentes. (POZO, 1998, p. 72).

Então, o que justifica o emprego do LADIN orientado para a resolução de problemas como uma estratégia significativa para o Ensino de Física e que ao mesmo tempo auxilie o aluno na resolução de seus problemas cotidianos?

Estamos interessados em que o aluno adquira autonomia na resolução dos problemas propostos em uma atividade realizada em um LADIN. Pozo destaca que “é necessário construir uma ponte entre a ciência e o conhecimento cotidiano, mas a distância é tão grande que se torna ingênuo supor que esse trajeto será facilmente percorrido pelos alunos” (CLAXTON, 1991 *apud* POZO, 1998, p. 77). Para se alcançar este objetivo Pozo destaca que:

No âmbito da mudança curricular, um elemento essencial para ajudar os alunos a atravessar essa ponte é o projeto de tarefas ou problemas escolares, concebidos não como uma imitação ou uma aproximação forçada à pesquisa científica, mas sim como uma forma de ajudar os alunos a adquirir hábitos e estratégias de resolução de problemas mais próximos aos da ciência, assim como discriminar as tarefas e contextos nos quais esses métodos se tornam mais eficazes do que uma abordagem cotidiana. (POZO, 1998, p. 77).

São, portanto, apresentados três tipos de problemas que estão presentes no ensino de ciências: os problemas científicos, os problemas reais do dia-a-dia e os problemas propostos no ambiente escolar cabendo ao professor criar a ponte necessária para o aluno poder atravessá-la. Neste aspecto o papel do professor é preponderante ao propor os problemas que serão abordados em sala de aula. Iniciamos nossa abordagem por trazer à tona os pressupostos de Ausubel quanto à aprendizagem significativa. Neste sentido, observe a importância da intencionalidade da ação do professor ao propor uma nova atividade. Segundo Ausubel, temos que considerar que os professores ao habilitarem ou acionarem os organizadores devem ter em mente o grau e os objetivos da sua intencionalidade, assim:

Os organizadores aumentam a capacidade de discriminação das diferenças genuínas entre os novos materiais de aprendizagens e ideias aparentemente análogas, mas frequentemente conflituosas, na estrutura cognitiva do aprendiz. Esta segunda forma através da qual os organizadores promovem, de modo intencional, a reconciliação integradora, baseia-se no pressuposto de que, se as características ideárias de distinção da nova tarefa de aprendizagem não forem originalmente proeminentes, ou prontamente discrimináveis das ideias ancoradas na estrutura cognitiva, não só

manifestam, inicialmente, pouca força de dissociabilidade, *como também a perdem muito rapidamente*, pois estas novas ideias podem representar-se, de forma adequada, pelas que estão mais estabelecidas, para fins de memória. Por outras palavras, pressupõe-se que apenas as variantes categóricas discrimináveis de ideias anteriormente apreendidas possuem potencialidades de retenção a longo prazo. (AUSUBEL, 2000, p. 170).

Os organizadores são assim definidos por Ausubel:

Os organizadores avançados são mecanismos pedagógicos que ajudam implementar os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, estabelecendo a ligação entre o que o *aprendiz* já sabe e o que *precisa* de saber, caso pretenda apreender e reter, de forma eficaz, novos materiais de instrução. (AUSUBEL, 2000, p. 151).

Preocupar-se com o conhecimento prévio dos alunos é uma forma de demonstração por parte do professor do seu real interesse pelo aprendizado do aluno e ao mesmo tempo com sua pessoa e laços culturais. Pois, ao dar destaque a esta questão na preparação de materiais pedagógicos ou os “organizadores”, irá contribuir para ativar uma ideia ou conhecimento que seja capaz de organizar seu pensamento, dando sentido à busca da resolução do problema. Alinhado com a teoria de Ausubel, Pozo entende conhecimentos prévios como sendo:

Aqueles conhecimentos (corretos ou incorretos) que cada sujeito possui e adquiriu ao longo de sua vida na interação com o mundo que o cerca e com a escola. Esse conjunto de conhecimentos sirva para que ele conheça o mundo e os fenômenos que observa, ao mesmo tempo que o ajudam a prever e controlar os fatos e acontecimentos futuros. (POZO, 1998, p. 87).

É vital que o ensino faça sentido para o aluno. Considerando as limitações reais que os alunos em geral demonstram para a resolução de problemas científicos, a ação do professor deve ser intencional. Reconhecer como válidos os conhecimentos prévios que o aluno possui, objetivando que o mesmo os use durante o processo de condução para a resolução do problema proposto. Em um Laboratório Didático Investigativo com questões abertas o que se busca não é meramente a solução do problema, mas, verificar quais os processos utilizados para a sua solução. Para esta consideração, Pozo destaca que na busca das soluções dos problemas o professor poderia explorar e verificar em seus alunos a possibilidade de:

Gerar conceitos, procedimentos e atitudes próprios da ciência que servissem não somente para abordar os problemas escolares, mas também para compreender e responder melhor às perguntas que possam ser propostas a respeito do funcionamento cotidiano da natureza e da tecnologia. (POZO, 1998, p. 78).

Nesta perspectiva evidencia-se o desejo de verificar o grau de autonomia exercido pelo aluno na resolução do problema proposto, que progressivamente deva ser dado pelo professor. Neste aspecto, embora o aluno não faça uso de soluções pertinentes ao meio científico para as soluções de problemas do cotidiano, a autonomia desenvolvida na resolução dos problemas escolares poderá ter significativa influência neste processo. Pozo (1998) lista três tipos de problemas que podem ser apresentados em sala de aula, são eles:

- 1- “Problemas qualitativos: são problemas que os alunos precisam resolver através de raciocínios teóricos, baseados nos seus conhecimentos. São geralmente problemas abertos, nos quais se deve predizer ou explicar um fato, analisar situações cotidianas ou científicas e interpretá-las a partir dos conhecimentos pessoais e/ou modelo conceitual proporcionado pela ciência”.
- 2- “Problemas quantitativos: são aqueles no qual o aluno deve manipular dados numéricos e trabalhar com eles para chegar a uma solução, seja ela numérica ou não. São problemas nos quais a informação recebida é principalmente quantitativa, embora o resultado possa não sê-lo. Por isso, a estratégia de resolução estará fundamentalmente baseada no cálculo matemático, na comparação de dados e na utilização de fórmulas”.
- 3- “*Pequenas pesquisas*: São os trabalhos nos quais o aluno deve obter respostas para um problema por meio de um trabalho prático (tanto no laboratório escolar como fora dele). Não podem chegar a ser classificados de “pesquisas”, na acepção usada na ciência, mas são uma aproximação. Embora simplificada, do trabalho científico, na qual o aluno, em muito pequena escala, *deve formular hipóteses, esboçar uma estratégia de trabalho e refletir sobre os resultados obtidos*. Implicam uma aprendizagem de habilidades e estratégias, assim como de conceitos, adotando também algumas das características dos outros dois tipos de problemas descritos: *a busca de uma conexão entre os conhecimentos prévios e os fenômenos a serem estudados e a necessidade, em muitos casos, de medir e submeter essas medidas a cálculos quantitativos como instrumento para inferir leis ou comprovar hipóteses*”. (o grifo é nosso) (POZO, 1998, p. 78).

Entendemos que a nossa proposta se coaduna com o termo “pequenas pesquisas”. O valor desta metodologia em que o aluno poderá praticar técnicas para a solução de problemas, embora pequenas em comparação, similares as que são utilizadas pela ciência formal, poderá contribuir significativamente para o desenvolvimento de habilidades e estratégias que lhe confira autonomia no processo da aprendizagem. Também, poder valorizar os conhecimentos prévios do aluno pode ser um mecanismo a mais para instigar o querer aprender, e efetivamente o aprender, especialmente por perceber que aquilo que o acompanha como conhecimento tem significado. Colaborar com o aluno para uma efetiva participação na solução de problema é tarefa inerente ao professor.

Então, como pode o professor melhor avaliar as atividades desenvolvidas pelo aluno? Como consideramos anteriormente, o *processo* deve ser considerado mais importante em relação ao resultado. Salas de aulas tradicionais são compostas por alunos com características próprias,

não há homogeneidade, sendo assim, o tempo para a aprendizagem é único. Atividades propostas em um LADIN devem ser propostas e avaliadas atribuindo valor às variáveis que podem explicar segundo Pozo (1998, p. 97) “as dificuldades que o aluno encontra quando resolve um problema escolar determinado”.

- Meio socioeconômico.
- Sexo.
- Q.I. (Quociente intelectual).
- Formação prévia.
- Estilos cognitivos {Dependência de campo/independência; Impulsividade/reflexibilidade}.

Para nós evidencia a necessidade do professor conhecer bem quais são os seus problemas, isto é, na concepção aqui tratada como problema, identificar quais as dificuldades que seus alunos enfrentam e diante desta análise propor atividades onde estas variáveis estejam inseridas. De acordo com Pozo (1998, p. 97) as tarefas propostas necessitam estar imbuídas das seguintes variáveis:

- Clareza das instruções.
- Verbal diante da manipulativa.
- Possibilidade de tomar notas.
- Número de variáveis ou fatores.
- Conteúdo da tarefa.

Nossa concepção indica que as atividades em um LADIN propiciem ao aluno as maiores possibilidades possíveis e venha contribuir para o seu amadurecimento enquanto ser em formação. Observa-se que na ciência a busca de respostas a uma questão, em geral, acaba por levar a outras pesquisas, os problemas correm atrás dos cientistas, enquanto os alunos querem se livrar dos problemas. Por isso, apresentar problemas escolares aos alunos é ter como objetivo, segundo Pozo:

Uma mudança progressiva na função dos mesmos e no que se entende por solução, uma nova mudança de prioridades na mente dos alunos. A função dos problemas escolares não deveria ser tanto alcançar um determinado resultado como compreender o processo que leva a esse resultado. (POZO, 1998, p. 98).

Portanto, voltando à questão: como pode o professor melhor avaliar as atividades desenvolvidas pelo aluno? A partir das análises de Pozo, destacam-se as seguintes ações:

A necessidade de avaliar todo o processo de resolução e não somente a fase final de “comunicação” da resposta encontrada. Cabe destacar de que essa avaliação não seja somente externa ao aluno, mas que a própria comunicação entre professor e alunos permita uma interiorização, pelos alunos, desses critérios de avaliação. (POZO, 1998, p. 102).

Nossa proposta visa verificar se no espaço de um LADIN a inserção do Arduino, que será abordada no próximo capítulo, venha contribuir para a formação da autonomia do aluno no processo de resolução de problemas. Segundo a teoria de Ausubel, já abordada, concordamos que para este fim a aprendizagem deva ser significativa, isto é, faça sentido para o aluno. Desta forma, entendemos que a utilização do Arduino em um LADIN terá muito a contribuir para a viabilização deste processo. Tratando-se do uso da informática, microeletrônica e da interação dos alunos com sistemas computacionais, encontramos em Almeida (*in* Valente 1996, p. 162) o seguinte esclarecimento:

O ensino através do uso de computadores pode se realizar sob diferentes abordagens que situam-se e oscilam entre dois grandes polos... Num dos polos, tem-se o controle do ensino pelo computador, o qual é previamente programado através de um *software*, denominado instrução auxiliar por computador, que transmite informações ao aluno ou verifica o volume de conhecimentos adquiridos sobre determinado assunto. A abordagem adotada neste caso baseia-se em teorias educacionais comportamentalistas, onde o computador funciona como uma máquina de ensinar otimizada... O professor torna-se um mero espectador do processo da exploração do *software* pelo aluno.

No outro polo, o controle do processo é do aluno que utiliza determinado *software* para ensinar o computador a resolver um problema ou executar uma sequência de ações... para produzir certos resultados ou efeitos... *Aqui a abordagem é a resolução de problemas e a construção de conhecimentos... “O professor tem um importante papel como agente promotor do processo de aprendizagem do aluno, que constrói o conhecimento num ambiente que o desafia e o motiva para a exploração, a reflexão, a depuração de ideias e a descoberta de novos conceitos.* (MASETTO, 2000, p. 154). (*o grifo é nosso*)

Acreditamos que com a utilização do Arduino no ensino de Física em aulas realizadas em um LADIN, contribuiremos para estimular o aluno para a participação efetiva da construção do seu conhecimento. Trata-se de um projeto incipiente, mas, aos nossos olhos poder levar para a sala de aula a programação de computadores com o intuito de resolver problemas é um ganho enorme para o processo de ensino/aprendizagem. Na contramão da chamada aula tradicional, o LADIN com o uso do Arduino poderá possibilitar uma ampla variedade de opções.

Muitos trabalhos acadêmicos que são desenvolvidos em horários especiais para alunos que se interessam pelo projeto indicam estas possibilidades. Em geral são trabalhos voltados para utilização prática do Arduino em soluções de problemas como monitorar, controlar, medir

processos. Sem embargo, poder oferecer aos discentes a possibilidade de dominarem a partir desta inserção a linguagem de programação e verificar seu funcionamento e utilidade, estaremos colaborando com a formação de indivíduos que possam ser direcionados a áreas diversas com vistas ao seu ingresso no mercado de trabalho.

Ao refletirmos sobre a avaliação desta metodologia de ensino, para nós fica claro que o processo será muito mais importante, pois, analisando o problema que proporemos, (o mesmo será detalhado em capítulo futuro), haverá muitas possibilidades em que o aluno possa se debruçar, fazendo dela a sua “pequena pesquisa”. Neste processo, esperamos colaborar com a formação de alunos que atuem com maior empenho na busca pelo querer aprender exercendo sua autonomia.

4 ARDUINO E SEUS SENSORES

“O que é o Arduino? É uma plataforma eletrônica de código aberto em *hardware* e *software* de fácil utilização. Possibilita o desenvolvimento de projetos interativos⁸”.

Como apresentado pelo próprio fabricante o Arduino é destinado para qualquer projeto interativo. Entre as múltiplas possibilidades de uso do Arduino, desejamos verificar se a sua inserção em um LADIN pode contribuir com o processo de ensino/aprendizagem com respeito ao Ensino de Física para alunos do ensino Médio no horário regular das aulas.

Salientamos anteriormente que o Ensino de Física é motivo de constante preocupação entre os professores imbuídos do desejo de contribuir para a mudança do quadro presente que retrata o grande desinteresse por parte dos alunos relacionado com os conteúdos de Física abordados na chamada “aula tradicional”. Apresentamos em nossa proposta, a plataforma Arduino, com a perspectiva de motivar nossos alunos a interagirem com maior autonomia no processo ensino/aprendizagem. É inegável a presença da tecnologia eletrônica na vida dos alunos. Portanto, entendemos ser plausível sua inserção através da plataforma Arduino, fazendo o uso do computador como uma ferramenta didática em complemento às aulas tradicionais. O projeto Arduino teve início na Itália em 2005 com o professor Massimo Banzi, para promover uma maior interação entre alunos e os projetos escolares na área de design.

⁸ Extraído em : <https://www.arduino.cc/> - Acesso em 22-07-2015 as 11h49min.

O Arduino foi desenvolvido inicialmente como uma ferramenta para profissionais das Artes-Plásticas e, pelo seu fácil uso e baixo custo, caiu no gosto das pessoas que precisavam desenvolver projetos com aquisição automática de dados. Desde então, muitos trabalhos já foram desenvolvidos, trabalhos estes vinculados ao ensino de Física, matemática, química, geografia e biologia. Também são muito evidentes trabalhos publicados na área de robótica.

As escolas que promovem estas atividades a realizam em horários especiais, em geral fazem parte de cursos extracurriculares ou de propostas de ensino. Queremos ressaltar que são propostas para o uso do Arduino nestas áreas e não fazem parte do currículo escolar regular.

Porém, estas propostas podem ser incorporadas nas aulas regulares de Física ou em qualquer outra disciplina. Entre os trabalhos divulgados nestas áreas em horários especiais, destacamos estes: Anderson et al (2011); Bezerra Jr. et al (2009); Cavalcante et al (2011); Bastos et al. (2010); Ramos et al (2007); Peres et al. (2013); Cavalcante² M.M. et al. (2014); Lemos (2014); Portela e Laranjeiras (2015); Madalena et al (2015); Cavalcante et al (2013); Cavalcante et al (2013)²; Santos (2014).

4.1 CARACTERÍSTICAS DO ARDUINO

O Arduino é uma interface eletrônica com um microcontrolador programável de 8bits da Série AVR ATmega da Atmel, com portas de entradas e saídas, digitais e analógicas.

Grandezas digitais são aquelas que não variam continuamente no tempo, mas sim em saltos entre valores bem definidos. Um exemplo são os relógios digitais: apesar de o tempo em si variar continuamente, o visor do relógio mostra o tempo em saltos de um em um segundo. Um relógio desse tipo nunca mostrará 12,5 segundos, pois, para ele, só existem 12 e 13 segundos. Qualquer valor intermediário não está definido.

Grandezas analógicas são aquelas que, ao contrário das grandezas digitais, variam continuamente dentro de uma faixa de valores. O velocímetro de um carro, por exemplo, pode ser considerado analógico, pois, o ponteiro irá girar continuamente conforme o automóvel acelera ou freia. Se o ponteiro girasse em saltos, o velocímetro seria considerado digital. Outra analogia interessante pode ser feita comparando uma escada com uma rampa: enquanto

uma rampa sobe de forma contínua, assumindo todos os valores de altura entre a base e o topo, a escada sobe em saltos, com apenas alguns valores de altura definidos entre a base e o topo. A escada representa, portanto, uma grandeza digital, enquanto a rampa representa uma grandeza analógica. A quantidade de degraus em uma escada define quais posições podemos escolher. Por exemplo, se uma escada, tem um degrau em 1,00 m de altura do solo e o próximo está a 1,50 m nós não podemos ocultar a posição 1,38 m do solo porque não existe um degrau lá. Quanto mais degraus adicionarmos em um intervalo de altura, conforme figura 2, mais perto do topo da rampa nos aproximaremos.

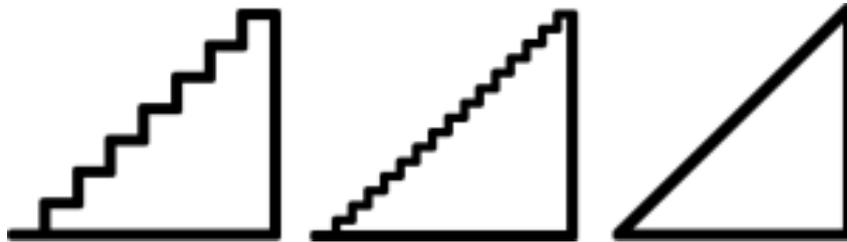


Figura 2: Sinal analógico/digital, comparação..

Fonte: <http://bit.ly/1QgEdu8> . Acesso em 07-04-2016 as 21h42

“Os circuitos e equipamentos elétricos ditos digitais trabalham com apenas dois valores de tensão definidos”:

*Um nível lógico **alto**, que no caso do Arduino é 5V;*

*Um nível lógico **baixo**, que no caso do Arduino é 0V.*

Na prática existem faixas de valores próximos a esses números em que o circuito digital entende como nível alto ou baixo. Também existe uma faixa intermediária não definida que pode gerar resultados inesperados e que, portanto, deve ser evitada”.

“As placas Arduino possuem uma clara divisão entre os pinos de entrada e saída digitais/analógicos, porém em algumas placas como o Arduino Uno qualquer pino pode ser utilizado como entrada ou saída digital. <http://bit.ly/1QgEdu8> . Acesso em 07-04-2016 as 21h44

O seu caráter *open source* levou a uma rápida disseminação, com o surgimento de várias placas genéricas a preços muito acessíveis.

O Arduino IDE é uma aplicação multiplataforma escrita em Java e faz uso de uma linguagem de programação C/C++, com origem em *Wiring* e pode ser feita através de um aplicativo próprio IDE - *Integrated Development Environment* (Ambiente Integrado de Desenvolvimento). É possível trabalhar com um ou mais Arduinos, também sendo possível a

utilização de extensões ou desdobramentos, conhecidos como *Shields*, ampliando sua utilização. Em um vídeo disponível na página oficial do Arduino, (www.arduino.cc), Massimo Banzi idealizador do Arduino expõe em uma palestra a gama de aplicações possíveis para a comunidade que faz uso desta plataforma. Atualmente uma grande comunidade troca experiências e divulga suas realizações ampliando a cada dia inimagináveis possibilidades ao usuário. Existem diversos modelos de placas conforme o quadro 01 abaixo nos apresenta.

Quadro 1 - Modelos de Arduinos

Placa	Uno	Duemilanove	Mega
Microcontrolador	ATmega328	ATmega168	ATmega1280
Tensão de funcionamento	5 V	5 V	5 V
Tensão de entrada	6-20 V	6-20 V	6-20 V
Entrada/Saídas Digitais	14	14	54
Entradas Analógicas	6	6	16
Flash Memory	32 K	16 K	128 K
Clock	16 Hz	16 Hz	16 Hz

Fonte: www.arduino.cc

A figura 4 apresenta algumas características das entradas e saídas elétricas da placa.

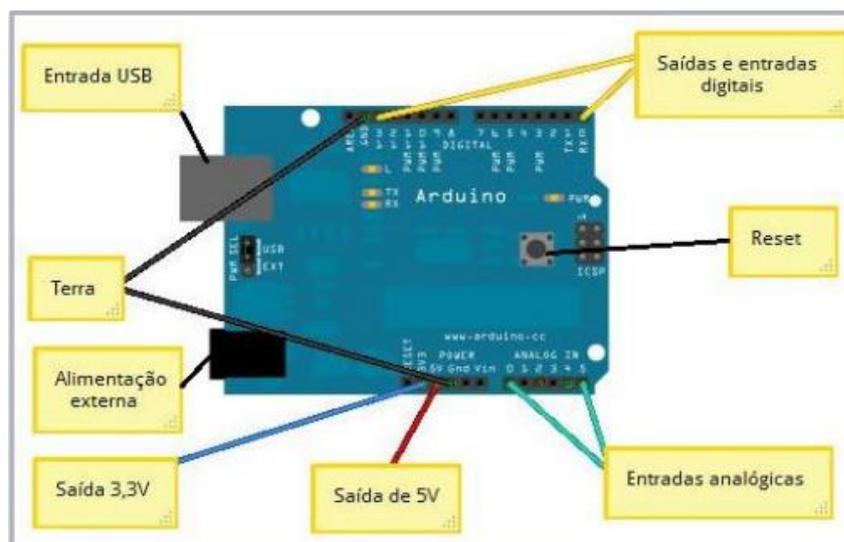


Figura 4 – Entradas e saídas do Arduino Uno.

Fonte – Arduino para Físicos (2014, p.7).

$$\text{Duty Cycle (\%)} = (x/x+y)*100\% = (x/T)*100\%$$

$$V_{\text{m\u00e9dio}} = V_{\text{max}} * \text{Duty Cycle(\%)}$$

O valor do *Duty Cycle* usado pelo Arduino \u00e9 um inteiro armazenado em 8 bits ($2^8 = 256$, 255 + o zero = 256), de forma que seu valor vai de 0 (0%) a 255 (100%).

Para o usu\u00e1rio inicial a primeira pergunta \u00e9 como ligar e usar o Arduino. Desta forma, \u00e9 necess\u00e1rio conhecer as configura\u00e7\u00f5es das portas digitais e anal\u00f3gicas que o Arduino oferece.

A placa Arduino possui 14 pinos que podem ser configurados como entradas ou sa\u00eddas digitais dependendo do seu projeto. Estes pinos, digitais, s\u00e3o numerados de 0 a 13, possui tamb\u00e9m 06 pinos anal\u00f3gicos numerados de A0 a A5 e os pinos de pot\u00eancia, todos apresentados na figura 6.

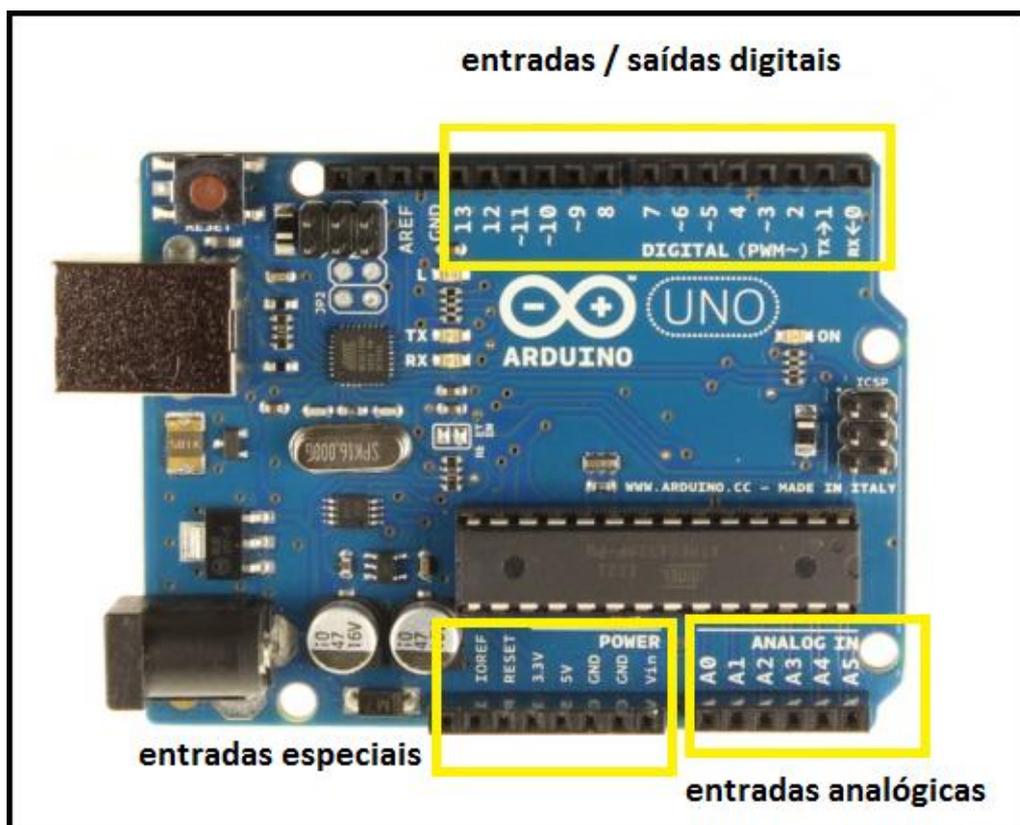


FIGURA 6 – Portas digitais/anal\u00f3gicas do Arduino UNO

Fonte: <http://bit.ly/1clTs1G> - acesso em 21-01-2016 as 17h20min

Algumas caracter\u00edsticas destas portas para sua correta utiliza\u00e7\u00e3o:

1. As portas identificadas pela numera\u00e7\u00e3o 2, 4, 7, 8, 12 e 13 s\u00e3o portas digitais com tens\u00f5es de sa\u00edda pr\u00f3ximas de 5 V ou 0 V.

2. Os pinos digitais 0 e 1 servem para a comunicação serial com o computador RX e TX, recepção e transmissão de dados respectivamente. Para maiores detalhes consultar <http://bit.ly/1myXRxa> . Acesso em 12-02-2016 as 16h17min.
3. As portas A0 até a porta A5 são entradas analógicas. Estas portas distinguem o Arduino de outras placas, por serem entradas analógicas permitem ao Arduino detectar variações de zero a 1023 bits de sensores instalados fora do Arduino. (Apresentaremos algumas possibilidades à frente).
4. O pino Reset ao ser acionado reinicia toda programação carregada no Arduino. Os pinos 3,3 V e 5 V indicam tensões máximas de saída fornecidas por estes pinos.
5. Os pinos identificados com GND são os pinos terra, nível de tensão mais baixo próximo de zero volt, 0 V, para fechamento do circuito elétrico.
6. Porta Vin é uma porta especial para entrada de tensão elétrica de 5 V a 9 V. Esta é uma construção para melhorar a estética de um projeto caso queiramos alimentar o Arduino por esta porta, também uma porta adicional para suprir as demandas do projeto, evitando a presença dos cabos USB ou cabo tipo Jack como extensões.
7. A porta IOREF - referencial de tensão elétrica, utilizada para a instalação de *Shields* de *internet*, *Bluetooth* e etc. São trocados pulsos binários (0 e 1) digitais entre o *Shields* e o Arduino.
8. Porta AREF está ligada em curto com as portas A3, A4 e A5 (entradas analógicas) também são disponibilizadas para melhorar a estética da montagem, aumentar as opções de instalações e segurança do circuito.

4.2 PROGRAMAÇÃO DO ARDUINO

Os exemplos a seguir servirão como um referencial para se iniciar o contato com a programação do Arduino Para converter um programa escrito em uma linguagem de alto nível

para linguagem de máquina, nós utilizamos uma coisa chamada compilador. A ação de converter um programa para linguagem de máquina é chamada compilar. Para compilar um programa, normalmente se utiliza um ambiente de desenvolvimento ou **IDE**, *Integrated Development Environment*, que é um aplicativo de computador que possui um compilador integrado, onde você pode escrever o seu programa e compilá-lo. No caso do Arduino, esse ambiente de desenvolvimento é o Arduino IDE que pode ser encontrado e instalado no computador através da página oficial do Arduino <http://arduino.cc/en/Main/Software>. Há na internet diversos tutoriais que auxilia a iniciação do programador do Arduino como o link a seguir acessado em 09-04-16 as 11h54, <http://bit.ly/23GkmBC>.

As montagens a seguir serão apresentadas com a utilização de alguns sensores e componentes eletrônicos como um diodo emissor de luz (**LED**, *Light Emitter Diode*), resistores, potenciômetros (resistores variáveis), **LDR** (*Light Dependent Resistor*), sensores de temperatura (LM35).

As leituras de tensão em volt que realizaremos serão apresentadas por uma ferramenta do Arduino chamada de *serial monitor*. É possível extrair os dados apresentados expressos nesta tela e, por exemplo, construir gráficos que possam representar o fenômeno físico estudado. Uma ferramenta muito útil para a construção de gráficos é o programa SciDAVis disponível para *download* em <http://bit.ly/23Gkmlf>.

É disponibilizado na própria página oficial do Arduino material de apoio para iniciantes. Também no IDE, *Integrated Development Environment*, do Arduino, Figura 6, no ícone Arquivos>Exemplos, estão disponíveis algumas programações modelo para montagens simples.

Há uma enorme comunidade de usuários do Arduino que compartilham em fóruns suas dúvidas, montagens, referências, bibliotecas e muito mais.

Temos conhecimento que a maioria dos educandos não possui conhecimento em eletrônica e tampouco em programação. Portanto, faremos uso destes exemplos para iniciar a sua inserção na programação do Arduino, Figura 7.

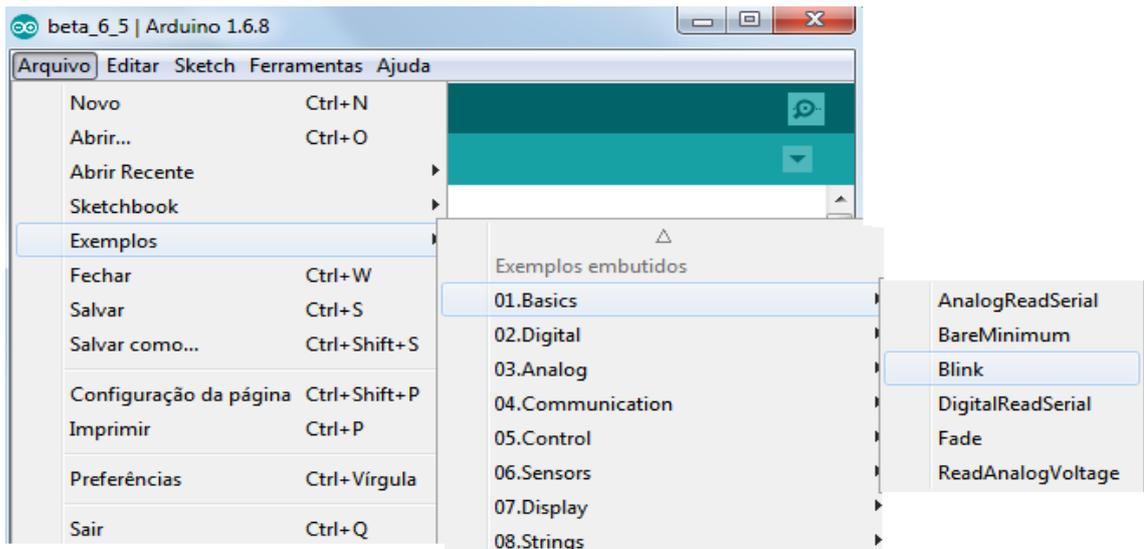


Figura 7 - Exemplo, *Blink*, pisca-pisca.
Fonte: o autor

Quando for iniciar a programação, o Arduino deverá estar conectada ao PC através do cabo USB, desta forma é necessário configurar o aplicativo IDE com a placa utilizada e escolher a porta USB compatível, figura 8. A figura 9 apresenta a seleção da placa.

