

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS
PPGECE

Jackson Roberto Rubim Junior

**Microcontrolador Arduino no ensino de Física: Proposta e
aplicação de uma situação de aprendizagem sobre o tema Luz e
Cor**

SÃO CARLOS – SP

09/2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS
PPGECE

Jackson Roberto Rubim Junior

**Microcontrolador Arduino no ensino de Física: Proposta e
aplicação de uma situação de aprendizagem sobre o tema Luz e
Cor.**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Exatas como requisito para à obtenção do
título de mestre em Ensino de Ciências
Exatas.**

**Orientadora: Prof.^a Dr.^a Marisa Almeida
Cavalcante**

SÃO CARLOS – SP

09/2014


Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar
Processamento Técnico
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R896m Rubim Junior, Jackson Roberto
Microcontrolador Arduino no ensino de física :
Proposta e aplicação de uma situação de aprendizagem
sobre o tema luz e cor / Jackson Roberto Rubim
Junior. -- São Carlos : UFSCar, 2016.
150 p.


Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de
São Carlos, 2014.

1. Microcontrolador Arduino. 2. Aprendizagem
significativa. 3. Luz e cor. 4. Ensino e
aprendizagem de Física no século XXI. I. Título.

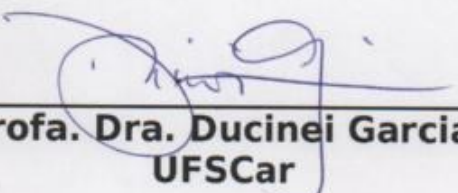
Banca Examinadora:



Profa. Dra. Marisa Almeida Cavalcante
UFSCar - orientadora



Prof. Dr. Walmir Thomazi Cavalcante
PUC/SP



Profa. Dra. Ducinei Garcia
UFSCar

Dedico este trabalho a minha família.

Agradecimentos

Agradeço especialmente a minha orientadora Professora Doutora Marisa Almeida Cavalcante pela paciência, atenção e dedicação ao meu trabalho.

Aos professores do PPGECE (Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Exatas), que contribuíram para meu aprimoramento profissional.

Aos meus colegas de mestrado, onde nossas viagens e encontros semanais possibilitaram trocas de experiências pessoais e profissionais.

Agradeço meu pai, Jackson Roberto Rubim, minha mãe, Maria Eduarda Bruno Rubim e meu irmão Jeferson Eduardo Rubim, pelo apoio e ajuda nas minhas escolhas e em minha vida profissional.

A minha esposa Mariana e meus filhos João Pedro e Mateus que me apoiaram durante todo o tempo, a minha profunda gratidão.

O estudante do século XXI deve deixar a escola com uma compreensão mínima do funcionamento das tecnologias atuais. O Ensino de Física pode ser um grande aliado no domínio destas tecnologias pelos indivíduos. (CAVALCANTE, 2010)

Resumo

Este trabalho tem como objetivo propor a inserção do microcontrolador Arduino nas aulas de Física do Ensino Médio em uma Escola Pública. Para isto, foi proposta uma situação de aprendizagem sobre o tema “Luz e Cor”, baseada na aprendizagem significativa, e na utilização de um experimento interativo e de fácil manipulação. O cotidiano dos estudantes está repleto de tecnologias e nelas há uma infinidade de conceitos e aplicações da Física. A intenção ao introduzir o microcontrolador Arduino nas aulas de Física foi provocar curiosidade nos estudantes e despertar o caráter investigativo necessário ao estudo da Física, ao mesmo tempo em que lidam com elementos tecnológicos que fazem parte de sua cultura contemporânea. A atividade desenvolvida possibilita a investigação e permite ao estudante uma participação mais ativa no seu processo de aprendizagem. Durante a atividade, grupos de estudantes testaram algumas possibilidades de misturas da luz e a relação da luz incidente com a cor da luz refletida pelos objetos. Para registro e verificação da aprendizagem, foram realizados um pré-teste, um pós-teste, uma avaliação somativa, registros do professor e, ao final, uma autoavaliação. Concluiu-se que a atividade foi exitosa, despertou a curiosidade dos estudantes, possibilitou crescimento conceitual e apresentou indícios de uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Microcontrolador Arduino; Aprendizagem significativa; Luz e cor; Ensino e aprendizagem de Física no século XXI.

ABSTRACT

This paper aims to propose the inclusion of the Arduino microcontroller in Physics classes in a public high school. To this intent, a learning situation on the theme Light and Color was suggested, based on meaningful learning and on the use of an interactive and easy to handle experiment. The daily life of students is packed with technologies that hold plenty of Physics' concepts and applications. The intention to introduce the Arduino microcontroller in Physics classes was to arouse the curiosity and awaken in them the investigative character necessary to the study of Physics while they deal with technological elements that are part of their contemporary culture. The developed activity enables the investigation and allows students to participate more actively in their learning process. During the activity, groups of students tested some possibilities of light mixtures and the relationship between the incident light with the color of the light reflected by the objects. To record and learning verification purposes, a pretest, a posttest, a summative evaluation, teacher's records and, lastly, a self-assessment were performed. It is possible to conclude that the activity was successful and has awakened the curiosity of the students, enabled conceptual growth and showed evidence of significant learning.

Keywords: Arduino Microcontroller; Meaningful learning; Light and color; Teaching and learning of physics in XXI century.

Lista de Figuras

Figura 6.2.1: Placa Arduino.

Figura 6.2.2: Esquema da montagem de um circuito.

Figura 6.2.3: Apresentação do ambiente de programação do S4A.

Figura 6.2.4: Programação para o controle dos LEDs.

Figura 6.2.5: Barras de controle da intensidade luminosa dos LEDs.

Figura 7.1.1a – Média da escola abaixo da média geral do estado.

Figura 7.1.1b: Níveis de Proficiência.

Figura 7.1.1c – Classificação, nível e descrição.

Lista de Quadros

Quadro 5.1: Conteúdo referente ao tema luz e cor do quarto bimestre da segunda série do ensino médio.

Quadro 5.2: Habilidades referentes aos conteúdos do quarto bimestre da segunda série do Ensino Médio.

Quadro 8.3.1: Formação do conceito final.

Quadro 8.2.1: Conceitos e critérios atribuídos à participação do estudante.

Lista de Tabelas

Tabela 6.3.1: Duração de cada etapa.

Tabela 8.1.1: Pontuação em cada categoria.

Tabela 8.3.2: Ganho médio (G) e ganho médio quadrático (G^2)

Tabela 8.3.3: Confiabilidade da pesquisa.

Tabela 8.3.4: Ganho de Hake normalizado de cada estudante.

Tabela 8.3.5: Resultado de todas as etapas de avaliação.

Lista de Gráficos

Gráfico 8.3.1: Comparação entre os resultados do pré-teste e pós-teste.

Gráfico 8.3.2: Percentual de acertos na avaliação somativa.

Sumário

Apresentação	09
Capítulo 1	11
Introdução.....	11
Capítulo 2	14
Ensino e aprendizagem de Física no século XXI	14
Capítulo 3	24
Fundamentação Teórica.....	24
Capítulo 4	27
Revisão Bibliográfica	27
Capítulo 5	32
Contextualização do tema dentro da proposta curricular do Estado de São Paulo	32
Capítulo 6	36
Desenvolvimento do Material Instrucional.....	36
6.1 – Metodologia	36
6.2 - Arduino e Scratch for Arduino	37
6.3 – Atividade “Luz e Cor”	43
Capítulo 7	44
Aplicação da proposta didática	44
7.1 - Perfil da turma	44
7.2 - Aplicação das atividades desenvolvidas.....	46
7.3 - Autoavaliação.....	47
Capítulo 8	51
Métodos de Análise (Análise dos Dados).....	51
8.1 - Métodos de Análise	51
8.2 - Coleta de Dados	54
8.3 - Análise Estatística.....	56
Considerações Finais	64
Conclusões	66
Referências.....	68
APÊNDICES	74
APÊNDICE 1 – Plano de Aula: Luz e Cor.....	74
APÊNDICE 2 – Material do professor. Atividade Luz e cor	79
APÊNDICE 3 – Pré-teste e pós-teste.....	88

APÊNDICE 4 – Roteiro do estudante	90
APÊNDICE 5 – Avaliação Somativa	92
APÊNDICE 6 – Autoavaliação.....	95
APÊNDICE 7 – Planilha de organização das notas atribuídas em cada etapa	96
APÊNDICE 8 – Roteiro de Instalação do Arduino	97
APÊNDICE 9 – Verificando a instalação do Arduino	102
APÊNDICE 10 – Roteiro de Instalação do Scratch para Arduino	114
APÊNDICE 11- Tabulação dos resultados do Pré-teste	120
APÊNDICE 12 – Tabulação dos resultados do Pós-teste	121
APÊNDICE 13 – Tabulação dos resultados da avaliação final.....	122
APÊNDICE 14 - Planilhas para o cálculo do coeficiente de alfa Cronbach	123
ANEXOS	125
ANEXO 1 - Atividade respondida pelo grupo 1.	125
ANEXO 2 - Pré-teste do Estudante 4.	127
ANEXO 3 - Pós-teste do Estudante 4.....	128
ANEXO 4 - Avaliação somativa do Estudante 4.....	129
ANEXO 5 - Autoavaliação do Estudante 4.	130
ANEXO 6 - Pré-teste do Estudante 14.	131
ANEXO 7 - Pós-teste do Estudante 14.....	132
ANEXO 8 - Avaliação somativa do Estudante 14.....	133
ANEXO 9 - Autoavaliação do Estudante 14.	134
ANEXO 10 - Atividade respondida pelo grupo 2.	135
ANEXO 11 - Pré-teste do Estudante 8.	137
ANEXO 12 - Pós-teste do Estudante 8.....	138
ANEXO 13 - Avaliação somativa do Estudante 8.....	140
ANEXO 14 - Autoavaliação do Estudante 8.	142
ANEXO 15 - Pré-teste do Estudante 11.	143
ANEXO 16 - Pós-teste do Estudante 11.....	144
ANEXO 17 - Avaliação somativa do Estudante 11.....	145
ANEXO 18 - Autoavaliação do Estudante 11.....	147
ANEXO 19 - Equação para o cálculo do coeficiente de alfa Cronbach	149
ANEXO 20 - Valores críticos da razão <i>t de Student</i>	150

Apresentação

Leciono Física nas três séries do Ensino Médio da Rede Estadual de Ensino do Estado de São Paulo desde 2008, na E.E. Prof. Valério Strang.

Sempre utilizei atividades diversificadas em minhas práticas educacionais, mas a inquietação em relação à melhoria do ensino e às nossas condições de trabalho me levaram a buscar novos conhecimentos e práticas.

Em 2010 fiquei sabendo do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE) da UFSCar e, em março de 2011, fui selecionado para o programa.

Durante um curso sobre Arduino, em 2012, ministrado pela Prof. Dra. Marisa Almeida Cavalcante, na UFSCar, fiquei interessado e me identifiquei com o assunto. Daí convidei a professora Cavalcante para me orientar.

Gosto de construir experimentos e de propor novas atividades em sala de aula. Percebi no Arduino uma infinidade de práticas que podem ser exploradas nas aulas de Física do Ensino Médio.

A escola estadual onde leciono Física e onde a proposta de ensino foi aplicada possui muitos problemas estruturais, que dificultam a continuidade dos projetos e a diversidade das ações. Em 2012 passamos por uma reforma durante quase todo o ano letivo. Primeiro vieram as reformas estruturais. Todo o piso da escola foi substituído. Muita poeira e dificuldade para se alojar as turmas. Aulas no pátio em meio a reforma. Laboratório de ciências ocupado pela equipe da reforma. Depois vieram as pinturas. Cheiro forte e muito desagradável. Muitos estudantes e alguns professores relataram problemas decorrentes da exposição a poeira e ao solvente da tinta utilizada na pintura.

A escola ficou muito bonita, mas a opção dos pisos foi desastrosa. O revestimento apresenta uma superfície que o deixa com péssima aparência e a limpeza tem que ser feita várias vezes ao dia. (Sinto saudade das antigas lajotinhas vermelhas que revestiam as salas).

Como professor de Física não poderia deixar de comentar sobre a acústica das salas. O novo revestimento acentuou o efeito da reverberação nas salas de aula dificultando ainda mais o trabalho docente.

A sala de informática conta com apenas onze equipamentos e a internet não atende à demanda dos onze computadores em operação. Sem contar que a sala

ficou sem acesso à internet por mais de seis meses e quando o reparo foi feito funcionou adequadamente apenas por quatro dias. Para nossa felicidade o novo reparo foi realizado em poucos dias. Atualmente os onze computadores e a internet encontram-se em funcionamento.

Leciono há seis anos nesta escola, desde que me efetivei na rede estadual. Presenciei muitas mudanças. Acredito na educação como agente de mudança social. Mas ainda temos que lutar muito por melhorias em todas as esferas da educação.

Com as informações apresentadas sobre a escola temos uma ideia do ambiente de trabalho do docente. Com base nessas informações, nos levantamentos bibliográficos, na metodologia escolhida, a metodologia investigativa e no método do diálogo socrático, discutidos respectivamente nos Capítulos 2 e 3, chegamos a forma que mais se adequou a realidade da escola e ao perfil dos estudantes.

Capítulo 1

Introdução

Este trabalho apresenta uma síntese das práticas adotadas em sala de aula ao se introduzir o estudo de conceitos físicos com o auxílio do microcontrolador Arduino. Com ele, espera-se despertar o interesse dos estudantes por aulas práticas e interativas, levantar alguns pontos pertinentes à prática docente e sua contribuição em um processo de ensino e aprendizagem significativa. Informações complementares para quem deseja iniciar a utilização do microcontrolador Arduino, vídeos, apostilas, tutoriais, seleção de artigos interessantes, sites, blogs e onde encontrar kits e materiais para as atividades podem ser encontrados no site: <<http://www.astrosnafisica.com/jack/atividades/arduino.html>>¹. O site tem como objetivo divulgar o material produzido apresentar novas propostas de utilização do Arduino que estão em fase de planejamento e orientar os interessados (RUBIM JUNIOR, 2014).

Nossa opção pelo tema justifica-se pelo fato de tratar-se de uma área da Física que favorece a experimentação, provoca curiosidade nos estudantes e desperta o caráter investigativo necessário ao estudo da ciência. Estudos (THOMAZ, 2000) mostram que, podemos potencializar de modo mais eficiente o desenvolvimento de habilidades e competências científicas quando o trabalho experimental é conduzido pelos estudantes no sentido de trazer benefícios para a sociedade.

As atividades sugeridas neste trabalho buscam desenvolver as habilidades e competências necessárias para o aprendizado significativo do estudante, em consonância com a Proposta Curricular do Estado de São Paulo de 2008 na disciplina de Física. Elas propõem situações de aprendizagem que discutem conceitos físicos de “Luz e Cor” de forma qualitativa, com o objetivo de relacionar a cor dos objetos com a cor da luz incidente sobre o mesmo. Os resultados obtidos após a realização das situações propostas permitem que os estudantes contemplem as mínimas habilidades para resolver situações problema de ordem prática e ou teórica envolvendo os temas abordados.

¹ Site criado pelo autor para disponibilizar e divulgar o material produzido.

Recorremos à revisão bibliográfica em busca de atividades relacionadas a utilização de novas tecnologias com foco em criação de experimentos que envolvem a informática e o uso de microcontroladores no ensino, onde encontramos algumas propostas que podem ser utilizadas nas aulas de Física do Ensino Médio. Assim, foi possível a formulação de uma nova situação de aprendizagem que se baseia no êxito dos trabalhos encontrados e sempre considerando a possibilidade de adaptação ao público alvo. Os trabalhos encontrados, em grande parte, apresentam ideias que podem ser desenvolvidas em sala de aula. No entanto, não fornecem, em sua maioria, detalhamento das atividades, o que acaba dificultando a sua inserção em sala de aula.

No Capítulo 2, apresentamos uma rápida discussão sobre o Ensino e a aprendizagem de Física no século XXI. Nele apresentamos alguns argumentos que deixam claro que a escola e o professor contemporâneo devem buscar estratégias e ferramentas que envolvam as novas tecnologias da informação e comunicação.

Para o desenvolvimento das atividades utilizamos os princípios da aprendizagem significativa de David Ausubel, que são apresentados no Capítulo 3.