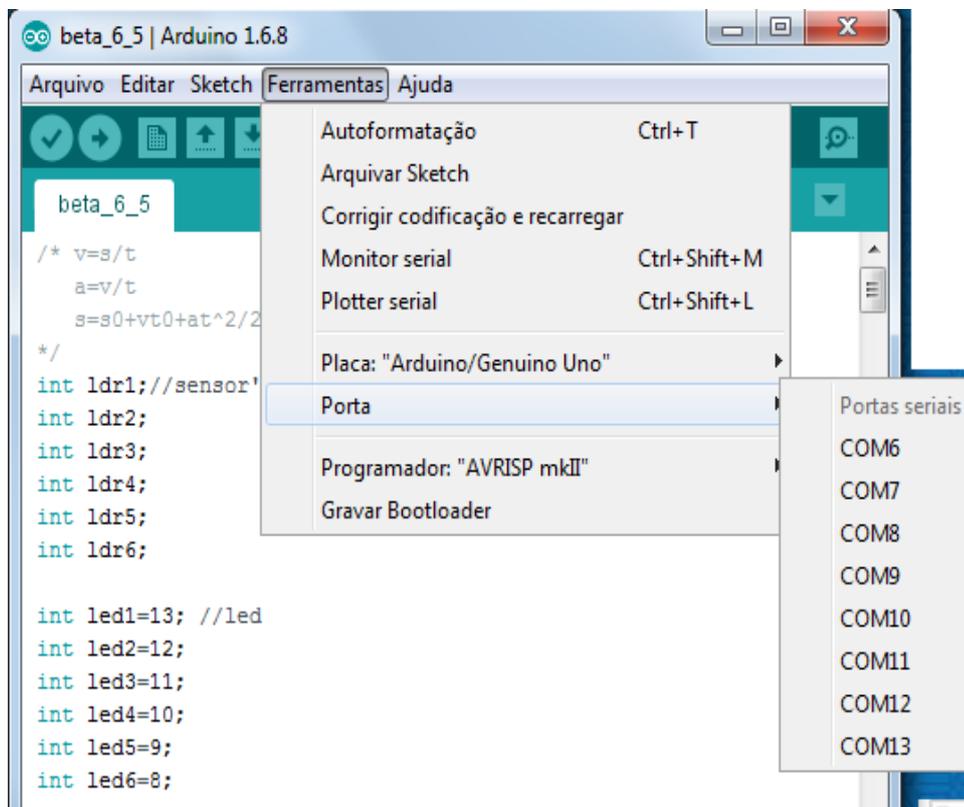


Figura 8 - IDE do Arduino seleção da porta
Fonte: o autor

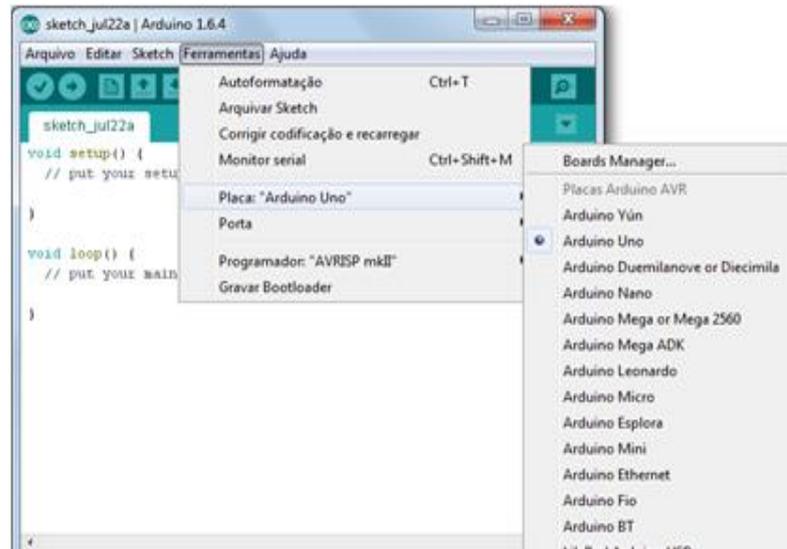


Figura 9 - IDE do Arduino seleção de placa
Fonte: o autor

Executando a compatibilização de porta e placa pode-se iniciar a programação. Existe a opção de verificar através do IDE se a programação está correta clicando no ícone . Havendo erro, o IDE fará um alerta de (ERRO COMPILANDO) conforme exemplificado na Figura 10, devendo o usuário corrigir o problema encontrado.

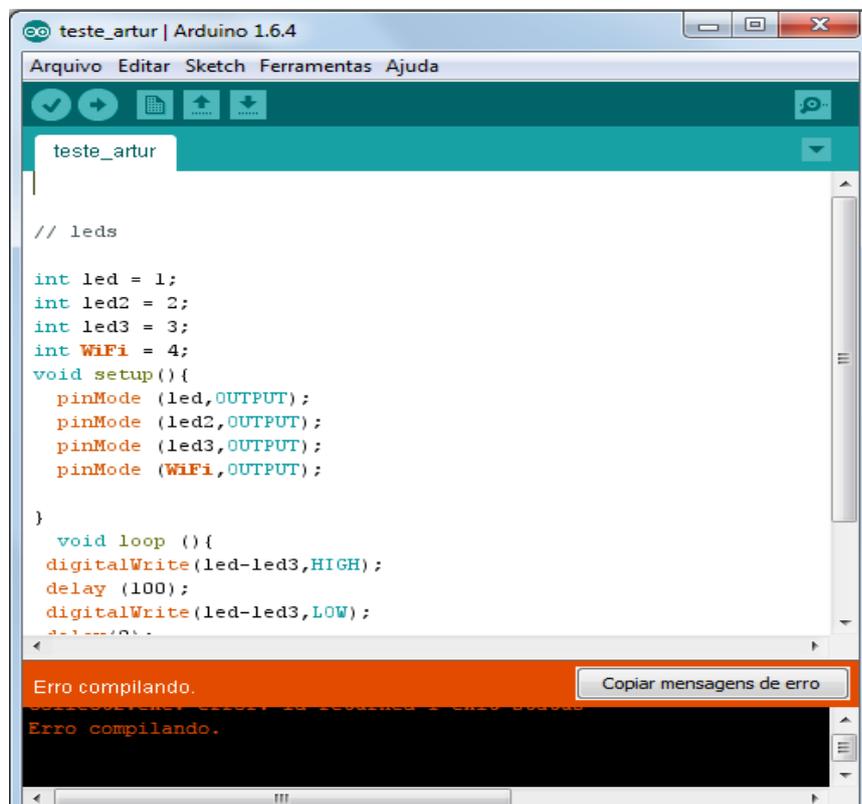
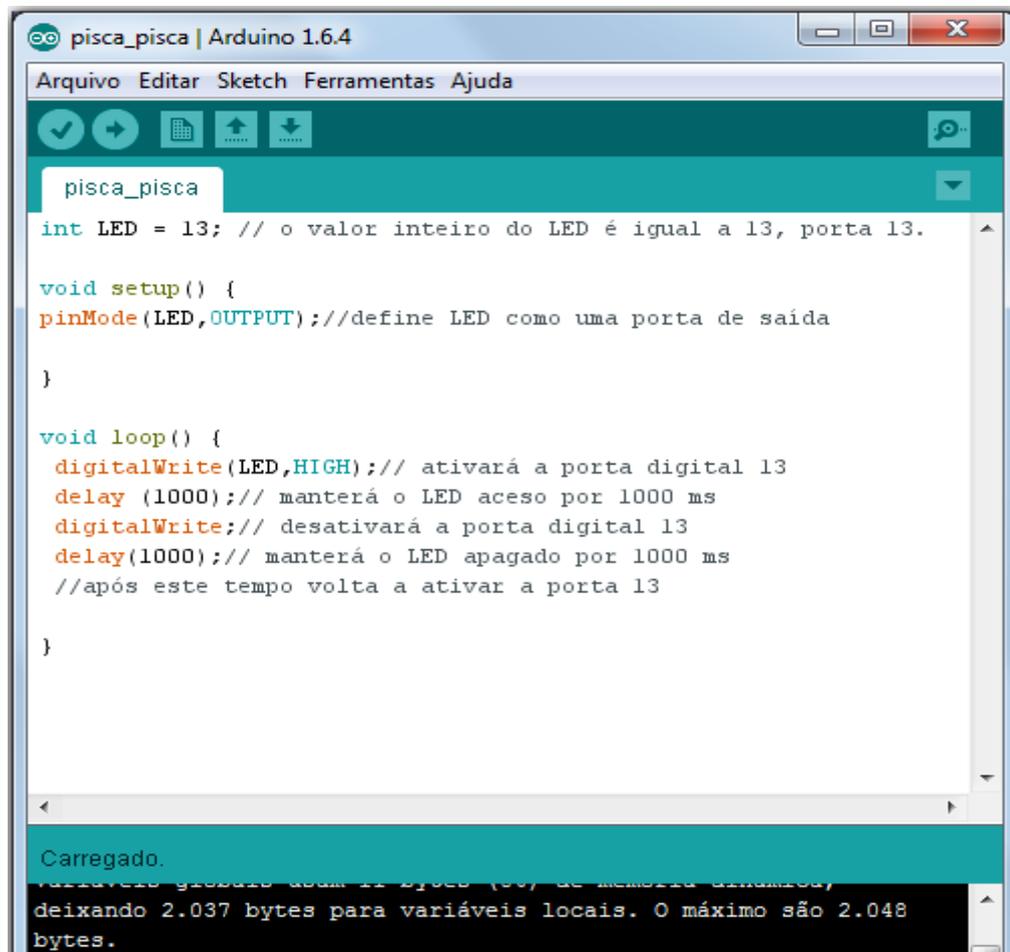


Figura 10 - Exemplo de notificação de erro na programação.
Fonte: o autor

Feita a correção, deve-se clicar no ícone “Upload”  para carregar a programação no Arduino. A Figura 11 apresenta uma programação correta e já verificada pelo IDE, sendo possível carregar a mesma para o Arduino e solicitar que o programa seja rodado.



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the following code in the editor:

```

int LED = 13; // o valor inteiro do LED é igual a 13, porta 13.

void setup() {
  pinMode(LED,OUTPUT);//define LED como uma porta de saída
}

void loop() {
  digitalWrite(LED,HIGH);// ativará a porta digital 13
  delay (1000);// manterá o LED aceso por 1000 ms
  digitalWrite;// desativará a porta digital 13
  delay(1000);// manterá o LED apagado por 1000 ms
  //após este tempo volta a ativar a porta 13
}

```

At the bottom of the IDE, a notification box displays the text: "Carregado." (Loaded).

Figura 11 - IDE do Arduino notificação de programação correta
Fonte: o autor

Disponibilizamos 05 exemplos práticos para o uso do Arduino com suas programações e as respectivas montagens físicas dos circuitos elétricos no **Anexo A** deste trabalho. Estes exemplos estão associados a uma sequência didática para ser aplicada em uma sala de 3^o ano do Ensino Médio. Nestes exemplos o professor poderá explorar os conceitos físicos para: temperatura, corrente, tensão, resistência e potência elétrica, código de cor de resistores, associações de resistores em série e paralelo, ligações de circuitos elétricos série e paralelo, medidas elétricas, uso de aparelhos de medidas elétricas como o multímetro, quedas de tensão e Lei de Ohm. Estas discussões devem fazer parte do seu planejamento.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Ao inserir o uso do Arduino em um Laboratório Didático Investigativo, vislumbramos a possibilidade de modificar a dinâmica de uma sala de aula em relação ao ensino de Física. Consideramos que o uso desta interface incentive e motive o discente a participar no processo de aquisição de conhecimentos.

Entendemos que esta metodologia ora proposta, possua atrativos que venham interagir com as ações dos alunos durante as aulas. Neste aspecto, observar e considerar quais competências e habilidades serão desenvolvidas pelos discentes nos interessam.

Desejamos verificar e comparar se esta metodologia arroga para si vantagens em relação ao ensino tradicional de Física em uma sala de Ensino Médio regular, durante o período regular das aulas, permitindo a participação de todos os alunos sem distinção.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Considerando o desejo de alcançar o nosso objetivo geral, preparamos e alinhamos atividades que possam nos levar a aquisição de informações que nos permita inferir nossas considerações e efetuar uma análise para discussão. Nossas ações estão voltadas para a aplicação de uma sequência didática que encaminhe os estudantes a serem motivados ao uso do Arduino, concomitantemente estudando aos tópicos de Física pertinentes ao seu período letivo.

- (A) Averiguar os conhecimentos prévios dos alunos a partir de uma avaliação diagnóstica;
- (B) Propor uma sequência didática que permita a inserção e uso do Arduino em sala de aula;
- (C) Permitir a montagem de circuitos elétricos reais ligados ao Arduino com possibilidade de se executar medidas elétricas;

- (D) Propor uma situação problema a partir de um aparato experimental por nós desenvolvido que possa ser manipulado pelos alunos com ou sem o uso do Arduino;
- (E) Averiguar os conhecimentos adquiridos pelos alunos após a aplicação das sequências didáticas e da situação problema através de outra avaliação diagnóstica;
- (F) Aplicar um questionário para analisar e considerar a percepção dos alunos frente a esta metodologia de ensino.

6 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa será realizada com 15 alunos do terceiro ano série A do Ensino Médio do Colégio Batista de Vila Mariana administrado pela Fundação Pastor Rubens Lopes. Nesta escola são ministradas quatro aulas de física por semana desde a nona série com o uso do Laboratório Didático. A aplicação da proposta apresentada nesta pesquisa será realizada pelos professores responsáveis pelas aulas teóricas e de laboratório. Esta pesquisa será realizada no terceiro bimestre do ano letivo de 2015 durante o período regular das aulas. A pesquisa está caracterizada como PESQUISA-AÇÃO. Alguns traços-chave que caracterizam a pesquisa-ação segundo BARTOLOMÉ, 1994b; PÉREZ SERRANO, 1990, apud ESTEBAN, 2010, p. 170.

- “Envolve a transformação e melhoria de uma realidade educacional e/ou social”.
- “Parte da prática, de problemas práticos”.
- “É uma pesquisa que envolve a colaboração das pessoas”.
- “Envolve uma reflexão sistemática na ação”.
- “É realizada pelas pessoas envolvidas na prática que se pesquisa”.

Entre os traços-chave apresentados por Esteban (2010), podemos destacar:

1. “Envolve uma reflexão sistemática na ação”. “Do ponto de vista metodológico, procede-se de um modo amplo e flexível. Pretende-se alcançar rigor metodológico por meio da sistematicidade”.
2. “A pesquisa-ação integra o conhecimento e a ação”. “Rompe com a forma tradicional de entender as relações entre conhecer e agir. Questiona a ideia de que a forma racional de proceder na prática é aplicar o conhecimento disponível e, portanto, a pesquisa autêntica se dirige a conhecer uma realidade ou um fenômeno, enquanto a prática se valeria de técnicas e recomendações deduzidas daquele conhecimento. Contra essa ideia, a pesquisa-ação transforma a prática em objeto de pesquisa, de maneira que conhecer e agir faz parte de um mesmo processo exploratório. Articula-se a atividade reflexiva e a ação transformadora, a inovação e a pesquisa”.

3. “A pesquisa-ação é realizada pelas pessoas envolvidas na prática pesquisada”. “A integração que a pesquisa-ação propõe entre conhecer e atuar significa que os próprios envolvidos na prática realizam necessariamente a pesquisa”. “Não há maneira de entender o saber e o atuar como parte de um mesmo processo de busca ou de abordar o problema da relação entre o que fazemos e o que pretendemos, se a separação entre quem pesquisa e quem atua permanece”. “O significado e o valor do que fazemos só podem ser transformados se convertermos nossas atuações e nossas perspectivas em objeto de pesquisa”. (ESTEBAN, 2010, p. 171-172).

Portanto, segundo Esteban (2010):

A pesquisa-ação não é o estudo daquilo que outros fazem, mas de nossas próprias práticas. Por isso, a pesquisa-ação oferece a possibilidade de superar o binômio “teoria-prática”, “educador-pesquisador”. Sob essas perspectivas, a prática e a teoria encontram um espaço de diálogo comum, de forma que o prático se converte em pesquisador, pois ninguém melhor do que as pessoas envolvidas em uma realidade determinada para conhecer os problemas que precisam de solução. (ESTEBAN, 2010, p. 172).

Em base do que fora exposto por Esteban (2010), o professor precisa participar do processo atuando como “educador-pesquisador”. Estamos preocupados com o processo e não meramente com o produto final. Entretanto, naturalmente entendemos ser possível que ao final de um período estimulante e propício ao desenvolvimento do indivíduo encontremos alunos autônomos e atuantes na aquisição e desenvolvimento do conhecimento. Como salienta Esteban (2010, p. 173), “não só se pretende melhorar a prática por meio do processo, mas também, se considera que o caminho a percorrer para consegui-lo é tão importante ou mais do que o resultado final”. Observe a figura 12 que representa o triângulo de Lewin ao salientar os elementos essenciais da pesquisa-ação.

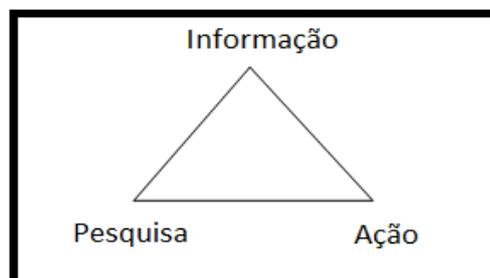


Figura 12 – Triângulo de Lewin¹¹
Fonte: ESTEBAN, 2010, p. 172

¹¹ Kurt Lewin é universalmente reconhecido como o fundador da moderna psicologia social. Ele foi o pioneiro no uso da teoria, utilizando a experimentação para testar hipóteses. Ele colocou um significado eterno em toda uma disciplina - dinâmica de grupo e pesquisa-ação. Kurt Lewin, psicólogo alemão-americano, nasceu em 09 de setembro de 1890 em Mogilno (na época território alemão); morreu em Newtonville, Massachusetts, Estados Unidos, em 12 de fevereiro de 1947. Fonte: <http://bit.ly/23GkS2I>. Acesso em 09-12-2015 às 1h56min.

Portanto, para verificarmos estas condições propomos uma sequência de ações para as tomadas de dados seguindo o modelo de Kurt Lewin, figura 13.

Todas as ações foram planejadas previamente, mas, como as ações ocorrem em tempo real, ao da sala de aula regular, portanto, as limitações impostas pelo sistema real de trabalho surgirão e ao longo da aplicação poderão ser reestruturadas. Lembremos que: “A pesquisa-ação é aquela que, além de compreender, visa intervir na situação, com vistas a modificá-la. O conhecimento visado articula-se a uma finalidade intencional de alteração da situação pesquisada”. (SEVERINO, 2007, p. 120)

Neste aspecto se faz necessário ressaltar que “o elemento de ‘formação’ é essencial e fundamental no processo de pesquisa-ação”.

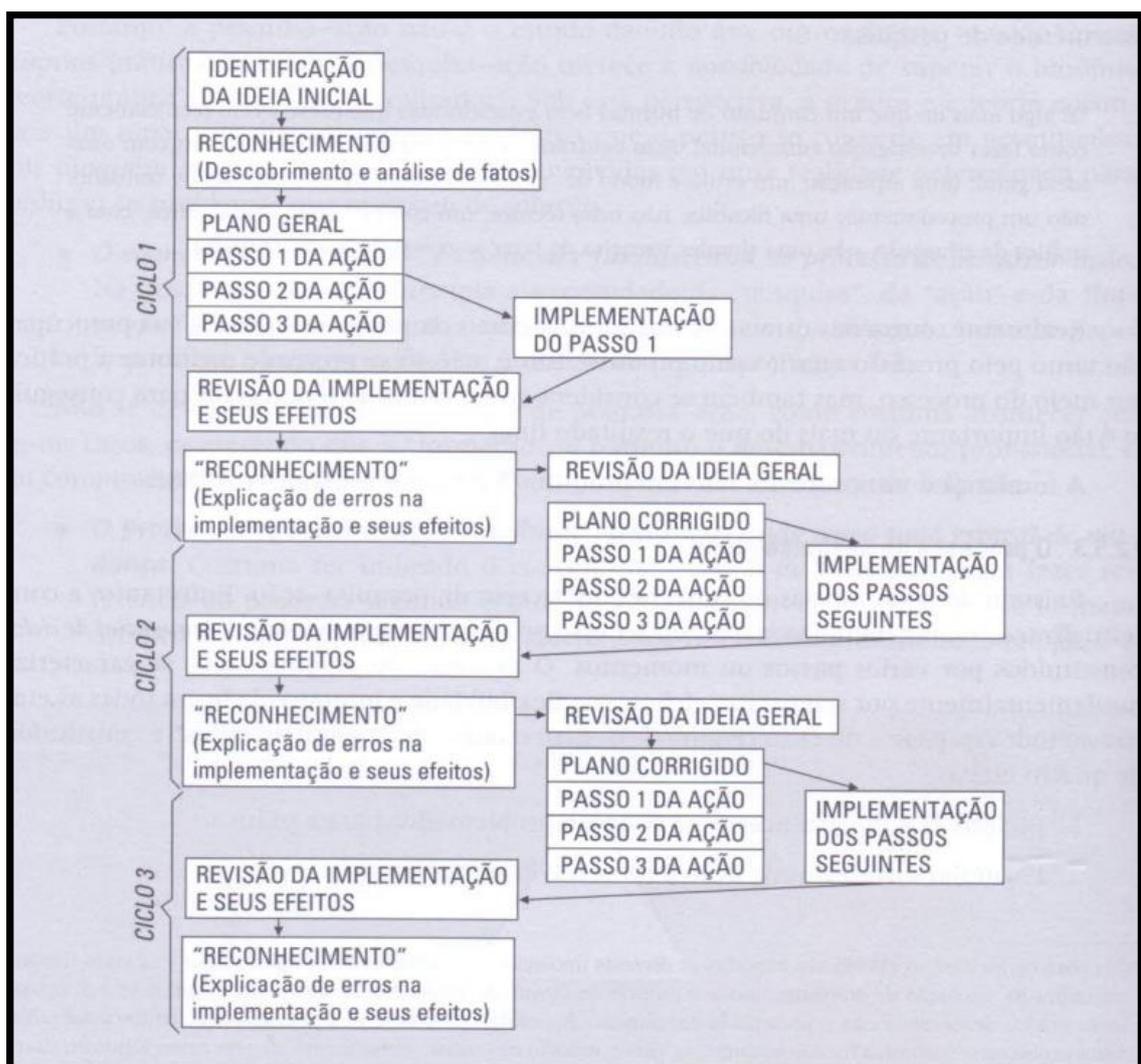


Figura 13 – Modelo de Kurt Lewin para a realização da pesquisa-ação
Fonte: ESTEBAN, 2010, p. 174

No modelo proposto por Lewin sempre ocorre uma reflexão sobre as ações tomadas, isto inclui o período do desenvolvimento do planejamento. Esta característica é definida como uma pesquisa avaliativa e segundo Esteban (2010, p. 184) “alguns tipos de investigação estão direcionados para iniciar e apoiar processos de mudança, de maneira que podem estar intimamente vinculados à pesquisa-ação”.

Neste aspecto, este método permite que haja a reordenação dos processos de intervenção que possam ser aplicados durante a pesquisa e aplicação da metodologia. Diante dos resultados é possível que novas metodologias surjam e guiem seu planejamento e ao mesmo tempo sua possível execução.

Desta forma, ao elaborar as ações que darão corpo à nossa pesquisa optamos pelas descritas abaixo, pois entendemos que elas nos permitirão profunda reflexão ao longo do processo apontando novas possibilidades. Sendo flexíveis poderemos reorganizar nossa metodologia se necessário. **Assim, escolhemos os seguintes passos que serão observados:**

1. Projeto de trabalho, já delineado, uso da *Interface Arduino*.
2. Aplicação de uma avaliação diagnóstica sobre conceitos físicos;
3. Verificação da interação entre os alunos em seus grupos;
4. Análise das habilidades para a resolução de problemas;
5. Verificação de protocolos, apontamentos gerados pelos alunos;
6. Cumprimento de prazos;
7. Aplicação de avaliação para verificação dos conhecimentos apropriados.

Considerando as características da pesquisa-ação procuramos justificar as ações acima a partir dos elementos descritos por Esteban (2010).

1 - O uso do Arduino promete ser uma nova prática em sala de aula, sobretudo por ser introduzido durante as aulas regulares, isto é passou a fazer parte do currículo de Física destes alunos durante a pesquisa. Cabe lembrar que esta foi uma ação coletiva, própria da pesquisa-ação envolvendo orientador, pesquisador-educador, alunos, famílias, diretor e coordenação escolar que mutuamente aceitaram o desafio de quebrar um hábito no cumprimento do currículo, em geral engessado por razões já discutidas.

2 - A aplicação da avaliação diagnóstica remete-nos a sermos coerentes com as teorias de Ausubel ao defendermos a necessidade do processo ensino/aprendizagem ser significativo para o aluno. Não obstante, considerar os conhecimentos prévios dos alunos pode nos dar uma boa indicação dos devidos ajustes que deveremos adotar durante o processo com o intuito de alcançar nossos objetivos privilegiando a aprendizagem do discente.

3 - Analisar a interação entre os alunos durante o processo enquadra-se entre as características da pesquisa-ação ao possibilitar ao professor uma “indagação reflexiva”. Tem como objetivo entender as dificuldades sentidas anteriores à aplicação da metodologia, nas quais percebemos que o ensino tradicional não incentiva a interação entre alunos que não pertençam ao mesmo grupo de amigos. Neste aspecto, acreditamos que se for possível ampliar a interação entre os pares, o ensino terá maior significado para os participantes, em especial ao desenvolver a corresponsabilidade na solução dos problemas.

4 - Diferentemente da verificação da interação entre os alunos, entretanto, não distante disto, verificar suas habilidades ao resolver problemas torna-se um objeto de estudo essencial. Como já dissertamos anteriormente (POZO, 2009, p.30), muitas pesquisas indicam um grande desinteresse dos alunos por ciências. Portanto, o nível do seu engajamento no processo para a resolução do problema pode nos dar base para continuarmos a estimulá-los a ações que colaborem com o rompimento desta característica.

5 - Novamente, pautando-se em Ausubel (2000), os subsunçores devem servir como ancoradouros para a construção de uma aprendizagem significativa por parte dos alunos. Portanto, ao motivarmos os nossos alunos a registrarem livremente seus apontamentos e os compartilhar, estaremos promovendo uma ação democrática entre eles e desta feita, colaborando para o florescimento destes subsunçores. Entendemos que com o passar do tempo estas anotações tendem a ser mais relevantes e harmoniosas. Para nós, verificar esta ação também nos dará subsídios para avaliação da metodologia.

6 - Quando nos pautamos na proposta curricular do Estado de São Paulo para o Ensino de Física (SÃO PAULO, 2010, p. 8 e 21) compreendemos a importância do aluno ser preparado para o mercado de trabalho. O mesmo deve ser capaz de se relacionar e compreender os fundamentos científicos inseridos no uso das novas tecnologias. Porém, mais do que isso, sua formação humana e cidadã nos parecem muito relevante. Assim, a verificação do

cumprimento de prazos torna-se muito importante. Adicionamos a esta análise, entender seu caráter motivador, pois em geral, ao deixarmos de cumprir espontaneamente prazos, demonstramos que a ação da qual estamos fazendo parte não possuem real significado. Verificar o cumprimento de prazos em um trabalho coletivo pode permitir ao professor inferir sob uma nova ótica o grau de envolvimento do aluno e também com qual profundidade o mesmo atuou na solução dos problemas.

7 - Como os temas de física não são compartimentados, antes fazem parte de um corpo de conhecimentos desenvolvidos ao longo da história da humanidade, esperamos ao aplicar uma nova avaliação, verificar se em comparação com a avaliação diagnóstica houve um desenvolvimento na leitura e compreensão dos fenômenos físicos. Vamos lembrar que para Ausubel (2000) a aprendizagem significativa pode se revelar ao se revisitar conceitos. Neste aspecto a avaliação diagnóstica há de nos apresentar o quanto fora significativo para os alunos. Então, defendemos que poder comparar o antes com o depois no processo de ensino/aprendizagem a partir da metodologia adotada, contribuirá com a nossa pesquisa.

A metodologia descrita neste trabalho foi aplicada em uma sala de aula de terceiro ano do Ensino Médio formada por 15 alunos. Estes alunos receberão números aleatórios de 01 a 15 e assim serão citados. Cabe lembrar que os alunos poderiam desistir de participar da pesquisa em qualquer momento, portanto, em algumas das ações, são sete, nem sempre contarão com o número total de participantes.

7 VALIDAÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS

Não raro, há o debate sobre a validade das observações e da contextualização acerca das análises em uma pesquisa qualitativa. Em especial destaca-se o fato de o professor ser o próprio pesquisador que há de realizar estas análises. Desta forma surgem algumas questões: Qual a idoneidade destas análises? São as análises realizadas a partir da realidade? Qual o grau de isenção do pesquisador ao avaliar as ações em relações humanas?

Desejamos encontrar em uma pesquisa científica o rigor. Este rigor é que deve conferir confiabilidade, possibilitando a geração de novas e profícuas discussões. Portanto, em uma pesquisa qualitativa, o pesquisador que a adere necessita ter visão clara e responsável do seu

papel neste processo. Neste sentido Esteban (2010, p. 193 apud SANTOS GUERRA¹², 1990, p. 162) cita:

“ao tentar reconstruir uma realidade, desvendar suas redes de significado e, definitivamente, compreende-la em toda sua profundidade, necessitamos de indicadores de credibilidade: Essa é a realidade? Talvez esteja deformada pelos instrumentos utilizados, pela pressa com que se trabalhou, pela subjetividade dos informantes, pela arbitrariedade da informação...”.

Ao nos debruçarmos em procurar reconstruir a realidade observada, desejamos a validação de nosso trabalho. Esta de fato é uma tarefa exaustiva, pois a cada frase, a cada linha somos confinados a um mundo que não gostaríamos de fazer parte, um mundo como se nunca estivéssemos presentes, porém não é isto o que ocorre, fazemos parte dele. Desta maneira, se preocupar com a validade dos dados e com suas análises é primordial à continuidade e consideração de nosso trabalho. Citando Scheurich¹³ (1996), Esteban indica que nossa ponderação sobre validade deve dar a seguinte conotação ao nosso trabalho:

A validade, como sinônimo de verdade, como verdade construída, como verdade interpretada, consensual, significando o que for, torna-se a linha divisória, o critério limite que estabelece a legitimidade, aceitação ou confiabilidade dos trabalhos de pesquisa. (ESTEBAN, 2010, p.194).

Seguindo esta argumentação, buscamos maneiras para categorizar nossas análises e em base desta categorização validar nossos argumentos interpretativos que permitam a compreensão das nossas ações. Em sua abordagem sobre os significados do conceito de validade Esteban cita Maxwell¹⁴ (1992) e Mishler¹⁵ (1990) com o intuito de apresentar “cinco tipos de validade relacionados com as formas de compreensão inerentes à pesquisa qualitativa”:

¹²SANTOS GUERRA MA. *Hacer visible lo cotidiano: teorías y práctica de la evaluación cualitativa de los centros escolares*. Madri: Akal, 1990.

¹³Scheurich JJ. The masks of validity: a deconstructive investigation. *Qualitative Studies in Education*; 1996; 9(1), p. 49 – 60.

¹⁴Maxwell J.A. Understanding and validity in Qualitative research. *Harvard Educational Review*; 1992; 62(3), p. 279 -300.

¹⁵Mishler E.G. Validation in inquiry-guided research: the roles of exemplars in narrative studies. *Harvard Educacional Review*; 1990, 60(4), p. 415 – 443.

- “A *validade descritiva* faz referência à precisão ou exatidão com que os fatos são coletados nos textos ou relatórios sem serem distorcidos pelo próprio pesquisador”.
- “Além de proporcionar uma descrição válida de objetivos, acontecimentos e condutas, o pesquisador trata de compreender – a *validade interpretativa* – que significado têm para as pessoas esses objetivos, acontecimentos e condutas”.
- A *validade teórica* se relaciona com as construções teóricas que o pesquisador agrega ou desenvolve durante o estudo; situamo-nos na explicação, além da descrição e da interpretação, na validade de um relatório como teoria de um fenômeno.
- Também nos remete a questões relacionadas com a *generalização*; particularmente, faz referência à possibilidade de *generalização interna* dentro de uma comunidade, um grupo ou uma instituição para pessoas, acontecimentos e lugares que não foram diretamente observados ou entrevistados. Por outro lado, a *generalização externa* se relaciona com a transferência dos resultados para outras comunidades, grupos ou instituições.
- Finalmente, a *validade avaliativa* significa reconhecer e considerar os pressupostos avaliativos por meio dos quais se atribui um significado aos fatos observados. (ESTEBAN, 2010, p. 194 – 195)

Encontramos nestes cinco tipos de validade subsídios para embasar nosso método de análise, pois ao considerarmos os textos, registros e quaisquer materiais desenvolvidos pelos alunos, seremos fiéis em transcrevê-los.

Também, propomos que estas aplicações possam ser empregadas por outras escolas, por acreditar em sua viabilidade desde que consideradas as especificidades de cada local. Completamos por reafirmar que nosso olhar em todos os processos tem base em teorias já discutidas, sobretudo, as que estão relacionadas à aprendizagem significativa exposta por Ausubel (2000) e a importância do uso do LADIN no ensino de Física.

8 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS OBSERVAÇÕES DAS AÇÕES PROPOSTAS

A seguir faremos uma consideração sobre as observações das sete ações adotadas. Anteriormente relacionamos 07 ações ou etapas da pesquisa que pudessem gerar informações para a nossa consideração e análise segundo os critérios de validação já expostos. Seguimos a ordem destas ações e concomitantemente à produção das informações geradas iniciamos suas análises. Esperamos que nossas análises contribuam para uma prática escolar inovadora ou fomentem novas discussões com vistas a alcançar a excelência educacional. Para isso, sugerimos que ao lerem as análises expostas, considerem 04 aspectos que podem nos auxiliar em atribuir significado aos resultados desta pesquisa qualitativa que propomos realizar. Esteban (2010) menciona estes 04 aspectos sugeridos por Rossman e Rallis (1998a) como

“perspectivas nos usos da pesquisa: instrumental, ilustrativo, simbólico e emancipatório”. A seguir descrevemos estes 04 aspectos:

1. O *uso instrumental* supõe a utilização intencional da informação aplicada a um problema ou uma situação particular. A pesquisa é realizada para determinar a melhor solução do problema ou o enfoque a adotar para alcançar uma meta específica. Os resultados da pesquisa se convertem em conhecimento, entendido como planos para serem desenvolvidos na prática. A geração de conhecimento e a utilização do conhecimento estão diretamente relacionadas.
2. Os resultados da pesquisa também servem, frequentemente, para *ilustrar* o usuário, ampliar sua compreensão da realidade. O conhecimento se acumula, contribuindo para uma gradual reorientação do seu pensamento e de suas ações. Na perspectiva *ilustrativa* não é tão importante a informação específica quanto a base compreensiva, gerada a partir dos resultados que orientam as deliberações e decisões. “Os resultados da pesquisa se tornam parte da cultura geral, incorporados a conceitos aceitos, crenças e valores que, de forma natural, influem em qualquer tomada de decisão” (p. 13). Do mesmo modo, os resultados de pesquisa entendidos como conhecimento acumulado servem para melhorar a prática, fomentando uma compreensão maior dessa prática.
3. A pesquisa também pode representar um *uso simbólico*, na medida em que seus resultados ajudem as pessoas a repensar velhos padrões e a analisar seu entorno imediato sob novas perspectivas. A pesquisa qualitativa pode, assim, contribuir para transformar experiências, crenças complexas ou ambíguas, por meio de explicações simbólicas que as pessoas compartilham.
4. Por último, o *uso emancipatório* da pesquisa supõe que o processo de indagação, ação e reflexão, assim como o conhecimento gerado, transformará certos aspectos (sociais, institucionais, comunitários) para emancipar as pessoas participantes. (ESTEBAN, 2010, p.137)

Portanto, é com este olhar que sugerimos que considerem as nossas análises das ações ou etapas de nossa pesquisa frente às informações geradas durante o processo da nossa proposta de ensino.