Apresentamos a revisão bibliográfica no Capítulo 4, onde buscamos nas principais revistas e eventos, localizar trabalhos que pudessem tratar do mesmo assunto ou correlatos. Também revisamos a procura de teses e dissertações e todos os trabalhos que julgamos importantes até o momento.

Justificamos a escolha dos temas abordados em nossa proposta no Capítulo 5, tomando como base conteúdos e habilidades apresentados na Proposta Pedagógica do Estado de São Paulo de 2008.

A metodologia e a atividade desenvolvida serão descritas no Capítulo 6. Também relatamos brevemente a história do microcontrolador Arduino e do software Scratch para Arduino utilizados na atividade “Luz e Cor”. Esta fusão entre o Arduino e o software de programação iconográfica Scratch, nos permitiu elaborar uma atividade com o objetivo de identificar a interação da luz com a cor dos objetos com o auxílio de um experimento controlado por computador e um microcontrolador.

É importante ressaltar que todas as atividades buscam explorar as mais diversas linguagens, como: verbal, escrita, pictórica e diagramática. A atividade conta com: pré-teste, roteiro de atividade, pós-teste, avaliação, autoavaliação e uma planilha de organização de notas.

A descrição do local de aplicação, da turma e da aplicação foi descrita no Capítulo 7. Os registros, testes, avaliação e autoavaliação possibilitaram uma tabulação e uma análise baseada em métodos estatísticos que serão apresentados e discutidos no Capítulo 8.

Por fim, apresentaremos nossas considerações finais e conclusões acerca de todas as etapas desde o desenvolvimento, aplicação, análise e sugestões para a criação de novas atividades utilizando o microcontrolador Arduino. Também apresentamos nos apêndices e anexos todos os materiais utilizados, desde a instalação dos softwares e hardwares até os roteiros e as produções de alguns estudantes.

Capítulo 2

Ensino e aprendizagem de Física no século XXI

Quando falamos de cultura logo nos remetemos às artes, a música, ao cinema, teatro dentre outros. Nos esquecemos que a cultura também, de certo modo, pode ser tudo aquilo que o homem faz, pensa e utiliza para compreender a realidade que o cerca e às vezes algo que o faça fugir dessa realidade. A cultura científica deve fazer parte do processo de ensino e aprendizagem de Física do século XXI.

A Cultura abrange todos os atos da vida humana, tudo que o homem possa cultivar: pensamentos, sentimentos, hábitos, padrões de comportamento, rituais, compreensão da existência, interpretação e expressão da realidade, apropriação e transformação dos recursos naturais, e muito mais. Assim, podemos afirmar que a Cultura é um processo dinâmico de transformação e desenvolvimento de um indivíduo, um grupo, um povo. (SÁPIRAS, 2005, s.n.)

Na citação acima temos a cultura como tudo aquilo que envolve o homem, suas criações, pensamentos, hábitos entre outros. Quando se fala em compreensão da existência, caímos em um tema que desperta em quase todos uma grande curiosidade, saber de onde viemos, quem somos e para onde vamos. Neste contexto a Física busca explicações, tanto microscópicas como macroscópicas, desde a menor porção da matéria, até os eventos mais gigantescos, afastados de nosso planeta e também de nossa galáxia. Por exemplo, para tentarmos entender o que nos aguarda no futuro estudamos nosso passado, através da radiação emitida a milhões de anos em um possível início dos acontecimentos, ou seja, no provável começo do universo, buscando identificar como se deu esse início dos eventos, Big-Bang, para podermos entender se existe, quem sabe, um final dos eventos e ou para onde vamos.

Nesse sentido a Física nos fornece uma base teórica para interpretarmos e entendermos fenômenos e acontecimentos, podendo utilizar esse conhecimento adquirido para modificar e transformar recursos disponíveis ao nosso redor.

A Física ensinada no Ensino Médio ainda se baseia em treino para testes, respostas sem questionamentos, está centrada no docente, não nos estudantes, é desatualizada em relação às tecnologias e aos conteúdos mais atuais, como a física

moderna e contemporânea, é comportamentalista e focada no treinamento para provas (MOREIRA, 2013). O ensino e a aprendizagem de Física no século XXI ainda está centrada no docente, com uma aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados, focada em respostas corretas e pouco interage com outras disciplinas. O ensino e a aprendizagem no século XXI devem estar centrados no estudante e no desenvolvimento de competências científicas como a argumentação e a comunicação. Deve, ainda, ser focada na aprendizagem científica de conteúdos contemporâneos e clássicos, com a utilização das tecnologias da informação e comunicação. O professor deve ser o mediador de todo o processo orientando e estimulando o desenvolvimento de novos talentos.

Mas é óbvio que somente conteúdos, mesmo com significatividade não é suficiente. É preciso também incorporar, ao ensino da Física, as tecnologias de informação e comunicação, assim como aspectos epistemológicos, históricos, sociais, culturais. Ensinar Física é um grande desafio, mas pode ser apaixonante se conseguirmos melhores condições de trabalho para os professores, livrar-nos do ensino para a testagem e, metaforicamente, abandonarmos o modelo da narrativa, o quadro-de-giz e o livro de texto. (Moreira, 2013 p.12)

Para Libâneo (1998) a escola deve assegurar formação cultural e científica para a vida pessoal, profissional e cidadã dos estudantes. Essa escola possibilita uma relação autônoma, crítica e construtiva com a cultura e suas manifestações. Uma formação geral mais sólida possibilita uma capacidade de pensar cientificamente as intensas transformações científicas e tecnológicas da nossa atual sociedade. A escola do século XXI deve reduzir a distância entre a ciência, cada vez mais complexa, e a cultura de base produzida no cotidiano e também provida pela escolarização.

Estando presente no cotidiano das pessoas, a Física traz aperfeiçoamentos para a vida humana através de suas aplicações e pesquisas em suas áreas. Mas nada disso seria possível sem o acúmulo de experiências, onde a Física trouxe grandes mudanças para a humanidade.

Quando se fala em cultura, raramente a Física comparece na argumentação. Cultura é quase sempre evocação de obra literária, sinfonia ou pintura; cultura erudita, enfim. Tal cultura, internacional ou nacional, traz à mente um quadro de Picasso ou de Tarsila, uma sinfonia de Beethoven ou de Villa Lobos, um romance de Dostoiévski ou de Machado de Assis, enquanto que a cultura popular faz pensar em capoeira, num samba de Noel ou num tango de Gardel. Dificilmente, porém, cultura se liga ao teorema de Godel ou às equações de Maxwell! (ZANETIC, 2005, p.21)

Pouco se fala da Física em geral como parte de nossa cultura, do nosso cotidiano, talvez por se tratar de uma área que poucos possuem conhecimento. Essa dificuldade de relacionar a Física como cultura pode ser explicada ao analisarmos o ensino deficiente na escola básica, já que maioria da população conhece apenas aquela Física que é vista no EM.

Com exceção de experiências isoladas que professores levam para suas salas de aula, muitas vezes decorrentes da pesquisa em ensino de Física desenvolvida no país, no geral a Física é mal ensinada nas escolas. O ensino de Física dominante se restringe à memorização de fórmulas aplicadas na solução de exercícios típicos de exames vestibulares. (ZANETIC, 2005, p.21)

Através de uma cultura científica onde as pessoas são capazes de interpretar o funcionamento de aparatos que não fazem parte de sua área profissional, mas compõem o seu cotidiano por meio de tecnologias e informações. Por esta razão é importantíssimo compreendermos melhor como estes processos se inter-relacionam e suas implicações na sociedade, economia e na cultura. O ensino e a aprendizagem do século XXI pedem esta abordagem.

A Física deve ser entendida e reconhecida como um processo que se desenvolveu, e se desenvolve, ao longo da história da humanidade e conseqüentemente está repleta de contribuições sociais, econômicas e culturais. Estes três elementos resultam no desenvolvimento de diversas tecnologias que acabam por estimulá-los.

Ensinar física no século XXI pode ser uma tarefa extraordinária, já que toda a tecnologia que nos rodeia está intimamente ligada com conceitos físicos essenciais para a compreensão dos mecanismos básicos de funcionamento de cada um destes sistemas.(CAVALCANTE et al., 2010)

O ensino da ciência, em especial o ensino de Física, deve ser visto como o ensino de uma cultura científica. O uso das diversas linguagens deve fazer parte da cultura dos estudantes do século XXI.

Por esse caráter essencial da competência de leitura e de escrita para a aprendizagem dos conteúdos curriculares de todas as áreas e disciplinas, a responsabilidade por sua aprendizagem e avaliação cabe a todos os professores, que devem transformar seu trabalho em oportunidades nas quais os alunos possam aprender e consigam consolidar o uso da Língua Portuguesa e das outras linguagens e códigos que fazem parte da cultura,

bem como das formas de comunicação em cada uma delas. (Currículo do Estado de São Paulo, p17)

De acordo com a Proposta Curricular do Estado de São Paulo as diversas áreas do conhecimento, que formam uma cultura científica, nos permitem compreender o significado de tudo aquilo que nos cerca. Compreender o significado das diversas áreas da ciência é reconhecer, compreender e compartilhar a cultura que envolve as diversas áreas do conhecimento.

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) para o Ensino Médio a Física deve ser compreendida como parte integrante da cultura humana contemporânea. Para isto, deve-se identificar sua presença em manifestações artísticas ou literárias, em peças de teatro, letras de música, nas tecnologias e em muitos outros setores. Espaços de expressão contemporâneos como planetários, museus científicos, feiras científicas, exposições, entre outros, possibilitam uma apropriação destes meios culturais e a difusão científica.

A alfabetização científica e tecnológica nos permite reconhecer as tecnologias da história humana como parte de nossa cultura, que não se dissocia dos conhecimentos artísticos, linguísticos e científicos que os justificam. Faz parte desta alfabetização a investigação sobre novos materiais e substâncias, sobre a vida e o cosmo, todos são estudados pelas Ciências da Natureza e estão presentes na cultura da sociedade do século XXI.

Os estudantes do mundo contemporâneo necessitam de uma escola que forneça formação básica para a compreensão das tecnologias que os cercam e para a tomada de decisões. Satisfazendo as necessidades culturais de um cidadão crítico do século XXI.

A tecnologia aliada à cultura, a sociedade e a natureza nos permitem compreender o cenário contemporâneo e nele interferir. O estudo de situações-problema promove a aprendizagem de conceitos, leis e princípios. Estes conhecimentos necessários sobre a Física, entendidos como elementos de uma cultura científica, desenvolvem as competências e habilidades de um estudante.

Competências e habilidades somente podem ser desenvolvidas em torno de assuntos e problemas concretos, que exigem aprendizagem de leis, conceitos e princípios construídos por meio de um processo cuidadoso de identificação das relações internas do conhecimento científico. Em outras palavras, são necessários conhecimentos de Física, como cultura científica, para promover competências. (Currículo do Estado de São Paulo, p.100)

A fragmentação metodológica e de conteúdos faz com que a pedagogia da transformação se molde ao sistema de ensino predominante, que não tem apresentado bons resultados. Faz-se necessário repensar a forma como se aprende Física nas escolas. A inserção das aulas no mundo contemporâneo com o uso de novas tecnologias da informação e comunicação para se tratar fenômenos físicos através de projetos, a construção dos conhecimentos por investigação científica e a valorização de pessoas mais criativas ampliam os horizontes dos estudantes e possibilitam o aumento da riqueza crítica e intelectual de nossa nação.

A metodologia deve ser repensada. O trabalho com projetos pode ser bem sucedido tanto com a Pedagogia Renovada, Tradicional-tecnicista ou Progressista. De acordo com Santos (2011) o que vai dar *coloração* no uso dos projetos é a teoria latente que compõem o conhecimento daquele que a aplica, o professor. Boff (1997) afirma que a mudança começa na consciência. Trabalhar com projetos favorece a visão inter/transdisciplinar em sala de aula. O estudante do século XXI mudou, a forma de aprender deve acompanhar e se transformar, com a valorização de trabalhos com projetos, com a construção do conhecimento por investigação científica.

Ribeiro (2005) afirma que para se investir em uma cultura da criatividade é preciso reformular as metodologias de ensino, talvez até mais importante que a inserção de novas tecnologias, favorecendo a construção do conhecimento de nossos estudantes. O uso das novas tecnologias situa-se no contexto dos nossos estudantes e proporciona um estímulo a mais para o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias as práticas investigativas. Dessa forma a escola constrói o pensamento científico necessário ao estudante do século XXI.

A riqueza de uma nação também se reflete no ouro que entra nos cofres, mas a maior riqueza, o maior investimento a ser feito é na mente humana, numa cultura de horizontes largos através de uma educação integral. É preciso dar vez aos humanos mais criativos para servirem de exemplo aos outros que também querem ser criativos, é necessário investir na cultura da criatividade científica ecológica, econômica e social. (RIBEIRO, 2005)

Em nosso trabalho optamos por elaborar atividades que permitam e valorizem o desenvolvimento da criatividade dos estudantes. Com o auxílio de novas tecnologias esperamos despertar o caráter investigativo necessário ao desenvolvimento de conteúdos e habilidades necessárias aos estudantes do século

XXI. O desenvolvimento de um estudante crítico e criativo se faz necessário para o enriquecimento intelectual e cultural de nossa nação.

Segundo Valente et al. (2009), a informática em educação deve favorecer a criação de ambientes de aprendizagem que enfatizem a construção do conhecimento dos estudantes e não somente a sua instrução. A formação do professor deve promover o conhecimento sobre técnicas computacionais que favoreçam a integração de sua prática pedagógica com as necessidades e os interesses de seus estudantes. Assim a informática pode colaborar efetivamente com a construção dos conhecimentos dos estudantes.

As novas tecnologias devem servir como uma ferramenta para permitir a comunicação entre os profissionais da escola e pesquisadores externos, permitindo seu suporte na escola. A sociedade do conhecimento necessita de estudantes com formação e habilidades para lidar com as novas tecnologias (VALENTE, 2009 p. 37).

Explorar as novas tecnologias é uma coisa, mas como utilizá-la de maneira significativa no ensino? As novas tecnologias despertam mais interesse nos estudantes, mas sua inserção deve ser bem planejada. O envolvimento do estudante na atividade desenvolvida é a chave para o sucesso de uma situação de aprendizagem. Isso significa que o professor deve estar mais envolvido e atualizado para assegurar uma escolha de qualidade para a sua prática pedagógica. O professor deve ser capaz de integrar as novas tecnologias nas atividades que desenvolve com seus estudantes em sala de aula.

O ensino e a aprendizagem do século XXI passa pelo papel do professor que deve deixar de ser o centralizador do saber e passar a agir como o mediador do saber. O estudante do século XXI quer ser ouvido, gosta de trocar experiências, deixaram de ser expectadores e se tornaram membros ativos do processo de ensino e aprendizagem. O professor e a escola do século XXI devem acompanhar o estudante nesse novo processo. Ele deve auxiliar o estudante na construção do conhecimento (SILVA JÚNIOR, 2012). Moço e Martins (2010) apresentam seis características do professor do século XXI: Ter boa formação; Usar as novas tecnologias; Atualizar-se nas novas didáticas; Trabalhar em equipe; Planejar e avaliar sempre; Ter atitude e postura profissionais.

Para Leite (2008, p.71) a presença de tecnologia na sala de aula não é novidade. Tudo que auxilia o professor na execução de suas tarefas pode ser considerado tecnologia. Por exemplo, um simples quadro-negro é uma tecnologia,

mas uma tecnologia não eletrônica. Tudo que auxilia o professor e o estudante na construção do conhecimento pode ser chamado de tecnologia. A sociedade cada vez mais tecnológica exige mudanças nas práticas docentes. Essas mudanças passam pelo professor que deve utilizar novos recursos tecnológicos e se familiarizar com novos equipamentos e novos métodos de ensino.

O professor do século XXI deve perder o medo de se aproximar das novas tecnologias e explorar esses recursos tecnológicos que deixam as aulas mais dinâmicas e atrativas para o estudante do século XXI. A sociedade está constantemente em transformação e uma escola em constante transformação exige professores em transformação constante. As novas tecnologias são fundamentais para auxiliar o professor nesse processo e os métodos tradicionais devem ser substituídos por métodos participativos que engajem o estudante na construção do seu conhecimento (LEITE, 2008 p. 72).

“A escola contemporânea precisa ser problematizadora, desafiadora, agregadora de indivíduos pensantes que constroem conhecimento colaborativamente e de maneira crítica” (LEITE, 2008, p.73)

O professor é o profissional diretamente envolvido com os processos e os resultados da aprendizagem dos estudantes.