8.1 Ação nº 01 - Projeto de trabalho, uso da *Interface* Arduino.

8.1.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 01.

O projeto é para nós nossa motivação. Assim, gostaríamos de perceber em nossos alunos e em toda a comunidade escolar qual a recepção dada a esta proposta. Todos os 15 alunos da terceira série A do ensino médio, suas famílias e todo o corpo da gestão escolar do Colégio Batista de Vila Mariana apoiaram o projeto.

8.1.2 ANÁLISE DA AÇÃO 01

Quando entendemos a grande mudança que uma aplicação deste porte gera em uma unidade escolar, receber o apoio de toda a comunidade torna-se muito significativo e relevante.

Nota-se o fato de que neste período, muitas famílias estão interessadas em preparem seus filhos para a fase de vestibular. Não podemos negar que para muitos alunos os conteúdos de Física sempre são um grande desafio e quando se deparam com eles em avaliações externas como ENEM, FUVEST e outros vestibulares as dificuldades surgem com mais intensidade. Desta forma, ao abrirem mão de uma prática educacional formal que envolve a abordagem de conteúdos e resolução sistemática de exercícios preparatórios, nos apontam algumas possibilidades e desafios.

Acreditamos, embora sejam dados de uma única comunidade escolar, ser possível durante o ano letivo o professor trabalhar em sala de aula com metodologias que não sejam as chamadas “tradicionais”. Neste aspecto caberá ao professor abordar a comunidade escolar de modo convincente, razoável, persuasivo e organizado para justificar as suas intenções e os possíveis ganhos que seus alunos irão obter ao longo do processo.

8.2 Ação nº 02 - Aplicação de uma avaliação diagnóstica

8.2.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 02

A avaliação diagnóstica aplicada em uma primeira análise pode parecer simplória quando aplicada a alunos da terceira série do ensino médio. Entretanto, fazendo alusão às teorias de Ausubel (2010), ressaltamos o nosso desejo em verificar o quanto e quais conteúdos de Física fizeram real significado para esses alunos ao longo do processo educacional que nesta fase da pesquisa já dura 2,5 anos em que eles trilham em uma escola de ensino médio.

Faremos uma descrição das respostas dadas às questões e em seguida faremos uma análise destes dados.

Questão 01 – Qual a diferença entre grandeza física e unidades de medida?

Apenas um aluno respondeu a questão, o aluno 03 – Grandeza física é cada característica que possa ser quantificada e unidade de medida é a medida (ou quantidade) que constitui a grandeza física.

Questão 02 – Descreva em suas palavras o que é velocidade.

O total de 13 alunos não soube responder.

Resposta do aluno 02 – É a relação entre o tempo e o espaço percorrido por um corpo.

Resposta do aluno 03 – É a relação entre um corpo e determinado tempo.

Questão 03 – Qual a diferença entre velocidade constante e velocidade variável?

Foi significativo verificar que 12 alunos não souberam responder.

Porém, selecionamos três respostas e as transcreveremos:

Resposta do aluno 01 – Velocidade constante permanece a mesma o tempo todo. Velocidade variável sofre perda ou *ganho de aceleração*.

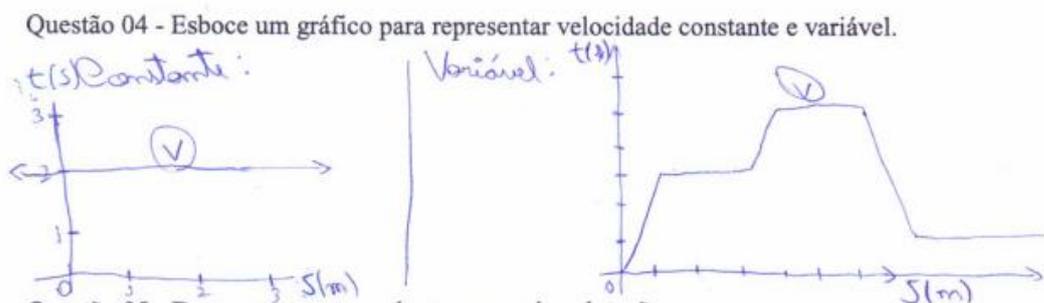
Resposta do aluno 02 – Quando a velocidade é constante, o espaço varia, mas *o tempo não muda*. Quando é variável, o espaço varia, e o tempo também.

Resposta do aluno 03 – Velocidade variável consiste em um movimento onde há variação da velocidade e velocidade é apenas a relação velocidade e tempo.

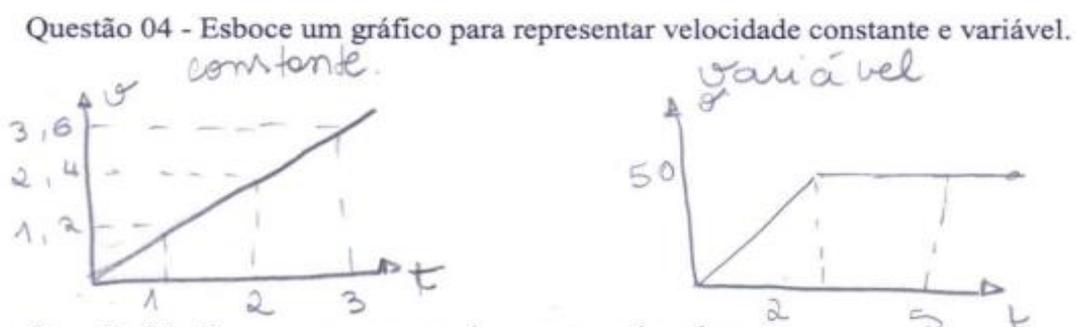
Questão 04 – Esboce um gráfico para representar velocidade constante e variável.

Do total avaliado apenas 03 alunos apresentaram seus esboços.

Esboço do aluno 03.

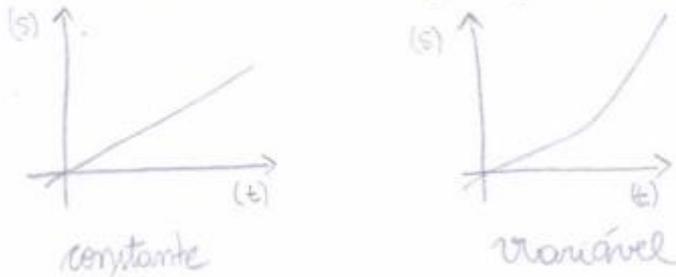


Esboço do aluno 13.



Esboço do aluno 15.

Questão 04 - Esboce um gráfico para representar velocidade constante e variável.



Questão 05 – Descreva em suas palavras o que é aceleração.

Do total avaliado 13 alunos não souberam responder, porém, considere as duas respostas obtidas:

Resposta do aluno 05 – É uma força aplicada a um objeto que altera sua velocidade.

Resposta do aluno 07 – É a variação da velocidade.

Questão 06 – Esboce um gráfico que represente a aceleração constante e variável.

Do total avaliado 13 alunos não souberam responder, observe o esboço de 02 alunos, o aluno 03 e o aluno 13.

Esboço do aluno 03.

Questão 06 - Esboce um gráfico que represente a aceleração constante e variável.



Esboço do aluno 13.

Questão 06 - Esboce um gráfico que represente a aceleração constante e variável.



Questão 07 – Quais são as unidades de medida no sistema internacional (SI) para espaço percorrido, tempo, velocidade e aceleração?

Do total avaliado 10 alunos responderam corretamente fazendo uso de nomes e símbolos, os demais não souberam responder.

Questão 08 – Quais os múltiplos e os submúltiplos das grandezas espaço e tempo no sistema internacional de unidades (SI) que você conhece?

Do total avaliado 07 alunos não souberam responder e os demais, 08 alunos responderam corretamente à questão fazendo uso de nomes e símbolos.

Questão 09 – Que experimento você proporia para estimar a velocidade de um corpo e sua aceleração.

Obtivemos três propostas.

Proposta do aluno 03 – Colocaria uma bolinha de gude em uma rampa com um sensor de velocidade, cronometrando o tempo que ela desce.

Proposta do aluno 12 – Experimentos de mecânica que envolva movimentação e que possibilite cálculos.

Proposta do aluno 15 – Marcaria um ponto de partida de uma corrida e anotaria os tempos de largada e chegada dos participantes.

Questão 10 – Descreva os instrumentos de medida para espaço e tempo que você conhece.

Do total avaliado 05 alunos não souberam responder à questão os demais citaram régua, metro, cronômetro. Estes itens foram os mais citados.

Questão 11 – É possível ter um valor exato para as medidas efetuadas? Justifique.

Do total avaliado 06 alunos não souberam responder. Agora considere as respostas dos alunos 04, 07 e 13.

Resposta do aluno 04 – Não, pois muitas vezes as medidas envolvidas nos cálculos não são exatas.

Resposta do aluno 07 – Sim. Se a observação for bem feita.

Resposta do aluno 13. Não, sempre ocorrem erros nas medidas mesmo que o que foi medido seja medido por outras pessoas com os mesmos instrumentos de medida.

Questão 12 – Quais os procedimentos que você adotaria para melhorar o valor das suas medidas?

Apenas o aluno 13 ofereceu uma resposta: Medição com instrumentos padrão.

Questão 13 – Você conhece o Arduino? Se sim, descreva-o.

Do total avaliado 10 alunos responderam que conhecem o Arduino, mas não o descreveram. 03 alunos não souberam responder. Foram significativas as respostas dos alunos 06 e 13 que conhecem o Arduino e o descreveram.

Resposta do aluno 06 – Sim. É uma placa programável, com um universo de possibilidades de criação. Contém entradas para cabos de outros aparelhos, e se conectam ao computador pelo cabo USB.

Resposta do aluno 13 – Sim, sistema de programação, que pode ser usado para o desenvolvimento de objetos interativos.

Questão 14 – Você sabe utilizar alguma linguagem de programação?

Do total avaliado 13 alunos não possuem este conhecimento. O aluno 13 respondeu que está aprendendo e ao aluno 14 que possui um pequeno conhecimento.

Questão 15 – Ímãs podem atrair metais como o cobre e o alumínio? Justifique.

Do total avaliado 07 alunos responderam que sim e não justificaram. Os demais responderam da seguinte maneira:

Resposta dos alunos 01, 02, 05, 10 e 11 – Sim.

Resposta do aluno 03 – Não, isso ocorre graças à polaridade do ímã.

Resposta do aluno 04 – Sim, por que o cobre e o alumínio são elementos atraídos pelo ímã.

Resposta do aluno 06 – Não, ímã só atrai metais ferrosos.

Questão 16 – Você conhece um Multímetro? Se sim, sabe usar?

Do total avaliado 13 alunos disseram não conhecer e os dois que disseram conhecer não sabem utilizá-lo.

Considerando as respostas às questões da avaliação diagnóstica elaboramos duas tabelas que representam esta amostra.

TABELA 01 - RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

QUESTÕES	SOUBERAM RESPONDER	NÃO SOUBERAM RESPONDER	PROPORAM	NÃO PROPORAM
01	01	14		
02	02	13		
03	03	12		
04	03	12		
05	02	13		
06	02	13		
07	10	05		
08	08	07		
09	-	-	03	12
10	10	05		
11	09	06		
12	-	-	01	14
13	10	05		
14	02	13		
15	01	14		
16	02	13		

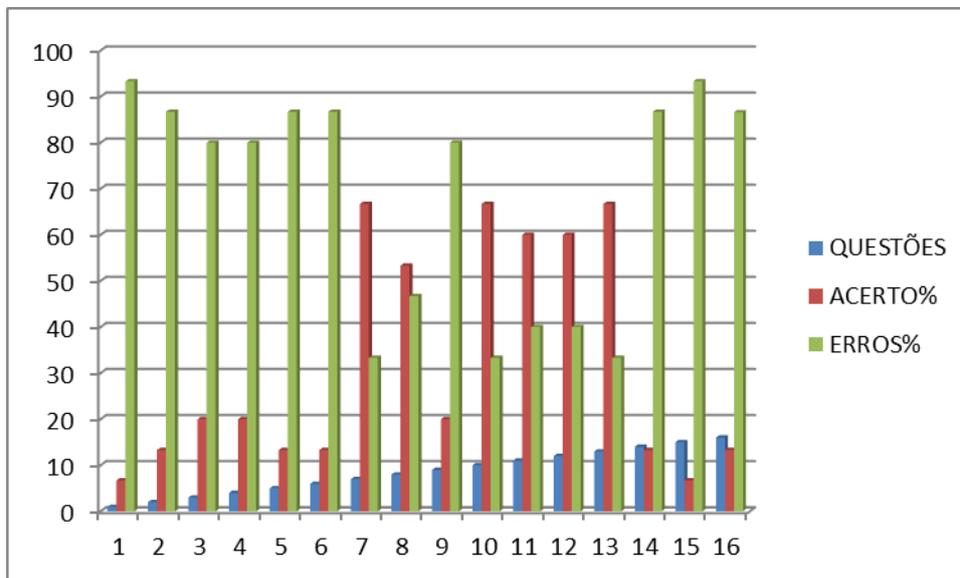
Fonte: o autor

TABELA 02 - PERCENTUAL DE ACERTOS ÀS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

QUESTÕES	ACERTO %	ERROS %
01	6,7	93,3
02	13,3	86,7
03	20	80
04	20	80
05	13,3	86,7
06	13,3	86,7
07	66,7	33,3
08	53,3	46,7
09	20	80
10	66,7	33,3
11	60	40
12	60	40
13	66,7	33,3
14	13,3	86,7
15	6,7	93,3
16	13,3	86,7

Fonte: o autor

GRÁFICO 01 - COMPARAÇÃO ENTRE ERROS E ACERTOS.



Fonte: o autor

8.2.2 ANÁLISE DA AÇÃO 02

Antes de expormos nossas considerações sobre os dados obtidos, é relevante ressaltar que 12 destes alunos cursam a mesma escola desde o ensino fundamental. A partir do nono ano, foram ministradas 04 aulas de Física por semana, sendo que duas aulas são realizadas periodicamente em um laboratório didático tradicional. Portanto, esta amostra torna-se muito útil para a nossa consideração em fornecer subsídios que nos permitam comparar a eficácia entre um Laboratório Didático tradicional e o LADIN. Ressaltamos que o período de tomada de dados foi de um bimestre e meio, aproximadamente 90 dias de aplicação desta metodologia.

Encaramos ser desnecessária a análise de questão por questão, pois ao analisarmos o todo poderemos inferir algumas opiniões. Entre elas queremos destacar:

- Parece-nos evidente que o processo de ensino/aprendizagem destes alunos neste período não foi suficientemente capaz de lhes fornecer domínio pleno de alguns conceitos básicos da disciplina de Física, basta observar que o percentual elevado privilegiando o não saber responder é preponderante. Para algumas perguntas mais de 90% dos alunos não souberam responder..

- As respostas nos indicam que mesmo em face da debilidade em tratar estes tópicos, todos os alunos em momentos distintos da avaliação revelam ter tido contato com estes conceitos e mesmo vagamente, lembram-se de alguns.
- Estas citações, mesmo encharcadas de incoerências indicam que se estimulados estes alunos poderão trabalhar melhor estes conceitos a fim de que, esperamos, possam incorpora-los, isto é, passem a fazer sentido para eles.
- Outro destaque que queremos dar é que esta etapa da pesquisa costuma estar recheada de dados inconsequentes. Por que afirmamos isso: por ser uma avaliação diagnóstica sem valor de pontuação, em geral, não estimula o aluno a pensar, desta forma entendemos que muitas questões poderiam ter respostas mais satisfatórias.
- Outro dado que encaramos ser relevante é que 12 alunos responderam conhecer o Arduino, isto é, já haviam sido apresentados a esta plataforma. Esta apresentação fez parte de um seminário por mim realizado nesta escola sobre o uso de tecnologia.
- Também nos chamou a atenção o fato de um número significativo de alunos não ter, mesmo que empiricamente conhecimento sobre algumas características dos ímãs. Em geral, quase todos já ouviram falar ou mesmo brincaram ou brincam com ímãs, esperávamos respostas mais condizentes com esta realidade. Porém, julgamos importante este fato, pois, o experimento que propomos consiste em manipular ímãs em um tubo de alumínio. Evocando as teorias de Ausubel (2010) poderemos com esta apresentação contraditória aos conceitos prévios dos alunos, estimulá-los à pesquisa.
- Por fim, o volume de respostas rasas como “não sei”, “não conheço”, “não”, “sim”, “não tenho proposta”, para nós apontam a falta de protagonismo dos alunos. Indica o grau de dependência do professor e o mau hábito de um sistema educacional que prioriza o ato de decorar para se passar em provas e avaliações externas. Em nenhum momento esta avaliação pressupõe falta de capacidade aos alunos em função das respostas dadas, antes, consideramos serem vítimas de um sistema que cerceia o seu pleno desenvolvimento.

8.3 Ação nº 03 - Verificação da interação entre os alunos em seus grupos

8.3.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 03

Estes dados foram obtidos pela observação dos professores e coordenadores durante a aplicação da nossa metodologia ou plano de ensino. Ao longo do período da coleta dos dados, estas percepções foram compartilhadas entre estes membros em pequenas reuniões para considerá-las. Embora seja uma classe pequena com apenas 15 alunos, havia 05 grupos com muita dificuldade de interação. O individualismo sempre prevaleceu. É notório destacar que em muitos trabalhos desenvolvidos por outros professores esta classe nunca alcançou destaque. Os dados abaixo são fruto da observação enquanto professor desta turma e por questionar outros docentes que também ministram aulas a eles. Foram coletadas informações de outros 03 professores e da coordenadora do Ensino Médio.

TABELA 03 - OBSERVAÇÃO SOBRE A INTERAÇÃO ENTRE ALUNOS

Nº de PARTICIPANTES	HOUVE INTERAÇÃO	MELHOROU O RELACIONAMENTO	NÃO HOUVE INTERAÇÃO	PIOROU O RELACIONAMENTO
ALUNOS (15)	15	15	-	-
PROFESSORES (03)	03	03	-	-
COORDENADORA (01)	01	01	-	-
PESQUISADOR	01	01	-	-

Fonte: o autor

8.3.2 ANÁLISE DA AÇÃO 03

Embora seja uma classe pequena com apenas 15 alunos, havia 05 grupos com muita dificuldade de interação. O individualismo sempre prevaleceu. É notório destacar que em muitos trabalhos desenvolvidos por outros professores esta classe nunca alcançou destaque. Diante desta realidade, propomos que todos deveriam ajudar a todos. Em nosso questionário, dois alunos responderam estar aprendendo linguagem de programação. Isto foi muito interessante, pois estes alunos eram de grupos diferentes e não tinham bom desempenho acadêmico, e agora todos, diante do desafio em usar o Arduino e em responder a questão levantada pelo experimento proposto aproximaram-se deles. Outros alunos possuem proficiência em inglês e isto foi amplamente utilizado pelo grupo.

Qualidades muito particulares e importantes floresceram durante a aplicação da metodologia. Foram observadas com maior ímpeto o espírito de liderança, compromisso, diálogo entre

alunos e com o professor, divisão e aceitação das tarefas, elaboração de hipóteses, curiosidade, liberdade de expressão e respeito pelas opiniões alheias, engajamento para a resolução de problemas, desejo em ampliar o conhecimento. Estas observações corroboram as afirmações feitas por alunos, professores e coordenadora que testificam o ganho obtido quanto ao relacionamento e interatividade entre os alunos.

É certo que durante o processo ocorreram problemas, mas foram superados. Mesmo assim, torna-se recompensador ‘ouvir’ o que os protagonistas têm a dizer sobre esta questão e a partir disto tirar nossas conclusões. A seguir relatamos alguns comentários realizados pelos próprios alunos frente a esta questão.

Destacamos o comentário do aluno 04 que quando indagado sobre o grau de envolvimento dos membros da classe com o intuito de resolver problemas o mesmo respondeu: “*Todos trabalharam de alguma forma. Alguns mais e outros menos. Todavia, trabalharam*”.

Outro comentário importante, o do aluno 03: “*Classifico como um grau bom, pois nossa sala não é unida para fazer trabalhos, mas com este o grau de envolvimento aumentou e quase todos pelo menos se envolveram*”.

Considere agora o comentário do aluno 07, que ao ter que relatar sobre a turma, aproveita e fala dele próprio: “*Alguns como eu tinham preguiça algumas vezes, mas gostei muito de ver a turma se unir para enfrentar esse desafio*”.

O comentário do aluno 09 também é significativo: “*Comparado a outras experiências, evoluímos muito. O envolvimento de todos, junto à preocupação geral, foi grande*”. Para concluir esta análise quero destacar o relato do aluno 11 – “*De 0 a 10: 11! Porque todos se ajudaram nenhum ficou sem fazer nada, ninguém negou trabalhar ou ficou desinteressado*”.

Talvez uma discussão que possa ser feita é que a metodologia adotada poderia ser aplicada com outra situação problema. Azevedo (2004) destaca que os problemas podem ser propostos com papel e lápis, não como são apresentados tradicionalmente os problemas escolares e sim como problemas reais que requeiram dos alunos uma pesquisa mais elaborada para a sua elucidação. Entretanto, como já abordamos anteriormente a possibilidade de trabalhar com elementos concretos que podem ser manipulados tendem a assegurar um melhor desempenho no processo de ensino/aprendizagem e colaborar para com uma maior interação entre alunos, pois passam a agir como protagonistas do processo. Assim, defendemos a necessidade de uma reformulação no processo de ensino/aprendizagem/avaliação. Portanto, oferecer a

oportunidade aos alunos de terem contato com a tecnologia contemporânea é permitir que sua inserção neste mundo tecnológico faça real sentido para eles.

Ao nosso olhar a educação tem se mostrada obsoleta e fragmentada não contribuindo para o processo formativo, antes tem enclausurado o aluno em um sistema que o priva de sua criatividade e criticidade. Note o que o Currículo do Estado de São Paulo destaca acerca desta afirmação:

Em um mundo no qual o conhecimento é usado de forma intensiva, o diferencial está na qualidade da educação recebida. A qualidade do convívio, assim como dos conhecimentos e das competências constituídas na vida escolar, será determinante para a participação do indivíduo em seu próprio grupo social e para que ele tome parte em processos de crítica e renovação.

Nesse mundo, que expõe os jovens às práticas da vida adulta e, ao mesmo tempo, posterga sua inserção no mundo profissional, ser estudante é fazer da experiência escolar uma oportunidade para aprender a ser livre e, concomitantemente, respeitar as diferenças e as regras de convivência. Hoje, mais do que nunca, aprender na escola é o 'ofício do aluno', a partir do qual o jovem pode fazer o trânsito para a autonomia da vida adulta e profissional. (SÃO PAULO, 2010, p.8 e 9).

Portanto, consideramos que neste aspecto a metodologia adotada teve grande e importante impacto positivo sobre os alunos, haja vista os comentários relatados pelos próprios. Estes comentários foram oferecidos após as atividades com o Arduino.

8.4 Ação nº 04 - Análise das habilidades para a resolução de problemas

8.4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 04

Durante a aplicação da metodologia foram observados os procedimentos que os alunos adotaram para resolver os problemas que a atividade em si lhes ofereceu. Atentamos especialmente para as articulações, procedimentos, registros, indagações, pesquisas, compartilhamento, comentários, foco, curiosidade, alegria e seriedade que os alunos demonstraram ao longo das aulas com o uso do Arduino. A seguir apresentamos nossas considerações sobre estas observações.

TABELA 04 - OBSERVAÇÃO SOBRE O ENVOLVIMENTO DOS ALUNOS NA PESQUISA

Nº de PARTICIPANTES	PARTICIPOU INTEGRALMENTE	PARTICIPOU	PARTICIPOU PARCIALMENTE	NÃO PARTICIPOU
ALUNOS (15)	08	03	04	-

Fonte: o autor

8.4.2 ANÁLISE DA AÇÃO 04

Quando nos propomos a analisar as habilidades desenvolvidas pelos alunos com o objetivo de resolver o problema proposto, nos interessamos em observar o grau de participação destes alunos, pois, como já apresentamos, o pouco interesse em assuntos relacionados com a ciência é o que mais incomoda aos professores da área.

Cabe ressaltar que em aulas tradicionais estas competências e habilidades são verificadas com superficialidade dado o desinteresse dos alunos. Não raro, expomos os alunos aos mesmos métodos de trabalho e, por conseguinte, aplicamos os mesmos processos avaliativos.

Não obstante, temos como expectativa perceber surgir durante o processo manifestações que revelem com maior concretude estas competências e habilidades. Mais uma vez, por ter um caráter qualitativo, nossa análise partirá das observações e registros desenvolvidos pelo professor, neste momento agindo como “educador-pesquisador”.

Em primeiro lugar queremos valorizar a alegria demonstrada pelos alunos durante todo o processo. O trabalho proposto teve uma conotação coletiva, assim os alunos não deixavam que os menos interessados ficassem fora do processo. Isto foi contagiante, pois mesmo que alguns por características muito próprias e com atitudes pertinentes à sua idade tenham por hábito não se envolver, não puderam permanecer na inércia. Todos precisavam uns dos outros.

Esta atitude foi marcada no início dos trabalhos quando os alunos se reuniram e deliberaram quais seriam as responsabilidades individuais. Estas responsabilidades quando cumpridas davam permissão para que os outros dessem continuidade em seus trabalhos. Cabe lembrar

que eles tinham um prazo para cumprir e no final seria a somatória de toda uma atividade que daria corpo ao trabalho.

Durante o processo, diversos problemas “novos” surgiram, aumentando o grau de dificuldade. Mas agora, estavam livres e organizados para vasculhar, propor, experimentar, errar, errar novamente e prosseguir. Ressaltamos que a questão proposta para os alunos era responder o porquê ao lançar verticalmente duas esferas de dimensões idênticas, uma de aço e outra um ímã de neodímio, dentro de um tubo de alumínio¹⁶ percorriam o mesmo espaço em tempos diferentes. Com vistas a resolução da questão proposta a primeira ação que fora tomada pelos alunos logo no início dos trabalhos foi a divisão de tarefas.

Entre as divisões de tarefas que os alunos propuseram entre si, separaram-se em dois grupos um para a coleta de dados com o uso do Arduino e outro sem o uso do Arduino.

Após terem iniciado a experimentação¹⁷ com as esferas de aço e de neodímio, que não requer de princípio nenhuma montagem especial, o grupo que ficou responsável em coletar os dados sem o uso do Arduino, abriram mãos de seus *smartphones* e iniciaram a cronometrar o tempo, também fizeram registros sobre as hipóteses sobre o problema proposto.

Nesta altura do processo foi necessário discutir com os alunos os erros cometidos durante a leitura do cronômetro na tomada de dados, no caso o tempo. Para resolverem a questão propuseram algumas ações com o intuito de obterem dados mais confiáveis; entre elas estão:

- Efetuar a leitura com aparelhos diferentes.
- Alunos diferentes tomaram os mesmos dados disparando e parando o cronômetro.
- Um aluno disparava e parava o cronômetro enquanto outro soltava as esferas.
- O mesmo aluno soltava as esferas e disparava e parava o cronômetro.
- Resolver filmar os eventos e extrair a partir da filmagem os dados.

A decisão adotada pelo grupo foi a de repetir ao menos 04 vezes a leitura do cronômetro com a participação de 04 alunos. Após esta ação obtiveram a média do tempo e calcularam a velocidade alcançada pelas esferas.

¹⁶ As características do aparato experimental desenvolvido para ser utilizado nesta proposta de ensino encontra-se no Apêndice A deste trabalho, subitem 06.

¹⁷ O detalhamento das sequências didáticas estão registrados no Apêndice A deste trabalho.

O grupo responsável em usar o Arduino começou a desenvolver uma programação que pudesse efetuar as leituras com o uso de sensores. Nesta etapa se concentraram não em explicar o fenômeno e sim colocar o Arduino para funcionar e alguns desafios começaram a surgir. Um dos desafios foi perceber que ao alimentarem os LEDs a parte interna no tubo de alumínio ficou toda iluminada e estas reflexões atrapalharam a tomada de dados. *Este grupo não conseguiu concluir a programação completa para o experimento.*

Era necessário calibrar melhor a intensidade luminosa dos LEDs. Neste momento como em outros foi possível retomar conceitos Físicos e destacar como eles influenciaram na coleta dos dados. Neste caso o conceito da reflexão da luz fora evocado. Mas a questão era: como resolver o problema? Duas propostas surgiram: enegrecer as esferas e o tubo internamente ou regular a intensidade luminosa dos LEDs.

A opção escolhida foi regular a luminosidade dos LEDs. Nesta situação, outra questão surgiu: como ligar diversos componentes (LEDs e LDRs) ao mesmo tempo? Exigiu destreza, organização e a intervenção do professor. Alguns LEDs foram ‘queimados’, e este evento também possibilitou uma apropriação maior dos conceitos que já haviam sido discutidos quando tratamos das quedas de tensão. Também foi possível ampliar a discussão sobre circuitos elétricos e suas características.

Em cada aula, ‘novos’ desafios surgiram naturalmente, e eram os próprios alunos que deveriam dar solução aos mesmos. Neste quesito encontramos uma ação por parte dos alunos interessante; diante destes desafios os alunos valorizaram o saber e as habilidades individuais de seus colegas e isto se mostrou profícuo. Nosso mundo é cada vez mais dinâmico e requer decisões rápidas, porém concisas. Portanto, indivíduos que possuem habilidades e são valorizados por isso tendem a ter e desenvolver maior alegria durante o trabalho, serem mais produtivos e foi exatamente isto o que presenciamos. Mas, encontramos aqui algo de real importância: reconhecer as habilidades que outros demonstram ter e saber explorá-la.

Esta é uma característica que deve ser desenvolvida ao longo de toda a trajetória, mas é forjada nos anos iniciais e a escola tem a obrigação de ressaltar estas qualidades. Pois, vivemos em uma sociedade altamente competitiva e corriqueiramente encontramos expressões de desafeto entre colegas de trabalho justamente por não terem suas qualidades e

ou habilidades reconhecidas e valorizadas. Estas são habilidades e competências que só podem ser forjadas em um trabalho coletivo onde há o respeito mútuo.

A inserção do Arduino não é a solução para os problemas educacionais, mas pode se mostrar uma importante ferramenta nas mãos de um hábil professor. O uso do Arduino mostrou-se útil a nós enquanto pesquisadores.

8.5 QUESTIONÁRIOS

Diante de nossas ponderações, acreditamos que ‘ouvir’ os nossos alunos poderá ressaltar nossas considerações e afirmações. Para tanto, elaboramos um questionário contendo 08 perguntas para serem respondidas após a aplicação da metodologia proposta. Dos 15 alunos participantes, 14 responderam ao questionário. Transcreveremos fielmente as suas expressões, pois percebemos nestas expressões uma síntese do que representou para este grupo participar deste projeto, e com um pouco de ousadia, poderemos extrapolar para um número muito maior do que o da amostra. Ao final da transcrição das respostas apresentamos na Tabela 05 uma síntese dos questionários.

8.5.1 TRANSCRIÇÃO DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO

Pergunta 01 - Descreva em suas palavras se a metodologia aplicada o ajudou ou não a compreender melhor alguns fenômenos físicos.

RESPOSTAS

ALUNO 01 – *“A metodologia contribuiu para que eu compreendesse os conceitos físicos estudados e me familiarizasse a eles, pois tive que passar bastante tempo pesquisando, lendo e escrevendo sobre o tema”.*

ALUNO 02 – *“Sim, ajudou bastante pois se enxergava melhor o que estava acontecendo”.*

ALUNO 03 – *“Sim. O experimento me ajudou a aprender um pouco mais de física”.*

ALUNO 04 – *“Não participei integralmente da pesquisa, portanto ela não interferiu tanto na minha compreensão”.*

ALUNO 05 – *“Sim, pois foi possível analisar fenômenos físicos e estudamos a teoria física e a prática de nosso experimento, uma metodologia prática e simples, porém com um certo grau de dificuldade”.*

ALUNO 06 – *“Sim, a metodologia me ajudou, pois me ensinou a trabalhar em grupo e aprendi melhor sobre as leis da Física, não de uma teórica e sim prática”.*

ALUNO 07 – *“Sim, pois agora entendo melhor alguns fenômenos e creio que se continuarmos assim chegaremos longe”.*

ALUNO 08 – *“Ajudou muito, já que foi possível compreender fenômenos como magnetismo, entender também princípios como a corrente de Foucault e Força de Lorentz”.*

ALUNO 09 – *“Sim, adquiri muitos conhecimentos, não só teóricos como práticos, mas a experiência me ajudou muito a ‘tirar do papel’ coisas como imantação, ferromagnetismo, correntes de Foucault e , principalmente Faraday”.*

ALUNO 10 – *“Sim, pois ele ajudou à entender a aplicação dos fenômenos, tirando-os da teoria”.*

ALUNO 11 – *“Ajudou muito a compreender, pois antes eu estava meio perdido com a matéria”.*

ALUNO 12 – *“Me ajudou muito a compreender porque fez eu ir atrás das informações e a mostrar e usar eletrônicos, entendendo melhor eletricidade”.*

ALUNO 13 – *“Ajudou, pois o grupo (toda a sala) usou todo conhecimento em mãos para concluir o projeto”.*

ALUNO 15 – *“A metodologia empregada ajudou, sim, a compreender alguns fenômenos físicos”.*

Pergunta 02 - Relate sua relação com a pesquisa. Por exemplo: foi fácil, foi gratificante, gerou conhecimento. Descreva todos os detalhes que julgar relevante.

RESPOSTAS

ALUNO 01 – *“Não foi fácil; foi interessante e gerou conhecimento. Tive que lidar com algo totalmente novo, mas me deu uma boa noção sobre o assunto”.*

ALUNO 02 – *“Foi gratificante, me mostrou muitas coisas novas como conhecimentos, possibilidades”.*

ALUNO 03 – *“A pesquisa foi difícil, mas gerou conhecimento”.*

ALUNO 04 – *“Participei de algumas fases da coleta de dados. A pesquisa de maneira geral não parecia difícil, porém trabalhosa”.*

ALUNO 05 – *“A pesquisa foi, no começo, difícil porque não sabíamos muito bem por onde começar, ao longo do trabalho o projeto foi ficando mais sólido e compreensivo, e de certa forma mais fácil”.*

ALUNO 06 – “*Esta pesquisa foi bem difícil, mas no final comecei a entender melhor o porque fazer tudo isto e os seus conceitos, assim tendo uma relação boa com o Arduino e a pesquisa no final*”.

ALUNO 07 – “*No começo foi um pouco difícil pois a sala (turma) estava começando a se unir, mas depois com um tempo foi bem gratificante e acredito que todos nós adquirimos conhecimentos*”.