A sociedade tecnológica e da informação precisa de uma nova escola. A escola não detém sozinha o monopólio do saber. A educação acontece em muitos lugares, não somente na escola. A educação acontece na família, nos meios de comunicação, nas empresas, nas ruas, em programas culturais, entre outros. A escola precisa transformar-se num ambiente de análises críticas e de produção de informação, onde o conhecimento atribui significado à informação. Os estudantes devem aprender a buscar a informação, nos mais diversos meios, e desenvolver elementos cognitivos para analisá-la criticamente e assim atribuir a ela um significado pessoal. A nova escola deve capacitar o estudante a selecionar informações e como pensa-la de modo reflexivo para transforma-la em conhecimento. O professor tem papel indispensável nessa escola do século XXI. Ele deve criar condições cognitivas e afetivas que auxiliarão o estudante a atribuir significados às informações recebidas dos mais diversos meios. Essa escola deve fornecer uma formação geral de qualidade e uma preparação para o uso das tecnologias, desenvolvimento de capacidades cognitivas e operativas, formação para a cidadania crítica e formação ética (LIBÂNEO, 1998)

O mundo contemporâneo exige do processo de ensino e aprendizagem um novo posicionamento. Libâneo (1998) destaca alguns pontos importantes sobre as novas atitudes docentes. O professor deve assumir o ensino como mediação, ele deve promover uma relação ativa do estudante com o conteúdo estudado sem se esquecer de considerar os conhecimentos, as experiências e os significados que os estudantes trazem para a sala de aula. O estudante deve receber uma formação que o transforme em um sujeito pensante e que aprenda a utilizar seu potencial de pensamento por meios cognitivos de construção e reconstrução de conceitos habilidades, atitudes e valores.

A escola e a docência devem ser encaradas como uma prática interdisciplinar não mais pluridisciplinar. Essa prática permite ligar o conhecimento científico a uma cognição prática que permite ao estudante compreender a realidade que o cerca e transformá-la. Um saber fragmentado e descontextualizado impossibilita uma atitude interdisciplinar, cabe ao professor uma mudança conceitual no pensamento e na sua prática docente.

A escola do século XXI deve conhecer estratégias do ensinar a pensar, ensinar a aprender a aprender. Ensinar a pensar requer dos docentes estratégias e de ensino e o desenvolvimento de suas próprias competências do pensar.(4) O docente deve persistir no auxílio aos estudantes em buscarem uma aprendizagem crítica reflexiva dos conteúdos estudados o que deve terminar em ensinar a pensar criticamente.

As práticas educativas intencionais em sala de aula envolvem um processo comunicacional que deve ser adaptado ao nível de desenvolvimento e de aprendizagem dos estudantes. O docente deve desenvolver essas capacidades comunicativas para atingir com mais eficiência seus propósitos educacionais. (6) Nesse contexto o professor deve reconhecer o impacto das novas tecnologias da comunicação e informação sobre os estudantes. O docente deve explorar outras formas de comunicação com o auxílio de imagens, sons e experimentos. O mundo dos estudantes é polifônico e policrômico ao contrário da sala de aula que muitas vezes é monótono, monofônico e monocromático(KENSKI, 1996 apud LIBÂNEO, 1998).

Outras formas de comunicação possibilitam atender as diferenças no contexto da escola e da sala de aula e conseqüentemente atendem a diversidade cultural dos estudantes. A diversidade cultural está diretamente ligada à diferença entre os

estudantes. Para atendê-la é necessário levantar as experiências cotidianas dos estudantes e entender que não é possível lidar com todos os estudantes da mesma forma. O mundo do professor deve aproximar-se do mundo vivido pelo estudante e assim promover maior igualdade nas condições de aprendizagem.

O professor deve implementar em sua prática a conexão com outras áreas do conhecimento e trabalhar valores sociais. Para isto deve sempre investir em sua formação continuada, atualizando seus conhecimentos científicos, técnicos e culturais. O desenvolvimento acelerado das novas tecnologias da comunicação e informação implicam em uma constante atualização do professor.

Libâneo (1998) sugere a integração do trabalho do professor com a dimensão afetiva. Para proporcionar uma aprendizagem significativa aos estudantes é importante considerar os sentimentos e as emoções ligadas às relações do mesmo com os familiares, com escola e com os ambientes. Os estudantes possuem motivações, necessidades, interesses e capacidades diferentes entre si, cabe ao professor conhecê-las e compreendê-las. Dessa forma poderá atuar mais efetivamente na aprendizagem significativa dos estudantes.

Não se deve resistir a inovação tecnológica. O ensino e a aprendizagem de Física no século XXI necessitam de uma relação docente que introduza os estudantes nos significados da cultura e da ciência contemporânea, e para isto deve utilizar as tecnologias da comunicação e informação. O papel do professor não será substituído por um equipamento. As relações no processo de ensino e aprendizagem precisam ser mediadas e cabe ao professor preparar-se para este papel.

Libâneo (1998) propõe alguns objetivos pedagógicos para o uso das novas tecnologias da comunicação e informação. Elas devem servir para democratizar os saberes socialmente significativos para a formação dos cidadãos contemporâneos. Possibilitar a oportunidade de conhecer as novas tecnologias e como interagir com elas. Desenvolver nos estudantes competências, habilidades e atitudes referentes as tecnologias da comunicação e informação para que possam viver em uma sociedade cada vez mais informatizada. Melhorar a comunicação entre os professores, estudantes e entre os saberes significativos da cultura e da ciência a serem ensinados.

O uso das tecnologias da informação e comunicação devem ser incluídos na formação inicial dos professores e em sua formação continuada. A escola do século

XXI, seus professores e estudantes, devem ser capazes de fazer uma leitura crítica das informações e habitua-los no uso das novas tecnologias da comunicação e informação.

Capítulo 3

Fundamentação Teórica

Nosso trabalho apoia-se na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Segundo Ausubel quanto mais sabemos mais aprendemos. Para ele aprender de forma significativa é reorganizar e aumentar os conceitos e ideias já existentes na estrutura mental do estudante e com isso assimilar e relacionar (concatenar) novos conceitos. O conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente significativo (apreciável, revelador) para o estudante e ele, o estudante, deve estar disposto a relacionar o material de maneira consistente e não arbitrária.

Para Ausubel (2003) a aprendizagem por memorização e a significativa são organizadas de formas muito distintas na estrutura cognitiva do estudante. Os conceitos estudados por memorização estabelecem relações discretas, isoladas, arbitrárias e literais com a estrutura cognitiva e conseqüentemente a possibilidade de retenção é muito inferior aos aprendidos de forma significativa. Os modelos de aprendizagem baseados na aprendizagem mecânica e por repetição dificilmente encontram conhecimentos prévios na estrutura cognitiva dos estudantes a que possa se relacionar e são armazenadas de maneira arbitrária (AUSUBEL, 1982). Já os conceitos aprendidos de forma significativa possibilitam o surgimento de relações significativas, (de ordem qualitativa, derivativa, correlativa e subordinante) de novos significados correspondentes e uma retenção muito superior se comparada a aprendizagem por memorização.

Fernandes (2011) aponta que o professor é o profissional qualificado para criar situações potencialmente significativas. Estas podem despertar a disposição do estudante em aprender. Ausubel (1980) enfatiza que para acontecer a aprendizagem significativa é necessário que o estudante tenha disposição para aprender e que o conteúdo a ser aprendido seja potencialmente significativo e assim o estudante assimila e concatena novos conceitos. O professor deve ainda considerar o contexto no qual seu estudante está inserido e assim propor as atividades potencialmente significativas. Lembrando que é o estudante que vai dizer se compreendeu os conteúdos estudados.

Ausubel apresenta como resumo do conceito de aprendizagem significativa o seguinte trecho:

O processo ideal ocorre quando uma nova ideia se relaciona aos conhecimentos prévios do indivíduo. Motivado por uma situação que faça sentido, proposta pelo professor, o aluno amplia, avalia, atualiza e reconfigura a informação anterior, transformando-a em nova. (AUSUBEL apud FERNANDES, 2011, s.n.)

Segundo Moreira (2009) a aprendizagem significativa acontece durante um processo onde uma nova informação ou conceito se relaciona a um conceito já existente na estrutura cognitiva do estudante. Esta relação se dá de maneira não arbitrária e substantiva, ou seja, não-literal. Ausubel chama de subsunçor a estrutura de conhecimento específica com a qual a nova informação interage. O subsunçor já é uma proposição existente na estrutura cognitiva que serve de ancoradouro a nova informação. A nova informação interage com a estrutura cognitiva e depois de ancorada adquire novo significado para o indivíduo.

A aprendizagem significativa, Ausubel apud Rosa (2012), apresenta quatro princípios facilitadores: a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação. Inicialmente, na diferenciação progressiva, apresenta-se os conceitos e conteúdos mais gerais e progressivamente seus desdobramentos e especificações. Durante o processo de aprendizagem acontece a recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva que é a chamada reconciliação integradora. Nela as novas informações adquiridas e os elementos existentes ao se reorganizarem geram novos significados.

A organização sequencial acontece durante a elaboração do material instrucional a ser utilizado durante as atividades. Nesta etapa deve-se selecionar os tópicos de estudo de maneira coerente e considerar os dois princípios iniciais no seu desenvolvimento. Por fim a consolidação, onde o que foi ensinado deve ser verificado a fim de assegurar continuidade no conteúdo e êxito na sequência de aprendizagem elaborada.

Ainda neste contexto temos a aprendizagem significativa crítica apresentada por Moreira (2009), que é uma perspectiva de aprendizagem que permite ao estudante estar dentro de sua cultura e, ao mesmo tempo, fora dela. Ela possibilita que o estudante lide de forma construtiva com as novas mudanças e não se deixe dominar por elas. Sua perspectiva se baseia nas ideias de Ausubel, destacando a importância: da interação social e do questionamento; do uso de artigos e outros materiais educativos, não só os livros didáticos; da influência da linguagem; de que o significado está nas pessoas, não nas palavras; de encarar o erro como natural e

aprender com a sua superação; do princípio da desaprendizagem, onde às vezes o conhecimento prévio funciona como obstáculo epistemológico; do princípio da não utilização do quadro e do giz, da participação ativa do estudante e da diversidade das estratégias de ensino; e da atuação do professor como mediador.

O professor ao utilizar os princípios da aprendizagem significativa durante a elaboração de suas atividades deve atentar-se para os quatro princípios apresentados. Propor situações problema que proporcionem a descoberta do conteúdo pelo próprio estudante, que deve elaborar hipóteses, proposições, relações entre outras. O processo deve ser gradativo partindo de ideias gerais para as específicas de forma não arbitrária e não literal, diferenciação progressiva. Os conceitos novos devem ser ancorados nas concepções prévias do estudante, reconciliação integradora. A organização da atividade deve sempre que possível atender aos dois primeiros princípios, organização sequencial. Finalmente, na consolidação, deve-se verificar se a sequência didática é significativa para o estudante antes de iniciar novas etapas.

Capítulo 4

Revisão Bibliográfica

Neste capítulo faremos uma revisão na literatura e uma descrição de trabalhos que possam ser relevantes às práticas adotadas em sala de aula, no Ensino Médio, ao se desenvolver o assunto Física experimental com Arduino. Antes de tudo gostaríamos de ressaltar que essa revisão é muito importante, mas não finaliza nosso trabalho de levantamento sobre o tema.

Foram consultados artigos, livros, revistas, dissertações e teses, no intuito de saber se existe uma quantidade considerável de trabalhos que apresentem sequências didáticas, ou situações de aprendizagem, que norteiem o trabalho do professor em sala de aula. Selecionamos os artigos mais relevantes, levando em consideração o perfil dos estudantes da educação básica, os recursos disponíveis na instituição, o uso de laboratório no ensino de Física e os trabalhos que tratam do uso do Arduino.

Borges (2006) et al. citam a importância de se utilizar a experimentação ou a demonstração no ensino de Física, pois é um facilitador na aprendizagem dos alunos, e Silva (2011) acredita que as atividades experimentais lúdicas e desafiadoras podem facilitar o entendimento de circuitos elétricos.

A construção de sistemas de aquisição de dados para as aulas de Física fortalece a inserção dos computadores nos laboratórios de física. Alguns autores propõem experimentos que utilizam a entrada do microfone nas placas de som dos computadores como interface para coletar dados em experimentos. Cavalcante, Bonizzia e Gomes (2008) sugerem a construção de dois experimentos simples e de baixo custo. No primeiro, utilizam um fotosensor que é conectado na entrada de microfone de um computador e recebe a luz proveniente de um feixe de laser. No segundo experimento dois fotosensores registram a variação da velocidade em uma colisão. Com os dados obtidos consegue-se demonstrar a conservação do momento linear. Os autores ainda apontam como principal impedimento à inserção de novas tecnologias nas escolas o alto custo das interfaces de aquisição de dados. Assim a proposta desses experimentos procura reduzir os custos desta implantação.

O uso de computadores tem aumentado entre os estudantes. Mas a potencialidade deste equipamento nos laboratórios de física ainda é pouco

explorada como instrumento de medida. Abordagens que buscam a inserção de tecnologia podem transformar a sala de aula em um ambiente de investigação, valorizando os objetivos educacionais. Ainda utilizando a entrada de microfone do computador Cavalcante, Bonizzia e Gomes (2010) sugerem outras duas experiências: determinação da frequência da rede elétrica e da aceleração da gravidade local. Com estas sugestões os autores estão colaborando com a inserção de novas tecnologias no ensino de Física, tornando as aulas mais dinâmicas e inserindo-as no século XXI.

Souza et al. (2011) apresenta o microcontrolador Arduino como uma alternativa aos equipamentos e “kits”. Esse microcontrolador exige um investimento bem menor, possui plataforma de desenvolvimento de acesso público e gratuito. Na Web, pode-se encontrar uma rica documentação sobre aplicações e projetos e uma grande comunidade internacional para troca de experiências. Para finalizar apresenta duas ideias de experimentos que poderiam ser utilizadas em sala de aula: um para estudo do oscilador amortecido e outro para estudo da transferência radiativa de calor. A placa Arduino possui inúmeras possibilidades que podem ser exploradas pelos professores em salas de aula e em pesquisas de campo.

Para deixar as atividades experimentais um pouco mais elaboradas sem grandes investimentos em laboratórios contamos, portanto com esta “recente possibilidade”; utilização do microcontrolador Arduino como interface de aquisição e automação de experimentos. O projeto Arduino surgiu em 2005 como uma opção de baixo custo para experimentos de Física assistidos por computador. No cenário atual a aquisição de kits e equipamentos de controle, aquisição e tratamento de dados, se mostram caros e os professores e estudantes, em sua maioria, desconhecem sua existência.

Com um investimento muito baixo, se comparado aos laboratórios e aos “kits” de física, a utilização do microcontrolador Arduino, um computador e alguns componentes eletrônicos permitem a criação das mais diversas situações de aprendizagem. Pode-se criar atividades qualitativas e quantitativas, que permitem a interação entre os estudantes e sua participação ativa na construção do próprio conhecimento.

Rezende Neto (2010) apresenta em sua monografia a construção de um sistema capaz de medir a intensidade do campo magnético através de um conjunto hardware e software. Para isto utilizou o Arduino como interface entre o sensor e o

computador. Neste projeto, o Arduino controla um motor em um trilho e envia os dados coletados pelo sensor ao computador. São apresentados os códigos e os esquemas do circuito.

D'Ausilio (2011) realizou alguns testes para verificar a precisão do microcontrolador Arduino. Ressalta ainda que é um microcontrolador de baixo custo, com código aberto (open-source), fácil de transportar, preciso, com uma grande comunidade que disponibiliza esquemas das montagens e códigos gratuitamente.

No artigo “Física com Arduino para iniciantes”, Cavalcante et al (2011) apresentam vários modos de operar o Arduino. Com ele pode-se trabalhar a aquisição e automação de dados em atividades experimentais. Nele é apresentado uma breve descrição do Arduino e apresentam uma proposta experimental de estudo da carga e descarga de um capacitor. Acreditamos que a proposta e análise apresentada é mais indicada para os estudantes da graduação, já que este tema nem sempre é abordado no Ensino Médio, com exceção dos cursos técnicos.

As portas digitais e analógicas do microcontrolador Arduino abre uma infinidade de aplicações experimentais para a Física e sua inserção nas salas de aula de todos os níveis de ensino, seja no ensino fundamental, médio ou superior. Com isso se espera que a apropriação da tecnologia se torne uma ferramenta importante no processo de construção de conhecimento.

Lorscheiter et al. (2011) desenvolveram um software para análise e tratamento de dados capturados por dois termopares tipo K em reações químicas. O microcontrolador Arduino foi utilizado para enviar as informações de medição de temperatura para os computadores. No artigo são apresentados os códigos e os esquemas dos circuitos. O programa desenvolvido pode ser baixado no blog² da autora.

O campo de atuação do microcontrolador na pesquisa e em sala de aula mostra-se extenso e as possibilidades são limitadas apenas pela criatividade do pesquisador/professor/aluno. Toda a informação para iniciar este tipo de prática com o microcontrolador pode ser encontrada na Web, as dúvidas relativas à programação e a montagem dos circuitos podem ser esclarecidas em fóruns. Basta uma ideia, algum tempo de pesquisa e dedicação.

² <http://lorscheiterviewer.blogspot.com.br/>

Arte e tecnologia, interação homem-computador, Shaikh (2011) em seu artigo apresenta o microcontrolador Arduino como uma ferramenta para a criação de arte interativa. Mesmo profissionais que não estão familiarizados com a eletrônica e a programação conseguem desenvolver seus projetos. Ele investiga como o Arduino se encaixa na criação de arte interativa, salienta seu baixo custo e a fácil operação.

No XIX Simpósio Nacional de Física, Lenz et al. (2011) apresentaram um trabalho sobre o aperfeiçoamento de um gerador de ondas estacionárias em cordas. Com a utilização de um fotosensor, conectado ao microcontrolador Arduino, determina-se a frequência de oscilação da onda estacionária e, conseqüentemente, obtém-se a velocidade de propagação da onda estacionária. Com as adaptações apresentadas, os autores possibilitaram que o gerador de ondas estacionárias, experimento basicamente qualitativo, se tornasse um instrumento de análise quantitativo.

Em um trabalho mais recente, Cavalcante et al. (2013) desenvolveram uma seqüência didática para explorar o funcionamento de um controle remoto. Para isto utilizaram um receptor de infravermelho acoplado ao microcontrolador Arduino que recebe e interpreta os códigos emitidos pelo controle remoto.

Na dissertação de mestrado de Dröse Neto (2013), há a descrição de um aparato experimental que utiliza o microcontrolador Arduino, conectado a um computador que fornece, em tempo real, o comportamento da tensão elétrica em função do tempo nos diferentes circuitos utilizados na pesquisa. O desenvolvimento do material, e das atividades que serão executadas pelos estudantes, durante a atividade experimental, baseou-se na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Molisani, Teixeira e Cavalcante (2013) apresentaram, no XX Simpósio Nacional de Física, uma seqüência de atividades que utilizam o microcontrolador Arduino para o estudo introdutório de óptica. Em uma das atividades, compara-se a variação da temperatura de corpos coloridos submetidos à mesma exposição radiativa. Nesta atividade são utilizados LEDs coloridos e sensores de temperatura.

Rocha e Guadagnini (2014) apresentaram um projeto de atividade experimental para medir a pressão de um sistema gasoso em comparação com a pressão atmosférica local. Para isto utilizaram um transdutor de pressão piezoresistivo e um microcontrolador Arduino. Para a construção de tabelas e

gráficos foram utilizadas as ferramentas de aquisição de dados PLX-DAQ e a planilha eletrônica Excel.

Rocha, Marranghello e Lucchese (2014) desenvolveram um projeto que permite a leitura da aceleração, utilizando um acelerômetro acoplado ao microcontrolador Arduino e fixo no objeto que será analisado o movimento. Em um dos exemplos, um objeto preso a um cabo elástico em queda livre é utilizado para registrar a aceleração com o tempo.

Carvalho (2014) apresenta uma atividade experimental investigativa sobre as marés atmosféricas. Para a análise do fenômeno foram feitas medidas da pressão atmosférica com a utilização de um sensor de pressão conectado a um microcontrolador Arduino. A atividade foi aplicada nas aulas de física para estudantes do Ensino Médio.

Ou seja, encontramos em nossa revisão bibliográfica alguns trabalhos que apresentam a possibilidades de inserir novas tecnologias no ensino. Contudo, entre elas, são poucas as atividades que apresentam uma sequência completa, ou seja, uma proposta detalhada para ser aplicada em sala de aula. Os artigos e trabalhos apresentam, em sua maioria, apenas indicações do que poderia ser desenvolvido em sala de aula. Notamos que ainda é escasso o número de publicações que apresentem a elaboração de situações de aprendizagem que orientem os profissionais da educação em sua prática em sala de aula. Há, portanto, uma lacuna a ser preenchida. Este trabalho visa, assim, construir uma sequência didática que possibilite o estudo de conceitos físicos com a utilização das novas tecnologias, em especial o Arduino.

Capítulo 5

Contextualização do tema dentro da proposta curricular do Estado de São Paulo

Nosso trabalho apresenta uma proposta experimental que desenvolverá conteúdos e habilidades referentes ao tema “Luz e Cor”. Para isto seguiremos as orientações do currículo oficial do Estado de São Paulo.

Em 2008, baseada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e, em 2011, atualizado com base também nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo propôs um currículo básico para os níveis de Ensino Fundamental (ciclo II) e Médio, da rede estadual. De acordo com a proposta curricular a presença maciça de produtos científicos e tecnológicos, a multiplicidade de linguagens e os códigos no cotidiano, são elementos relevantes que devem orientar o conteúdo e o sentido da escola. A não apropriação desses conteúdos pode causar a exclusão do uso das tecnologias de comunicação, privando os estudantes do acesso ao conhecimento e aos bens culturais. Esses conhecimentos podem ampliar a liberdade do estudante permitindo sua convivência, o exercício da cidadania e sua inserção no mercado de trabalho.

O currículo da proposta da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo tem seis princípios centrais: a escola que aprende; o currículo como espaço de cultura; as competências como eixo de aprendizagem; a prioridade da competência de leitura e de escrita; a articulação das competências para aprender; e a contextualização no mundo do trabalho.

As atividades desenvolvidas neste trabalho envolvem conteúdos da segunda série do ensino médio. Ainda de acordo com a Proposta Curricular do Estado de São Paulo de 2011, o conteúdo “Luz e Cor” deve ser trabalhado no quarto bimestre da segunda série do Ensino Médio. Cada bimestre compreende algo entre dezoito e vinte e duas aulas. Na média podemos contar com vinte aulas, dessas, seis aulas são dedicadas a esse tema, na segunda série do ensino médio.

A atividade que envolve o conteúdo “Luz e Cor”, Apêndice 4, prevê o desenvolvimento de alguns conteúdos e habilidades que estão listados nos quadros 5.1 e 5.2. Aos conteúdos apresentados no quadro 5.1, temos as habilidades associadas, descritas no quadro 5.2.

Quadro 5.1: Conteúdo referente ao tema luz e cor do quarto bimestre da segunda série do ensino médio.

Conteúdos
Som, imagem e comunicação Luz e cor <ul style="list-style-type: none"> • A diferença entre a cor das fontes de luz e a cor de pigmentos • O caráter policromático da luz branca • As cores primárias (azul, verde e vermelho) no sistema de percepção e nos aparelhos e equipamentos • Adequação e conforto na iluminação de ambientes

Fonte: Proposta curricular do Estado de São Paulo (2011, p. 116)

Quadro 5.2: Habilidades referentes aos conteúdos do quarto bimestre da segunda série do Ensino Médio

Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar a luz branca como composição de diferentes cores • Associar a cor de um objeto a formas de interação da luz com a matéria (reflexão, refração, absorção) • Estabelecer diferenças entre cor-luz e cor-pigmento • Identificar as cores primárias e suas composições no sistema de percepção de cores do olho humano e de equipamentos • Utilizar informações para identificar o uso adequado de iluminação em ambientes do cotidiano

Fonte: Proposta curricular do Estado de São Paulo (2011, p. 116)

A atividade envolvendo o tema “Luz e Cor”, desenvolvida neste trabalho, procura abordar todos os conteúdos descritos no quadro 5.1 e conseqüentemente, possibilita o desenvolvimento das habilidades desejadas, quadro 5.2, durante a realização das mesmas.

Melchior e Pacca (2004) encontraram em suas pesquisas trabalhos que atribuem a cor de um objeto apenas ao sistema visual ou devido a luz incidente ou

ainda como característica apenas do objeto. A mistura da cor-luz muitas vezes é confundida com a mistura de pigmentos. Para explicar o domínio de uma cor-luz sobre outra surge o conceito de “força” da luz. A percepção da cor inicia-se quando a luz emitida por uma fonte ou refletida por um objeto atinge nosso sistema visual provocando sensações que determinam a cor do objeto. Nosso sistema interpreta essa sensação baseando-se em experiências prévias que podem surgir nas interações sociais, culturais e do cotidiano. O cérebro é responsável por permitir, ou não, a visualização de fenômenos cromáticos.

Podemos afirmar que a cor vista sempre surge da interação estabelecida entre cor, luz e percepção. A cor é uma interpretação subjetiva realizada pelo cérebro (percepção) que resulta dos efeitos fisiológicos (sensação) que uma radiação eletromagnética visível (luz) provoca ao atingir o sistema visual de um observador. (MELCHIOR; PACCA, 2004, p. 3)

Ainda, segundo pesquisas realizadas por Melchior e Pacca (2004), constatou-se que, mesmo os indivíduos que já tinham estudado previamente o assunto, não tiveram argumentos suficientes para explicar o que é a luz, cor e qual a relação entre elas. Os alunos entrevistados explicam a cor de quatro formas básicas:

O uso de modelos alternativos de visão: As concepções de visão e cor se associam, criando modelos explicativos que diferem dos modelos científicos com a relação aos conceitos físicos, fisiológicos e psicofísicos. A experiência com a mistura de tintas: Parece haver uma forte relação, estabelecida pelos sujeitos da pesquisa, entre cor e tinta. Misturas de cor são tratadas como misturas de pigmentos, provavelmente devido a experiências cotidianas. A Física previamente estudada: O ensino gera concepções híbridas que diferem dos modelos físicos aceitos. Além disso, o uso apenas do conhecimento físico não é suficiente para entender a cor. O foco limitado em uma das componentes da cor: Nos modelos alternativos, a cor não é entendida como fruto das relações entre suas três componentes, as respostas parecem centrar-se em uma delas. MELCHIOR E PACCA, 2004, p.12)

Assim este trabalho procura melhorar a percepção e compreensão dos estudantes com relação a cores, levando para a sala de aula discussões não apenas das teorias Físicas, mas a abordagem de fenômenos cromáticos decorrentes da

interação entre luz e matéria e, sobretudo, como resultado das interações sistêmicas entre luz, sensações fisiológicas e as percepções.

A atividade abre um leque de opções ainda maior para se trabalhar os conteúdos previstos na proposta curricular. Como exemplo podemos citar a conteúdos como circuitos elétricos para a terceira série do Ensino Médio. Cabe ao professor selecionar quais podem ser aprofundadas e quais atenderão suas condições de trabalho. Ainda durante as atividades, algumas dúvidas e curiosidades podem levar a outros conteúdos. Por exemplo, os estudantes podem questionar sobre a finalidade de cada componente do circuito e outras utilizações.

Capítulo 6

Desenvolvimento do Material Instrucional

6.1 – Metodologia

Para se alcançar os objetivos propostos, foram realizadas pesquisas sobre teorias de aprendizagem apresentados no Capítulo 3 - Referenciais teóricos e de trabalhos que julgamos relevantes a nossa temática, apresentados no Capítulo 4 - Referências bibliográficas.

Ao consultar as principais teorias de aprendizagem buscamos uma opção que contemple a aprendizagem significativa, a participação interativa e ativa dos estudantes. Assim, nosso trabalho foi desenvolvido baseando-se na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e Moreira(2009), sobre a teoria da aprendizagem significativa. Durante a elaboração das atividades privilegiou-se: a busca pelas concepções prévias dos estudantes, o trabalho com atividades experimentais e colaborativas, o uso de novas tecnologias, situações-problema com níveis crescentes de dificuldade e a atuação do professor como mediador. Ainda neste contexto, acreditamos que atividades colaborativas e interativas colocam o estudante de forma ativa na construção do seu conhecimento.

Em nossas pesquisas sentimos a falta de sequências didáticas que orientem o professor nos desdobramentos das atividades propostas. Geralmente os trabalhos apresentam ideias que podem ser desenvolvidas em sala de aula, sem preocupação com as concepções prévias dos estudantes, ou como avalia-los, ou ainda se a atividade proposta foi significativa para o estudante.

As atividades desenvolvidas aqui, inicialmente, apresentam o conteúdo a ser estudado seguido de um levantamento das concepções prévias dos estudantes. Este levantamento foi feito por um pré-teste, Apêndice 3, que serviu de parâmetro de comparação com um pós-teste, Apêndice 3, realizado no final das atividades. Depois iniciou-se a resolução de uma série de situações-problema com níveis crescentes de dificuldade, Apêndice 4.

Para resolver estas situações os estudantes, dispostos em grupos, têm à disposição experimentos que utilizam computador, um circuito elétrico, e um

microcontrolador. Com a finalidade de ganhar tempo e não atrapalhar o desenvolvimento dos demais conteúdos, optou-se por deixar os experimentos prontos nas carteiras de uma sala de aula. Suas etapas e materiais são apresentados no Apêndice 2 e as orientações ao professor no Apêndice 1.

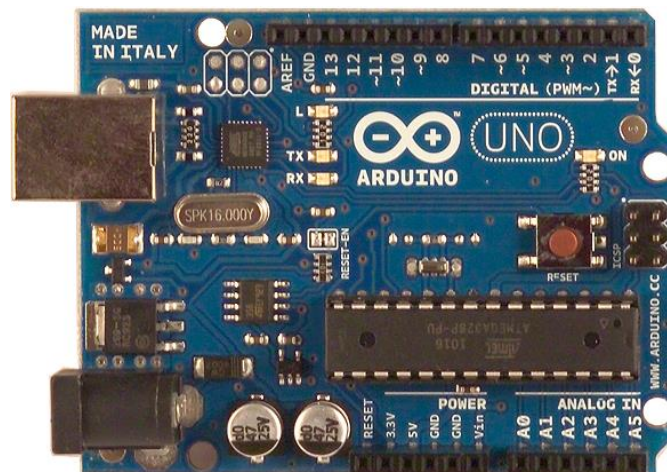
Os estudantes comandam ações e alteram parâmetros com a finalidade de visualizar a solução das situações-problema. O professor em todas as etapas atua como mediador do processo. Sua intervenção acontece preferencialmente com mais questionamentos e assim a solução da situação fica a cargo do estudante. Ao final de cada etapa, ou ao final das atividades, o professor faz um fechamento com as principais ideias e conceitos estudados. As situações-problema são realizadas em grupo, já o pré-teste e pós-teste é realizado individualmente. As evidências de que a aprendizagem significativa está acontecendo são verificadas em colocações e soluções apresentadas pelos estudantes durante todo o processo. Como última etapa de verificação da aprendizagem significativa os estudantes realizaram uma avaliação somativa individual, Apêndice 5. Segundo Moreira(2009), o peso da avaliação somativa e dos indícios de aprendizagem significativa devem ser o mesmo.

Por último, avaliou-se se a atividade foi exitosa e quais mudanças devem ser providenciadas para novas realizações. Nesse processo, as anotações relevantes realizadas durante todo o processo e uma autoavaliação realizada pelos estudantes, ao final de todo o processo, forneceram subsídios importantes.

6.2 - Arduino e Scratch for Arduino

O Arduino é uma placa de controle, um microcontrolador, de entradas e saídas (I/O) que possibilita o controle de diversos circuitos, Figura 6.2.1. A placa é baseada no microcontrolador Atmega da Atmel. Seu diferencial para outras placas é que seu desenvolvimento é feito por uma comunidade aberta, open-source, que possibilita a troca de códigos e experiências entre todos os desenvolvedores interessados. Já bem difundida no exterior começa a ganhar adeptos no Brasil.

Figura 6.2.1: Placa Arduino.