ALUNO 08 – “*Gerou conhecimento. Consegui compreender muitos princípios físicos e pude observá-los também. Os relatos fizeram toda a diferença na compreensão*”.

ALUNO 09 – “*Particularmente achei muito gratificante, apesar de não termos usado o Arduino, pois além do conhecimento gerado não só com fenômenos físicos, também tivemos um bom contato com a programação durante esse processo*”. **Nota:** Este aluno (a) refere-se a não terem usado o Arduino por não terem conseguido completar a programação do Arduino para a coleta dos dados.

ALUNO 10 – “*Não foi fácil, porque tivemos muita dificuldade com organização no início, mas depois disso, foi extremamente agradável, aprendemos conteúdos que, geralmente, são ignorados no Ensino Médio*”.

ALUNO 11 – “*Foi difícil pois tem muitos assuntos iguais e isso gerou um pouco de confusão na matéria, mas eu aprendi muito*”.

ALUNO 12 – “*Foi uma pesquisa difícil mas me gerou muito conhecimento sobre a programação (minha parte), onde tive que ir aos fóruns sobre Arduino*”.

ALUNO 13 – “*Foi fácil, pois pude consultar minhas fontes. (consultar livros e amigos Físicos)*”.

ALUNO 15 – “*Foi difícil encontrar uma resposta final para o experimento aplicado, mas enquanto pesquisava pude compreender diversos assuntos que não compreendia antes. Foi difícil, interessante e, por fim, gratificante*”.

Pergunta 03 - Descreva os temas e ou conteúdos de física que ficaram mais claros para você após a aplicação desta metodologia.

RESPOSTAS

ALUNO 01 – “*Campo magnético, correntes de Foucault, magnetismo*”.

ALUNO 02 – “*Ficou bem mais fácil para mim mecher (lê-se mexer) com componentes elétricos tipo resistores etc.*”

ALUNO 03 – “*Aprendi mais sobre eletricidade, e força gravitacional*”.

ALUNO 04 – “*Campo magnético, correntes de Foucault e Lei de Lenz*”.

ALUNO 05 – “Após o projeto, e toda sua metodologia, ficaram mais claros os temas como: correntes de Foucault, Lei de Lenz e Faraday; além de rever conceitos sobre velocidade, tempo, espaço, ímãs, entre outros”.

ALUNO 06 – “Fenômenos físicos, os ímãs, (polos positivos e negativos) metais e suas propriedades, Lei de Faraday, Lei de Lenz e corrente de Foucault”.

ALUNO 07 – “O conteúdo que mais ficou claro para mim foi a questão dos ímãs, também outro conteúdo que ficou claro foi o do Arduino, agora faz mais sentido para mim como tudo funciona.....”.

ALUNO 08 – “Corrente de Foucault (corrente parasita)→corrente induzida em um material condutor, relativamente grande, quando sujeito a um fluxo magnético variável. Força de Lorentz → É a superposição da força elétrica, proveniente de um campo elétrico \mathcal{E} , com força magnética devido a um campo magnético B , que atuam sobre partícula eletricamente carregada se movendo no espaço”.

ALUNO 09 – “Algumas coisas, que eu ainda tinha dificuldade em visualizar (mentalmente), foram explicadas de forma muito mais clara nas experiências práticas; como campo magnético, coisas relacionadas (e até o próprio) paramagnetismo, corrente parasita e freio magnético”.

ALUNO 10 – “As Leis de Ω , o magnetismo, aprendemos um pouco mais sobre tempo e espaço”.

ALUNO 11 – “Magnetismo, ímãs, volume, cálculo de tempo”.

ALUNO 12 – “Resistores, corrente elétrica, campo magnético, etc”.

ALUNO 13 – “O estudo das correntes de Foucault pois podemos ver na prática essas correntes em funcionamento”.

ALUNO 15 – “O principal assunto que ficou mais claro para mim após esse experimento, foi o Campo Elétrico e Magnetismo, atração magnética”.

Pergunta 04 - Você acha importante saber programação? Justifique sua resposta.

RESPOSTAS

ALUNO 01 – “Acho que pode ser importante ter uma noção (ainda que pequena) sobre o assunto, caso haja uma necessidade de fazer algo relacionado à programação no futuro”.

ALUNO 02 – “Sim, pois a programação nos dias de hoje abre muitas portas”.

ALUNO 03 – “Não. Porque não me ajudou em física”.

ALUNO 04 – *“Sim, pois nos dias de hoje, com cada vez mais avanços tecnológicos, devemos aprender a utilizar esses benefícios para desenvolver cada vez mais ferramentas que nos auxiliem a ter uma melhor qualidade de vida”.*

ALUNO 05 – *“Creio que a programação tem um uso bem definido para algumas coisas, porém esta pode nos ajudar a entender algumas outras áreas; sendo por isso, é necessário ter algum conhecimento básico sobre o assunto”.*

ALUNO 06 – *“Eu acho que depende muito da carreira que você vai seguir. Mas com o avanço da tecnologia a programação vai servir para muita coisa, inclusive para o futuro, entanto acho algo bom saber pelo menos o básico”.*

ALUNO 07 – *“De uma forma sim, pois se eu realmente começar a me interessar por essa área mais do que esta, já vou saber o básico”.*

ALUNO 08 – *“Sim, pois vivemos em uma era tecnológica e é essencial se atualizar neste meio”.*

ALUNO 09 – *“Sim, pois o setor de TI tem ganhado cada vez mais espaço. Saber manusear computadores e / ou ter noção de programação já ajuda muito no mercado de trabalho”.*

ALUNO 10 – *“Sim porque faz parte da nossa tecnologia, e é uma coisa que a cada dia é mais utilizada na sociedade”.*

ALUNO 11 – *“Não tão importante mas é um bom aprendizado”.*

ALUNO 12 – *“Acho importante caso a pessoa vá trabalhar com isso ou tem algum projeto em mente que precise da programação”.*

ALUNO 13 – *“Não, apesar de ser útil, algumas pessoas (como eu) não sabemos e ou não gostamos dessa área”.*

ALUNO 15 – *“Sim. Porque a Sociedade atual é tecnológica, e tudo indica que no futuro todas as coisas serão programadas, logo a tecnologia será a base de tudo”.*

Pergunta 05 - Como foi a sua relação com os membros do seu grupo para alcançarem as respostas desejadas?

RESPOSTAS

ALUNO 01 – *“Boa. Houve poucos atritos e cada um contribuiu com alguma coisa”.*

ALUNO 02 – *“Gratificante e satisfatória”.*

ALUNO 03 – *“Foi mais ou mesmo”.*

ALUNO 04 – *“Harmoniosa. Houve respeito e cooperação entre todos os alunos. O trabalho foi concluído sem atritos entre os participantes”.*

ALUNO 05 – *“Minha relação com os membros da equipe foi boa e ao mesmo tempo descobrir e conhecer como são os colegas”.*

ALUNO 06 – *“Algumas vezes tínhamos problemas, mas percebemos que se não houvesse trabalho em grupo e união nada iria adiantar, então entramos em harmonia e conseguimos alcançar os objetivos”.*

ALUNO 07 – *“Admito que algumas vezes fiquei com preguiça, mas quando eu estava com mais vontade eu ia lá e dava a minha opinião e ajudava no que fosse necessário”.*

ALUNO 08 – *“Tivemos que traçar objetivos e trabalhamos juntos”.*

ALUNO 09 – *“Trocamos muita informação, discutimos, pesquisamos juntos ... Fizemos muita troca de informação para estruturarmos o corpo, a organização e a resposta do projeto”.*

ALUNO 10 – *“Muito boa. Claro, no início sempre temos alguns problemas, mas foi muito pouco”.*

ALUNO 11 – *“Nos juntamos mais, sempre resolvendo os problemas com calma”.*

ALUNO 12 – *“Foi boa. Não houve problemas no relacionamento, cada um fez a sua parte corretamente”.*

ALUNO 13 – *“Foi gratificante, pois todos foram úteis em suas áreas”.*

ALUNO 15 – *“Foi ótima”.*

Pergunta 06 - Como você classifica o grau de envolvimento dos membros de seu grupo na realização das tarefas.

RESPOSTAS

ALUNO 01 – *“Razoável (bom)”.*

ALUNO 02 – *“Empolgante e os alunos cada vez mais incentivados”.*

ALUNO 03 – *“Não me envolvi tanto nas tarefas”.*

ALUNO 04 – *“Todos os envolvidos se mantiveram ligados à pesquisa colaborando de maneiras diferentes”.*

ALUNO 05 – *“Em algumas vezes os membros, não todos, não deram a mínima ao projeto, porém no fim deu tudo certo, com o envolvimento de todos do grupo”.*

ALUNO 06 – *“Classifico como um grau bom, pois nossa sala não é unida para fazer trabalhos, mas com este o grau de envolvimento aumentou e quase todos pelo menos se envolveram”*.

ALUNO 07 – *“Alguns assim como eu tinham preguiça algumas vezes mas gostei muito de ver a turma se unir para enfrentar esse desafio”*.

ALUNO 08 – *“Muitos se envolveram mais que o comum, mas outros não trabalharam tanto como outros”*.

ALUNO 09 – *“Comparados a outras experiências evoluímos muito. O envolvimento de todos, junto a preocupação geral, foi grande”*.

ALUNO 10 – *“De 0 a 10: 11! Porque todos se ajudaram nenhum ficou sem fazer nada, ninguém negou trabalhar ou ficar desinteressado”*.

ALUNO 11 – *“Grau máximo todos participaram”*.

ALUNO 12 – *“Todo mundo fez a sua parte designada sem problemas”*.

ALUNO 13 – *“Bom, pois podemos aprender ‘sem’ livros”*.

ALUNO 15 – *“Todos trabalharam de alguma forma. Alguns mais e outros menos. Todavia, trabalharam”*.

Pergunta 07- Esta metodologia o ajudou a se interessar mais por física? Justifique sua resposta.

RESPOSTAS

ALUNO 01 - *“Não. Por mais que tenha sido interessante, não tenho desejo de me dedicar no estudo da física muito além. Gosto bem mais da área de humanas, e não tenho facilidade para lidar com exatas”*. *“Percebi que, quando tenho que lidar com o conceito físico de perto e na prática, aprendo mais. Ter de pesquisar por mim mesma me fez empenhar mais”*.

ALUNO 02 – *“Sim, apenas teoria é muito desgastante, um trabalho prático envolve mais e gera mais conhecimento”*.

ALUNO 03 – *“Sim. Porque gosto de física, e aprendi mais”*.

ALUNO 04 – *“Sim, porque a física vista na prática é mais atrativa do que a teoria pura, como costumamos ver na escola”*.

ALUNO 05 – *“Sim. Pois quando entendemos um assunto, passamos a gostar deste. Assim acontece com os assuntos de física”*.

ALUNO 06 – *“Sim, pois antes o teórico era algo maçante que não me agradava muito, mas com a pesquisa colocando em prática achei mais interessante”.*

ALUNO 07 – *“Sim, pois não fica uma coisa tão quadrada e seca, mas sim um jeito animado e interessante, pois somos desafiados e para enfrentar esse tal desafio não precisamos só de fórmulas mas sim de nossa astúcia e imaginação”.*

ALUNO 08 – *“Sim, me mostrou a parte prática da física”.*

ALUNO 09 – *“Sim, a partir do momento em que eu vi a prática de diversas pesquisas e teorias que eu estudei, achei incrível. Atiçou minha curiosidade”.*

ALUNO 10 – *“Sim, porque você acaba entendendo que física não é somente cálculo, etc.”.*

ALUNO 11 – *“Sim, porque foi muito legal”.*

ALUNO 12 – *“Sim, porque mesclou-se com um assunto que eu gosto: programação”.*

ALUNO 13 – *“Esta metodologia me fez com que eu me interessasse muito pela matéria”.*

ALUNO 15 – *“Sim. Por mais que eu já tivesse um grande interesse por física, esse experimento aumentou meu interesse pela mesma”.*

Pergunta 08 - Qual a sua visão após a aplicação desta metodologia sobre o seu processo de aprendizagem.

RESPOSTAS

ALUNO 01 – *“Percebi que quando tenho que lidar com o conceito físico de perto e na prática, aprendo mais. Ter de pesquisar por mim mesma me fez empenhar mais”.*

ALUNO 02 – *“Algo novo, possibilidades novas”.*

ALUNO 03 – *“Eu pude aprender mais sobre física. Essa é a minha visão”.*

ALUNO 04 – *“Continuo tendo muita dificuldade em aprender física”.*

ALUNO 05 – *“Minha visão sobre todo o processo de aprendizagem com o uso do método utilizado é boa, pois é necessário que nós, por ‘nossas forças’, corramos ao encontro do conhecimento”.*

ALUNO 06 – *“Gostei muito, pois o meu aprendizado se expandiu e comecei a ver a física com outros olhos (de diferentes perspectivas) e vi que podemos fazer parte dela e assim não tornando ela tão distante de nós, apenas na teoria”.*

ALUNO 07 – *“Acredito que mudei muito minha visão em relação a física, e agora tenho vontade de continuar aprendendo, mas gostava muito que fosse desse jeito pois foi assim que meu interesse surgiu é assim que quero que continue”.*

ALUNO 08 – “Que observar fenômenos práticos facilita a aprendizagem”.

ALUNO 09 – “Foi ótima. Fez nós irmos atrás de nossas próprias perguntas e dúvidas, influenciou/ajudou a trabalharmos em grupo e fez nós vermos muitos fenômenos físicos com outros olhos”.

ALUNO 10 – “Acho que melhorou muito, porque entendi mais sobre física, me interessei mais.....”.

ALUNO 11 – “É um projeto muito bom o aprendizado que a gente leva pra frente é passado de geração em geração”.

ALUNO 12 – “Percebi, apesar de eu já saber, que eu sou muito preguiçoso. Mas ao mesmo tempo impulsionou meu aprendizado e a minha vontade de aprender”.

ALUNO 13 – “Poderia ser aplicada em todas as áreas”.

ALUNO 15 – “Foi uma boa experiência, que me ajudou muito na compreensão da física. Minha visão é totalmente positiva”.

TABELA 05 - RESPOSTAS DOS ALUNOS AO QUESTIONÁRIO SOBRE A METODOLOGIA EMPREGADA

QUESTÃO	CONTRIBUIU	INCENTIVOU A PESQUISA	PARTICIPOU PARCIALMENTE	NÃO RESPONDEU	
01	13	03	01	01	
	FACIL	DIFICIL	GRATIFICANTE	GEROU CONHECIMENTO	NÃO RESPONDEU
02	02	09	09	10	01
	SIM	NÃO	OUTROS	NÃO RESPONDEU	
03	14	-	06	01	
	SIM	NÃO	TANTO FAZ	NÃO RESPONDEU	
04	10	03	01	01	
	BOA	RUIM	NÃO FEZ DIFERENÇA	NÃO RESPONDEU	
05	13	-	01	01	
	BOM	RUIM	RAZOAVEL	TANTO FAZ	NÃO RESPONDEU
06	12	-	01	01	01
	SIM	NÃO	TANTO FAZ	NÃO RESPONDEU	
07	13	01	-	01	
	AJUDOU	NÃO AJUDOU	NÃO FEZ DIFERENÇA	NÃO RESPONDEU	
08	13	01	-	01	

Fonte: o autor

8.5.2 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Se o nosso desejo é romper com a apatia implantada no processo educacional, as respostas acima nos dão um bom indicativo que não basta mudarmos a metodologia. A metodologia adotada precisa evocar o protagonismo em nossos alunos. Pareceu-nos que somente assim eles foram movidos à ação e por conta desta atitude colheram resultados. Observe que o aluno 06 sugeriu que esta metodologia deveria ser aplicada em outras áreas. Isto denota uma visão global do processo atrelando, mesmo sem saber, o caráter interdisciplinar que a escola precisa promover.

Talvez nos perguntemos qual o alcance deste trabalho. Para nós apresentou-se uma perspectiva sem limites. Entretanto, temos cautela ao analisar isto, pois entendemos o tamanho das mudanças que necessitam acontecer para a execução desta proposta. Dissertamos sobre estes desafios ao longo do trabalho. Entre eles destacamos a formação do professor, o engajamento da comunidade escolar. Uma visão formativa do indivíduo ao invés de privilegiar as avaliações externas entre outras.

Mas, nesta amostragem a prática proposta mostrou-se profícua e isso não se pode ignorar. Ao contrário deve ser repensada, reorganizada, ampliada, melhorada, mas não abandonada. Pois, mesmo para alunos que manifestaram desinteresse pelos conteúdos de Física, com esta ação mudaram seu olhar diante de uma nova prática.

8.6 Ação nº 05 - Verificação de protocolos, apontamentos gerados pelos alunos.

8.6.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 05

Todos os registros que os alunos efetuaram ao longo do processo em seus “caderninhos” foram disponibilizados para sua análise. Os trabalhos iniciais que eles desenvolveram com o Arduino, sobretudo as programações para as etapas da aplicação da sequência didática estão disponíveis em <http://bit.ly/1So0ESK> . Para que estes arquivos sejam abertos é necessário que o usuário tenha o IDE instalado em sua máquina, disponível em www.arduino.cc .

8.6.2 ANÁLISE DA AÇÃO 05.

Desde o início da proposta os alunos foram motivados a fazerem uso de um caderno de notas que chamamos de “caderninho”, onde poderiam registrar livremente tudo o que fosse para ele relevante.

Neste caso, o que percebemos foi uma reprodução do hábito escolar desenvolvido ao longo de toda a sua carreira, ao menos 12 anos de escola.

Os registros não mostraram mudanças significativas. Em geral são cópias de procedimentos e significados. Os alunos que nunca fizeram registros escolares mantiveram seu hábito. Os alunos que registram tudo continuaram a fazê-lo. Porém, em alguns registros encontramos expressões como se fosse uma conversa, semelhante à realizada em um diário pessoal. Expressões que revelaram ansiedade em função dos desafios, significados para alguns termos pertinentes a linguagem de programação e isto foi fruto de pesquisa própria. Também verificamos itens organizados, dando orientação para quais passos deveriam ser dados para reiniciarem seus trabalhos.

Mas o que não podemos esquecer é que esta é uma geração digital e todo o compartilhamento dos trabalhos foi desenvolvido desta maneira, portanto, isto talvez justifique o número reduzido de anotações realizadas em seus ‘caderninhos’.

Acreditamos que esta ação não seja inicialmente um mau hábito, antes, nos aponta que não podemos fechar nossos olhos enquanto educadores para a presença, do uso e da *utilidade* que os equipamentos eletrônicos, sobretudo os *smartphones* possuem.

Apresenta-se entre muitas possibilidades, mais uma: ao ensinar Física, pensar em usar estes equipamentos. Com o uso do Arduino, esta prática torna-se mais fácil, pois existem muitas possibilidades de se usar o Arduino compartilhando-o com os diversos sistemas operacionais que gerem estes equipamentos.

8.7 AÇÃO Nº 06 - CUMPRIMENTO DE PRAZOS

8.7.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 06

Servimo-nos da data de entrega das atividades pelos alunos. Para a resolução da situação problema proposta, estabelecemos o prazo de 12 aulas para que os alunos pudessem realizar as suas pesquisas, que chamamos de “pequena pesquisa” e entregar um relatório por eles elaborado.

8.7.2 ANÁLISE DA AÇÃO 06

Não há como negar, vivemos atrelados ao relógio e o que é pior, não podemos poupar o tempo como poupamos o dinheiro, mas podemos compra-lo sabiamente deixando de realizar atividades menos profícuas em favor de obras mais importantes.

Portanto, para nós os trabalhos e pesquisas escolares são muito importantes e devem ser realizadas dentro dos prazos. Não podemos abrir mão desta prerrogativa, cumprimento de prazos, entretanto cabe ao professor regular com as devidas sanções caso não haja a sua observância.

Lembremos que um dos nossos objetivos é colaborar com a formação de indivíduos autônomos e responsáveis.

Bem, como salientamos ao longo de nosso trabalho, o uso do Arduino seria uma possibilidade oferecida para o aluno, uma ferramenta que poderia ser usada para a solução do problema proposto. Cabe destacar que a função do Arduino é coletar dados e os dados que poderiam ser coletados com o Arduino seria exclusivamente a variável, tempo. Como destacamos anteriormente, os alunos dividiram as tarefas pensando neste quesito. O tempo oferecido para fazerem a sua “pequena pesquisa” foi de 12 aulas ou três semanas. Cabe lembrar que nesta escola são ministradas 04 aulas de Física por semana.

Ao final deste período, os alunos entregaram um relatório que está disponível para consulta no Anexo 05.

Os alunos não conseguiram dar conta de todas as tarefas como construção de gráficos e a programação completa do Arduino. Porém, os testes que estavam fazendo com a programação

do Arduino tiveram bom progresso. Está disponível em Anexo 05 a programação completa para o problema proposto.

Embora não tenham alcançado todos os objetivos propostos, a produção do grupo, em comparação com as produções acadêmicas desenvolvidas ao longo do ano letivo foi em muito superior. Ao analisarmos as avaliações realizadas após a conclusão do prazo de observação, percebemos que as respostas oferecidas às questões propostas alcançaram uma qualidade superior na sua estrutura e coesão.

8.8 AÇÃO Nº 07 - APLICAÇÃO DE AVALIAÇÃO PARA VERIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS APROPRIADOS.

8.8.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A AÇÃO 07

Após a aplicação desta metodologia aplicamos uma nova avaliação com as mesmas características da avaliação diagnóstica realizada com 03 meses de diferença entre elas. A seguir apresentamos os dados obtidos.

TABELA 06 - RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO DE VERIFICAÇÃO

QUESTÕES	SOUBERAM RESPONDER	NÃO SOUBERAM RESPONDER	RESPONDERAM PARCIALMENTE	NÃO RESPONDEU
01	05	-	07	03
02	11	-	01	03
03	11	01	-	03
04	05	01	06	03
05	07	02	03	03
06	03	02	07	03
07	11	-	01	03
08	08	02	-	05
09	06	03	02	04
10	11	-	-	04
11	09	01	01	04
12	10	-	01	04
13	11	-	-	04
14	05	05	01	04
15	09	-	02	04
16	09	-	02	04

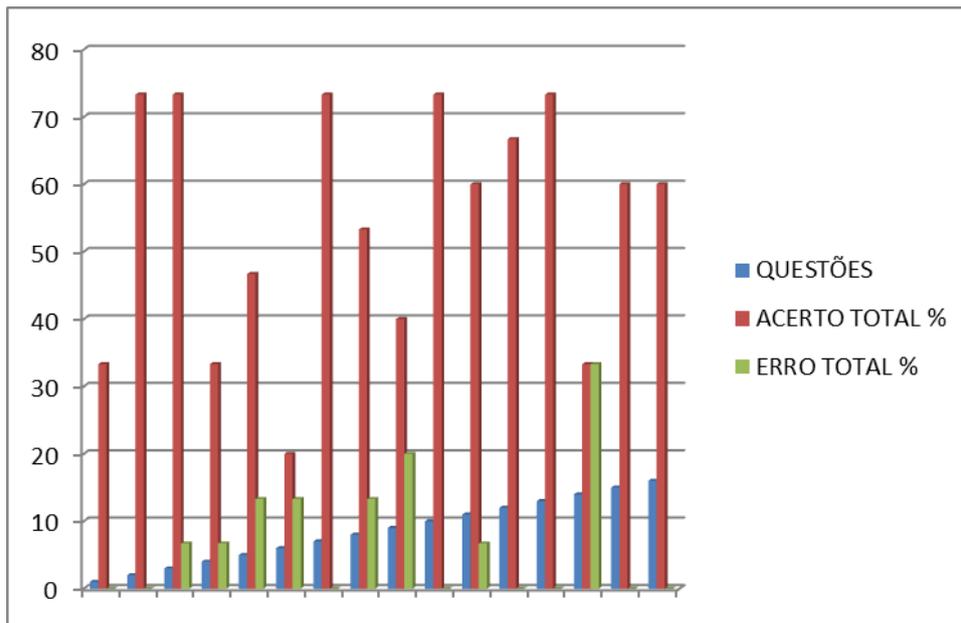
Fonte: o autor

TABELA 07 - PERCENTUAL DE ACERTOS ÀS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO DE VERIFICAÇÃO

QUESTÕES	ACERTO TOTAL %	ERRO TOTAL %	ACERTO PARCIAL	NÃO RESPONDEU
01	33,3	-	46,7	20
02	73,3	-	6,7	20
03	73,3	6,7	-	20
04	33,3	6,7	40	20
05	46,7	13,3	20	20
06	20	13,3	46,7	20
07	73,3	-	6,7	20
08	53,3	13,3	-	33,3
09	40	20	13,3	26,7
10	73,3	-	-	26,7
11	60	6,7	6,7	26,6
12	66,7	-	6,7	26,6
13	73,3	-	-	26,7
14	33,3	33,3	6,7	26,7
15	60	-	13,3	26,7
16	60	-	13,3	26,7

Fonte: o autor

GRÁFICO 02 - RELAÇÃO ENTRE ERROS E ACERTOS DAS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO DE VERIFICAÇÃO



Fonte: o autor

8.8.2 ANÁLISE DA AÇÃO 07

Ao aplicarmos novamente a avaliação diagnóstica, agora como uma avaliação de verificação, conforme proposto no projeto de nossa pesquisa, encontramos um significativo desenvolvimento referente aos conceitos de Física. Um número maior de alunos foi capaz de responder às questões e o mais importante foi verificar que expressões como: “não sei”, “não lembro” entre outras, não foram identificadas.

A seguir apresentamos algumas respostas para cada questão e em seguida faremos algumas considerações:

Questão 01 – Qual a diferença entre grandeza física e unidades de medida?

Resposta do aluno 12 – *“São fenômenos que podem ser medidos. Unidades de medidas são determinadas quantidades dessas medidas”.*

Resposta do aluno 10 – *“São fenômenos onde medimos. Pressão, velocidade, peso, energia, tempo etc. Unidades de medidas é o número exato dos fenômenos”.*

Resposta do aluno 09 – *“As grandezas físicas descrevem de forma qualitativa e quantitativa relações entre fenômenos físicos. As unidades de medida auxiliam na medição das grandezas físicas, servindo como padrão para determinada grandeza”.*

Resposta do aluno 08 – *“Grandeza física é o que pode se medir e a unidade de medida é o que diferencia as medidas”.*

Resposta do aluno 06 – *“Grandeza física é tudo que pode se medir (velocidade, peso, força). E unidade de medida é Kg, m/s”.*

Resposta do aluno 05 – *“A diferença de grandeza física e unidades de medidas é respectivamente, uma é o objeto de estudo, como o tempo de um carro se locomover em distâncias, e a unidade usamos para medir uma grandeza, como m/s para medir o tempo”.*

Resposta do aluno 04 – *“Grandezas físicas são os fenômenos que estudamos, como energia, massa, matéria, tempo, espaço e velocidade. Unidade de medida é usada para representar quantidade de grandezas físicas. Por exemplo: metro, milímetro, minuto, segundo, m/s, joule”.*

Resposta do aluno 03 – *“A grandeza física é o que nós podemos ver, e unidade de medida é o nome e o valor do que estamos vendo”.*

Resposta do aluno 02 – “*Grandeza física são fenômenos que podemos medir, por exemplo, pressão, peso, velocidade e unidades de medida é a quantidade “exata” desses fenômenos (grandezas)”*”.

Resposta do aluno 01 – “*Grandeza física é algo usado para medir algo específico como o tempo. O tempo mede as transformações na matéria e no espaço, e as unidades de medida são como que parâmetros de medição ligados entre si. Por exemplo, segundos e minutos são unidades de tempo; 60 segundos são iguais a um minuto”*”.

São inegáveis os avanços alcançados pelos alunos e identificados quando comparamos as respostas da segunda avaliação com a primeira que estava recheada como um conjunto de respostas “*não sei*”. Decerto, ainda há um grande espaço para discussão e ampliação deste conhecimento, que muitos professores encaram como um tópico trivial, mas percebemos que mesmo após 12 anos de escola, os alunos não conseguem elaborar respostas completas para as questões. Ao não se ter clareza sobre estes conceitos é provável que isto contribua para uma interpretação errônea de fenômenos naturais apresentados em jornais, revistas ou em qualquer publicação que traga a discussão de assuntos científicos. Isto sem falar das dificuldades que encontram quando se deparam com exercícios e trabalhos escolares. Não raro, por desconhecerem assuntos básicos de Física muitos alunos, talvez a grande maioria, use este argumento para justificar seu desinteresse em dar prosseguimento aos estudos nas áreas correlatas à ciência.

Considerando a teoria de Ausubel (2000) que denota a importância de se considerar os conhecimentos prévios e que os mesmos servem como ancoradouros para o desenvolvimento de apropriação de novos conhecimentos, este seria o momento adequado e muito fértil para o professor desenvolver outras sequências didáticas. Desta maneira talvez seja possível propiciar aos alunos a oportunidade de terem uma aprendizagem significativa. Tendo o professor clareza do seu planejamento, podemos admitir que neste estágio, caso o tema seja relativo à questão 01 o terreno estará bem preparado para que ele possa dar prosseguimento ao processo, visando a aprendizagem do aluno.

Esta estratégia é bem diferente da tradicional, pois muita discussão sobre este conceito foi realizada, em detrimento de apenas apresentarmos este conceito e acreditarmos que foi apropriado pelos alunos.

Questão 02 – Descreva em suas palavras o que é velocidade.

Ao lembramos que na primeira avaliação 13 alunos não souberam responder esta questão, encontramos agora um quadro totalmente diferente. Observe algumas respostas.

Resposta do aluno 01 – *“Velocidade é a grandeza física que mede a distância percorrida em certo período de tempo (cm/s, m/s, Km/h)”*.

Resposta do aluno 02 – *“Velocidade é o espaço percorrido pelo corpo com relação ao tempo”*.

Resposta do aluno 03 – *“Velocidade é a relação entre o tempo (t) e o espaço (s)”*.

Resposta do aluno 04 – *“Velocidade é a relação entre a variação de espaço pela variação do tempo de um corpo”*.

Resposta do aluno 05 – *“A velocidade é uma grandeza física que está sujeita à razão entre a diferença do espaço e a diferença do tempo, porém há outras definições mais complexas”*.

Resposta do aluno 06 – *“Velocidade significa a rapidez do movimento (deslocamento e etc.)”*.

Resposta do aluno 09 – *“É a relação entre o deslocamento de um corpo em determinado tempo”*.

As outras respostas foram similares e demonstram um amadurecimento real dos alunos quanto ao conceito de velocidade. De igual forma encaramos ser o momento propício discutir este tema com maior profundidade e com todo o formalismo da Física. Muitos alunos provavelmente irão compreender a definição correta deste conceito.

Questão 03 – Qual a diferença entre velocidade constante e velocidade variável?

Contrário ao que constatamos na primeira avaliação todos os alunos puderam se expressar de uma maneira em que pudéssemos compreender suas respostas. Entre elas escolhemos uma que bem representa o progresso alcançado pelo grupo. *“Velocidade constante é aquela que não muda nada (nem velocidade nem a sua direção). Velocidade variável ela varia conforme determinado tempo ou local, ela está sempre variando”*.

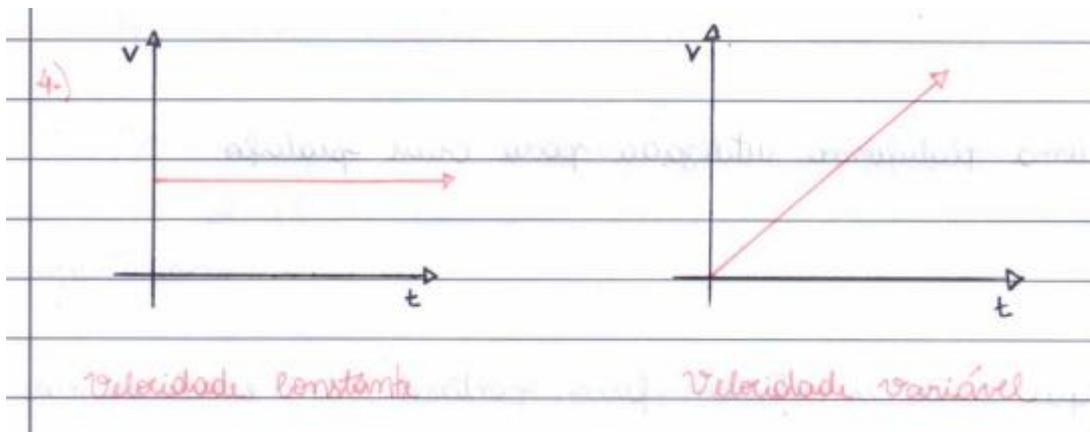
Embora encontremos algumas inconsistências na resposta, o aluno inseriu o termo direção para o conceito de velocidade, e isto é significativo. Esta foi uma resposta isolada, apenas este aluno inseriu o conceito de vetores à velocidade. Porém, ao manipular objetos e constatar as

diferenças das velocidades no mesmo ambiente de estudo, permitiu que todos ampliassem sua visão e conhecimento.

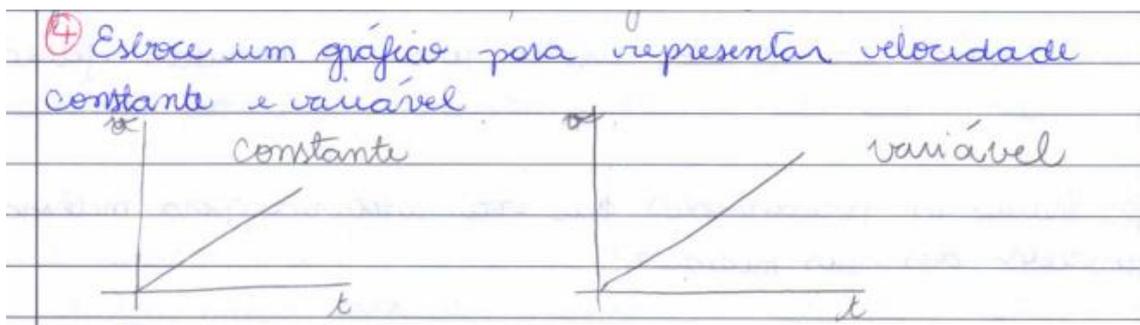
Questão 04 – Esboce um gráfico para representar velocidade constante e variável.

Todos os alunos esboçaram seus gráficos e nós consideramos isto muito produtivo. Anteriormente apenas 03 alunos esboçaram seus gráficos. Seleccionamos os gráficos de 04 alunos para fazermos nossas considerações, estes são diferentes dos alunos seleccionados na primeira avaliação.