Fonte: <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2013/10/o-que-e-um-arduino-e-o-que-pode-ser-feito-com-ele.html>

O Arduino é uma plataforma que foi construída para promover a interação física entre o ambiente e o computador utilizando dispositivos eletrônicos de forma simples e baseada em softwares e hardwares livres. (CAVALCANTE, 2011, p. 2)

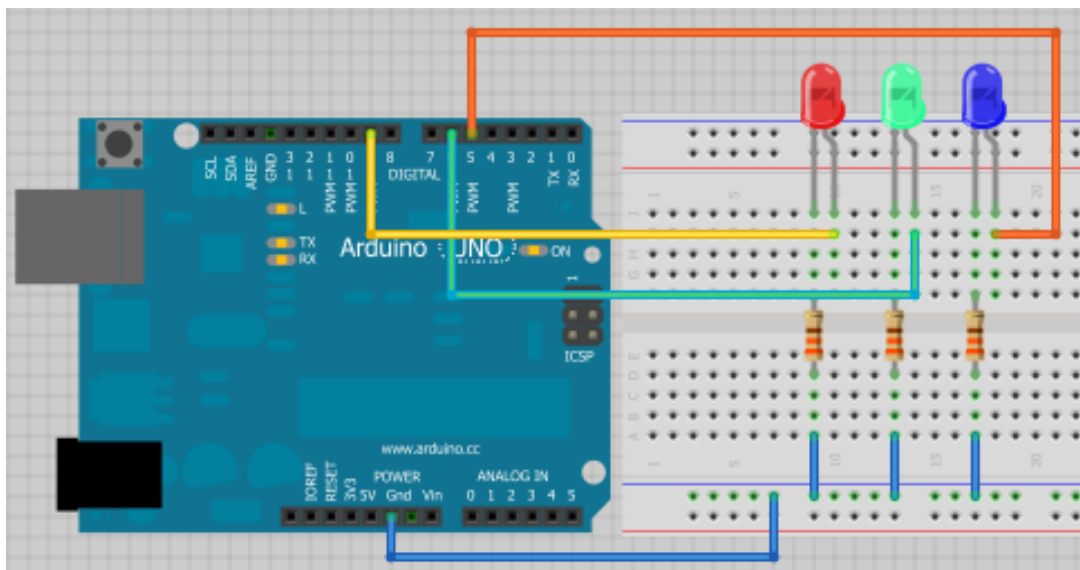
A placa consiste em um circuito com entradas e saídas, que permitem a captação de informações provenientes de sensores e o envio de comandos a outros sistemas. Possui processador e memória que executam uma programação específica que pode acionar por exemplo um simples LED (light-emitting diode) ou um sistema de automação residencial. Se comparada aos outros microcontroladores possui baixo custo e sua programação é mais acessível a pessoas que desconhecem linguagens de programação.

O projeto Arduino nasceu com a finalidade de criação de projetos interativos para auxiliar designers e artistas (A onda do Arduino, 2009). De acordo com Evans et al. (2013, p. 25), em 2005 o professor Massimo Banzi do “Interaction Design Institute” da cidade de Ivrea, na Itália, em sua turma de design, buscou a criação de arte com interatividade e com a utilização de robótica. Deparou-se, então, com a dificuldade de ensinar eletrônica e programação para profissionais de outras áreas e a falta de placas eficientes e acessíveis no mercado. Assim Massimo, com a ajuda de seu aluno David Mellis (responsável por criar a linguagem de programação do Arduino) e David Cuartielis (pesquisador visitante da Universidade de Malmö, na Suécia, que desenhou o hardware) desenvolveram o microcontrolador Arduino. Este nome foi atribuído a placa devido a um bar local frequentado por professores e estudantes.

Como se trata de um sistema open-source, várias comunidades abertas foram criadas em todo o mundo, possibilitando o desenvolvimento de novas aplicações e difundindo-se rapidamente. Muitas pessoas conseguiram desenvolver projetos incríveis com o Arduino e, assim, surgiu uma febre mundial da eletrônica, com blogs, sites e projetos abertos (Grupo de Robótica da UFMS - 2012, p. 3).

Na página WEB do Arduino³ é possível encontrar diversas montagens e exemplos de utilização da placa e pode-se tirar dúvidas em diferentes fóruns existentes em vários idiomas. Basicamente, o Arduino controla e aciona sensores, motores, LEDs, relés, displays, e outros dispositivos nas saídas. Na Figura 6.2.2, apresentamos um exemplo de um circuito criado para controlar a intensidade de três LEDs.

Figura 6.2.2: Esquema da montagem de um circuito.



Fonte: Do autor.

O microcontrolador Arduino utiliza o sistema de software embarcado, ou seja, um sistema microprocessado no qual o dispositivo é completamente dedicado ao sistema que ele controla. O sistema embarcado realiza um conjunto de tarefas predefinidas e se dedica a um número reduzido de operações se comparado a um computador de uso geral. Os sistemas embarcados podem ser encontrados em diversas aplicações, como: computadores de bordo; smartphones; sistemas biométricos; impressoras; automatização de uma residência; entre outros.

³ <http://arduino.cc/>

O software desenvolvido para sistemas embarcados é chamado de firmware. Ele vem gravado pelo fabricante no chip da placa e, normalmente, é armazenado em uma memória ROM ou flash. O sistema utiliza pouca memória e não utiliza teclado e monitor. Estas características garantem um custo reduzido.

Depois de montado o circuito, o desenvolvedor terá que criar a programação no software, open-source, criado pela equipe do Arduino ou em linguagens iconográficas existentes, tais como o Scratch for Arduino (S4A).

A linguagem iconográfica é uma forma de programação baseada em blocos. Ela facilita a introdução de programação e possibilita o desenvolvimento de programas por pessoas que desconhecem linguagens de programação mais elaboradas.

Existem várias linguagens iconográficas gratuitas (Gutierrez,2014), como: Minibliq; Ardubloq; Amici; Mind+; Etoys; S4A; Snap; Scratch 2.0; Pure Data e MyOpenLab. Optamos pelo S4A por se tratar de uma ferramenta gratuita, de fácil operação, oferece um conjunto de operações básicas para programação, ideal para aplicação na educação básica e de fácil instalação.

Se programado com o software desenvolvido pela equipe do Arduino, o desenvolvedor utilizará basicamente as linguagens de programação C e C++. Os exemplos disponíveis em diversas comunidades auxiliam os iniciantes no desenvolvimento de seus projetos.

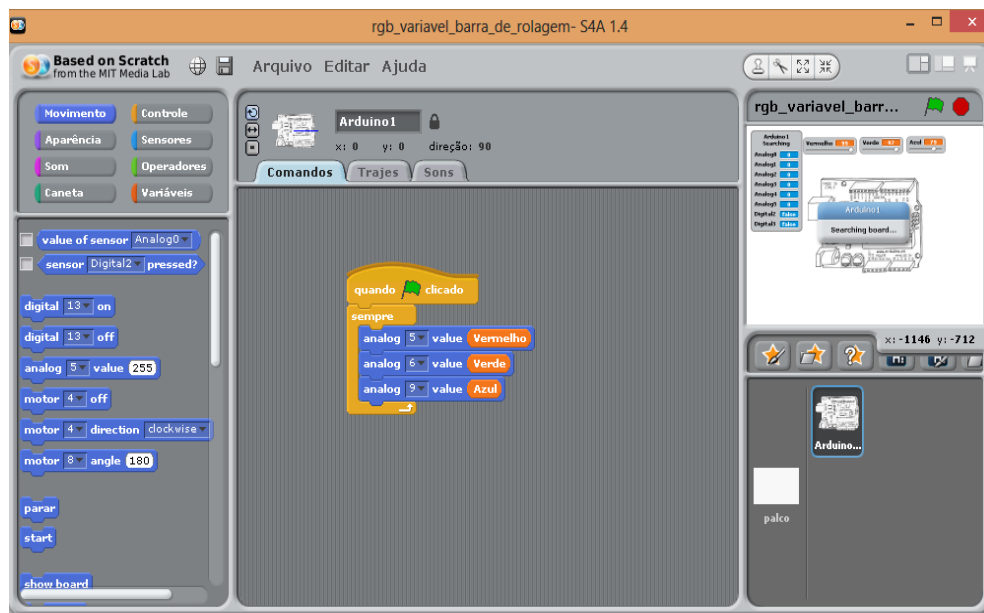
Levando em conta o perfil do público alvo, optamos pela programação utilizando o Scratch for Arduino - S4A, que, em linhas gerais, permite uma programação em blocos muito mais simples e intuitiva.

O Scratch surgiu em 2003 como um projeto do grupo Lifelong Kindergarten do Media Lab do MIT. Com ele pode-se programar histórias interativas, jogos e animações e depois compartilhar suas criações na comunidade online. Inicialmente, pensou-se em atuar com estudantes de 8 a 16 anos, mas é utilizado por pessoas de todas as idades. O Scratch ajuda os jovens a desenvolver habilidades essenciais do estudante do século XXI, como: aprender a pensar de maneira criativa; refletir sistematicamente e trabalhar de forma colaborativa. (Scratch, 2014).

Um grupo de investigação Citilab da Catalunha, Espanha, criou o S4A. Ele é uma variação do Scratch, que permite ao estudante, através da programação, interagir diretamente com a placa Arduino (S4A, 2014).

O S4A permite a simples programação da plataforma Arduino. Ele disponibiliza blocos para o gerenciamento de sensores e atuadores conectados a plataforma do Arduino. O S4A foi criado para atrair mais pessoas para o mundo da programação e disponibilizar ao mesmo tempo uma ferramenta fácil e de alto nível para atender os mais diversos projetos. Na página web do projeto S4A⁴ são disponibilizados uma série de exemplos que permitem aos interessados iniciar suas atividades. Também conta com um blog e fóruns onde os mais diversos desenvolvedores colaboram e resolvem dúvidas. Na Figura 6.2.3 pode-se verificar a apresentação do S4A.

Figura 6.2.3: Apresentação do ambiente de programação do S4A.



Fonte: Do autor.

A programação apresentada na figura 6.2.4 possibilita o controle da intensidade de três LEDs, um vermelho, um verde e um azul.

Figura 6.2.4: Programação para o controle dos LEDs.

⁴ <http://s4a.cat/>



Fonte: Do autor.

A programação da Figura 6.2.4 cria três barras de rolagem que permite o controle da intensidade de cada LED, figura 6.2.5.

Figura 6.2.5: Barras de controle da intensidade luminosa dos LEDs.



Fonte: Do autor.

Os conceitos necessários para o início da criação dos circuitos e da programação pode ser facilmente encontrado consultando-se as páginas e blogs dos dois projetos: Arduino e S4A.

Existem outras opções de kits no mercado como o Lego mindstorms, Modelix, Fischer Technik, Kit Alfa Educ, Protobot Robot Kit e Curumim. Estas opções apresentam custos de aquisição muito alto e são kits fechados que geralmente não permitem adaptações para novas atividades.

Baseados em nossas pesquisas, optamos pelo microcontrolador Arduino de baixo custo se comparado as demais opções, com a possibilidade de consultar materiais gratuitos e de fácil acesso e com uma grande comunidade aberta. Para sua programação, que muitas vezes será feita por professores e profissionais da educação sem experiência com linguagens de programação, optamos pela utilização do S4A que apresenta uma programação mais fácil e intuitiva se comparada as demais linguagens de programação.

6.3 – Atividade “Luz e Cor”

Nesta atividade o estudante conta com um circuito de três LEDs coloridos que terão a intensidade de cada cor variada de acordo com a interação do estudante com a programação apresentada. O circuito e a programação foram montados com antecedência pelo professor. Com o circuito, o estudante será capaz de testar a mistura da cor-luz e a sua interação com objetos de outras cores. Inicialmente o professor deve consultar o material de orientação desenvolvido neste trabalho, Apêndice 1. Nele encontram-se as informações necessárias para executar cada uma das etapas propostas. O roteiro do professor referente a atividade “Luz e Cor” (Apêndice 2), apresenta um levantamento dos materiais necessários, a programação utilizada e outros detalhes importantes para a execução das atividades.

A atividade “Luz e Cor” foi proposta para os estudantes da segunda série do Ensino Médio e foram realizadas no final do terceiro bimestre de 2013. Para isto foram reservadas seis aulas de 50 minutos. Todos os materiais utilizados na confecção dos kits foram adquiridos pelo autor, que se preparou para utilização em onze computadores da sala de informática, o que possibilitaria em média três estudantes por computador. No entanto, devido a problemas técnicos, não foi possível a instalação do Arduino na sala de informática. O S4A foi instalado mas os responsáveis pela instalação não conseguiram instalar a placa Arduino devido a problemas de permissão para instalação de hardwares nas máquinas. Assim, sem solução para o problema, realizou-se a atividade em uma sala de aula com quatro notebooks. Sendo dois da escola e dois do autor. Cada grupo com cinco estudantes, em média, em um notebook. Ao final, dezesseis estudantes de uma mesma turma participaram de todas as etapas da atividade. A tabela 6.3.1 ilustra o cronograma estimado para a aplicação da atividade.

Tabela 6.3.1: Duração de cada etapa

Etapa	Duração
Apresentação do material, levantamento dos conhecimentos prévios, questões iniciais e <u>pré-teste</u> .	1 aula
Realização da atividades e socialização dos resultados.	2 aulas
<u>Pós-teste</u>	1 aula
Exposição dos conceitos estudados	1 aula
Avaliação somativa e autoavaliação	1 aula

Fonte: Do autor.

Capítulo 7

Aplicação da proposta didática

Neste capítulo apresentaremos uma descrição da escola e das turmas que realizaram as atividades. Descreveremos também a preparação das aulas, a aplicação das atividades, as dificuldades encontradas, a participação e a reação dos estudantes e as percepções didáticas sob o olhar do professor.

Apresentaremos os relatos das aplicações em sala de aula, os diálogos entre professor e estudante e os comentários que julgarmos pertinentes a nossa pesquisa.

7.1 - Perfil da turma

As atividades foram aplicadas na Escola Estadual Professor Valério Strang, escola da periferia da cidade de Mogi Mirim. Com onze salas, vinte e sete turmas divididas em três turnos. Atende cerca de um total de mil alunos do sexto ano do ensino fundamental a terceira série do ensino médio.

A escola conta com um quadro de 40 professores efetivos de um total de 60. Encontra-se sob acompanhamento da diretoria de ensino de Mogi Mirim - SP há dois anos e apresenta resultados muito baixos nas avaliações externas (SARESP). A terceira série do ensino médio em língua portuguesa, matemática e ciências da natureza apresentou nível de proficiência abaixo do básico classificado como insuficiente, Figura 7.1.1a

Figura 7.1.1a – Média da escola abaixo da média geral do estado.

MÉDIAS DO SARESP 2012

INSTÂNCIAS	LÍNGUA PORTUGUESA				MATEMÁTICA				CIÊNCIAS E CIÊNCIAS DA NATUREZA		
	5º EF	7º EF	9º EF	3º EM	5º EF	7º EF	9º EF	3º EM	7º EF	9º EF	3º EM
REDE ESTADUAL	197,6	210,6	227,8	268,4	207,6	215,4	242,3	270,4	220,9	248,8	272,3
INTERIOR	206,9	214,0	233,2	272,8	221,2	220,9	248,9	276,7	227,9	256,6	279,0
DIRETORIA DE ENSINO	206,4	215,9	235,1	274,7	221,1	223,5	251,6	279,7	231,1	257,6	281,2
MUNICÍPIO – ESCOLAS ESTADUAIS	-	209,4	235,5	270,8	-	217,3	247,9	275,3	225,7	256,9	279,4
ESCOLA	-	207,4	231,5	261,9	-	217,6	244,3	265,8	220,5	257,2	261,6

Fonte Secretaria do Estado de São Paulo, 2012⁵, <http://saresp.fde.sp.gov.br/2012/ConsultaRedeEstadual.aspx?opc=1>

⁵ O documento disponível no site destinado a consulta dos resultados obtidos pela escola nos exames SARESP 2013, apresenta apenas os resultados de proficiência para Língua Portuguesa, Matemática, História e

É importante salientar que os pontos de escala de proficiência utilizados na Prova Brasil e SAEB foram agrupados no SARESP em níveis: Abaixo do Básico, Básico, Adequado e Avançado, definidos a partir das expectativas de aprendizagem (conteúdos, competências e habilidades). A Tabela da Fig. 7.1.1b indica os valores estabelecidos.

Figura 7.1.1b: Níveis de Proficiência.