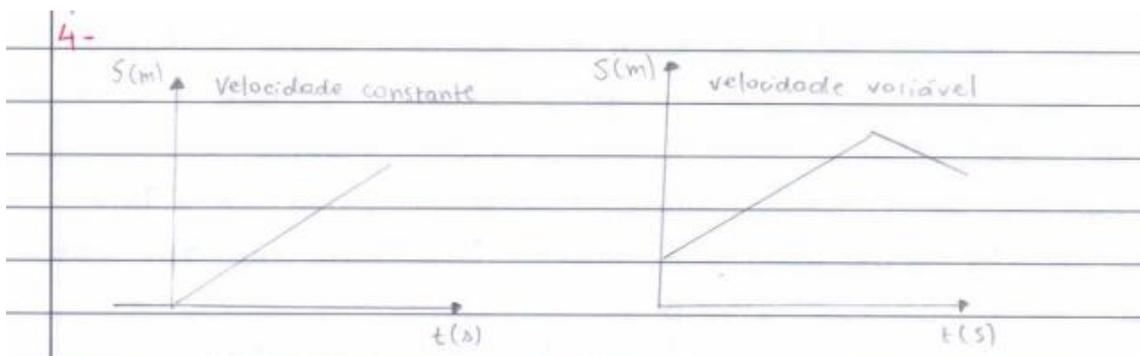
Esboço do aluno 04.



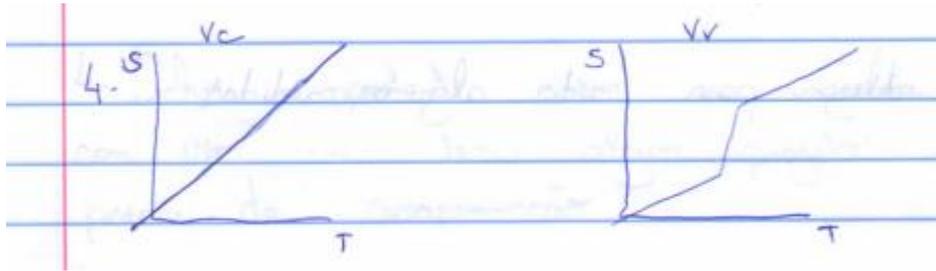
Esboço do aluno 08.



Esboço do aluno 01.



Esboço do aluno 15.



Observem que ainda se pode trabalhar amplamente este tema. Considerando os gráficos acima e destacando que eles bem representam o trabalho da amostra, isto justifica não terem conseguido elaborar um gráfico com os dados coletados durante o processo de “pequena pesquisa”.

Há, portanto aqui uma significativa indicação. Por mais que apresentemos gráficos aos nossos alunos eles precisam construir os seus próprios a partir de dados por eles coletados e, sobretudo em situações problemas. Por que destaco este ponto?

Quando trabalhamos com o Laboratório Didático que a escola possui, os roteiros para construção de gráficos estão todos prontos. Este procedimento não deu autonomia aos alunos de se quer questionar os resultados.

Embora observemos incongruências nestes esboços, exceto o esboço construído pelo aluno 01, podemos perceber que a partir desta atividade poderíamos desenvolver outras estratégias visando à aprendizagem dos alunos.

Questão 05 – Descreva em suas palavras o que é aceleração.

Agora, apenas um aluno disse não saber responder a questão. As respostas que obtivemos foram as seguintes:

Resposta do aluno 01 – “É uma força aplicada a um objeto para alterar sua velocidade: é força sobre massa”.

Resposta do aluno 08 – “É a variação crescente da velocidade”.

Resposta do aluno 04 – “Não sei”.

Resposta do aluno 07 – “É a variação da velocidade em um determinado tempo”.

Resposta do aluno 11 – “É a velocidade que aumenta”.

Resposta do aluno 09 – “É o produto da relação entre a velocidade e o tempo de determinado corpo”.

Resposta do aluno 10 – “É a variação da velocidade em um tempo”.

Resposta do aluno 05 – “A aceleração é o resultado da razão entre uma força aplicada sobre uma massa e tal ação da aceleração altera a velocidade”.

Resposta do aluno 03 – “Variação entre a velocidade e o tempo”.

Resposta do aluno 02 – “É a variação da velocidade em um determinado tempo”.

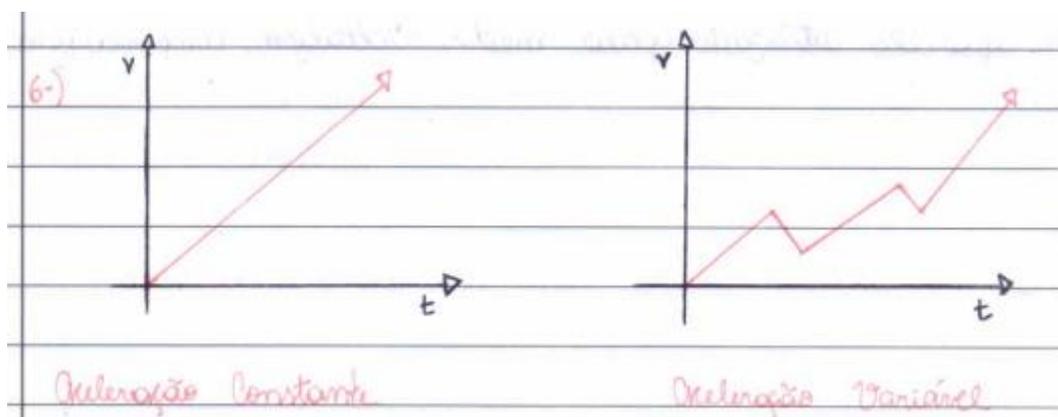
Resposta do aluno 06 – “É a variação da velocidade pela unidade de tempo”.

Muito interessante é perceber que quase todos os alunos se referiram a uma variação da velocidade. Um dos alunos manteve sua resposta inicial relacionando a variação da velocidade com a presença de uma força. Mesmo com as incoerências encontradas nas respostas, os alunos mostram-se preparados para ampliar seus conhecimentos. Mais uma vez cabe ao professor atuar como um elo entre os alunos e o conhecimento formal dos conceitos de Física, neste caso a aceleração.

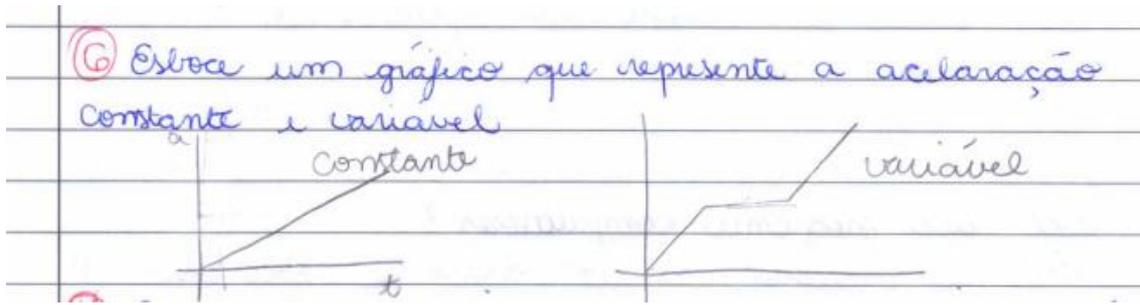
Questão 06 – Esboce um gráfico que represente a aceleração constante e variável.

Todos os alunos apresentaram seus esboços e escolhemos alguns para fazermos nossas considerações, pois estes representam a amostra estudada.

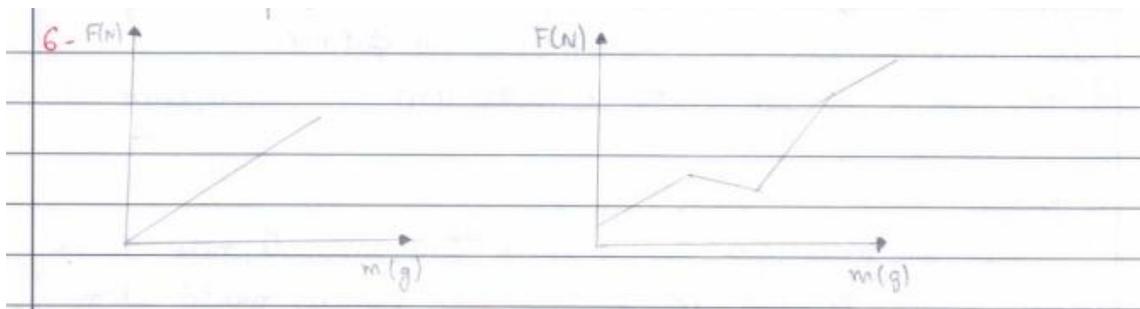
Esboço do aluno 04.



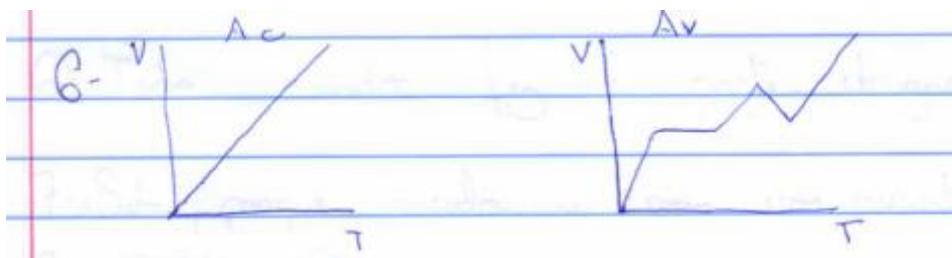
Esboço do aluno 08.



Esboço do aluno 01.



Esboço do aluno 15.



Similarmente às dificuldades encontradas na elaboração dos esboços de gráficos para representarem a velocidade, encontramos aqui também muitas incoerências. Entretanto, um dado nos chamou a atenção. O aluno 04 havia respondido na questão 05 não saber o que é aceleração, entretanto, o seu esboço indica um conhecimento prévio sobre o conceito.

Os outros alunos apresentaram em seus esboços algo próximo daquilo que escreveram em suas respostas. Mostra-se ser um ambiente muito fértil para a discussão deste tema.

Questão 07 – Quais são as unidades de medida no sistema internacional (SI) para espaço percorrido, tempo, velocidade e aceleração?

Do total avaliado apenas 01 aluno respondeu de modo incompleto esta questão.

Isto foi significativo, pois anteriormente 05 haviam deixado de responder a esta questão.

Questão 08 – Quais os múltiplos e os submúltiplos das grandezas espaço e tempo no sistema internacional de unidades (SI) que você conhece?

Apenas 03 alunos não souberam responder a questão, anteriormente 07 alunos não responderam.

Questão 09 – Que experimento você proporia para estimar a velocidade de um corpo e sua aceleração.

Ao contrário de apenas 03 propostas agora apenas 03 alunos não opinaram. Selecionamos duas propostas.

Proposta do aluno 03 – *“Montaria um autorama, com dois carrinhos, e cronometraria suas velocidades, podendo descobrir, também, sua aceleração”*. Nota: acredito que ele queira ter dito: ‘cronometraria seus tempos’.

Proposta do aluno 09 – *“Faria ele (um objeto) percorrer várias distâncias marcando seu tempo e espaço percorrido e, através desses dados e de instrumentos de suporte, estimaria sua velocidade e aceleração”*. Nota: acrescentei a expressão: ‘um objeto’ para dar sentido ao texto.

Observa-se aqui que quando o aluno pode manipular o experimento e seus acessórios, permite-se elaborar estratégias para dar conta de suas hipóteses, isto lhe confere maior segurança para propor soluções quando confrontado com problemas reais. Aqui podemos extrapolar o fato de que esta estratégia possa contribuir para que o aluno esteja mais seguro e bem preparado para a resolução de problemas do cotidiano.

Questão 10 – Descreva os instrumentos de medida para espaço e tempo que você conhece.

Apenas um aluno não respondeu a questão. Chamou a atenção que entre os instrumentos listados incluíram a ampulheta e o ‘Sol’. Isto me chamou a atenção pelo fato de que eu poderia ter melhor elaborado esta questão. Pois, fiz uma referência apenas a instrumentos de medidas para espaço e tempo e alguns alunos descreveram o astro rei como uma referência

temporal. Talvez, fruto de suas observações, de ouvirem outros falarem ou por terem lido algo a respeito, isto lhes deu subsídios para referenciar o Sol para se medir o tempo. Neste caso, ao elaborarmos nossas perguntas se faz necessário reconhecer que a verdade absoluta não está inserida quer na pergunta ou mesmo na resposta, antes existem e devem ser respeitadas as outras possibilidades. Portanto, conhecer a bagagem cultural de nossos alunos poderá contribuir para com o processo de ensino e aprendizagem.

Questão 11 – É possível ter um valor exato para as medidas efetuadas? Justifique.

Apenas dois alunos disseram que sim, embora para eles é muito “difícil” a coleta das medidas. Os demais citaram que os valores obtidos são “aproximados” e que os resultados dependem das “pessoas” e dos “instrumentos” de medidas.

Questão 12 – Quais os procedimentos que você adotaria para melhorar o valor das suas medidas?

Apenas um aluno não respondeu. Os demais referenciaram os procedimentos que adotariam:

- Melhores instrumentos de medidas,
- Repetição exaustiva do experimento;
- Utilização de computador;
- Uso do Arduino para a coleta de dados;
- Média aritmética e
- Tratamento dos erros.

Há de considerarmos um bom desempenho dos alunos em relação à primeira avaliação. Neste caso, observe que citaram os erros como algo ser estudado, o uso do Arduino, pois entendem que os sensores são mais precisos do que os nossos sentidos.

Por mais uma vez, os alunos se apresentam preparados para esta discussão, devolvendo a responsabilidade ao professor em como aprofundar estes estudos.

Questão 13 – Você conhece o Arduino? Se sim, descreva-o.

Todos responderam positivamente a questão e ainda descreveram algumas características do Arduino. Ressaltamos ainda que algumas respostas incluíram os dizeres: “*o Arduino disponibiliza múltiplas ações e traz muitas possibilidades ao programador*”. Lê-se usuário.

É animador perceber que alunos que nunca tiveram contato com a microeletrônica e tampouco com a linguagem de programação, comecem a vislumbrar possibilidades para com o uso do Arduino. Embora nosso foco seja o ensino de Física, é natural que ao manipularem o Arduino, alguns desenvolveriam o desejo de experimentar outras aplicações. Ao menos quatro alunos iniciaram suas pesquisas particulares com o Arduino e planejaram mudar de opção para cursos superiores correlatos ao uso de linguagem de programação de computadores.

Cabe ressaltar que embora não tenham concluído a programação do Arduino dentro do prazo estabelecido, os alunos solicitaram se poderiam dar continuidade ao projeto com a intenção de desenvolverem uma programação compatível que lhes permitisse efetuar leituras mais precisas do tempo de queda das esferas. É evidente que esta solicitação foi atendida.

Questão 14 – Você sabe utilizar alguma linguagem de programação?

Dos 15 alunos que participaram da pesquisa 06 começaram a se envolver com pesquisas voltadas as linguagens de programação de computadores. Como citamos na questão anterior 04 já estão estudando o Arduino por conta própria.

Questão 15 – Ímãs podem atrair metais como o cobre e o alumínio? Justifique.

É muito significativo permitir aos alunos manipularem objetos para a realização de experimentos de Física. Mesmo assim, ainda dois alunos disseram que é possível os ímãs atraírem metais como o alumínio e o cobre. É bem provável que não tenham participado de todos os procedimentos durante a experimentação.

Não obstante, a grande maioria respondeu com um retumbante, NÃO. Mas não ficou apenas nisso. Citaram termos como materiais ferromagnéticos e paramagnéticos. Estas expressões revelam que participarem da pesquisa ampliou o seu repertório sobre os conceitos de magnetismo.

Questão 16 – Você conhece um Multímetro? Se sim, sabe usar?

Todos os alunos responderam positivamente a primeira parte da questão. Porém, apenas dois alunos disseram saber usar.

Durante a aplicação da metodologia, de fato apenas dois alunos insistiram em querer aprender usa-lo. Tanto que em suas respostas incluíram termos que não comuns em atividades escolares como 'bater continuidade'.

A seguir apresentamos duas tabelas e um gráfico que nos permite elaborar considerações ao final do processo que propomos.

09 ANÁLISE DOS DADOS

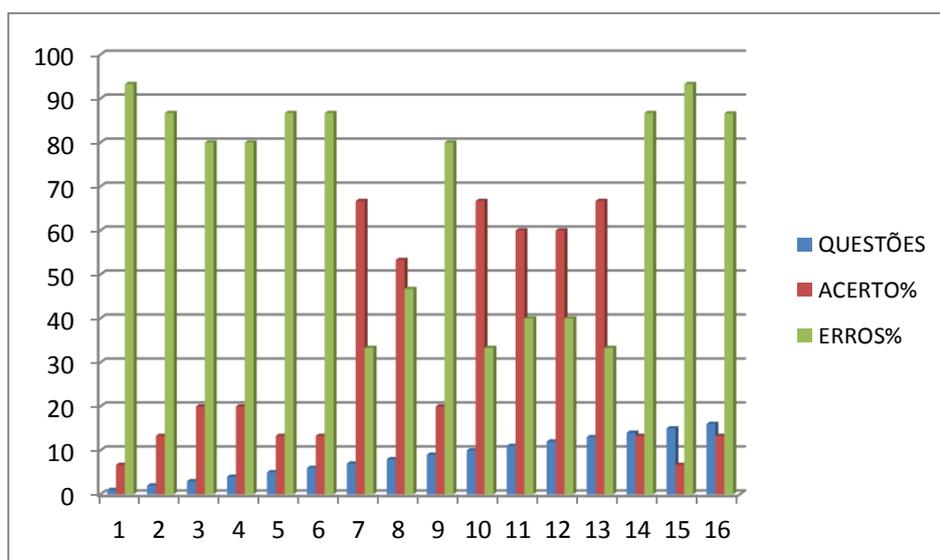
Propomos 07 ações para a coleta de dados e para a observação da influência desta metodologia de ensino no período de três meses junto aos alunos do terceiro ano do Ensino Médio do Colégio Batista de Vila Mariana. A partir das informações coletadas podemos inferir nossas percepções e nossas análises. Já expomos nossas considerações sobre estas ações, porém, diante dos números desejamos ampliar nossos comentários.

Os gráficos 01 e 02 nos apresentam números significativos. São evidentes os ganhos que os alunos obtiveram ao final do processo desta metodologia, esta afirmação é apoiada pelos dados contidos na tabela 05 na qual os alunos indicam textualmente os ganhos que obtiveram ao participarem desta metodologia. Observa-se que o número de acertos para questões que anteriormente não chegava a 20%, ao final do processo superou os 70% Sobretudo, ressaltamos o fato dos alunos participarem como protagonistas colaborando no processo de aquisição e retenção de conhecimentos. Também, muito importante é constatar que a interação entre os alunos foi desenvolvida ao longo do processo de aplicação. Lembramos que no início, esta classe era totalmente dividida, ao menos em 05 grupos, para uma classe de 15 alunos este número é expressivo. Porém, a tabela 05 indica pela observação dos alunos, coordenadora e do pesquisador que todos se ajudaram firmando seus laços.

Tomando como base as teorias de Ausubel (2000), os dados e observações obtidos nas 07 ações que propomos analisar, nos revelam que o processo fora significativo para os alunos. É digno ressaltar que em muitos casos os alunos foram além do que se esperava para o período,

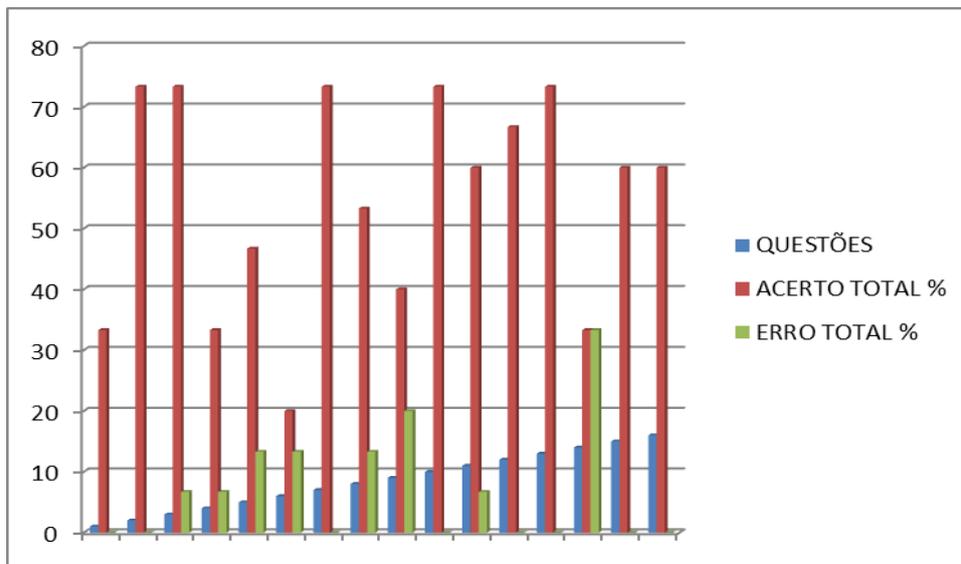
o relatório gerado pelos alunos encontra-se em Anexo 05. Isto revela a importância de se revisar os conhecimentos previamente estudados. Portanto, julgamos válida esta metodologia e as escolas que possuem condições para a sua aplicação, o que inclui ter professores capacitados, poderão inclui-la em seu plano de ensino anual e replicar a sequência didática proposta no Apêndice A.

GRÁFICO 01 - COMPARAÇÃO ENTRE ERROS E ACERTOS.



Fonte: o autor

GRÁFICO 02 - RELAÇÃO ENTRE ERROS E ACERTOS DAS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO DE VERIFICAÇÃO



Fonte: o autor

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste curso Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, eu e meus colegas de classe tivemos muitas oportunidades para apresentar nossos projetos de pesquisa e a cada nova apresentação os projetos tomavam corpo e naturalmente todos emitiam suas opiniões sobre o futuro destes projetos. Não foi diferente no meu caso. Desde o início os comentários dos colegas de classe e também de alguns mestres, indicavam haver um resultado positivo à minha questão, ‘se o uso do Arduino em aulas regulares contribuiria para o Ensino de Física’. Esta situação de início criou em mim certo desconforto e ao mesmo tempo comodismo por achar, ingenuamente, que era só isto, daria certo. Estas colocações não contribuíram com o início da pesquisa.

Entretanto, gradativamente outras ponderações foram feitas e o trabalho seguiu em outro sentido. Nesta jornada pude verificar uma realidade muito distante da intuição que só a pesquisa pôde revelar. E, em base dos resultados obtidos e da participação do processo de aplicação da metodologia proposta é que venho discorrer sobre minhas percepções e constatações.

Não muito distante das opiniões formadas, a resposta que encontrei à questão levantada foi positiva, isto é, o uso do Arduino em um LADIN pode de fato contribuir para com o processo de ensino/aprendizagem na disciplina de Física durante as aulas regulares.

Não obstante, a resposta não é tão simples assim. Existem diversas variáveis envolvidas neste processo e esta é a maior contribuição deste trabalho.

Um dos aspectos que mais me chamou a atenção durante a pesquisa é o fato de professores se incomodarem com a falta de interesse dos alunos por assuntos relacionados com a ciência, no nosso caso com a Física. É digno de nota que, este dado, revela uma direção para professores e para as instituições de ensino atuarem. Em outras palavras, a pesquisa aponta um problema que necessita de solução e o uso do Arduino poderá ser uma entre tantas outras colaborações para se dirimir este e outros tantos problemas presentes no ambiente escolar. Assim, diante deste quadro, professores e instituições de ensino poderão colaborar visando à melhoria do ensino, cada qual procurando cumprir a sua função social.

Embora nosso trabalho apresente uma sequência didática possível, não é nosso foco propor um modelo operatório que seja infalível, antes apresentar uma possibilidade que possa ser aplicada. Desta forma, compreender o modelo permitirá ao professor interessado no tema desenvolver mecanismos para agir e assim, começar a vencer as barreiras comuns ao ensino de ciências, sobretudo na disciplina de Física.

Para os professores de Física, outras disciplinas também encontram espaço para o uso do Arduino, o mesmo revela ser uma poderosa ferramenta para colaborar com o rompimento desta oposição. A falta de interesse dos alunos se apresenta como uma forte trincheira que muitos se inserem sem mesmo saberem do que se trata. Acabam caindo nesta trincheira apenas por acreditar que esta seja uma disciplina difícil e chata. Muitos alegam que não farão uso dela no decorrer de suas vidas, vão engano. Citamos isto ao considerar as estatísticas que indicam a procura por cursos não relacionados com as áreas das exatas serem preponderantes entre alunos do ensino médio, embora isto não justifique a sua irrelevância.

Este quadro não é favorável para a apresentação dos conceitos de Física através do chamado ensino tradicional. É neste contexto que o uso do Arduino se mostra significativo. Porém, há de requerer do professor ampla pesquisa e conhecimento desta plataforma. Aliado ao amplo conhecimento desta plataforma, a preparação para suas aulas necessitará de uma maior atenção, sobretudo ao considerar o que desejará que os seus alunos venham a aprender e não meramente o que deseja ensinar. Neste âmbito, o professor poderá experimentar a prática da “avaliação formativa” (HADJI, 2001, p. 19), prática esta que se preocupa com o processo e não meramente com os resultados. O professor estará preocupado com a tríade ensino/aprendizagem/avaliação, pois todas estarão uma a serviço da outra, apresentando assim o verdadeiro caráter que a educação deve promover, formar cidadãos autônomos e críticos e não excluí-los como em uma seleção.

Ao professor não habituado aos conceitos de microeletrônica e linguagem de programação, fica o incentivo a conhecer o Arduino, sobretudo por haver muito conteúdo disponível para pesquisa. Considerando que um professor formado em Física domine os conceitos básicos de eletricidade, mecânica e outros tópicos correlatos, entendemos ser perfeitamente possível a utilização desta plataforma. Cabe ressaltar que um dos objetivos deste trabalho é promover a pesquisa em grupo, e o professor deve fazer parte deste processo, ampliando assim seus horizontes. Haja vista que os próprios alunos acabam por sua afinidade com os meios interativos por via digital, atuando como protagonista e que neste aspecto colaboram em

muito com o próprio professor que devido ao descompasso imposto pela realidade e obrigações da vida, fica alheio às novas tecnologias. Este intercâmbio deve ser valorizado. Os alunos apreciam muito poder colaborar. Ao perceber o seu valor por receberem elogios sinceros, motivam-se com naturalidade. Este quadro é o extremo oposto do que encontramos regularmente em sala de aula.

Diante dos dados coletados podemos afirmar que a disposição dos alunos em querer efetuar suas pesquisas e participar do processo ensino/aprendizagem foi significativa. Não apenas isso, características humanas que valorizamos muito e há muito reclamamos estar em falta foram percebidas durante o processo da aplicação da metodologia de ensino com o uso do Arduino como comprometimento, respeito à ideia alheia, cumprimento de prazos entre outros. Para nós estas questões são muito importantes e já as discutimos. Cabe ressaltar que estamos interessados no Ensino de Física, na formação do indivíduo com vistas à sua autonomia e na melhoria do que se ensina na escola.

Diante destas conclusões, esta metodologia a inserção do Arduino em um LADIN parece ser um oásis no setor educacional, que ao seguir este modelo operacional tudo estaria resolvido. Não, não o é. Ao contrário, todos os desafios que estamos acostumados a enfrentar no dia a dia da escola estão presentes e não serão removidos com esta ação. Porém, destacamos que a relação do aluno com o Ensino dos conceitos de Física é totalmente diferente e muito promissora. Não obstante reserva-se ao professor a responsabilidade em buscar sua formação, preparar um projeto para a aplicação do método adequado ao período que esteja lecionando, conseguir persuadir a comunidade escolar para a sua aplicação, viabilizar recursos e criar métodos avaliativos que respalde seu trabalho. Sem esquecer que vivemos em sociedade que cobra resultados e mede desempenho, via avaliações externas e isto não mudaremos apenas com a aplicação de uma metodologia de ensino.

As instituições de ensino cabem zelar em cumprir todo seu projeto político pedagógico e também atender a toda a legislação que regula sua atuação no mercado da educação. Portanto, como já dissertamos anteriormente há espaço de sobra para a utilização deste método. No Currículo do Estado de São Paulo para o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (2010) encontramos a indicação para as escolas preparem seus alunos para o mercado de trabalho. Mais do que isso, permitir ao aluno ser capaz de atuar no mundo que vive rodeado por tecnologia. Ser capaz de ler e criticar artigos e reportagens científicas. Poder participar de

decisões políticas quanto ao uso de recursos naturais e geração de energia. Se desejar, se envolver na busca de soluções de problemas como o aumento da produção e distribuição de alimentos, desenvolver meios mais eficientes para o conforto e desenvolvimento humano. Trabalhar na pesquisa em busca de medicamentos mais eficientes e em técnicas que tragam alívio a doentes. As possibilidades são infinitas. Citando Shozo Motoyama só podemos encontrar sucesso na área tecnológica se nela investirmos, neste caso cita entre outros exemplos a história do ITA, Instituto Tecnológico da Aeronáutica que “seu custo anual não passa de doze milhões de reais”. Por que isto é relevante? Muitos aplicam barreiras ao ensino tecnológico alegando seus altos custos, mas vejam, “os contratos firmados pela EMBRAER para cinco anos, possibilitaria manter esta escola de alto nível educacional por um milênio” (MOTOYAMA, 2004, p. 23).

Isto a nosso ver reafirma a importância de o quanto antes disponibilizar aos alunos acesso a uma formação científica significativa, proporcionando a inserção no mercado de mentes críticas que possam povoar as escolas de alto nível conferindo ao país ganho em todas as áreas, inclusive na econômica. É imperativo que promovamos uma formação crítica que a nosso ver só se alcança com uma educação emancipativa e para tanto precisa ser significativa.

Assim, frente a estas questões e possibilidades as instituições de ensino não deveriam ter motivos para barrar tal processo, antes incentiva-lo. Notoriamente o Colégio Batista de Vila Mariana se engajou neste projeto. Não obstante, mais uma vez evidencia-se a responsabilidade do professor em buscar este ideal, pois dele é que devem proceder as possibilidades. Todo professor precisa ser utópico. E nesta direção deve atuar, sempre buscando colaborar com a melhoria do ensino e da formação do indivíduo.

Nossa experiência, mesmo que curta, sorriu para nós. Temos como objetivo trabalhar um ano inteiro com uma turma diferente esta metodologia e futuramente poder discorrer sobre os resultados. Desde já estamos ansiosos com a possibilidade e com os desafios que enfrentaremos. Mas, sobretudo, preocupados em formar indivíduos que sejam autônomos, críticos e atuantes. Modestamente entendemos que nossa contribuição é ínfima diante das inúmeras possibilidades, entretanto, seu teor promove ações e discussões que pretendemos contribuam com o processo de ensino e aprendizagem de nossos queridos alunos.

Caro professor(a), é nosso desejo ter colaborado com sua prática em sala de aula. Também, que este trabalho o leve a reflexões mais internas sobre sua prática docente. Reconhecemos

que os desafios são imensos, entretanto, cabe-nos enfrenta-los. Pertinentes à nossa profissão moram a ousadia e a utopia. Sabemos não serem possíveis, tampouco fáceis, reformas no sistema educacional que julguemos necessárias e urgentes. Porém, gradativamente podemos lançar sementes que irão germinar quer aqui, quer ali. No tempo devido, seus frutos surgirão com novas contribuições.

Humildemente reconhecemos haver muitas lacunas e para tanto, suas críticas e contribuições serão sempre válidas. Não construímos nada sozinhos. Acreditamos no compartilhamento e esperamos que vocês façam parte deste processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, J. P.; PIETROCOLA M., & PINHEIRO, T. de F. *A eletrostática como exemplo de transposição didática*. In: *Mauricio Pietrocola. (Org.). Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora*. Florianópolis: UFSC. 2001, pp.77-99.

ARAÚJO, M. S. T., ABID, M. L. V. S. *Atividades experimentais no Ensino de Física: Diferentes enfoques, Diferentes Finalidades*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.25, n.2, p.176-194, 2003.

AUSUBEL, D. P. *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Kluwer Academic Publishers, 2000. TEOPISTO, Lígia. Tradução do original. *Aquisição e retenção de conhecimentos*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. – (2003).

AUSUBEL, D. P.. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AZEVEDO, Maria C.P.S. *Ensino de ciências: Unindo a pesquisa e a prática. “Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula”*. In. CARVALHO, Anna M. P. *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo. Cengage Learning, 2004. (pp. 19-33).

BACHELARD, P. E. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BASTOS, Bruno Leal; BORGES, Marcos; D’ABREU, João. *SCRACHT, ARDUINO E O CONSTRUCIONISMO: FERRAMENTAS PARA A EDUCAÇÃO*. I STED – Seminário de Tecnologia Educacional de Araucária. ISBN 978-85-98429-02-1. Junho de 2010.

BEZERRA JR., Arandi Ginane et al. *Tecnologias Livres e Ensino de Física: uma Experiência na Utfpr*. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF – Vitória, ES, 2009.

BLOSSER, P.E. *O papel do laboratório no ensino de ciências*. Tradução M.A. Moreira. Cad. Cat. Ens. Física, 5 (2), p. 74-78, 1998.

BORGES, A. T. *Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n.3, p. 291-313, 2002.

BROCKINGTON, Guilherme. PIETROCOLA, Maurício. *Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna?* Investigações em Ensino de Ciências – V10(3). Pp. 387-404, 2005.

CARNEIRO, M. H. S.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. *Livro Didático Inovador e Professores: Uma tensão a ser vencida*. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências – v. 7, n. 2, dezembro de 2005.

CARVALHO, Anna M. P. *Ensino de ciências: Unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo. Pioneira Thonson Learning, 2004.

CAVALCANTE, Marisa Almeida et al. *Física com Arduino para iniciantes*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n.4. São Paulo, 2011.

CAVALCANTE, Marisa Almeida, RODRIGUES, Carlos Eduardo Monteiro, PONTES, Liliane Alves. *Novas Tecnologias no Estudo de ondas sonoras*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física 30,3, 2013: 579-613.

CAVALCANTE, Marisa Almeida, RODRIGUES², Thais Tokashiki Tavares, BUENO, Darlene Andrea. *Controle Remoto: princípio de Funcionamento (parte 1 de 2)*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física 30,3 (2013): 554-565.

CAVALCANTE², Michele M. et al. *A Plataforma Arduino para fins didáticos: Estudo de caso com recolhimento de dados a partir do PLX-DAQ*. XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – CSBC 2014.