CIÊNCIAS E CIÊNCIAS DA NATUREZA			
	7º EF	9º EF	3º EM
Abaixo do Básico	< 200	< 225	< 275
Básico	200 a < 250	225 a < 300	275 a < 350
Adequado	250 a < 325	300 a < 350	350 a < 400
Avançado	≥ 325	≥ 350	≥ 400

Fonte Secretaria do Estado de São Paulo, 2012,

<http://saesp.fde.sp.gov.br/2012/ConsultaRedeEstadual.aspx?opc=1>

A classificação e descrição dos níveis de proficiência podem ser vistos na tabela da Fig.1.1.1c

Fig. 1.1.1c: Classificação, nível e descrição.

CLASSIFICAÇÃO	NÍVEL	DESCRIÇÃO
Insuficiente	Abaixo do Básico	Os alunos, neste nível, demonstram domínio insuficiente dos conteúdos, competências e habilidades desejáveis para o ano/série escolar em que se encontram.
	Básico	Os alunos, neste nível, demonstram domínio mínimo dos conteúdos, competências e habilidades, mas possuem as estruturas necessárias para interagir com a proposta curricular no ano/série subsequente.
Suficiente	Adequado	Os alunos, neste nível, demonstram domínio pleno dos conteúdos, competências e habilidades desejáveis para o ano/série escolar em que se encontram.
	Avançado	Os alunos, neste nível, demonstram domínio dos conteúdos, competências e habilidades acima do requerido para o ano/série escolar em que se encontram.

Fonte Secretaria do Estado de São Paulo, 2012,

<http://saesp.fde.sp.gov.br/2012/ConsultaRedeEstadual.aspx?opc=1>

Outro aspecto relevante é que a comunidade encontra-se afastada da escola. Várias medidas já foram e estão sendo tomadas para aproximá-la do ambiente escolar. Realizam-se festas, como a festa da primavera, encontros para comemorar o dia das mães e o dia dos pais, com apresentação de danças, músicas e dedicatórias. A presença dos pais e responsáveis tem aumentado, mas ainda se mostra tímida.

Os estudantes apresentam uma grande defasagem de conteúdo. Realizam operações básicas da matemática com muita dificuldade e poucos conseguem interpretar ou desenvolver um texto adequadamente com um mínimo de coerência.

Muitas medidas têm sido tomadas para se corrigir estes problemas, como: aulas de reforço; dois professores nas aulas de matemática e língua portuguesa; avaliações diagnósticas; projetos; produção de textos em todas as disciplinas e leitura.

A turma que realizou a atividade possui 35 estudantes, sendo que apenas 22 frequentam as aulas regularmente e somente 16 estudantes participaram de todas as etapas da atividade. A evasão é muito grande principalmente no período noturno. Os trabalhos que envolvem mais de uma aula são sempre muito prejudicados, já que a frequência dos estudantes é discreta.

7.2 - Aplicação das atividades desenvolvidas

O autor preparou a sala de aula antes da chegada dos estudantes. Deixou os computadores ligados, a programação pronta para uso, os microcontroladores e os circuitos conectados e testados. Com estas medidas evitou-se o surgimento de imprevistos e agilizou-se o desenvolvimento das atividades.

Iniciou-se a atividade com a apresentação do material a ser utilizado e um levantamento oral sobre os conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao tema “Luz e Cor”. Os seguintes questionamentos foram utilizados: Quem se lembra das cores primárias (pigmentos) das aulas de artes? E as cores da luz primárias, seriam as mesmas? Onde se utiliza cores diferentes de luz? Há mistura entre as cores da luz? Alguém já ouviu falar do sistema RGB? Neste momento não se apresentou respostas. Apenas provocou-se a curiosidade e buscou-se levantar informações relevantes acerca dos conhecimentos prévios. Depois desta etapa aplicou-se o pré-teste (Apêndice 3) individualmente. Cada estudante registrou suas respostas em uma folha devidamente identificada e a entregou para o professor. Estas repostas serão analisadas e apresentadas no Capítulo 8.

Depois do pré-teste, dividiu-se os estudantes em quatro grupos de quatro estudantes cada, devido ao número de computadores disponíveis. Cada grupo recebeu um roteiro para iniciar a atividade experimental Luz e Cor (Apêndice 4). O

professor apresentou rapidamente o funcionamento da programação que controla a intensidade de cada LED (Light Emitting Diode), orientou para que todos colaborassem com o desenvolvimento e registro da atividade e que os registros seriam usados em futuras discussões entre os grupos.

Durante as observações, o professor ficou atento para que os estudantes relacionassem a cor da fonte de luz com a percepção da cor refletida. Neste momento, o autor, quando necessário, os conduziu a uma conclusão satisfatória. Durante a realização das atividades experimentais os grupos socializaram suas anotações e discutiram as características e fenômenos estudados.

Neste momento, o autor aplicou o pós-teste (Apêndice 3) e recolheu uma folha com as repostas de cada estudante para comparar a evolução das respostas do pré-teste e pós-teste no Capítulo 8.

Depois do pré-teste, da realização das atividades e do pós-teste, o autor fez uma exposição dos conceitos estudados enfatizando-os. Esclareceu algumas dúvidas levantadas pelos estudantes e comentou alguns erros cometidos nos registros dos estudantes.

Ao final, o autor aplicou uma avaliação somativa individual, Apêndice 5, e, assim que os estudantes foram terminando, receberam uma autoavaliação, Apêndice 5. As folhas com as respostas foram recolhidas e seus resultados também serão explorados no Capítulo 8. Neste momento os estudantes foram alertados para que realizassem uma autoavaliação criteriosa e que realmente respondessem de acordo com a sua participação e interesse.

O conceito final foi baseado no pós-teste, na avaliação somativa e na autoavaliação. Seu resultado será apresentado no Capítulo 8.

7.3 - Autoavaliação

Ao final de cada atividade os estudantes responderam a um questionário de autoavaliação (Apêndice 5). Com ele espera-se que o estudante crie consciência sobre o seu empenho no percurso das atividades desenvolvidas e desenvolva uma postura mais crítica no ambiente escolar. Ainda com o levantamento das respostas deve-se criar estratégias que trabalhem os pontos levantados pelos estudantes e também fornecer subsídios para a análise da sequência desenvolvida.

A primeira questão procurou levantar os problemas em relação aos integrantes do grupo. Foram relatados que alguns estudantes não ajudaram a desenvolver as atividades, outros ficaram conversando, alguns entretidos com o celular, outros abriram outros aplicativos no computador e um relatou o excesso de integrantes no grupo. Como citado na seção 7.2, a sala possui 35 estudantes, 22 frequentes e apenas 16 participaram de todas as etapas. Os estudantes que faltam excessivamente, muitas vezes, quando comparecem as aulas acabam dispersando os demais, o que acaba prejudicando o trabalho em sala de aula.

Estas informações são importantes para que o professor fique atento durante a realização das atividades. Todos estes levantamentos feitos pelos estudantes já tinham sido observados durante as aplicações.

A segunda questão tentou levantar a função de cada estudante dentro das atividades e o que julgou como positivo e negativo em sua participação. Alguns estudantes responderam que: apenas observaram os resultados; observaram com atenção; auxiliaram nas montagens; controlavam a programação que controla o microcontrolador; registravam os resultados; fizeram a leitura das atividades;

O estudante 2 apresentou a seguinte afirmação como função:

Estudante 2: "Líder, fiquei a frente e fui ajudando a responder e fiquei no PC"

Os pontos negativos levantados foram: não estavam interessados; falta de atenção; não conseguiu usar o computador; dificuldade para compreender algumas questões; e conversas paralelas.

Já os positivos foram: realizar as atividades e esclarecer as dúvidas; compreender a mistura e a reflexão das cores-luz; aprender assuntos novos sobre luz; conseguir ajudar o grupo a aprender algo novo; ajudar os colegas; e descoberta e discussão das respostas.

A terceira questão procurou levantar a opinião do estudante em relação ao trabalho em grupo. Em geral na opinião deles a maioria participou e colaborou com as atividades do grupo. As tarefas foram divididas e quase todos se comprometeram. Da forma como a atividade aconteceu mais estudantes puderam participar e em alguns momentos ideias e pontos de vista eram confrontados. Ainda na opinião deles a organização e a divisão das tarefas é fundamental para a conclusão das atividades. Alguns relataram que conversas paralelas e brincadeiras acabam atrapalhando o andamento das atividades.

O resultado final das montagens foi questionado na questão quatro. Em geral os estudantes afirmaram que foi tudo bem, as montagens foram interessantes, possibilitaram uma boa compreensão do conteúdo. Outros afirmaram que ficaram surpreendidos com as novas cores-luz, a atividade foi divertida e que se tratava de uma ótima experiência de aprendizado.

A quinta questão procurou saber se eles gostaram da atividade. Em geral eles gostaram e afirmaram que as atividades foram diferentes e quebraram a rotina da sala de aula. A atividade prática possibilita mais interação e compreensão dos conteúdos.

Questionados se gostariam de aprofundar os assuntos desenvolvidos na atividade, sexta questão, obtivemos as seguintes respostas: gostariam de aprofundar o estudo de cores; estudar iluminação; utilidade das cores; como são criadas as imagens de celular e TV. Outras respostas foram bem interessantes, como: trabalhar com programação; sistema de computadores; automação; eletrônica e gostariam de conhecer um pouco mais da tecnologia por trás dos experimentos.

A sétima questão procurou levantar a opinião dos estudantes em relação a aulas tradicionais ou as aulas práticas. Em geral eles optaram pelas aulas práticas alegando que é mais fácil aprender, que são aulas mais divertidas, interessantes, aprende-se coisas novas e o estudante se envolve mais.

Algumas sugestões foram levantadas pelos estudantes na oitava questão: mais computadores; mais atividades práticas; dividir e organizar melhor os grupos; usar mais computadores em sala; e realizar outras atividades que chamem a atenção dos mesmos.

O estudante 5 apresentou a seguinte sugestão:

Estudante 5: *“Fazer das matérias algo nunca visto pelos alunos, algo que chame a atenção dos mesmos, como a atividade realizada”*

A nona questão pedia para que o estudante atribuísse uma nota de participação geral. Trabalhou-se a ideia de uma autoavaliação crítica e que a nota escolhida deveria corresponder a real participação durante as atividades. Em geral nenhum estudante optou por conceitos muito divergentes de sua participação.

Por fim, deixamos uma opção para que fossem registradas outras observações, décima questão. Nela foram sugeridas que: mais atividades práticas fossem utilizadas; utilizar com mais frequência outras formas de aprendizagem; toda

aula deveria ser diferente, assim o estudante se interessaria mais; e sempre mudar a rotina da sala.

A fala da estudante 6 enfatiza a necessidade de aulas diferenciadas e atividades mais envolventes:

Estudante 6: *“Usar com mais frequência outros meios de aprendizagem”*

Capítulo 8

Métodos de Análise (Análise dos Dados)

8.1 - Métodos de Análise

Nosso trabalho pretende estimular o estudante a pensar e se expressar livremente sobre o conceito de cor e luz. Com as atividades sugeridas esperamos encontrar aspectos subjetivos, motivações não explícitas ou não conscientes de forma espontânea e que evidenciem a aprendizagem significativa dos conceitos estudados. Com este caráter exploratório, número relativamente pequeno de envolvidos no estudo, uso de roteiros, registro das respostas elaborado pelos estudantes, registro de opiniões e comentários relevantes, pré-teste e pós-teste e avaliação, optamos pela análise mista. Na pesquisa mista a análise qualitativa é responsável pelo processo, enquanto a análise quantitativa é responsável pelos resultados.

Uma pesquisa com caráter qualitativo, segundo Lüdke e André (1986), possibilita a verificação do ensino e da aprendizagem dos estudantes e ainda permite categorizar, descrever e investigar as respostas dos estudantes durante a execução das atividades apresentadas. A pesquisa qualitativa procura entender o processo como um todo não em partes com a quantitativa. Ela não impõe expectativas. Para Creswell (2010), a pesquisa qualitativa se preocupa com o processo, sua categorização, sua análise e as observações relevantes.

Bardin apud Lopes (2010) apresenta três fases para se organizar a análise de conteúdo de uma pesquisa qualitativa. Na primeira, pré-análise, deve-se fazer uma leitura *flutuante* de todos os registros e materiais produzidos para que se possa ter um panorama geral da pesquisa. Depois na exploração do material, segunda fase, deve-se proceder com uma leitura profunda que possibilite a organização dos dados e sua categorização. Na terceira fase realiza-se o tratamento estatístico dos dados, a verificação da interferência e a interpretação dos mesmos.

A pesquisa quantitativa lida a com tabulação de dados, organização do pré-teste e pós-teste e a análise estatística. Este método dedica-se ao processo de coleta, análise, interpretação e apresentação dos resultados do estudo

(CRESWELL, 2010). Neves (1996) afirma que combinar as técnicas quantitativas e qualitativas torna a pesquisa mais forte. O método qualitativo enriquece a visão do pesquisador em relação ao contexto em que ocorre a pesquisa. Duffy (1987, p. 131) apud Neves (1996, p. 2) apresenta cinco benefícios ao se empregar em conjunto os métodos qualitativos e quantitativos, Quadro 8.1.1.

Quadro 8.1.1: Possibilidades ao se empregar em conjunto os métodos qualitativos e quantitativos.

1. Possibilidade de congregar controle dos vieses (pelos métodos quantitativos) com compreensão da perspectiva dos agentes envolvidos no fenômeno (pelos métodos qualitativos).
2. Possibilidade de congregar identificação de variáveis específicas (pelos métodos quantitativos) com uma visão global do fenômeno (pelos métodos qualitativos).
3. Possibilidade de completar um conjunto de fatos e causas associados ao emprego de metodologia quantitativa com uma visão da natureza dinâmica da realidade.
4. Possibilidade de enriquecer constatações obtidas sob condições controladas com dados obtidos dentro do contexto natural de sua ocorrência.
5. Possibilidade de reafirmar validade e confiabilidade das descobertas pelo emprego de técnicas diferenciadas.

Na pesquisa mista emprega-se tanto métodos predeterminados quanto emergentes, questões abertas e fechadas, formas múltiplas de dados baseados em todas as possibilidades, análise estatística e textual e interpretação dos bancos de dados. Características encontradas nos métodos qualitativos e quantitativos (CRESWELL, 2010 p. 40).

Nossa pesquisa enquadra-se no método misto com a estratégia incorporada concomitante. Segundo Cresweel (2010), o método misto concomitante utiliza procedimentos que misturam dados qualitativos e quantitativos para realizar uma análise abrangente do problema de pesquisa. O modelo permite ao pesquisador a coleta dos dados qualitativos e quantitativos ao mesmo tempo e depois integra as informações coletadas na interpretação dos resultados gerais. Assim o pesquisador pode obter perspectivas dos diferentes tipos de dados.

As repostas dos estudantes podem ser divididas em categorias para organizar e propiciar uma análise mais consistente das respostas a fim de se evidenciar a aprendizagem significativa. A categorização não possui normas e procedimentos mas deve ser elaborada com coerência.

“Não existem normas fixas nem procedimentos padronizados para a criação de categorias, mas acredita-se que um quadro teórico consistente pode auxiliar uma seleção inicial mais segura e relevante.” (Ludke e André, 1986, p. 44)

A escolha das categorias se deu de acordo com as respostas obtidas durante as etapas de registro com a utilização três instrumentos individuais: o pré-teste, pós-teste e uma avaliação somativa. Na tabela 8.1.2, apresentamos as três categorias escolhidas e suas respectivas pontuações.

Tabela 8.1.2: Pontuação em cada categoria.

Categoria	Pontuação	Descrição
A	0	O estudante não reconheceu os conhecimentos físicos.
B	1	O estudante reconhece os conceitos e suas relações de forma parcial.
C	2	O estudante reconhece os conceitos, suas relações e consegue apresentar suas ideias de forma clara.

Fonte: Do autor.

De acordo com as repostas apresentadas pelos estudantes optamos por três categorias. Na primeira, categoria A, estão os estudantes que não reconheceram os conceitos físicos presentes na questão. Na categoria B estão os estudantes que reconhecem os conceitos físicos estudados e suas relações de forma parcial necessitando ainda de um refinamento e maior clareza. Na última categoria, categoria C, estão as repostas que reconhecem os conceitos, suas relações e as ideias são apresentadas de forma clara evidenciando assim um maior domínio do que está sendo apresentado como resposta. Cada categoria recebeu uma pontuação que pode ser verificada na tabela 8.1.2.

O pré-teste, pós-teste e a avaliação somativa utilizados para registro das repostas dos estudantes resultaram em três tabelas que podem ser consultadas nos Apêndices 10, 11 e 12.