COVOLAN, S. C. T. & SILVA, D. **A ENTROPIA NO ENSINO MÉDIO: UTILIZANDO CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES E ASPECTOS DA EVOLUÇÃO DO CONCEITO**. Ciência & Educação, v. 11, n. 1, p. 98-117, 2005.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M.. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, N. C.. *O professor de Ciências Naturais e o Livro Didático (No Ensino de Programas de Saúde)*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Educação, Florianópolis, SC, Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

ESTEBAN, M. Paz Sandín. Tradução: Miguel Cabrera. *Pesquisa qualitativa em educação. Fundamentos e tradições*. Porto Alegre. AMGH, 2010.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo. Paz e Terra. 1996.

GIL, D., TORREGROSSA, J. *La resolución de problemas de física*. Madri: Mec, 1987.

GIL-PERÉZ, Daniel, CASTRO, Pablo Valdés. *La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo*. Enseñanza de las Ciencias, v.14, 1996.

GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. Daniel Gil-Pérez, Anna Maria Pessoa de Carvalho; revisão técnica da autora: tradução Sandra Valenzuela. 8. Ed – São Paulo : Cortez, 2006.

GRANDINI, N. A., GRANDINI, C. R. *Os objetivos do laboratório didático na visão dos alunos do curso de Licenciatura em Física da Unesp-Bauru*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 3, p. 251-56, 2004.

HADJI, C. *Avaliação Desmistificada*. Porto Alegre. Artmed, 2001. Tradução Patrícia C. Ramos.

HODSON, D. *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*. Enseñanza de las Ciencias, v.12, n.3, p. 299-313, 1994.

HODSON, D. *In search of a Meaningful Relationship: na exploration of some issues relating to integratin in science and science education*. Internacional Journal os Science Education. 15 (5), p. 541 – 566. 1992.

LAHERA, Jesús; FORTEZA, Ana. *Ciências Físicas nos Ensinos Fundamental e médio: Modelos e exemplos*. Porto Alegre. Artmed, 2006. Tradução Antonio Feltrin.

LEMOS, Hailton David. *Aplicação da Computação Ubíqua na Educação a Distância para Elucidação da Fotossíntese no Ensino de Biologia*. Anais do II Encontro Regional de Informática de Goiás, p.11, Goiânia, 2014.

MACEDO, B., KATZKOWICZ, R.. *Educação científica: sim, mas qual e como?* Unesco, Brasília, p. 67-86, 2003.

MADALENA, Izaque Rosa, et al. *Estação Meteorológica Didática: UMA FERRAMENTA PARA O ENSINO DE Climatologia Geográfica*. Congresso de Educação do campus de Iporá. V. 1 n.1. 2015.

MASINI, E. A. F. E MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo. Vetor Editora, 2008.

MASSETO, Marcos T. *Mediação pedagógica e o uso da tecnologia*. In MORAN, José Manuel. *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. Campinas, SP. Papyrus, 2000. (pp. 133-173).

MAXWELL, JA. *Understanding and validity in Qualitative research*. Harvard Educational Review; 1992; 62(3), p. 279-300.

MISHLER, EG. *Validation in inquiry-guided research: the role of exemplars in narrative Studies*. Harvard Educational Review; 1990, 60(4), p. 415-43.

MOREIRA, M. A, e LEVANDOWSKI, C. E. *Diferentes abordagens ao ensino de laboratório*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

MOREIRA, M.A. *Uma abordagem cognitivista ao ensino de física*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

MOREIRA, Marco A.; MASINI, Elcie F. S. *Aprendizagem significativa. A teoria de David Ausubel*. São Paulo. Moraes. 1982.

MOTOYAMA, Shozo. *Prelúdio para uma história: Ciência e Tecnologia no Brasil*. São Paulo. EDUSP, 2004.

NASCIMENTO, T. G.; ALVETTI, M. A. S. **TEMAS CIENTÍFICOS CONTEMPORÂNEOS NO ENSINO DE BIOLOGIA E FÍSICA**. *Ciência & Ensino*, vol. 1, n. 1, dezembro de 2006, P. 33,

PEREZ, Anderson Luiz Fernandes et al. *Uso da Plataforma Arduino para o Ensino e o Aprendizado de Robótica*. ICBL 2013 – International Conference on Interactive Computer aided Blended Learning, p.230.

PIETROCOLA, Maurício. *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora*. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2006.

PINHO ALVES, J. *Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático*. Caderno Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis, v.17, n.2, p. 174-188, 2000.

PORTELA, Sebastião Ivaldo, LARANJEIRAS, Cássio. *Clube de Ciências: Uma Experiência de Iniciação Científica no Ensino Médio em uma Escola no Brasil*. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 27, nº Extra, p. 371-377, nov. 2015.

POZO, Juan Ignacio et al. *A Solução de Problemas. Aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre. Artmed – 1998.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. *A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre. Artmed – 2009.

RAMOS, Josué J. G. et al. **INICIATIVA PARA ROBÓTICA PEDAGÓGICA ABERTA E DE BAIXO CUSTO PARA INCLUSÃO SOCIAL E DIGITAL NO BRASIL**. Disponível em <http://bit.ly/1WzZve3>. Acesso em 23-01-2016 as 12h35min.

RODRIGUES, Rafael Frank de, CUNHA, Silvio Luiz Souza. *Arduino para físicos. Uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos*. Textos de apoio ao Professor de Física, v.25, n.4. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2014.

RODRIGUEZ, J. et al. *Como enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación*. *Investigación em la escuela*, n25, 1995.

ROSA, C. W. *Concepções teóricas metodológicas no laboratório didático de Física na universidade de Passo Fundo*. *Revista Ensaio*, v.5, n.2, p. 13-27, 2003.

ROSSMAN GB, Rallis SF. *Learning in the field. An introduction to qualitative research*. Londres: Sage; 1998a.

SANTOS GUERRA, MA. *Hacer visible lo cotidiano: teoria y práctica de la evaluación cualitativa de los centros escolares*. Madri: Akal, 1990.

SANTOS, Elio Molisani Ferreira. *Arduino: uma ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experimentos de óptica em laboratório didático de física no ensino médio*. Disponível em <http://bit.ly/1VvwdgS> . Acesso em 21-01-2016 as 14h23min.

SÃO PAULO, Secretaria da Educação do Estado. *Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. São Paulo: SEE, 2010.

SCHEURICH, JJ. *The masks validity: a deconstructive investigation*. Qualitative Studies in Education; 1996; 9(1), p. 49-60.

SERÊ, M. G., COELHO, S. M., NUNES, A. D. *O papel da experimentação no ensino de Física*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n.1, p. 30-42, 2003.

SERÊ, M. G.; et al. Caderno Brasileiro de Ensino de Física / Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Físicas e Matemática. Departamento de Física – v.20, n.1 (2003). Florianópolis. Departamento de Física, 2003.

SEVERINO, Antônio Joaquim. *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo. Cortez, 2007.

SOUZA, Anderson R. de et al. *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, 2011.

TRIVELATO, Sílvia Frateschi; *Ensino de Ciências*. São Paulo. Cengage Learning, 2013.

ZABALA, A. *A prática educativa. Como ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

ZÔMPERO, Andreia. F.; LABURÚ, Carlos. E. *Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens*. Revista Ensaio. Belo Horizonte, V.13, nº 03, p. 67 – 80. Set. – dez. 2011.

SITIOGRAFIA

Observação: todos os endereços disponíveis estão encurtados para facilitar a sua busca. O link encurtado segue a data de acesso.

http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com_content&view=article&id=266&Itemid=415 Acesso em 12-08-2016 as 16h32min. <http://bit.ly/1Vx6DJd> .

<http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/basico/grandezas-digitais-e-analogicas-e-pwm/> Acesso em 07-04-2016 as 21h42 <http://bit.ly/1QgEdu8> .

(<http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/basico/grandezas-digitais-e-analogicas-e-pwm/>). Acesso em 07-04-2016 as 21h44 <http://bit.ly/1QgEdu8> .

<https://www.google.com.br/search?q=gr%C3%A1fico+pwm+arduino> - Acesso em 22-07-2015 15h45min <http://bit.ly/1U0Zhf3> .

<http://www.embarcados.com.br/arduino-entradasaidas-digitais/>- Acesso em 21-01-2016 as 17h20min <http://bit.ly/1cITs1G> .

<http://www.embarcados.com.br/arduino-comunicacao-serial/> Acesso em 12-02-2016 as 16h17min. <http://bit.ly/1myXRxa> .

<https://www.circuitar.com.br/tutoriais/programacao-para-arduino-primeiros-passos/>. Acesso em 09-04-16 as 11h54. <http://bit.ly/23GkmBC> .

<http://scidavis.findmysoft.com/> .<http://bit.ly/23Gkmlf> .

<http://muskingum.edu/~psych/psycweb/history/lewin.htm>. Acesso em 09-12-2015 às 11h56min. <http://bit.ly/23GkS2I> .

www.sba.org.br/rsv/SBAI/SBAI2007/docs/30894_1.pdf . Acesso em 23-01-2016 as 12h35min. <http://bit.ly/1WzZve3> .

<http://hdl.handle.net/10183/115456> . Acesso em 21-01-2016 as 14h23min. <http://bit.ly/1VvwdgS> .

www.circuitar.com.br/tutoriais/programacao-para-arduino-primeiros-passos/#introduo. <http://bit.ly/1WaSxLZ> .

https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz . Acesso 16-08-2015 as 20h04min. <http://bit.ly/23GIJtT> .

https://www.google.com.br/search?q=led+vermelho+foto&rlz=1C1GGGE_pt-

BRBR509BR509&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjBxuc8pJMAhVBg5AKHa5qDqYQ_AUIBigB#imgrc=PJ3-31AzpUU2NM%3A -

Acesso em 16-08-2015 as 20h21 min <http://bit.ly/1MDR4Mt> .

http://www.biltek.tubitak.gov.tr/gelisim/elektronik/dosyalar/40/LDR_NSL19_M51.pdf .

<http://bit.ly/11PIKnY>

<http://www.electronica-pt.com/ldr>, Acesso em 12-09-2015 as 17h30min. <http://bit.ly/1SfGckI>

<http://www.embarcados.com.br/arduino-saidas-pwm/> Acesso em 24-07-2015 às 15h51min.

<http://bit.ly/1iNgJz1> .

<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>. <http://bit.ly/1lhp1kg> .

www.arduinoocia.com.br , Acesso 12-04-2016 as 18h32min <http://bit.ly/1SU8mS5> .

<http://bit.ly/1So0ESK> - Atividade desenvolvidas pelos alunos no Arduino.

<http://sophisis.blogspot.com.br/> - Os encurtadores abaixo indicam as programações para calibração do par de sensores e a determinação da velocidade de queda das esferas.

<http://bit.ly/1S6g8vW>

<http://bit.ly/1VyhYrO>

APÊNDICE

APÊNDICE A - Como Produto Final desta pesquisa, esta sequência didática se propõe a trabalhar tópicos de Física com o uso do Arduino. Contém 05 exemplos de como programar o Arduino e executar as montagens dos circuitos elétricos. Também, os conceitos físicos que podem ser abordados em cada exemplo. Concluímos esta sequência didática com a apresentação de uma situação problema envolvendo um aparato experimental por nós chamado de Freio Magnético. Esta proposta está preparada para ser aplicada para alunos do Ensino Médio, porém, pode ser extensiva para outros níveis como Ensino Técnico e Superior.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO
PAULO**

ARTUR LUCIANO FILHO

**PRODUTO FINAL - SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA COM
O USO DO ARDUINO**

SÃO PAULO

2016

ARTUR LUCIANO FILHO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA COM O USO DO
ARDUINO**

Produto Final da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós - Graduação *Strictu Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Astrogildo de Carvalho Junqueira

SÃO PAULO

2016

APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a)

Esta sequência didática é fruto da pesquisa desenvolvida no Programa de Pós-Graduação no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), ora apresentado como Produto Final.

Este material é destinado aos professores de Física do Ensino Médio e tem como objetivo inserir a programação de computadores com uso do Arduino e a microeletrônica no Ensino de Física. Também se aplica a outros níveis de ensino como o Técnico e Superior.

SUMÁRIO

1 JUSTIFICATIVA	119
2 OBJETIVOS.....	121
2.1 OBJETIVO GERAL	121
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	121
3 REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	122
4 ROTEIRO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	122
5 EXEMPLOS - USO DO ARDUINO E SEUS SENSORES	127
5.1 ATIVIDADES 1 A 5.....	127
5.1.1 EXEMPLO 1 - UTILIZANDO UMA PORTA DIGITAL.....	127
5.1.2 EXEMPLO 2 - PROGRAMANDO UM SEMÁFORO COM LEDs.....	131
5.1.3 EXEMPLO 3 - USO DE UMA PORTA ANALÓGICA	135
5.1.4 EXEMPLO 4 - EXPLORANDO A SAÍDA DIGITAL PWM	140
5.1.5 EXEMPLO 5 - EXPLORANDO O SENSOR LM 35 PARA AFERIÇÃO DE TEMPERATURA.....	142
6 APARATO EXPERIMENTAL.....	146

1 JUSTIFICATIVA

O ensino de Física há muito tem se tornado um grande desafio para a maioria dos educadores e conseqüentemente para os educandos uma tarefa árdua para a apropriação dos seus conceitos e linguagem própria.

Em geral, ao preparar suas aulas o professor se referencia em livros didáticos. Isto em geral não é um problema, ao contrário é mais uma opção que o professor possui para elaborar sua proposta de trabalho durante o ano letivo. Entretanto, as críticas aos livros didáticos já são feitas por longa data, exemplo é a crítica feita por Bachelard (1996), em 1938 ao salientar que os conteúdos dos livros didáticos estão ligados a uma teoria geral e hermética:

“Seu caráter orgânico é tão evidente que será difícil pular algum capítulo. Passadas as primeiras páginas, já não resta lugar para o senso comum; nem se ouvem as perguntas do leitor. Amigo leitor será substituído pela severa advertência: preste atenção, aluno! O livro formula as suas próprias perguntas. O livro comanda”. (BACHELARD, 1996, p. 31).

Ou ainda, olhar para o trabalho de Carneiro (2005) e perceber em suas abordagens, críticas frente ao dogmatismo do livro didático que ao citar Zabala (1998), nos dá um indicativo de que esta característica não colabora com o processo investigativo:

“Zabala (1998) fez um levantamento das principais críticas a esse recurso de ensino. Dentre as apresentadas, destacamos: tratamento unidirecional dos conteúdos, dogmatismo e apresentação dos conhecimentos como prontos e sem possibilidade de questionamento. Merece destaque também o fato de os livros didáticos não potencializarem a investigação nem o contraste entre a educação escolar e a realidade extraescolar, dificultando a formação de atitude crítica do aluno. Uma das críticas mais contundentes ao livro didático é que ele impõe ao professor, não somente os conteúdos a serem trabalhados, como também um conjunto de procedimentos que se cristaliza na sala de aula, condicionando seu trabalho”. (CARNEIRO, 2005, p. 4).

Analisando o parecer de Nascimento e de Alvetti (2006) sobre como são abordados os tópicos de Física Moderna nos livros didáticos, encontramos sua preocupação quanto à possibilidade de se fornecer uma formação alienada da história humana aos discentes quanto à construção do conhecimento científico. Sem embargo, compactuamos com esta preocupação por entender a necessidade do discente poder ter acesso a uma formação crítica e que também lhe permita desenvolver sua criatividade. Assim, expomos o seu pensamento:

“No caso específico da Física, a apresentação pontual de tópicos de física moderna e contemporânea tem relação com o enfoque tradicional dado aos conteúdos da Física Clássica apresentados nos livros didáticos, o qual pode ser resumido em três passos: desenvolvimento do ferramental matemático, apresentação das teorias e confirmação das teorias através de relatos de experiências ou exemplos. Observa-se com isso uma notória diminuição da discussão sobre o problema físico, dos envoltos epistemológicos, da História e Filosofia da Ciência, em prol de conteúdos que buscam, sobretudo, a formulação de exercícios adequados (que utilizam prontamente as fórmulas) para o nível de conhecimento matemático do aluno. Nesse sentido, notamos que a disposição tradicional dos conteúdos nos livros didáticos de Física utilizados no ensino médio brasileiro tende a formar, ao que parece, um paradigma didático para o Ensino de Física, claramente não compatível com os objetivos enquadrados nos preceitos de uma formação como cultura contemporânea”. (NASCIMENTO, 2006, p. 33).

As sequências didáticas apresentadas nos livros didáticos acabam por promover uma apresentação formal e tradicional dos conteúdos, descaracterizando o processo histórico de sua elaboração.

Assim, acreditamos que para um aprendizado significativo se faz necessário romper com o repasse de conteúdos acrílicos e permitir ao discente participar do processo de ensino e aprendizagem, como destacado por Covolan e Silva (2005):

“A busca de uma prática pedagógica voltada para um aprendizado mais significativo justifica-se perante a crescente insatisfação com o paradigma tradicional de ensino, que preconiza, basicamente, o repasse de conteúdos de forma acrílica valorizando a memorização apática por parte dos estudantes”. (COVOLAN & SILVA, 2005, p.97).

Não podemos descartar o período em que vivemos a era digital. Portanto, inserir a programação de computadores e o acesso aos componentes inerentes à microeletrônica é uma oportunidade de iniciarmos a desvendar a caixa preta dos equipamentos tecnológicos. Estes argumentos são apoiados pelas orientações documentadas pela LDB (2000) e pelos PCNs (2002), que orientam a premissa de se organizar os conteúdos atrelados ao cotidiano dos discentes.

Esperamos que estas sequências didáticas possam ser replicadas por outros professores e ou pesquisadores que desejam fazer uso desta interface, Arduino, para o ensino de Física no período regular das aulas. Inicialmente, estas sequências se parecem com as mesmas apresentadas em aulas tradicionais. Entretanto, esta sequência didática estimula o protagonismo e não a passividade dos alunos. Deseja-se romper com o mau hábito de decorar

conteúdos ou mesmo desenvolver roteiros de laboratório herméticos. Acreditamos que poderão tirar grande proveito do uso do LADIN em sua formação em busca da autonomia.

Neste sentido, acrescentar a possibilidade de colaborar com a formação de cidadãos críticos que possam atuar nas diversas áreas do conhecimento com autonomia.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho concentrou-se em desenvolver uma sequência didática como Produto Final a ser disponibilizado no término da pesquisa. Direciona-se a alunos do Ensino Médio inserindo a programação de computadores com o uso do Arduino e a microeletrônica no ensino de Física.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- (A) Inserir o Arduino a partir de aula expositiva e pesquisas na internet www.arduino.cc ;
- (B) Apresentar a programação do Arduino e os fóruns para discussões na *internet*.
- (C) Permitir a montagem de circuitos elétricos reais ligados ao Arduino com possibilidade de se executar medidas elétricas a partir de exemplos disponíveis na plataforma de desenvolvimento IDE do Arduino;
- (D) Discutir os sensores eletrônicos e como são ligados ao Arduino. Destacar que o Arduino será uma ferramenta para a aquisição de dados.
- (E) Propor uma situação problema a partir de um aparato experimental por nós desenvolvido que possa ser manipulado pelos alunos com ou sem o uso do Arduino.

Nota: o aparato experimental está discriminado no final desta sequência didática, também disponibilizamos em <http://sophisis.blogspot.com.br/> a programação para:

1. Calibrar os LDRs em função da disponibilidade de luz natural no ambiente de aplicação do experimento. <http://bit.ly/1S6g8vW>
2. Para a coleta de dados, neste caso nos referimos aos intervalos de tempo em função do posicionamento dos sensores LED + LDR. <http://bit.ly/1VyhYrO>

3 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Nossa proposta didática foi embasada a partir dos seguintes referencias teóricos:

1. Aprendizagem significativa de Ausubel (2000).
2. Uso do Laboratório Didático, Currículo do Estado de São Paulo para o ensino de Física (2010), Azevedo (2004), Hodson (1992), Gil e Castro (1996), Borges (2002). Ampliamos esta discussão por apresentar o termo (LADIN), Laboratório Didático Investigativo.
3. Para a inserção do Arduino nos valem os tutoriais disponíveis na internet, sobretudo a página oficial do Arduino www.arduino.cc.

4 ROTEIRO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Esta sequência didática tem como plano inserir a microeletrônica e programação do Arduino como uma ferramenta que contribua para com o processo de ensino/aprendizagem dos conteúdos de Física pertinentes ao terceiro ano do Ensino Médio relacionados com Eletrodinâmica e Eletromagnetismo. Entretanto, outros tópicos relativos à Mecânica serão evocados no processo e achamos isto salutar, sobretudo, por entendermos que a Física não seja uma disciplina compartimentada, subdividida e tampouco fragmentada em blocos. Esta é uma ação prevista com a duração de um bimestre com um total de 20 aulas para escolas que preveem um curso de Física com duas aulas por semana.

Não obstante, disponibilizamos 05 roteiros de programação e montagens dos circuitos elétricos com o Arduino, podendo ser aplicadas as três séries do Ensino Médio conforme disponibilidade da instituição escolar e da capacitação do professor.

Entendemos que as turmas poderão ser subdividas em grupos, democraticamente escolhidos pelos alunos, porém, com um máximo de 04 alunos por grupo, isto poderá facilitar a distribuição dos insumos necessários para o desenvolvimento das atividades. Também entendemos que o trabalho em grupo é uma grande oportunidade formativa para os alunos, uma realidade presente no mercado de trabalho.

O professor também deve estimular o compartilhamento de conhecimento entre os grupos. Na sétima ação previmos não haver formação de grupos e sim propor que todos trabalhem simultaneamente, empenhados na resolução dos problemas.

1. Apresentação da *interface* Arduino. **Tempo previsto – 02 aulas.**

Neste momento deve-se apresentar a placa Arduino, o *site* oficial www.arduino.cc e suas características. Os alunos deverão na sala de informática pesquisar vídeos, projetos, modelos, reportagens e temas afins.

Esta atividade tem por objetivo aproximar o aluno desta tecnologia e ao mesmo tempo em que ele perceba reais condições de manipulá-la, e ainda desenvolver seu interesse por esta tecnologia, o Arduino.

2. Apresentação física do Arduino. **Tempo previsto – 02 aulas.**

Deve-se nesta aula detalhar todas as entradas elétricas do Arduino como as entradas analógicas e as digitais. É provável que os alunos não possuam conhecimento técnico sobre estas definições, entretanto, isto não será um empecilho para o seu uso, antes servirá para que no momento das montagens saibam exatamente para onde olhar e como efetuar as conexões. Todos os acessórios devem ser apresentados como fios para conexões, *protoboard*, sensores, LEDs e aparelho de medidas elétricas como o Multímetro. Os alunos poderão efetuar pesquisas na *internet* na busca de informações detalhadas dos sensores apresentados, como suas características elétricas mínimas para funcionamento. Neste momento da aula o professor poderá discutir o que os símbolos elétricos representam como A, V, Ω , W respectivamente corrente, tensão, resistência e potência elétrica entre outros.

Para estimular o desejo dos alunos em manipular o Arduino, o professor poderá fazer com que um LED seja aceso pelo Arduino na função pisca-pisca (**exemplo 01**) e permitir ao aluno alterar o tempo de programação.

3. Programação. **Tempo previsto – 02 aulas.**

Nesta etapa o professor deve apresentar aos alunos o processo básico da programação do Arduino, sobretudo sua biblioteca básica que pode ser encontrada em www.arduino.cc. É proveitoso também, destacar a utilidade ao usar os fóruns do Arduino onde uma enorme comunidade de usuários compartilha informações. Esta ação poderá oferecer ao aluno a autonomia para a pesquisa e contribuir para solução de problemas.

Retomando a aula anterior o professor deve detalhar a programação do Arduino para fazer um LED piscar e propor aos alunos que façam programações diversas inserindo um LED de cada vez e alternando o tempo entre aceso e apagado. Pode-se solicitar a criação de um programa para o funcionamento de um semáforo de uma via (**exemplo 02**) e com duas vias. É muito importante que nesta fase o professor monitore cada programação, pois haverá erros e os alunos devem ser estimulados a encontrá-los.

4. Circuitos elétricos e medidas elétricas. **Tempo previsto – 02 aulas.**

Cabe ao professor detalhar o esquema elétrico com seus símbolos e locais, portas, para as ligações. Neste momento o professor poderá iniciar uma discussão sobre a necessidade da inserção de resistores para a ligação dos LEDs. Temas como Lei de Ohm, circuito série e paralelo, queda de tensão, corrente elétrica, associação de resistores e uso de instrumentos de medidas elétricas terão um maior significado para o aluno. *Deve-se explorar a manipulação do multímetro para a medida correta de resistência, tensão e corrente elétrica.*

5. Avaliação do processo. **Tempo previsto 02 aulas.**

O professor poderá aplicar uma avaliação a partir de uma situação problema envolvendo o uso de LEDs que serão ligados e desligados conforme a sequência proposta divulgada pelo professor. Deve-se solicitar aos alunos que façam esquemas elétricos para as possíveis ligações bem como a programação do Arduino. A parte final da avaliação será a montagem e o teste de funcionamento do circuito em um *proto-board*.

Nota: é possível que alguns componentes elétricos sejam danificados nesta etapa da aplicação da sequência didática, para minimizar este evento cabe ao professor verificar cada montagem antes do seu teste.

6. Sensores e acessórios elétricos. **Tempo previsto 04 aulas.**

Nesta etapa o professor poderá apresentar diversos sensores como LEDs, LDRs, LM35, de ultrassom, de gás e umidade, bem como resistores e potenciômetros. Também alguns acessórios como *Shields* de internet, motores, câmeras e outros que o professor tiver conhecimento. É muito importante que o professor destaque as características elétricas de cada sensor ou acessório para que as montagens sejam executadas corretamente. Nesta atividade deve-se apresentar uma proposta de utilização de cada sensor disponível.

Nota: neste trabalho apresentamos uma sequência de programação e montagem envolvendo o LDR, o LM35 e um potenciômetro (exemplos 3, 4 e 5).

7. Situação problema e avaliações. **Tempo previsto 12 aulas.**

Cada professor poderá planejar uma situação problema, entretanto, seguindo o tema de nossa sequência didática, construímos um aparato experimental, Freio Magnético. Descrevemos ao final desta seção suas características e sugerimos a sua utilização, pois, embora a construção não seja a mesma sua utilização é muito simples.

Acreditamos que ao disponibilizar um aparato experimental para o aluno, não se crie uma contradição: o aparato servirá para a verificação do fenômeno físico ele

em si não é a situação problema, pois, o problema está relacionado com o tempo de queda de cada esfera ser diferente, esperamos que as pesquisas do aluno siga este sentido.

Suas características construtivas permite o uso de sensores como LED e LDR inseridos ao Arduino para a coleta de dados e mesmo que o grupo sugira a coleta de dados de outra forma isto é possível. Sugerimos que cada aluno faça anotações para cada ação. Estas anotações devem apresentar todo o processo adotado pelo grupo que servirá de base para confecção de relatório, revisão de conceitos, controle do tempo por parte do grupo e também como um protocolo em que o professor poderá efetuar parte de sua avaliação.

Ao apresentarmos o aparato experimental aos alunos poderemos lançar a seguinte questão para que eles iniciem a sua “pequena pesquisa”:

- Pergunta central: Por que a esfera de aço percorre o tubo de alumínio com maior rapidez do que o ímã em forma de esfera fabricada com o material neodímio, denominado como terra rara?

Outras perguntas que o professor poderá fazer uso para direcionar o trabalho. É importante destacar que caberá *aos alunos e não ao professor elaborar perguntas, levantar hipóteses, desenvolver procedimentos para responder às questões e mesmo verificar a validade de suas hipóteses.*

- Qual o tempo gasto para que as esferas percorram o mesmo trecho?
- Qual a velocidade alcançada por ambas às esferas?
- Construam gráficos para as velocidades encontradas.
- Construam gráficos para representar as variações de velocidade.

Acreditamos que nesta fase possam ocorrer maiores dificuldades aos alunos e cabe ao professor estar bem preparado para poder assessora-los. Esperamos também, haver um maior compartilhamento de conhecimento entre os alunos, e esta ação deve ser estimulada pelo professor, pois, estaremos olhando para o processo e não meramente para um resultado final, não é uma competição.

Nota₁: *embora vivamos em uma sociedade competitiva, entendemos que ações coletivas são mais eficientes na solução de problemas, bem mais do que isso, ativamos o senso de responsabilidade em cada cidadão ao perceber que suas ações têm real significado para o processo.*

Nota₂: *Avaliação do processo.*

Já descrevemos que nossa intenção é estimular o aluno com o uso do LADIN a desenvolver características pertinentes à ciência, mesmo que se demonstrem incipientes. Portanto, mais importante que os resultados obtidos na solução do problema por cada grupo, *os processos adotados coletivamente devem ser valorizados*. Nesta etapa, espera-se que o professor valorize todas as ações desenvolvidas pela classe e que também pontue as falhas de modo específico com o intuito que os próprios alunos decidam como corrigi-las. Salientamos que o processo avaliativo é contínuo e no ato de avaliar as ações de seus alunos o professor se autoavalia. Segundo Hadji:

“O professor, que será informado dos efeitos reais de seu trabalho pedagógico, poderá regular sua ação a partir disso. O aluno, que não somente saberá onde anda, mas poderá tomar consciência das dificuldades que encontra e tornar-se-á capaz, na melhor das hipóteses, de reconhecer e corrigir ele próprio seus erros.” (HADJI, 2001, P. 20).

5 EXEMPLOS - USO DO ARDUINO E SEUS SENSORES

5.1 ATIVIDADES 1 a 5 - Apresentamos 05 exemplos para uso do Arduino e seus sensores. O objetivo destas atividades é preparar o aluno para a utilização do Arduino na solução da situação problema. **Em especial é importante ressaltar o uso correto do par de sensores LED + LDR 3º exemplo desta sequência didática se a intenção for replicar a situação problema. Este exemplo deve ser amplamente discutido até que os alunos tenham total confiança em sua utilização.** Todos os exemplos possuem esquema elétrico, montagem elétrica, programação, lista de materiais e os tópicos de Física para serem trabalhados durante a aplicação do plano de aula.

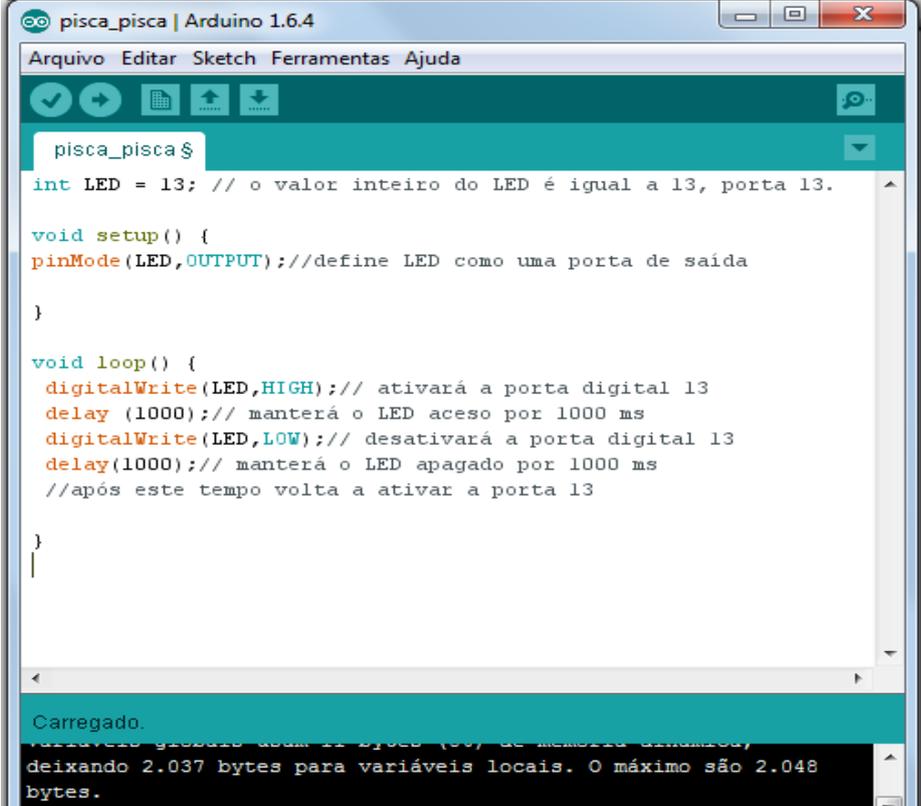
5.1.1 EXEMPLO 1 - UTILIZANDO UMA PORTA DIGITAL

Usaremos um exemplo que consta dos arquivos do IDE. Este exemplo é o *Blink* (termo em inglês pisca-pisca) que faz um LED piscar em intervalos de tempo (*delay*) iguais. Mesmo

tempo para o LED aceso e para o LED apagado. O programador poderá alterar os tempos para LED aceso e apagado. A Figura 14 descreve a programação para o *Blink*, pisca-pisca. Ativar uma porta digital indica que a mesma estará em nível lógico (1) alto 5 V e ao desativá-la a porta estará em nível lógico (0) baixo 0 V.

MATERIAIS

- Resistor de 100Ω
- Fios para conexão entre os pinos do Arduino, conhecido como “jumpers”.
- Protoboard
- Arduino
- LED



```

Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

pisca_pisca$

int LED = 13; // o valor inteiro do LED é igual a 13, porta 13.

void setup() {
  pinMode(LED,OUTPUT);//define LED como uma porta de saída
}

void loop() {
  digitalWrite(LED,HIGH);// ativará a porta digital 13
  delay (1000);// manterá o LED aceso por 1000 ms
  digitalWrite(LED,LOW);// desativará a porta digital 13
  delay(1000);// manterá o LED apagado por 1000 ms
  //após este tempo volta a ativar a porta 13
}
|

Carregado.

```

Figura 13 - IDE do Arduino programa do pisca-pisca.
Fonte: o autor

Para maiores informações o leitor poderá consultar a página oficial do Arduino ou <http://bit.ly/1WaSxLZ>. Na primeira parte da programação descrevemos as variáveis. Na segunda parte da programação definimos as portas que serão utilizadas. Na terceira parte da programação definimos a rotina que será rodada pelo programa. Observe que a forma de escrita é própria do “Sketch”, ou a página que o Arduino disponibiliza para a escrita da

programação, e quando as letras ficam com tonalidade vermelha é porque a digitação está correta para as funções em *void setup* e *void loop*. Dentro dos parênteses as variáveis descritas devem corresponder às informações que fizemos na primeira parte da programação e a condição descrita ficará com a tonalidade azul se a escrevermos corretamente, conforme a biblioteca do Arduino. Sempre que acabarmos uma linha de comando deveremos encerrar com ponto e vírgula (;). Qualquer declaração que seja feita a partir de duas barras (//) será considerada apenas como comentário, não influirá na programação. Os comandos devem começar depois de uma chave aberta com o uso do símbolo { e encerrar com a programação com uma chave } fechada. Os exemplos a seguir levarão em conta as atribuições para programação acima dispostas. A figura 15 apresenta o esquema unifilar do circuito elétrico.