8.2 - Coleta de Dados

A coleta de dados para a análise se deu com base nas anotações feitas durante as atividades e com a utilização de avaliações individuais. Os cinco instrumentos de avaliação são: um pré-teste, um pós-teste, uma avaliação somativa, a autoavaliação e a participação, interesse e responsabilidade do estudante.

Para tabular as repostas dos estudantes no pré-teste, no pós-teste e na avaliação somativa utilizamos a divisão das mesmas em categorias, Tabela 8.1.2. A categorização das repostas possibilita uma melhor percepção do que se procura, a representação dos resultados se torna mais clara e a organização dos dados se apresenta de forma mais lógica.

Para efeito de comparação e apresentação de mais indícios da aprendizagem significativa selecionamos atividades de quatro estudante de dois grupos. O grupo 1 dedicou-se mais e apresentou melhor desempenho durante as atividades. Deste grupo fazem parte, além de outros, os estudantes 4 e 14. O Estudante 4 apresenta baixo rendimento nas disciplinas, é assíduo, apresenta problemas de aprendizagem e não é indisciplinado. Suas atividades são apresentadas nos Anexos 2, 3, 4 e 5. O Estudante 14 apresenta bom rendimento nas disciplinas, é assíduo, disciplinado e responsável. Suas atividades podem ser consultadas nos Anexos 6, 7, 8 e 9.

O grupo 2 apresentou desempenho durante as atividades inferior ao grupo 1. A diferença entre os grupos foi muito pequena, mas visível. Do grupo 2 fazem parte, além de outros, os estudantes 8 e 11. O Estudante 8 apresenta baixo rendimento nas disciplinas, é pouco assíduo, apresenta problemas de aprendizagem, porta objetos que atrapalham o curso das aulas e é indisciplinado. Suas atividades são apresentadas nos Anexos 11, 12, 13 e 14. O Estudante 11 apresenta bom desempenho em todas as disciplinas, é assíduo, não apresenta problemas de aprendizagem e é responsável. Suas atividades podem ser verificadas nos Anexos 15, 16, 17 e 18.

Nota-se em todas as atividades problemas de ortografia e gramática. Como apresentado no item 7.1 deste trabalho, muitas ações têm sido tomadas para

melhorar o desempenho dos estudantes dentre elas o trabalho de produção textual e leitura em todas as disciplinas visando a melhoria da grafia e da interpretação de texto dos mesmos.

Com o pré-teste buscou-se verificar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao tema Luz e Cor. Nos Anexos 2, 6, 11 e 15 temos exemplos do pré-teste respondido por estudantes de dois grupos. O resultado da tabulação de todos os estudantes pode ser verificado no Apêndice 11.

Durante a atividade, Apêndice 4, os estudantes registraram suas repostas em uma folha. Lembrando que o professor não interferiu nas anotações e também não sugeriu nenhuma resposta. Dois exemplos de atividades respondidas por dois grupos podem ser consultados nos Anexos 1 e 10.

O pós-teste realizado ao final das atividades, serviu de comparação com as ideias iniciais dos estudantes. Nos Anexos 3, 7, 12 e 16 temos exemplos do pós-teste respondido por estudantes de dois grupos, e o resultado da tabulação de todos os estudantes no Apêndice 12.

Ao final de todas as etapas os estudantes realizaram uma avaliação somativa individual como fechamento da sequência didática. Nos Anexos 4, 8, 13 e 17 temos exemplos da avaliação somativa respondida por estudantes de dois grupos.

Nos Anexos 5, 9, 14 e 18 são apresentadas as folhas com a autoavaliação de quatro estudantes.

A participação, interesse e responsabilidade dos estudantes foi quantificada de acordo com os critérios apresentados no Quadro 8.2.1.

Quadro 8.2.1: Conceitos e critérios atribuídos à participação do estudante.

Conceito	Crítérios
0 → 3	Pouca participação, falta de interesse, dispersão e uso de materiais alheios a aula.
3 → 6	Realizaram as atividades mas não buscaram esgotar as possibilidades da atividade.
6 → 10	Participação ativa, cooperação, iniciativa, responsabilidade e interesse

Fonte: Do autor.

As notas atribuídas aos estudantes com os critérios do quadro anterior são apresentadas na tabela 8.3.3.

8.3 - Análise Estatística

Para se estimar a confiabilidade dos dados optou-se pela utilização do coeficiente alfa de Cronbach. Este coeficiente foi desenvolvido por Lee J. Cronbach, em 1951, para estimar a confiabilidade de um questionário em uma pesquisa. Ele mede a correlação entre as respostas de um teste através da comparação das respostas dadas pelos estudantes, ou seja, uma correlação média entre as respostas apresentadas pelos estudantes. A equação para o cálculo do coeficiente de alfa Cronbach pode ser verificada no anexo 19.

Nos trabalhos pesquisados por HORA, et al. (2010) não existe um consenso acerca da interpretação do coeficiente alfa de Cronbach, mas em alguns trabalhos encontrados na literatura um valor a partir de 0,70 é considerado aceitável. Na tabela 8.3.3 apresentamos o coeficiente de alfa Cronbach do pré-teste, do pós-teste e da avaliação somativa para os nossos dados. Verifica-se que todos são superiores a 0,70 e assim nossos dados podem ser considerados aceitáveis do ponto de vista da confiabilidade. As tabelas⁶ com o resumo dos cálculos para se obter os coeficientes encontram-se no Apêndice 14.

Outro fator relevante para um tratamento estatístico é a determinação do nível de significância estatístico para o ganho médio entre as respostas apresentadas no pré-teste e pós-teste, que utiliza o cálculo da razão t de Student. Segundo SILVEIRA (2006) com este teste podemos identificar a probabilidade das médias obtidas nos dois testes tenha acontecido ao acaso.

Na tabela 8.3.2, a variável ganho (G) é definida com a diferença entre as notas do pós-teste e do pré-teste. A somatória dos ganhos com SG1 e a somatória dos ganhos ao quadrado como SG2.

O ganho médio pode ser expresso pela relação entre o somatório dos ganhos pelo número de participantes (n) dado pela expressão

$$\bar{G} = \frac{SG1}{n} = 8,0 \quad \text{eq. (1)}$$

⁶ As tabelas com todos os cálculos, disponíveis em Planilha pode ser consultada no endereço: <https://drive.google.com/file/d/0Bzd8sBI9v08LWnFJYXhGN2FOR0E/edit?usp=sharing>

O cálculo do desvio padrão ($S_{\bar{G}}$) do ganho médio é dado pela expressão que segue

$$S_{\bar{G}} = \sqrt{\frac{SG2 - \bar{G}^2}{n-1}} = 0,4 \quad \text{eq. (2)}$$

Tabela 8.3.2: Ganho médio (G) e ganho médio quadrático (G²)

Notas				
Aluno	pré-teste	pós-teste	G = pós-pré	G²
1	0	6,5	6,5	42,3
2	0	10	10	100,0
3	0	10	10	100,0
4	0	7	7	49,0
5	0	4,5	4,5	20,3
6	0	9,5	9,5	90,3
7	0,5	10	9,5	90,3
8	0,5	8	7,5	56,3
9	0	9,5	9,5	90,3
10	1,5	9	7,5	56,3
11	0,5	9	8,5	72,3
12	0	9	9	81,0
13	0,5	9	8,5	72,3
14	0,5	9,5	9	81,0
15	2,5	9,5	7	49,0
16	4	9	5	25,0
Somatório			SG1 = 128,5	SG2 = 1075,3

Fonte: Do autor.

Por último o cálculo da razão *t de Student*

$$t = \frac{\bar{G}}{S_{\bar{G}}} = 19 \quad \text{eq. (3)}$$

Com a razão *t de Student* pode-se determinar o nível de significância estatístico para o ganho médio. O número de graus de liberdade (g.l.) para a razão *t de Student* é o número de estudantes menos um, ou seja, g.l. = 15. Na tabela do anexo 20 g.l. = 15 e nível de significância igual a 0,01 a razão t deve ser igual ou superior a 2,95. Constata-se que o nível de significância estatístico associado a t =

19 é inferior a 0,01, ou seja, podemos concluir que a probabilidade de que a diferença entre o pré-teste e o pós-teste tenha ocorrido por acaso é muito pequena, inferior a 1%. Assim temos mais um indício de que a aprendizagem significativa aconteceu, justificado pelo crescimento no acerto dos estudantes nos seus resultados.

Tabela 8.3.3: Confiabilidade da pesquisa.

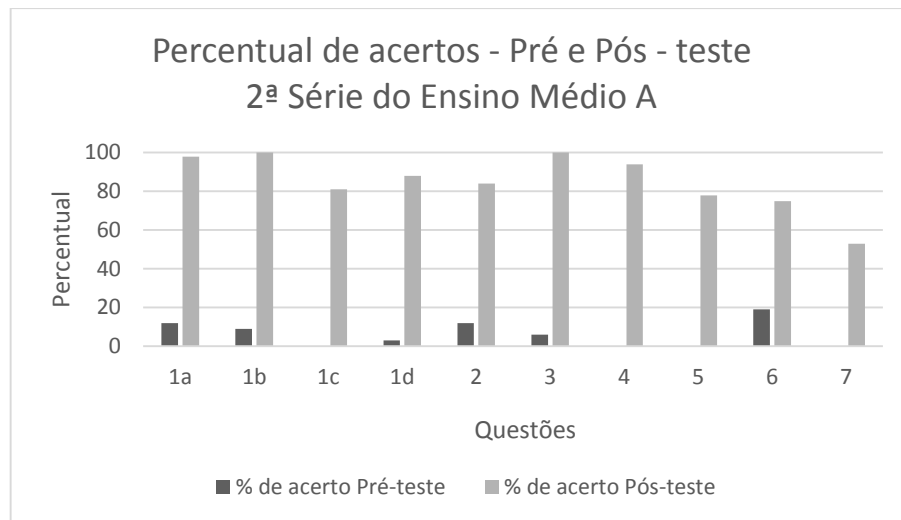
Nome do Teste	Pré-teste	Pós-teste	Avaliação Somativa	Descrição
Coeficiente alfa de Cronbach	0,74	0,76	0,72	Confiabilidade maior que 0,7 aceitável
t de Student	t = 19		Não se aplica	Para uma amostra de 19 estudantes e $t > 2,95$, a probabilidade da diferença entre o pré-teste e o pós-teste ter acontecido ao acaso é inferior a 1%

Fonte: Do autor.

O ganho relativo entre o pré-teste e o pós-teste pode ser verificado no Gráfico 8.3.1. As colunas escuras indicam o percentual de acertos em cada questão no pré-teste e as colunas claras indicam o percentual de acertos no pós-teste. Por exemplo, ao analisarmos a questão seis, 19% dos estudantes acertaram a questão no pré-teste e 75% no pós-teste.

A maioria dos estudantes desconhece os conteúdos abordados no pré-teste. Algumas respostas corretas foram baseadas nos conhecimentos adquiridos na disciplina de arte e na intuição do estudante. Nenhum estudante conhecia a resposta correta das questões 1c, 4, 5 e 7 do pré-teste. Os resultados do pré-teste e do pós-teste são apresentados na tabela 8.3.1.

Gráfico 8.3.1: Comparação entre os resultados do pré-teste e pós-teste.



Fonte: Do autor.

Ao analisar o gráfico verificamos que o percentual de acertos nas questões foi muito expressivo com exceção da questão sete. A questão sete apresenta um nível de dificuldade maior. Para respondê-la o estudante deve compreender o problema, relacioná-lo com os conceitos estudados e apresentar a solução de forma clara.

Para analisarmos o ganho relativo entre o pré-teste e o pós-teste optamos pelo Ganho de Hake normalizado. Segundo Galhardi e Azevedo (2013) o Ganho de Hake normalizado tem sido utilizado há décadas para avaliar o ganho relativo entre pré-teste e o pós-teste principalmente em aulas que utilizam práticas interativas. Os trabalhos que utilizam este método têm características comuns, como: Participação interativa dos estudantes; Interação considerável entre professor e estudante; uso de múltiplas representações; rica em situações que intensificam o conflito cognitivo; favorecem a cooperação e discussão.

Para o cálculo do Ganho de Hake devemos obter o percentual de acertos no pré-teste e no pós-teste. A diferença entre o percentual de acertos no pós-teste e o percentual de acertos no pré-teste resulta no ganho g .

$$g = \%pós - \%pré \quad \text{eq. (4)}$$

Para o cálculo do Ganho de Hake normalizado G deve-se proceder da seguinte forma

$$G = \frac{g}{(100 - \%pré)} \quad \text{eq. (5)}$$

Hake apud Remold et al (2004), para uma amostra de mais de 20 mil estudantes, mostrou que ganhos normalizados com métodos tradicionais tem valor médio 0,2 (não ultrapassando 0,4). Para métodos interativos o ganho normalizado médio tem média aproximada de 0,4. Um ganho normalizado igual a 1 indica que o estudante teve uma taxa de acerto de 100%.

Nossos dados resultaram em um ganho médio da sala igual a 0,86. O resultado de cada estudante pode ser verificado na tabela 8.3.4.

Tabela 8.3.4: Ganho de Hake normalizado de cada estudante.

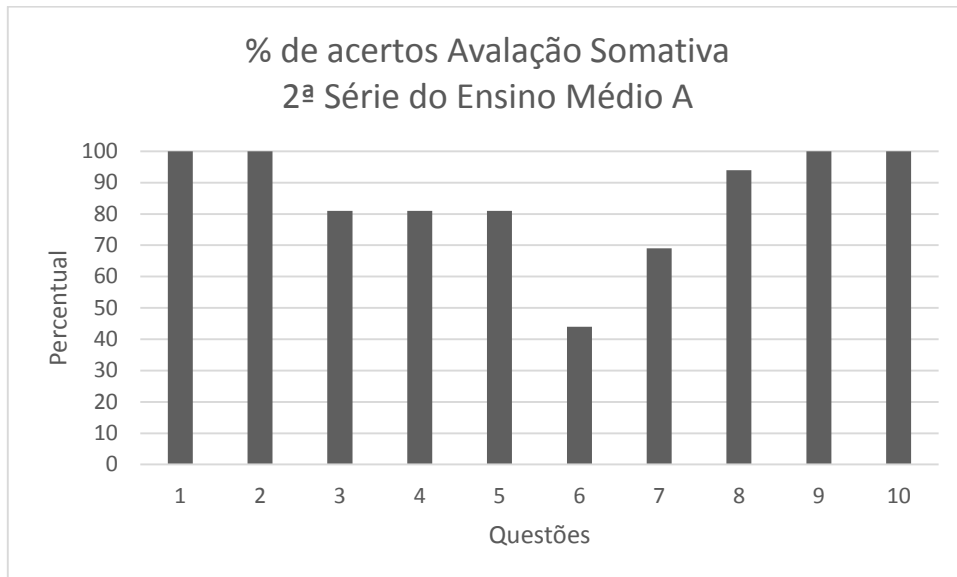
Estudante	Percentual de acertos		g – ganho	G – ganho normalizado
	Pré-teste	Pós-teste		
1	0	65	65	0,65
2	0	100	100	1,00
3	0	100	100	1,00
4	0	70	70	0,70
5	0	45	45	0,45
6	0	95	95	0,95
7	5	100	95	1,00
8	5	80	75	0,79
9	0	95	95	0,95
10	15	90	75	0,88
11	5	90	85	0,89
12	0	90	90	0,90
13	5	90	85	0,89
14	5	95	90	0,95
15	25	95	70	0,93
16	40	90	50	0,83
Média	6,56	86,88	80,31	0,86

Fonte: Do autor.

Baseado nos resultados apresentados na tabela 8.3.3, podemos concluir que o ganho entre o pré-teste, realizado antes das atividades, e o pós-teste, realizado após as atividades foi relativamente alto. Fato que pode ser explicado pela pequena amostra estudada. Mesmo assim podemos afirmar que é mais um indício de que a aprendizagem significativa ocorreu.

Depois de realizarmos o pré-teste e o pós-teste, tratamos o conteúdo enfatizando os pontos onde os estudantes apresentaram mais erros. Por fim, uma avaliação somativa individual foi aplicada. Os resultados obtidos podem ser verificados no Gráfico 8.3.2.

Gráfico 8.3.2: Percentual de acertos na avaliação somativa.



Fonte: Do autor.

Mais uma vez apontamos o alto percentual de acertos como evidência de que a aprendizagem significativa ocorreu. Nota-se que a questão seis teve um percentual de acertos relativamente baixo. Abaixo apresentamos a questão seis da avaliação somativa, APÊNDICE 5.