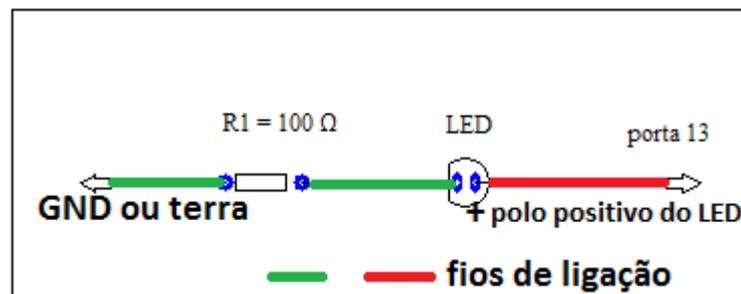


Figura 15 - Esquema elétrico unifilar resistor + LED
Fonte: o autor

Algumas informações importantes para a montagem do circuito:

- 1- O LED é polarizado e o terminal maior representa o polo positivo, devendo ser ligada ao pino 13 que é uma saída digital e fornecerá 5 V de tensão. Os LEDs, *Light Emitting Diode*, sigla em inglês para Diodo Emissor de Luz, operam com tensões entre 1,6 V a 3,3 V. Sendo então necessário promover uma queda de tensão na saída digital para evitar que o LED entre em curto-circuito, abrindo o circuito elétrico. O esquema acima indica a necessidade de se associar um resistor em série com o LED. As Figuras 16 e 17, respectivamente, apresentam a estrutura de um LED e um LED real. Esta é uma excelente oportunidade para a intervenção do professor para iniciar a discussão sobre a queda de tensão que ocorre em um resistor quando o mesmo é percorrido por corrente elétrica. Poderá também discutir o conceito de potência elétrica a partir dos dados reais do circuito elétrico.

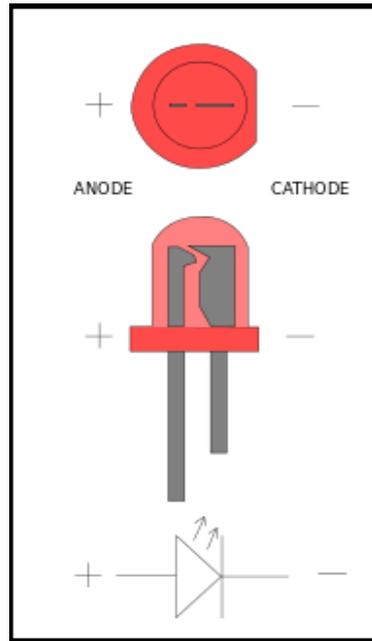


Figura 16 - LED vermelho, detalhe construtivo
 Fonte: <http://bit.ly/23GIJjT> . Acesso 16-08-2015 as 20h04min.



Figura 17 - LED vermelho real
 Fonte: <http://bit.ly/1MDR4Mt> . - acesso em 16-08-2015 as 20h21 min

- 2- A potência máxima permitida de um LED vermelho é da ordem de 20 mW. Se considerarmos uma tensão de alimentação de 3 V a corrente máxima que circulará pelo LED será de +/- 70 mA. Para uma queda de tensão de 2 V um resistor de 30 Ω seria o suficiente, usaremos um de 100 Ω como garantia.
- 3- O terminal do resistor deverá ser ligado no pino GND do Arduino para fechamento do circuito, conforme foto abaixo.
- 4- Usamos como padrão o fio na cor vermelha para ser ligado na saída digital com tensão de 5 V, se esta for à programação e o fio na cor verde para ser conectado ao pino GND ou terra do Arduino.

A figura 18 demonstra uma possibilidade para a montagem física do circuito elétrico. Mantivemos o padrão de cores dos fios de ligação conforme a figura 11.

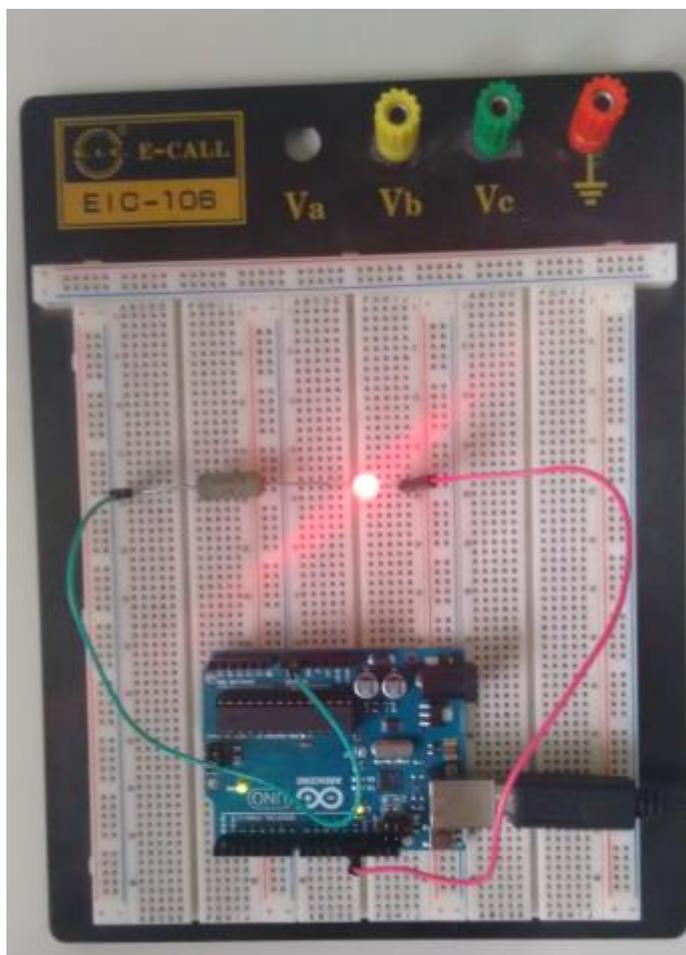


Figura 18 - Montagem elétrica do Blink ou pisca-pisca
Fonte: o autor

Pronto, agora é só carregar o programa Figura 10 no Arduino através do ícone Upload  e verificar o funcionamento. O fenômeno observado será o piscar intermitente do LED.

5.1.2 EXEMPLO 2 – PROGRAMANDO UM SEMÁFORO COM LEDs.

As figuras 19 e 20 apresentam o esquema de montagem física do circuito elétrico e a figura 21 apresenta a programação.

MATERIAIS

1. LED vermelho
2. LED verde
3. LED amarelo
4. Três resistores de 100Ω
5. Protoboard
6. Fios
7. Arduino

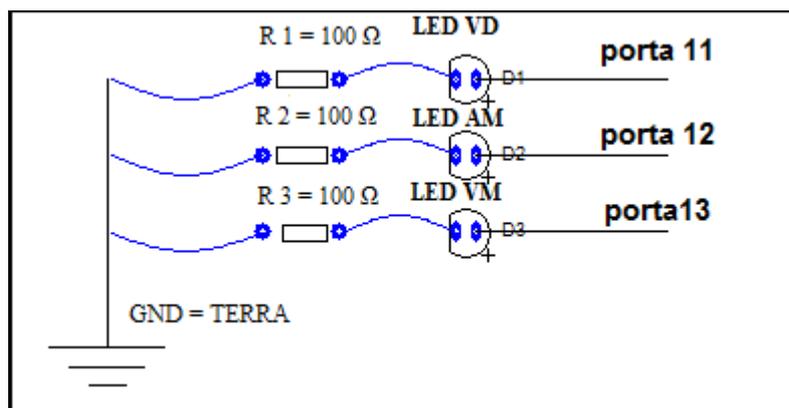


Figura 19 - Esquema elétrico unifilar do semáforo.
Fonte: o autor, o programa está na p. 50.

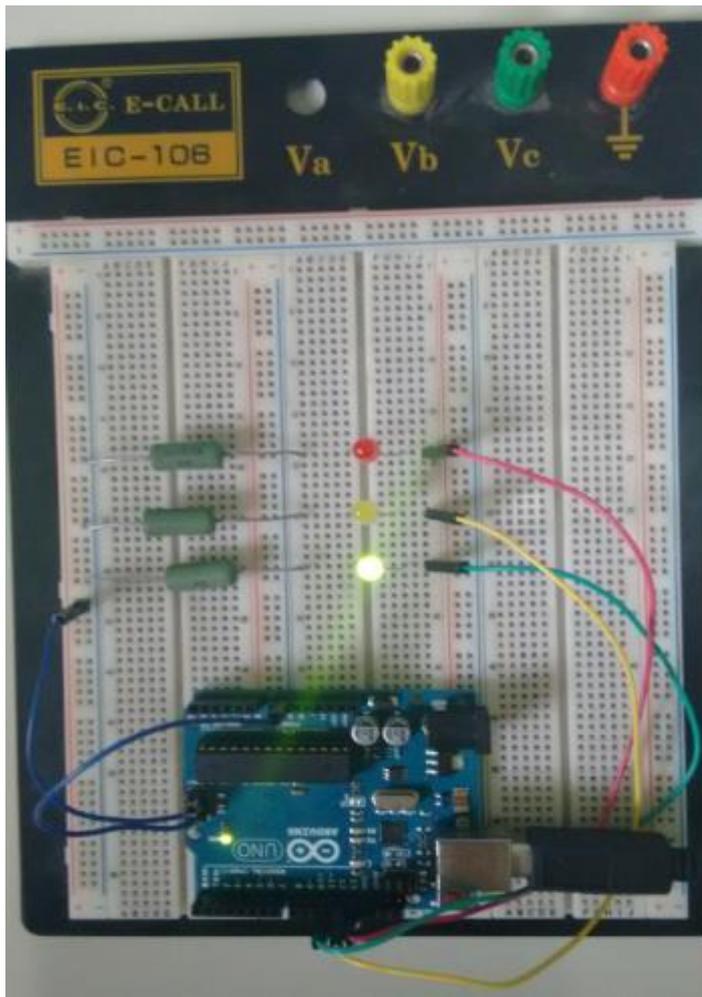


FIGURA 20 - Montagem elétrica do semáforo
Fonte: o autor

```

sem_foro | Arduino 1.6.4
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

sem_foro $
float kk = 8000;
float jj = 3000;
float ww = 5000;
int VM = 13;
int AM = 12;
int VD = 11;

void setup() {
  pinMode (VD, OUTPUT); // verde
  pinMode (AM, OUTPUT); // amarelo
  pinMode (VM, OUTPUT); // vermelho
}

void loop() {
  digitalWrite (VD, HIGH);
  delay (kk);
  digitalWrite (VD, LOW);
  digitalWrite (AM, HIGH);
  delay (jj);
  digitalWrite (AM, LOW);
  digitalWrite (VM, HIGH);
  delay (ww);
  digitalWrite (VM, LOW);
}

```

Figura 21 - Programação do semáforo.
Fonte - o autor

Algumas considerações sobre a programação do semáforo;

1. No campo para a descrição das variáveis escolhemos inserir o termo *float* (indica variáveis não inteiras) para indicar a variável tempo e a chamamos de kk, jj e ww, que possuem valores diferentes em ms, milissegundos ou 10^{-3} s.
2. As saídas digitais 11, 12 e 13 também receberam outras nomeações correspondentes às cores dos LEDs utilizados no semáforo. Ao montar o circuito deve se atentar para estas indicações.

5.1.3 EXEMPLO 3 - USO DE UMA PORTA ANALÓGICA

Neste exemplo poderemos verificar mais dois comandos do Arduino. O primeiro é o uso de uma porta analógica para verificar a variação de tensão nesta porta. O segundo é poder imprimir e decodificar estes valores a partir do *SERIAL MONITOR* do IDE que auxilia no recebimento e envio de dados para a placa sem a necessidade de recorrer a uma ferramenta externa. Lembrando que a tensão de trabalho do Arduino é de 5 V e que a leitura de uma porta analógica para este nível de tensão corresponde a 10 bits. Assim, para se realizar a conversão da leitura obtida no *SERIAL MONITOR* para tensão elétrica expressa em volts, V, basta usar uma regra de três. Exemplo: 5 V = 10 bits, leitura da porta analógica = 800, então, a tensão de saída desta porta vale:

$$V = 800 \times 5 \text{ V} / 1024 = 3,91 \text{ V}$$

Este valor, 3,91 V, é a tensão de entrada na porta analógica selecionada. Uma ferramenta importante é programar o Arduino para que outras funções sejam habilitadas a partir de determinada leitura efetuada pela porta analógica. Por exemplo, se a leitura for entre 800 e 900 uma porta pode se abrir ou fechar. Para testarmos estas funções usaremos um LDR que é um resistor fotossensível, isto é, tem os seus valores de resistência elétrica alterada conforme a incidência de luz sobre ele. Todos os componentes eletrônicos possuem um catálogo com as suas aplicações e suas características chamado de *Datasheet*¹⁸.

Divisão de Tensão em função da intensidade de luz

Divisor de Tensão

Ligar um LDR em série com um resistor padrão com uma única tensão de alimentação DC tem uma grande vantagem, a tensão na saída sofre variação em função do nível de luz a que está exposto. O valor da queda de tensão através de resistência em série, R_1 é determinada pelo valor da resistência do LDR, R_{ldr} . A capacidade de gerar tensões diferentes produz um circuito que se denomina "divisor de tensão".

¹⁸ O *Datasheet* do LDR utilizado neste texto pode ser encontrado em:
<http://bit.ly/11PIKnY>

A variação da resistência elétrica em um LDR se dá seguinte maneira:

- **Escurecimento:** resistência máxima, geralmente em mega ohms, $M\Omega$.
- **Luz muito brilhante:** resistência mínima, geralmente dezenas de ohms, Ω .

A corrente através de um circuito em série é igual para todos os componentes do circuito, como o LDR altera o valor de sua resistência em função da intensidade da luz, a tensão presente em V_s é determinada pela fórmula de divisão de tensão entre resistências. O valor da resistência do LDR, R_{ldr} pode variar de $100\ \Omega$ à luz do sol até $10M\Omega$ na escuridão absoluta, é esta variação de resistência que produz a variação de tensão na saída V_s . Podemos determinar a tensão de saída V_s pela equação:

$$V_s = v_e \left(\frac{R_1}{(R_{ldr} + R_1)} \right)$$

- V_e : Tensão de Entrada
- V_s : Tensão de Saída
- R_{ldr} : Resistência ôhmica do LDR que varia em função da luz recebida
- R_1 : resistência fixa (em alguns casos, para um melhor ajuste, podemos usar um potenciômetro). Recomenda-se a instalação de um resistor de $10\ K\Omega$.

Esta variação de tensão pode posteriormente ser usada para controle de dispositivos ou medição da intensidade luminosa. A Figura 22 apresenta o esquema elétrico do LDR como um divisor de tensão elétrica e a Figura 23 a estrutura construtiva de um LDR.

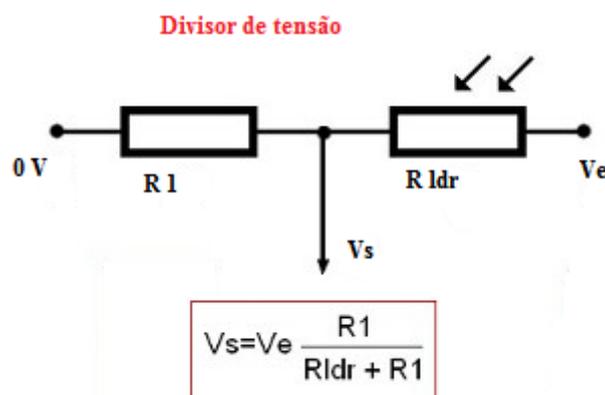


Figura 22 - Esquema elétrico de um divisor de tensão

Fonte: <http://bit.ly/1SfGckI>, acesso em 12-09-2015 as 17h30min.

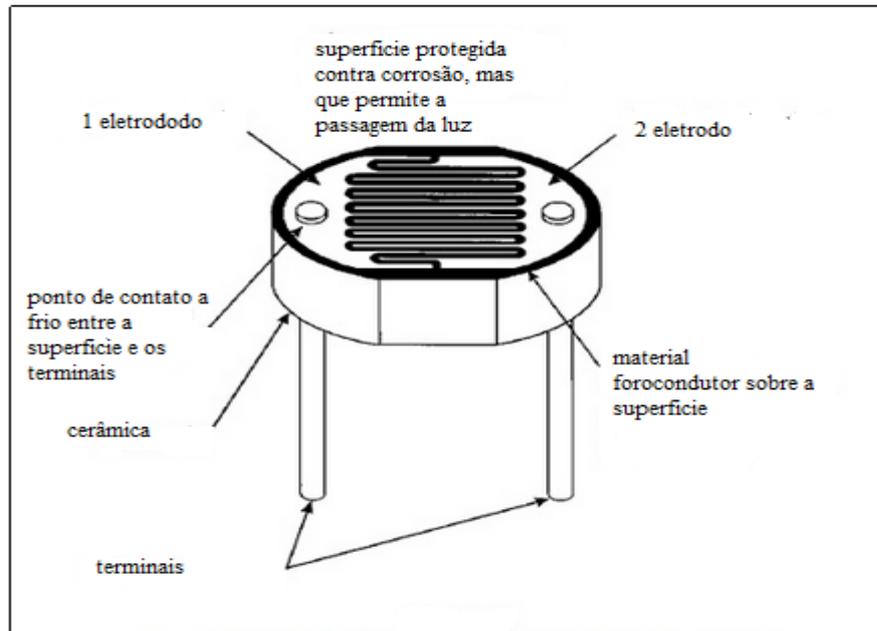


Figura 23 – Estrutura construtiva de um LDR.
Fonte - o autor

Material:

- 1 - LDR
- 2 - 1 Resistor de 100Ω
- 3 - 1 Resistor de $10\text{ K}\Omega$
- 4 - Fios
- 5 - *Protoboard*
- 6 - Arduino
- 7 - LED vermelho

A Figura 24 apresenta o esquema elétrico unifilar LDR + LED. A Figura 25 demonstra a programação no IDE e a Figura 26 a montagem física do circuito.

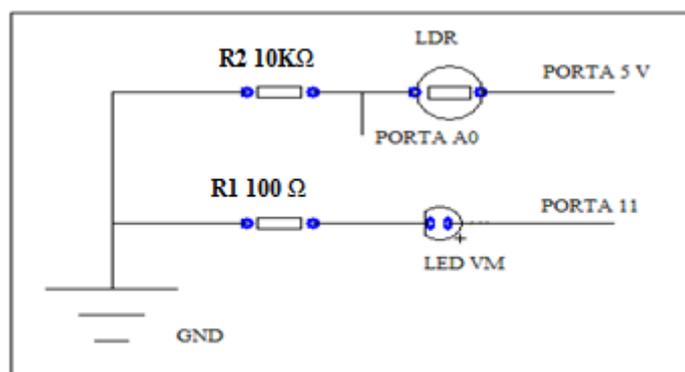


Figura 24 - esquema elétrico unifilar LDR + LED.
Fonte – o autor



```

LDR__LED
int LED = 11; //declara a porta 11 como
//saída ou alimentação para o LED
int val;
int LDR = A0; //seleciona o pino de entrada do LDR, porta analógica
void setup() {
  pinMode (LED, OUTPUT); //define a porta 11 uma porta de saída p/LED
  Serial.begin(9600); //ativa a impressão dos valores medidos em A0
}
void loop() {
  val = analogRead(LDR);
  Serial.println(val); // envia o valor para o pc
  delay(1000);
  if (val < 650) {
    digitalWrite (LED, HIGH);
  }
  else if (val >= 650) {
    digitalWrite (LED, LOW);
  }
}

```

Salvo.

caracteres ASCII e números (mas não podem começar com um número).
Eles devem também ter menos de 64 caracteres de tamanho.

Figura 25 - Programação LDR + LED

Fonte: o autor

Nota: Para acompanhar os resultados do comando *serial.print* (), deve-se clicar no ícone



Serial Monitor do IDE no Arduino. Este abrirá uma tela conforme figura abaixo com as impressões dos dados. Se desejar é possível interromper a rolagem dos dados clicando no

ícone Auto-rolagem para uma melhor avaliação dos dados.

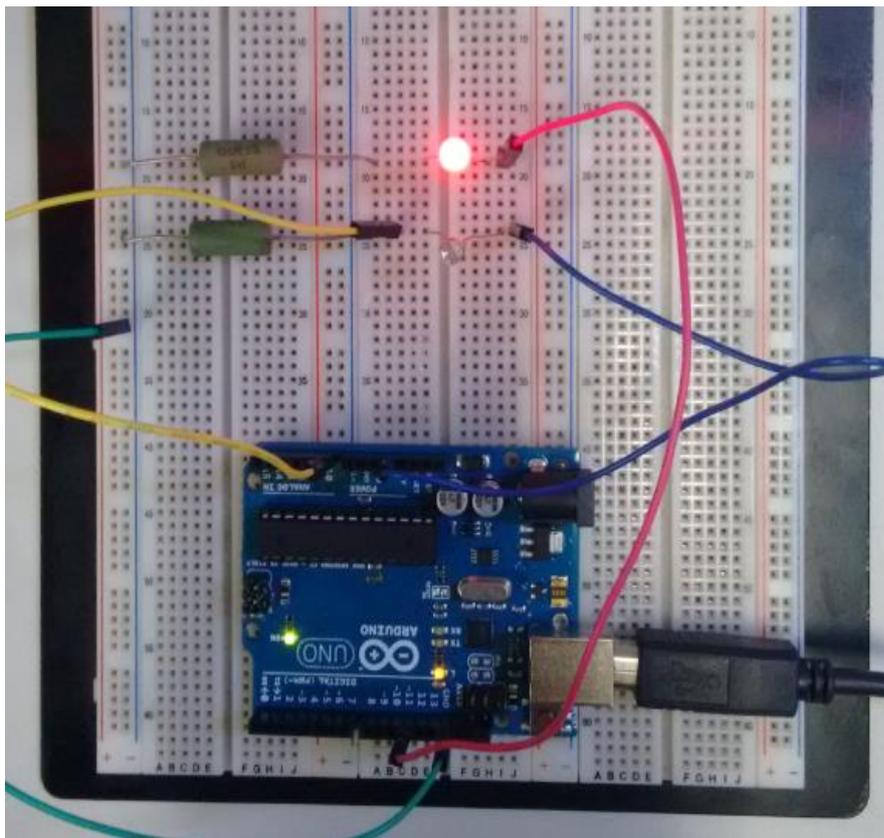


FIGURA 26 - MONTAGEM FÍSICA DO CIRCUITO ELÉTRICO LDR + LED
Fonte: o autor

A Figura 27 apresenta uma imagem real coletado do Serial Monitor constando valores abaixo e acima dos prescritos na programação.

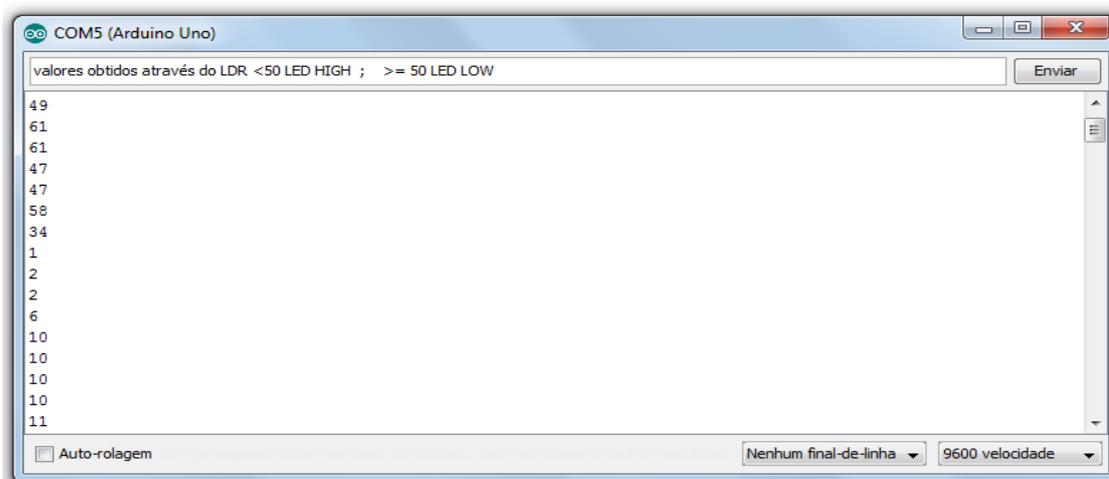


Figura 27 - Leitura da calibragem do sensor LED + LDR no *Serial Monitor*
Fonte: o autor

O circuito experimental foi montado com um resistor em série com o LDR de $100\ \Omega$. Isto justifica os baixos valores apresentados no serial monitor. Recomendamos o uso de resistores em série com o LDR com valor de $10\ \text{K}\Omega$.

5.1.4 EXEMPLO 4 – EXPLORANDO A SAÍDA DIGITAL PWM

Agora iremos verificar a variação do brilho de um LED com o uso de um potenciômetro, resistor variável. Para podermos fazer isso iremos usar o comando *map* do Arduino para efetuar a conversão dos valores lidos pela porta analógica entre 0 e 255 e a função PWM, para tensão expressa em volt, V. A Figura 4 apresentou exemplos de ondas quadradas, aplicável à função PWM. A Figura 28 apresenta o esquema elétrico unifilar para a ligação de um potenciômetro. A Figura 29 delinea a programação para uso de um potenciômetro com o Arduino.

MATERIAIS

- 1 - Resistor de $100\ \Omega$
- 2 - Fios
- 3 - Potenciômetro de $10\ \text{K}\Omega$
- 4 - *Protoboard*
- 5 - Arduino

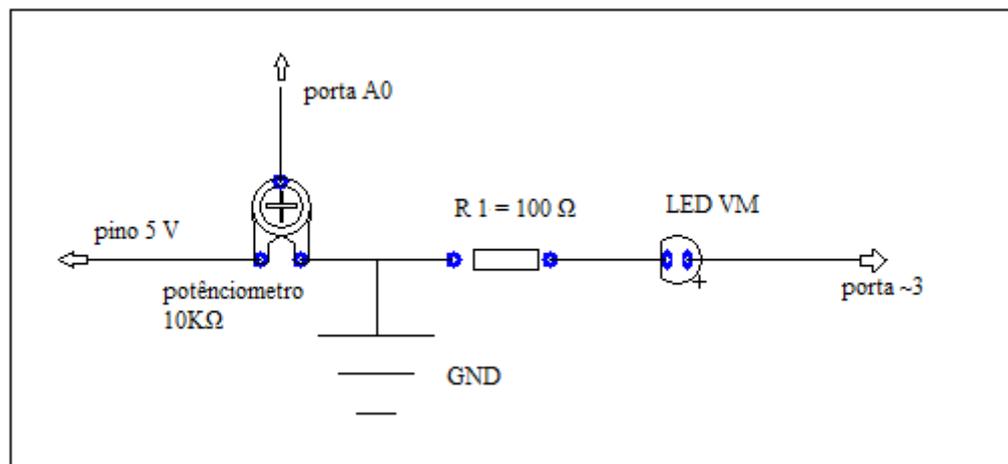
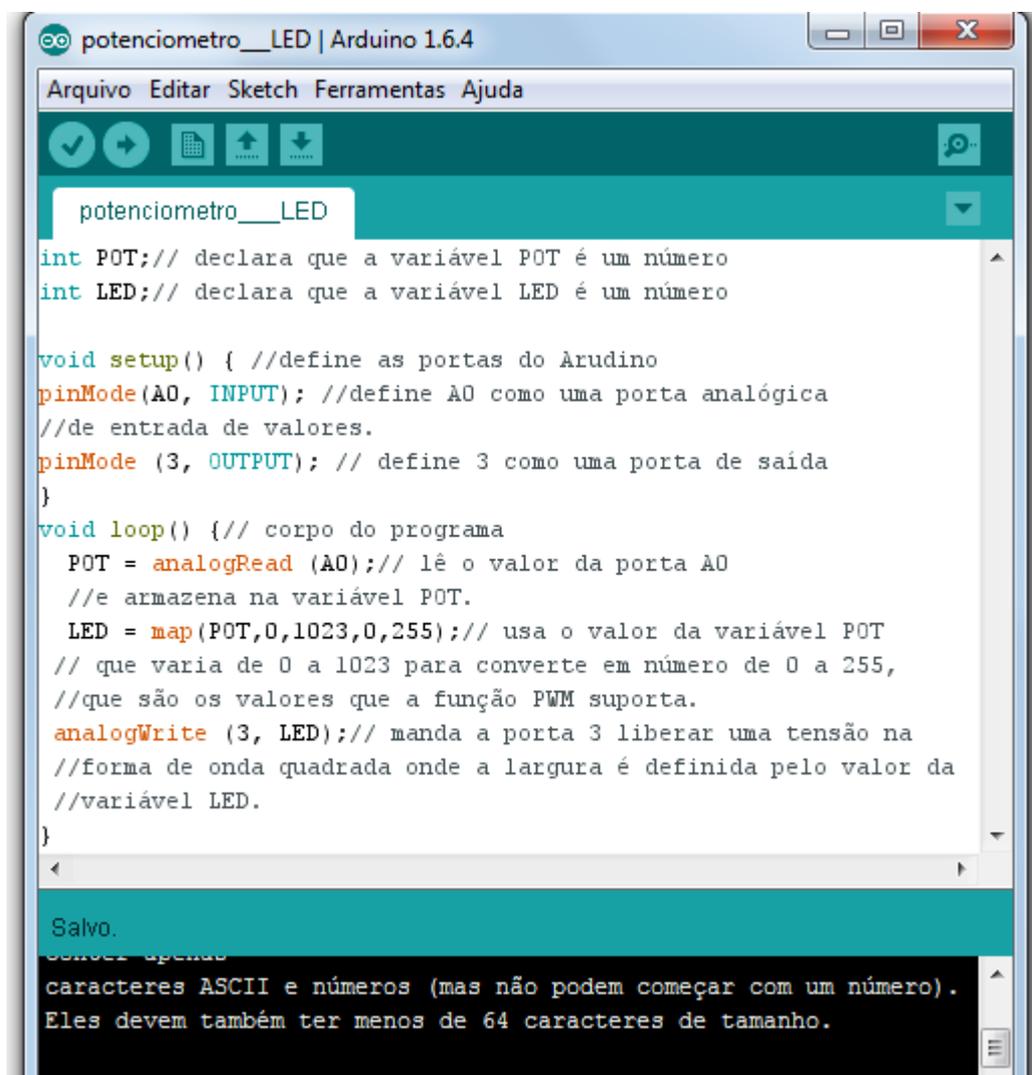


Figura 28 – Esquema elétrico unifilar do potenciômetro.
Fonte: o autor

O comando `analogWrite()` escreve um valor entre 0 - 255, 8bits, em um pino digital que possui a saída PWM. Após a chamada desse comando, o pino passa a operar com uma onda quadrada, figura 5, de frequência fixa e com *duty cycle* conforme valor passado pela função. A frequência dessa onda, na maioria dos pinos (3, 9, 10 e 11) é em torno de 490 Hz, porém, os pinos 5 e 6 do Arduino operam em 980 Hz¹⁹.

O valor desta função vai de 0 a 255, 8bits, na qual 255 corresponde a 100% da tensão de saída, figura 5.



```

potenciometro__LED

int POT;// declara que a variável POT é um número
int LED;// declara que a variável LED é um número

void setup() { //define as portas do Arudino
  pinMode(A0, INPUT); //define A0 como uma porta analógica
  //de entrada de valores.
  pinMode (3, OUTPUT); // define 3 como uma porta de saída
}

void loop() { // corpo do programa
  POT = analogRead (A0); // lê o valor da porta A0
  //e armazena na variável POT.
  LED = map(POT,0,1023,0,255); // usa o valor da variável POT
  // que varia de 0 a 1023 para converte em número de 0 a 255,
  //que são os valores que a função PWM suporta.
  analogWrite (3, LED); // manda a porta 3 liberar uma tensão na
  //forma de onda quadrada onde a largura é definida pelo valor da
  //variável LED.
}

```

Salvo.

caracteres ASCII e números (mas não podem começar com um número).
Eles devem também ter menos de 64 caracteres de tamanho.

Figura 29 - Programação LED + potenciômetro.
Fonte - (RODRIGUES, 2014, v.25 n. 4, p.15)

¹⁹Dados obtidos em: <http://bit.ly/liNgJz1> , acesso em 24-07-2015 às 15h51min.

A Figura 30 apresenta a montagem física do circuito elétrico de um LED com um potenciômetro.

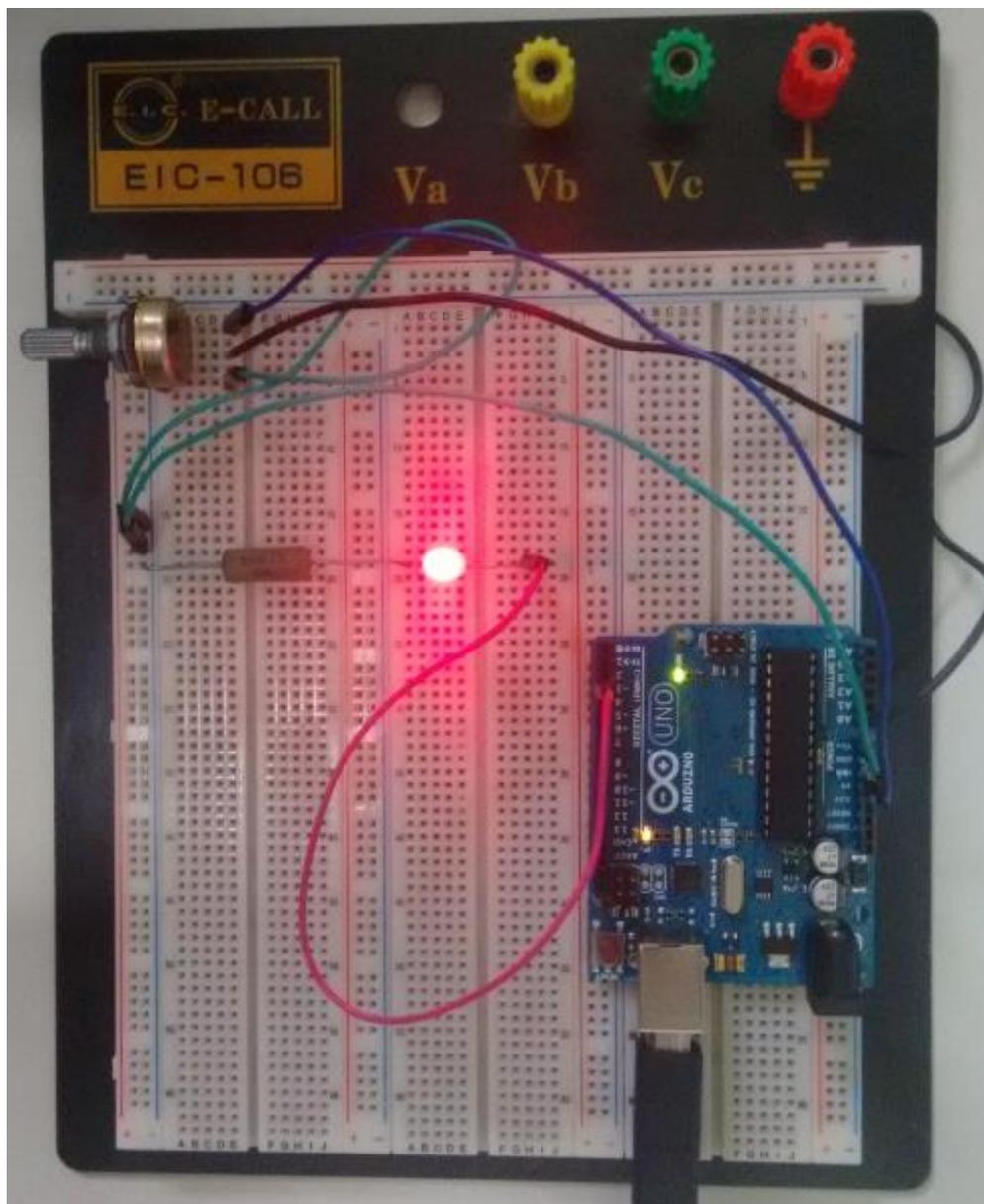


Figura 30- Montagem elétrica de um LED com um potenciômetro.
Fonte: o autor

5.1.5 EXEMPLO 5 – EXPLORANDO O SENSOR LM 35 PARA AFERIÇÃO DE TEMPERATURA

Neste exemplo faremos uso de um sensor de temperatura o LM35²⁰, seu formato nos remete a um transistor, porém, trata-se de um circuito integrado LM35. Segundo o fabricante para cada 0,01 V ou 10 mV, esta variação corresponde a 1^oC, um grau Celsius, (10 mV/^oC). Este sensor

trabalha com variações de temperatura entre -55°C a 150°C ; entretanto, para se aferir valores negativos de temperatura é necessária a inserção de uma fonte de tensão negativa. Neste exemplo não iremos explorar esta escala.

Material:

1. LM35 -
2. *Protoboard*
3. Arduino
4. Fios

Na Figura 31 encontramos o esquema elétrico unifilar que indica como conectar o LM 35 ao Arduino e a Figura 32 apresenta o LM 35. A Figura 33 delinea a programação para uso do LM 35 como um sensor de temperatura e a Figura 34 apresenta a montagem física do circuito elétrico do LM 35 em um *protoboard*. É possível comparar o tamanho do LM35 com as capas protetoras dos fios de conexão.

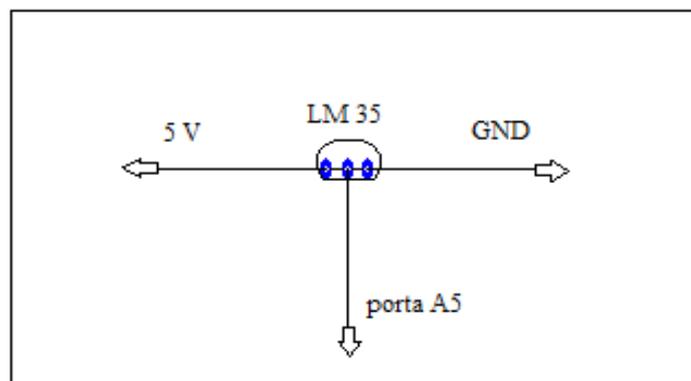


FIGURA 31 – LM 35 – esquema elétrico unifilar. Vista de cima.
Fonte: o autor

²⁰Datasheet do LM35 utilizado neste texto pode ser obtido em <http://bit.ly/1lhp1kg>.

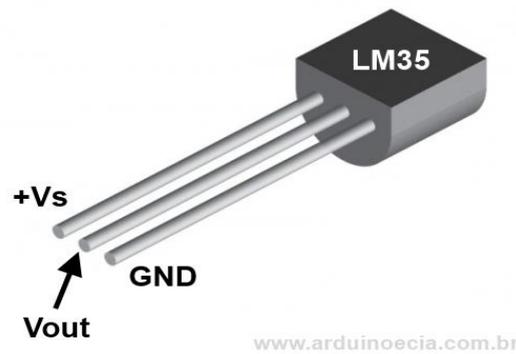


Figura 32 – Circuito integrado LM 35, tamanho aumentada 5 vezes.
 Fonte - <http://bit.ly/1SU8mS5> , acesso 12-04-2016 as 18h32min

```

LM_35_temperatura | Arduino 1.6.4
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
LM_35_temperatura
float sensor; // declara a variável sensor LM 35
float cont; // declara a variável cont, valor lido e convertido.

void setup() {
  pinMode (A5, INPUT); //A5 definida como porta analógica 5, entrada.
  Serial.begin(9600); //Velocidade de impressão no PC, Serial Monitor.
}

void loop() {
  sensor = analogRead(A5); //Fará a leitura da porta A5 e
  // a armazenará na variável sensor.
  cont=(sensor*5/1023); //verificar comentário sobre esta conversão**
  Serial.print("Temperatura: "); //Verificar comentário ***
  Serial.println(cont*100); //Pelo fabricante temos (10 mV/°C)
  //o complemento ln após (Serial.print) permite que a apresentação
  //na tela do serial monitor será em linha.
  delay(1000); //fará uma impressão no serial monitor a cada segundo.
}
  
```

Salvo.

Variáveis globais usam 128 bytes (256) de memória dinâmica, deixando 1.828 bytes para variáveis locais. O máximo são 2.048 bytes.

Figura 33 – Programação do LM 35 como um sensor de temperatura.
 Fonte - o autor

6 APARATO EXPERIMENTAL – FREIO MAGNÉTICO

Na literatura disponível, encontramos algumas sugestões para o uso do Arduino no ensino de Física. Entretanto, ao considerarmos onde nossa pesquisa seria aplicada, Colégio Batista de Vila Mariana, São Paulo, SP, levamos em consideração as teorias de Ausubel (2000) de que para que ocorra uma aprendizagem significativa devemos valorizar os conhecimentos prévios dos alunos.

Assim, concentramo-nos em desenvolver uma atividade que fosse compatível com os conhecimentos dos alunos, mais do que isso, avaliamos a importância do aparato poder receber sensores ligados ao Arduino que os alunos já conhecessem. Preocupamo-nos também em apresentar uma atividade que instigasse a curiosidade dos alunos e que permitisse a sua manipulação de modo seguro.

Objetivamos também que os conceitos de Física que pudessem ser discutidos com este experimento fossem compatíveis ao período escolar, neste caso os alunos que participaram da pesquisa pertencem a 3ª série do Ensino Médio e tradicionalmente estudamos tópicos relacionados ao eletromagnetismo e eletrodinâmica.

Neste contexto, idealizamos o experimento que chamamos de FREIO MAGNÉTICO. O fenômeno Físico observado é amplamente conhecido, entretanto, o modelo adaptado ao Arduino é novo e as possibilidades que ele oferece são inúmeras. Mas antes, vamos descrever a sua construção. O experimento é apresentado na figura 35.

Os dois tubos, foto 35, são vazados internamente um serve como suporte fixado em base de nylon e o outro é o tubo onde as esferas serão soltas, ambos são fixados com barras retangulares de nylon.

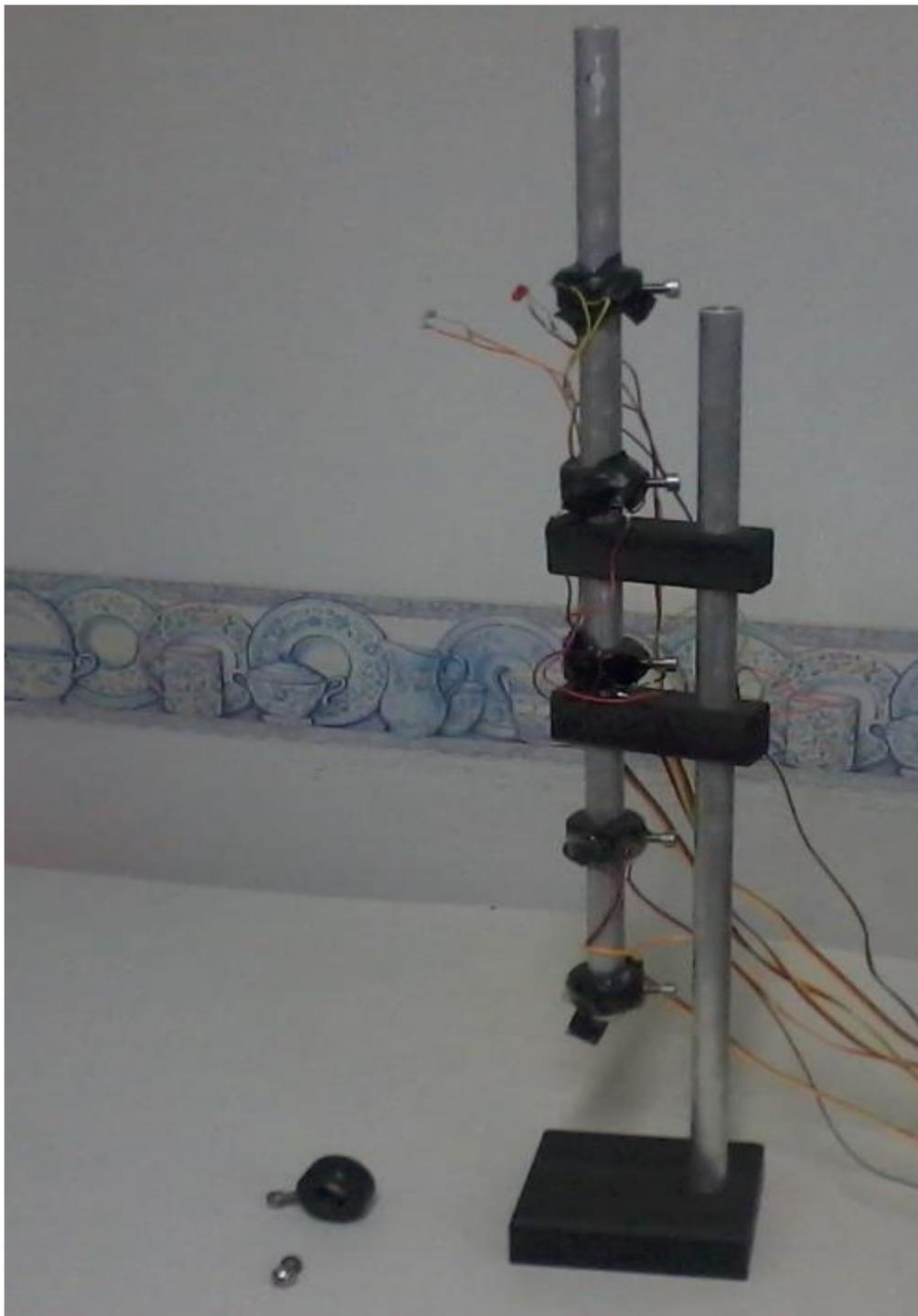


FIGURA 35 – Aparato experimental – Freio Magnético
Fonte: o autor

Este tubo possibilita a instalação de até 06 suportes apresentados na figura 37 para a instalação de sensores sendo que para cada suporte são instalados um par de sensores um LED e um LDR diametralmente opostos. As características para uso do LED e do LDR no Arduino estão descritas no exemplo 03 desta sequência didática.

Estes suportes são fixados no tubo de alumínio com parafusos, figura 36. Este tubo também possui dois orifícios diametralmente opostos. A distância de um suporte ao outro é de 10 cm, sendo que o primeiro par de sensores está instalado a 2 cm do início do tubo para que a primeira leitura dos sensores feita pelo Arduino seja mais precisa.

Utilizamos fios com cores diferentes para facilitar sua identificação e ligação nas portas do Arduino. Com esta montagem é possível obter até 06 dados da variável tempo. Porém, se o operador desejar poderá suprimir alguns sensores.



FIGURA 36 – Suporte de nylon e esferas de aço e de neodímio.

Fonte: o autor

A figura 36 apresenta o par de sensores LED + LDR.

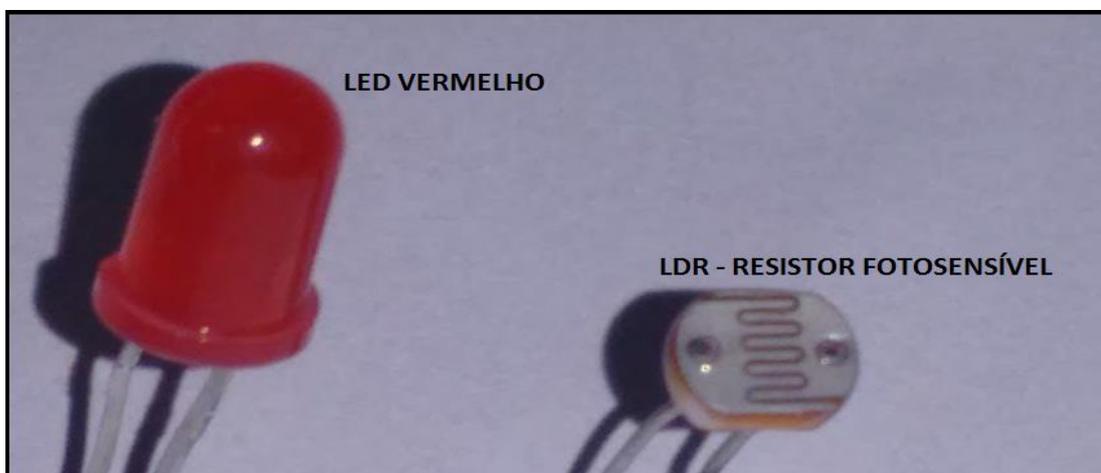


FIGURA 37 – Par de sensores LED + LDR

Fonte: o autor

São muitas as possibilidades que encontramos para o uso deste aparato experimental. Com ou sem o uso do Arduino, o professor poderá explorar os seguintes conceitos de Física:

- Velocidade.
- Tempo.
- Espaço percorrido.
- Aceleração.
- Lei de Faraday.
- Lei de Lenz.
- Corrente de Foucault.
- Lei de Ohm.
- Medidas elétricas.
- Circuitos elétricos.
- Construção de gráficos.
- Programação
- Eletromagnetismo.
- Eletrodinâmica.
- Características dos ímãs, entre outros como Física Moderna.

Caro professor(a), é nosso desejo ter colaborado com sua prática em sala de aula. Reconhecemos que os desafios são imensos, entretanto, cabe-nos enfrenta-los. Pertinentes à nossa profissão moram a ousadia e a utopia. Sabemos não serem possíveis, tampouco fáceis, reformas no sistema educacional que julguemos necessárias e urgentes. Porém, gradativamente podemos lançar sementes que irão germinar quer aqui, quer ali. No tempo devido, seus frutos surgirão com novas contribuições.

Humildemente reconhecemos haver muitas lacunas e para tanto, suas críticas e contribuições serão sempre válidas. Não construímos nada sozinhos. Acreditamos no compartilhamento e esperamos que vocês façam parte deste processo.

ANEXOS

ANEXO 1

Avaliação diagnóstica a ser aplicada aos alunos antes da aplicação das sequências didáticas em um LADIN.

Questão 01 - Qual a diferença entre grandeza física e unidades de medida?

Questão 02 - Descreva em suas palavras o que é velocidade.

Questão 03 - Qual a diferença entre velocidade constante e velocidade variável?

Questão 04 - Esboce um gráfico para representar velocidade constante e variável.

Questão 05 - Descreva em suas palavras o que é aceleração.

Questão 06 - Esboce um gráfico que represente a aceleração constante e variável.

Questão 07 - Quais são as unidades no sistema internacional (SI) para espaço percorrido, tempo, velocidade e aceleração?

Questão 08 - Quais os múltiplos e os submúltiplos das grandezas espaço e tempo no sistema internacional (SI) que você conhece.

Questão 09 - Que experimentos você faria para estimar a velocidade de um corpo e sua aceleração.

Questão 10 - Descreva os instrumentos de medida para espaço e tempo que você conhece?

Questão 11 - É possível ter um valor exato para as medidas efetuadas?

Questão 12 - Quais os procedimentos que você adotaria para melhorar o valor das suas medidas?

Questão 13 - Você conhece o Arduino? Se sim, descreva-o.

Questão 14 - Você sabe programar computadores?

Questão 15 - Ímãs podem atrair metais como o cobre e o alumínio? Justifique.

Questão 16 - Você conhece um Multímetro? Se sim, sabe usar?

ANEXO 2

Questionário a ser respondido por cada aluno após a aplicação da metodologia.

1 - Descreva em suas palavras se a metodologia aplicada o ajudou ou não a compreender melhor alguns fenômenos físicos.

2 - Relate sua relação com a pesquisa. Por exemplo: foi fácil, foi gratificante, gerou conhecimento. Descreva todos os detalhes.

3 - Descreva os temas e ou conteúdos de física que ficaram mais claros para você após a aplicação desta metodologia.

4 - Você acha importante saber programação? Justifique sua resposta.

5 - Como foi a sua relação com os membros do seu grupo para alcançarem as respostas desejadas?

6 - Como você classifica o grau de envolvimento dos membros de seu grupo na realização das tarefas.

7 - Esta metodologia o ajudou a se interessar mais por física? Justifique sua resposta.

8 - Qual a sua visão após a aplicação desta metodologia sobre o seu processo de aprendizagem.

ANEXO 3

AVALIAÇÃO DE VERIFICAÇÃO A SER APLICADA APÓS A REALIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

Questão 01 - Qual a diferença entre grandeza física e unidades de medida?

Questão 02 - Descreva em suas palavras o que é velocidade.

Questão 03 - Qual a diferença entre velocidade constante e velocidade variável?

Questão 04 - Esboce um gráfico para representar velocidade constante e variável.

Questão 05 - Descreva em suas palavras o que é aceleração.

Questão 06 - Esboce um gráfico que represente a aceleração constante e variável.

Questão 07 - Quais são as unidades no sistema internacional (SI) para espaço percorrido, tempo, velocidade e aceleração?

Questão 08 - Quais os múltiplos e os submúltiplos das grandezas espaço e tempo no sistema internacional (SI) que você conhece.

Questão 09 - Que experimentos você faria para estimar a velocidade de um corpo e sua aceleração.

Questão 10 - Descreva os instrumentos de medida para espaço e tempo que você conhece?

Questão 11 - É possível ter um valor exato para as medidas efetuadas?

Questão 12 - Quais os procedimentos que você adotaria para melhorar o valor das suas medidas?

Questão 13 - Você conhece o Arduino? Se sim, descreva-o.

Questão 14 - Você sabe programar computadores?

Questão 15 - Ímãs podem atrair metais como o cobre e o alumínio? Justifique.

Questão 16 - Você conhece um Multímetro? Se sim, sabe usar?

ANEXO 4

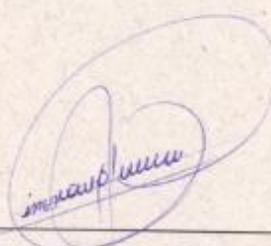
AUTORIZAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA

São Paulo, 25 de março de 2015.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo - CEP/IFSP.

Autorização para realização de pesquisa

Eu, Denis Araújo de Oliveira diretor responsável do Colégio Batista de Vila Mariana, administrado pela Fundação Pastor Rubens Lopes, venho por meio desta informar a V. Sa. que autorizo o pesquisador Artur Luciano Filho, aluno do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e matemática do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP, a realizar a pesquisa intitulada: **"LABORATÓRIO INVESTIGATIVO: O ENSINO DE FÍSICA COM USO DO ARDUINO"**, sob orientação do Prof. Dr. Astrogildo de Carvalho Junqueira. Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como *instituição coparticipante* do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e no bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.



"Assinatura e Carimbo do Responsável Institucional"

DENIS ARAUJO DE OLIVEIRA
7 0 30 333 033 7

ANEXO 05

RELATÓRIO DA PESQUISA REALIZADA PELOS ALUNOS

Introdução

O experimento realizado durante as aulas de física do terceiro bimestre teve como objetivo transmitir princípios e leis da física de maneira interativa e prática. Um tubo de alumínio juntamente com algumas esferas de diferentes metais foram a base da pesquisa.

Esferas de ímãs de diferentes materiais foram colocadas dentro de um tubo de alumínio em sequências diferentes e de diversas formas. Pôde-se observar que a velocidade de queda dentro do tubo variou de acordo com o material da esfera específica lançada, da forma com que isso foi feito e da quantidade de esferas lançadas.

Recebemos uma situação problema e o prazo de quatro semanas para solucioná-la. Eis a questão: Por que uma esfera desce pelo tubo com mais rapidez do que a outra?

Questionamentos levantados ao longo da pesquisa

- 1- Qual a influência do alumínio sobre as esferas?
- 2- O alumínio atrai ímãs?
- 3- Qual a importância do campo magnético na queda das esferas?
- 4- Qual o peso das esferas?
- 5- O que as correntes de Faraday e a Lei de Lenz têm a ver com o experimento?
- 6- O que é paramagnetismo?
- 7- Como o Arduino pode ajudar na pesquisa?
- 8- O atrito com o ar influencia de forma significativa as esferas?

Constatações feitas

- A bateria desce mais devagar que a bola de ferro;
- Bola de ferro é mais pesada;
- Bola/ímã de neodímio desce mais devagar que a de ferro.

Hipóteses antes da pesquisa

- 1: Nos parece que, enquanto os ímãs descem pelo tubo de alumínio lentamente, a gravidade tenta puxá-los para baixo e o campo magnético tenta segurá-los;
- 2: Pensamos que o alumínio não atrai todos os tipos de ímãs, por isso algumas esferas não sofrem tanta influência do campo magnético e caem com mais velocidade;
- 3: Pode-se perceber que a esfera de ferro é mais pesada que a esfera pequena de neodímio; o peso certamente influencia a velocidade de queda das esferas;
- 4: A quantidade de esferas que descem pelo tubo ao mesmo tempo também interfere na velocidade de queda;
- 5: Nos parece que a aceleração da esfera grande de neodímio é constante durante sua queda pelo tubo de alumínio; sua velocidade é constante. Já a esfera de ferro e a bateria têm uma aceleração crescente; suas velocidades vão aumentando conforme descem pelo tubo.
- 6: Parece que o atrito das esferas com o ar deve ter uma interferência pouquíssimo relevante. Será?

Verificação das hipóteses

- 1: A questão da gravidade é óbvia, mas percebemos a questão do campo magnético pela atração natural do neodímio pelo alumínio. Aprendemos nas aulas de física que um campo magnético pode interagir com outro, e essa interação foi o que provocou a desaceleração das esferas de neodímio;
- 2: Percebemos claramente isso visualmente, ao observar a diferença de velocidade das esferas ao descer pelo tubo, mas só comprovamos essa hipótese depois da pesquisa;
- 3: Pesamos as esferas e comprovamos que a esfera de ferro é mais pesada que a de neodímio, mas só descobrimos a questão da interferência do peso após a pesquisa;
- 4: Fizemos várias vezes testes colocando apenas uma esfera, depois duas esferas, três e assim sucessivamente; observamos a veracidade desta hipótese;
- 5: Observamos na coleta de dados que essa hipótese faz bastante sentido. É claro que ocorrem erros nas medições porque medimos tudo manualmente, mas ainda assim nota-se a constante velocidade das esferas de neodímio quando olhamos para os quatro furos do tubo.
- 6: De fato, percebemos que o atrito com o ar é quase insignificante. Não fizemos uma experiência das esferas caindo no vácuo, mas a própria pesquisa mostrou que a interferência do ar no que diz respeito ao atrito é irrelevante.

Dados coletados

Peso das esferas:

Esfera pequena de neodímio: 1g

Esfera de ferro: 6g

Bateria: 2g

Esfera grande de neodímio: 7g

Tempo levado pelas esferas para percorrer o tubo de alumínio (média feita depois de quatro medições para a queda de cada esfera):

Esfera de ferro: 0,6s

Bateria: 0,4s

Esfera grande de neodímio: 8,5s

Esfera pequena de neodímio: 1,9s

Comprimento do tubo de alumínio: 50cm

Tabela de dados

Tipo de esfera	Tempo de queda (s)
Esfera pequena de neodímio (Ep)	1,43
Esfera grande de neodímio (Eg)	8,62
Esfera de ferro (Ef)	3,5
Bateria (b)	0,4

Velocidade média das esferas:

$$V_{ep} = 50/1,43 = 34,9 \text{ cm/s}$$

$$V_{eg} = 50/8,62 = 5,8 \text{ cm/s}$$

$$V_f = 50/3,5 = 14,2 \text{ cm/s}$$

$$V_b = 50/0,4 = 125 \text{ cm/s}$$

Tipo de esfera	Tempo (s)	Espaço (cm)
Esfera pequena de neodímio (Ep)	1,43	50
Esfera grande de neodímio (Eg)	8,62	50
Esfera de ferro (Ef)	3,5	50
Bateria (b)	0,4	50

Gráficos

(não conseguimos realizar nenhum gráfico.)

Quais os erros cometidos e por que

Há um pequeno delay quando medimos o tempo de queda de cada esfera, pois usamos cronômetros manuais; esse delay não nos permite saber a velocidade e a aceleração com exatidão.

Procedimentos feitos para responder à situação problema:

Depois de coletarmos alguns dados e verificarmos algumas hipóteses, pesquisamos alguns conceitos físicos sobre corrente elétrica e magnetismo. Fizemos pequenas pesquisas sobre algumas questões que percebemos ser importantes para responder ao problema. Eis as palavras-chave que pesquisamos e as pequenas pesquisas, respectivamente.

Palavras-chave:

- Corrente parasita;
- Spin mecânico-quântico;
- Correntes de Lorentz;
- Freio e amortecimento magnético;
- Aparecimento de correntes de Foucault;
- Lei de Lenz-Faraday;
- Ferromagnetismo (ligas metálicas).

Pequenas pesquisas

► Materiais ferromagnéticos alteram fortemente o valor do campo magnético; produzem campos de alta intensidade

► Uma vez que se alinham em um campo magnético, o metal fica imantado permanentemente.

► As cargas elétricas presentes na placa de alumínio, em movimento relativo ao campo magnético estão sujeitas as forças magnéticas (Forças de Lorentz) fazendo com que as cargas tenham um movimento perpendicular ao campo magnético que estão atravessando. Este movimento é responsável por gerar uma corrente induzida (correntes de Foucault) tal que os pólos magnéticos destas têm sentido oposto à variação de fluxo magnético que as gerou, conforme a Lei de Lenz.

Bibliografia das pequenas pesquisas:

(<http://www.brasilecola.com/fisica/materiais-paramagneticos-diamagneticos-ferromagneticos.htm> , acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

(<https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dman>, acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

(<https://www.youtube.com/watch?v=HAq1AmBhk4o> , acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

Hipóteses depois da pesquisa

Coisas que talvez intervêm:

- O alumínio presente no tubo;
- Os parafusos;

Intervém no campo magnético e na descida dos ímãs:

- variação de fluxo magnético;
- paramagnetismo, imantação.

Definições

• Correntes de Foucault:

Corrente induzida em um material condutor, relativamente grande, quando sujeito a um fluxo magnético variável.

(<https://www.youtube.com/watch?v=Vr0GUhwk5D8> , acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

• Lei de Lenz:

O sentido da corrente é o oposto da variação do campo magnético que lhe deu origem. Havendo diminuição do fluxo magnético, a corrente criada gerará um campo magnético de mesmo sentido do fluxo magnético da fonte. Havendo aumento, a corrente criada gerará um campo magnético oposto ao sentido do fluxo magnético da fonte.

(https://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_de_Lenz , acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

• Força de Lorentz*:

A intensidade da força é proporcional à intensidade da carga elétrica q e do campo elétrico E .

$$F_e = q \cdot E \text{ (Eletrostática)}$$

Quando uma carga elétrica se movimenta em um campo magnético, sofre a ação da força magnética. Esta força é perpendicular à direção do deslocamento e também perpendicular à direção do campo magnético no qual ela está inserida.

A intensidade desta força depende do módulo, da direção e do sentido da velocidade da carga e, é claro, da intensidade da carga.

$$F = q \cdot (v \cdot B)$$

$$\text{ou } F = q \cdot (E + v \cdot B)$$

* É a soma da força devido às interações da carga com o campo elétrico e com o campo magnético.

(<http://www.infoescola.com/fisica/forca-de-lorentz/> , acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

• Campos magnéticos:

Campos magnéticos cercam materiais em correntes elétricas e são detectados pela força que exercem sobre materiais magnéticos ou cargas elétricas em movimento; é um campo vetorial.

(https://pt.wikipedia.org/wiki/Campo_magn%C3%A9tico , acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

• Paramagnetismo:

Tem a capacidade de provocar um leve aumento na intensidade do valor do campo magnético em um ponto qualquer.

(<http://www.brasilecola.com/fisica/materiais-paramagneticos-diamagneticos-ferromagneticos.htm> , acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

■ Distribuição eletrônica:

Ferro (Fe) – 2, 8, 14, 2.

(<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ferro> , acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

Alumínio (Al) – 2, 8, 3.

(<http://ensinofundamental1.wikispaces.com/Distribui%C3%A7%C3%A3o+Eletr%C3%B4nica> , acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

Neodímio (Nd) – 2, 8, 18, 22, 8, 2.

(<https://pt.wikipedia.org/wiki/Neod%C3%ADmio> , acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

Resposta da situação problema:

Graças ao ferromagnetismo presente nos ímãs, são gerados campos magnéticos sujeitos a forças também magnéticas - Forças de Lorentz-, fazendo com que as esferas tenham movimento contrário ao que é gerado pelo tubo que estão atravessando.

Este movimento gera uma corrente induzida - Correntes de Foucault -, de modo que os polos magnéticos destas tenham sentido oposto a variação de fluxo magnético que as gerou - conforme a Lei de Lenz-Faraday -, fazendo com que haja o surgimento de freios magnéticos.

Os ímãs de neodímio são mais suscetíveis a essa força, logo demoram mais para completar o percurso; a esfera de ferro, em contrapartida, sofre menos com a força magnética gerada pelo tubo na qual está inserida, permitindo que a percorra em menos tempo que as demais.

Webgrafia:

+ Lenz-Faraday e freios magnéticos

http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Queda_freada_magneto.pdf (acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

+ Imantação -

<https://br.answers.yahoo.com/question/index?qid=20061023100150AA5zMmZ> e
<http://efisica.if.usp.br/electricidade/basico/imas/> (acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

+ Magnetismo em Alumínio -

<http://qualitecr.blogspot.com.br/2013/08/magnetismo-em-aluminio.html> (acesso em 23 de set., entre 10h07 e 10h53)

+ Paramagnetismo – consulta online ao livro Chemistry and Chemical Reactivity, de John Kotz, Paul Treichel e Gabriela Weaver.

ANEXO 6

TCLE - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Comitê de Ética em Pesquisa

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado para participar da pesquisa LABORATÓRIO INVESTIGATIVO – O ENSINO DE FÍSICA COM O USO DO ARDUÍNO. Você foi selecionado por ser aluno do curso regular do terceiro ano do Ensino Médio no Colégio Batista de Vila Mariana mantido pela Fundação Pastor Rubens Lopes e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. O objetivo deste estudo é verificar se o uso de software e hardware (Arduino) no horário regular das aulas pode contribuir para o processo de Ensino e Aprendizagem dos conteúdos de Física de modo significativo. Sua participação nesta pesquisa consistirá em participar normalmente nas aulas regulares de Física fazendo uso da metodologia apresentada e permitir que suas anotações, registros, avaliações e atitudes com seus colegas visando à resolução dos problemas durante as aulas sejam objeto de análise por parte do pesquisador. Em função de ser uma atividade realizada em laboratório de física, existem os riscos inerentes ao laboratório como a manipulação de ímãs de alta intensidade, ímãs de Neodímio que não devem ser manipulados por pessoas que usem marca-passos, também sua queda deve ser evitada para não se tornar uma peça cortante. Os benefícios relacionados com a sua participação são entre outros a possibilidade de ampliar seus conhecimentos sobre a Física e a programação de softwares. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação. Em nenhuma hipótese seu nome será mencionado. Também seus registros e avaliações não serão identificados ou publicados. Apenas os dados gerados serão utilizados para alimentar a pesquisa. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal e do CEP, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.


Prof. Dr. ASTROGILDO DE CARVALHO JUNQUEIRA
Orientador
E-mail: acajunq@yahoo.com.br
Rua Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP
Telefone: (11) 2763-7580

ARTUR LUCIANO FILHO
Estudante de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências
e Matemática
E-mail: arturluciani@gmail.com
Rua Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Rua Pedro Vicente, 625 Canindé – São Paulo/SP
Telefone: (11) 3775-4569
E-mail: cep_ifsp@ifsp.edu.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

ANEXO 7

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

Pesquisador Responsável: Última Modificação: Tipo de Projeto:

Palavra-chave:

« SITUAÇÃO DA PESQUISA

Marcar Todas

Aguardando Apreciação de

Aprovado

Em Apreciação Ética

Em Edição

Em Recepção e Validação Documental

Não Aprovado - Não Cabe Recurso

Não Aprovado na CONEP

Não Aprovado no CEP

Pendência Documental Emitida pela CONEP

Pendência Documental Emitida pelo CEP

Pendência Emitida pela CONEP

Pendência Emitida pelo CEP

Recurso Submetido ao CEP

Recurso Submetido à CONEP

Recurso não Aprovado no CEP

Retirado

Retirado pelo Centro Coordenador

LISTA DE PROJETOS DE PESQUISA:

Tipo	CAAE	Versão	Pesquisador Responsável	Comitê de Ética	Instituição	Origem	Última Apreciação	Situação	Ação
P	43937515.0.0000.5473	2	Artur Luciano Filho	5473 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO	PO	PO	Aprovado	