6. As folhas de uma árvore, quando iluminadas pela luz do Sol, mostram-se verdes porque:

- a) refletem difusamente a luz verde do espectro solar;
- b) absorvem somente a luz verde do espectro solar;
- c) refletem difusamente todas as cores do espectro solar, exceto o verde;
- d) difratam unicamente a luz verde do espectro solar;
- e) a visão humana é mais sensível a essa cor.

(Questão seis da avaliação somativa, APÊNDICE 5)

Ao consultar os estudantes sobre as dificuldades encontradas eles alegaram que ficaram em dúvida sobre o significado das palavras “difusamente” e “refratam”. Mais uma vez houve a necessidade de intervir e retomar os conceitos para explicar

o significado físico que eles apontaram como fatores determinantes para interpretação da questão seis.

Por último apresentamos um resumo dos conceitos atribuídos em cada etapa, tabela 8.3.5. Além dos três instrumentos já apresentados temos um quarto conceito, a autoavaliação atribuída pelo próprio estudante. Verifica-se que as notas são coerentes com o trabalho realizado. Todos foram instruídos para que realizassem uma autoavaliação de acordo com o que realmente foi feito durante as etapas desenvolvidas por eles.

Tabela 8.3.5: Resultado de todas as etapas de avaliação.

Estudante	Pré teste	Pós teste	Avaliação Somativa	Autoavaliação	Participação, responsabilidade e interesse do estudante	Conceito Final
1	0	6,5	9,0	7,5	9,0	8,5
2	0	10,0	10,0	7,0	10,0	10,0
3	0	10,0	9,0	8,0	9,5	9,5
4	0	7,0	7,0	9,0	6,0	7,0
5	0	4,5	4,0	6,0	6,0	5,0
6	0	9,5	9,0	6,0	9,0	9,0
7	0,5	10,0	9,0	8,0	10,0	9,5
8	0,5	8,0	6,0	5,0	7,0	7,0
9	0	9,5	9,0	8,0	10,0	9,5
10	1,5	9,0	10,0	7,0	9,0	9,5
11	0,5	9,0	8,0	10,0	10,0	9,5
12	0	9,0	10,0	8,0	10,0	9,5
13	0,5	9,0	7,0	7,0	10,0	8,5
14	0,5	9,5	9,0	9,0	10,0	9,5
15	2,5	9,5	9,0	8,0	9,0	9,5
16	4,0	9,0	5,0	8,0	8,0	7,5
Média	0,7	8,7	8,6	7,6	8,9	8,7

Fonte: Do autor.

Para apresentar um conceito final utilizamos 30% da nota do pós-teste, mais 30% da avaliação somativa, mais 30% da participação, interesse e responsabilidade e mais 10% da nota atribuída na autoavaliação, Quadro 8.3.1.

Quadro 8.3.1: Formação do conceito final.

Conceito Final	30% pós-teste + 30% avaliação somativa + 30% participação, interesse e responsabilidade + 10% autoavaliação
-----------------------	---

Fonte: Do autor.

Na seção 6.1 apresentamos as ideias de Moreira (2009) em relação ao peso de cada etapa durante a avaliação. Para ele a avaliação somativa e os indícios de aprendizagem devem ter o mesmo peso. Desta forma optamos por 30% do conceito para cada avaliação individual e apenas 10% para a nota atribuída pelo próprio estudante. Com a finalidade de evitar discrepâncias entre os conceitos obtidos durante as avaliações individuais e a nota atribuída pelo estudante na autoavaliação optamos por um percentual menor na autoavaliação.

Considerações Finais

Nos resumos dos trabalhos encontrados sobre o microcontroladores e Arduino no Ensino de Física evidenciamos a necessidade de atividades práticas para auxiliar na aprendizagem dos estudantes e a prática docente. É através de situações-problemas onde o discente pode manusear experimentos e propor atividades mais interativas e atrativas para os estudantes, que possibilitam uma melhor compreensão dos conteúdos abordados. Os conceitos que são apenas demonstrados oralmente em sala de aula pouco contribuem para o desenvolvimento do estudante, pois ele não relaciona tais conceitos ao seu conhecimento prévio.

Percebe-se também que os autores dos trabalhos encontrados se preocupam com o custo das atividades experimentais e verifica-se, em quase todos os trabalhos, a utilização de materiais recicláveis ou de baixo custo. Em uma experimentação devem-se levar em consideração os gastos para sua construção, pois na grande maioria das escolas públicas ou particulares o orçamento destinado é pequeno ou inexistente. A responsabilidade financeira acaba ficando a cargo dos professores e estudantes.

Os professores não encontram muito material para auxiliá-los em sua prática docente. Há necessidade de estruturação de situações de aprendizagem significativas, que orientem o trabalho docente no Ensino Médio. Melhores estruturas, bons salários e apoio técnico de qualidade, são extremamente importantes. Assim como formação inicial e continuada de qualidade.

Os trabalhos encontrados são, em sua maioria, ideias que podem ser aplicadas em sala de aula, ou ainda, constatação de que o método tradicional não funciona. Precisamos investir em situações-problema que envolva os estudantes e possibilitem uma aprendizagem significativa.

Assim recomendamos que novos trabalhos sejam desenvolvidos e que apontem claramente as metodologias aplicadas e como a atividade se desenrolou dentro da sala de aula, a exemplo de algumas referências apresentadas no Capítulo 4, particularmente, nos programas de pós graduação da UFRGS e UFRJ. Dessa forma outros profissionais da educação poderão utilizar estas ideias ou adaptá-las a sua realidade.

Na atividade descrita, procuramos sempre privilegiar a prática. O estudante, em geral, apresenta suas ideias, realiza a atividade, coleta dados, discute os

resultados e formula hipóteses. O professor deve evitar a intervenção deixando-a para o fechamento da atividade proposta.

Cada turma necessitará de intervenções próprias. Essas intervenções dependem das características dos estudantes. Os roteiros são sugestões que abordam as principais habilidades de cada conteúdo. Assim o professor deve, de acordo com seu critério, aprofundar alguns tópicos e substituir outros.

Este trabalho levantou as principais discussões e práticas desenvolvidas nas aulas de física quando trabalhamos o tema Luz e Cor. Com ele esperamos abrir espaço para discutir o que poderíamos aperfeiçoar em nossa prática docente e apresentar as atividades que demonstram melhores resultados.

A aplicação das atividades e os comentários dos estudantes, Capítulo 7, evidenciam que as atividades aconteceram a contento e que os estudantes se dedicaram diante da abordagem apresentada. Acreditamos que esses relatos são indicadores de que o estudante, diante da proposta utilizada, estava disposto a relacionar o material estudado na atividade de maneira consistente e não arbitrária.

Os dados apresentados no Capítulo 8 apresentam resultados estatísticos que apontam ocorrência de aprendizagem significativa. Isso evidencia que os novos conceitos podem ter sido ancorados e assim estabelecido novos significados para o estudante.

Devido aos problemas encontrados, apontados nas seções 6.3 e 7.2, optamos por apresentar o experimento e a programação prontos para os estudantes. Sugerimos que em futuras aplicações as montagens e a programação, se possível, seja desenvolvida pelos estudantes. A programação desenvolve raciocínio lógico e matemático, causa e consequência e desenvolve a linguística. Todas estas habilidades são requeridas no cotidiano das pessoas (PEREIRA, 2013).

Basta iniciar as atividades com o microcontrolador Arduino que inúmeras ideias vão surgindo. Há possibilidade de se trabalhar com eletrônica e automação tanto no ensino fundamental quanto no médio possibilitando o desenvolvimento de projetos que emergem das necessidades trazidas pelos próprios estudantes.

Conclusões

Ao realizar a leitura e resumo dos trabalhos sobre atividades experimentais no Ensino de Física com foco nas atividades que envolvem o microcontrolador Arduino no Ensino Médio, verifica-se que sua utilização ainda é muito tímida, apesar de se mostrar crescente nos últimos três anos. Sempre existiu uma preocupação em se inserir práticas experimentais nos diversos níveis de ensino. Os trabalhos encontrados nem sempre apresentam uma situação de aprendizagem estruturada para aplicação em sala de aula e em geral são ideias de atividades que podem ser desenvolvidas nos mais diversos níveis de ensino.

Nos últimos três anos nota-se uma contribuição crescente de alguns autores, com proposta de projetos e atividades que envolvem a utilização do microcontrolador Arduino. No entanto, não encontramos trabalhos estruturados de forma a problematizar uma situação de aprendizagem. Em geral são atividades direcionadas a cursos de nível superior ou ainda cursos técnicos. Na maioria dos trabalhos consultados, os autores apresentam o potencial que o microcontrolador Arduino possui para a confecção de situações de aprendizagem experimentais.

Este cenário, no entanto, tem mudado. A partir de 2011 as publicações aumentaram com: Rezende Neto (2010); Souza et al (2011); Cavalcante et al (2011); Lorscheiter et al (2011); XIX Simpósio Nacional de Física, Lenz et al (2011); Cavalcante et al (2013); Dröse Neto (2013); Molisani et al (2013); Rocha e Guadagnini (2014); Rocha, Marranghello e Lucchese (2014) e Carvalho (2014).

Encontramos algumas dissertações de mestrado com sequências didáticas e atividades que foram aplicadas em sala de aula, tais como, Dröse Neto (2013) e Carvalho (2014), este último com aplicações direcionadas ao Ensino Médio. Os dois trabalhos apresentam uma sequência completa com proposta de acompanhamento do aprendizado e avaliação dos estudantes.

Muitos trabalhos apresentam boas propostas de inserção de novas tecnologias no ensino e particularmente o uso do Arduino, mas ainda são poucas as atividades que apresentam uma sequência completa, ou seja, uma proposta detalhada para ser aplicada em sala de aula. Os artigos e trabalhos apresentam, em sua maioria, apenas indicações do que poderia ser desenvolvido em sala de aula. Notamos que ainda é escasso o número de publicações que apresentem a elaboração de situações de aprendizagem que orientem os profissionais da

educação em sua prática em sala de aula, há portanto uma lacuna a ser preenchida e que este trabalho buscou atender.

Referências

A ONDA DO ARDUINO. S.l.: Revista Saber Eletrônica, abr. 2009. Disponível em: <<http://www.sabereletronica.com.br/artigos/2096-a-onda-do-arduino>>. Acesso em: 01 jul. 2014.

ARDUINO. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 2 jul. 2014.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** 2. Ed. Tradução de Eva Nick et. Al. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos:* uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003. 226 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Física. Brasília: MEC, 2002.

BOFF, L. A águia e a galinha: uma metáfora da condição humana. Petrópolis: Vozes, 1997.

BORGES, J. F. M., GABRIEL, M. C., PRESTES R. E. Resistores não Ôhmicos à base de água. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.l.], v. 23, n. 2, p. 267 – 276, ago. 2006 disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6280> > acesso em agosto de 2014.

CARVALHO, Luiz Raimundo Moreira de. **VARIAÇÕES DIURNAS NA PRESSÃO ATMOSFÉRICA: UM ESTUDO INVESTIGATIVO BASEADO NA UTILIZAÇÃO DA PLACA ARDUINO.** 2014. 234 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Física, Departamento de Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2014_Luiz_Carvalho/dissertacao_Luiz_Carvalho.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014.

CAVALCANTE, M; BONIZZIA, A; GOMES, Leandro C. P. Aquisição de dados em laboratórios de física: um método simples, fácil e de baixo custo para experimentos em mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, S.l., v. 30, n. 2, p.2501-1-2501-6, 07 jul. 2008. Disponível em < <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/302501.pdf> >. Acesso em agosto de 2014.

CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A; GOMES, L. C. P. O ensino e a aprendizagem de física no século XXI: sistemas de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, S.l., v. 31, n. 4, p.2501-1-2501-6, 18 fev. 2010. Disponível em < <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/314501.pdf> >. Acesso em agosto de 2014

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 33, n. 4, p.4503-1-4503-9, 2011. Disponível em < <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/334503.pdf> >. Acesso em Agosto de 2014.

CAVALCANTE, M. A.; Rodrigues, C.E.M; Pontes, L. A. Novas tecnologias no estudo de ondas sonoras. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, S.l., v. 30, n. 3, p.579-613, dez. 2013. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n3p579/25604>> Acesso em: Agosto de 2014.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; RODRIGUES, Thais Tokashiki Tavares; BUENO, Darlene Andrea. Controle Remoto: Princípio de Funcionamento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, S.l., v. 30, n. 3, p.554-565, dez. 2013. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n3p554/25602> > Acesso em: Agosto de 2014.

CRESWELL, John W.. **Projetos de pesquisa: Métodos qualitativo, qualitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, Artmed e Sage, 2010. 296 p.

Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. – 1. ed. atual. – São Paulo: SE, 2011.152 p.

DRÖSE NETO, Breno. **Aprendizagem de conceitos físicos relacionados com circuitos elétricos em regime de corrente alternada com uso da placa Arduino**. 2013. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Física, Departamento de Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/79523/000901983.pdf?sequence=1> >. Acesso em: Agosto de 2014.

D'AUSILIO, A. Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment. **Behavior Research**, [S.l.], n. , p.-, 25 out. 2011.

EVANS M., NOBLE J., HOCHENBAUM J. **Arduino em ação**. Ed. Novatec – São Paulo, 2013, 45 p. Disponível em: <<https://novatec.com.br/livros/arduino-em-acao/capitulo9788575223734.pdf> > Acesso em 20 jul. 2014.

FERNANDES, E. **David Ausubel e a aprendizagem significativa**. 2011. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/formacao/david-ausubel-aprendizagem-significativa-662262.shtml>>. Acesso em: 28 jun. 2014.

GALHARDI, A. C.; AZEVEDO, M. M. de. **O Ganho de Hake: uma técnica de avaliação de absorção de conhecimento e replanejamento de disciplina**. 2013. Disponível em: <http://www.centropaulasouza.sp.gov.br/pos-graduacao/workshop-de-pos-graduacao-e-pesquisa/008-workshop-2013/trabalhos/educacao_corporativa/121383_193_199_final.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2014.

GUTIERREZ, J. M. R. **Herramientas Gráficas de programación de Arduino**. 2014. Disponível em: <[https://www.dropbox.com/s/wm4uxwr377d00gx/entornos graficos con Arduino.pdf](https://www.dropbox.com/s/wm4uxwr377d00gx/entornos_graficos_con_Arduino.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2014.

HORA, H. R. M. da; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J.. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto&produção**, S.l., v. 11, n. 2, p.85-103, jun. 2010.

Introdução ao Arduino, 2012. Grupo de robótica da UFMS. Disponível em: <http://destacom.ufms.br/mediawiki/images/9/9f/Arduino_Destacom.pdf> Acesso em: 20 jul. 2014.

LIBÂNEO, J. C.. **Adeus professor, adeus professora?:** Novas exigências educacionais e profissão docente. Goiânia: Cortez, 1998. 51 p.

LEITE, L. S.. Mídia e a perspectiva da tecnologia educacional no processo pedagógico contemporâneo. In: FREIRE, Wendel. (org). **Tecnologia e educação: as mídias na prática docente**. 1. ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2008. p. 61-78.

LENZ J. A.; BEZERRA Jr. A. G.; SAAVEDRA FILHO N. C.; MIQUELIN A. F. **O GERADOR DE ONDAS ESTACIONÁRIAS EM CORDAS COM O USO DE TECNOLOGIAS LIVRES**. XIX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2011, Manaus 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0096-1.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

LOPES, Maria Filomena. **ANÁLISE QUALITATIVA DE DADOS: U. C.:** Investigação Educacional. 2010. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/33453811/ANALISE-QUALITATIVA-DE-DADOS>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

LORSCHETER, T. A. et al. Utilização do ms-visual studio e do arduino para medições de temperatura. **Tchê Química**, S.l., v. 8, n. 16, p.60-66, 2011.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MELCHIOR, S. C. L.; PACCA, J. L. de. **CONCEPÇÕES DE COR E LUZ: A RELAÇÃO COM AS FORMAS DE PENSAR A VISÃO E A INTERAÇÃO DA LUZ COM A MATÉRIA**. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, Jaboticatubas, MG, Outubro de 2004. Disponível em: <http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/epef/_concepcoesdecocoreluzarela.trabalho.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2014.

MOÇO, A.; MARTINS, A. R.. Seis características do professor do século 21. **Nova Escola**, [s.l.], v. 236, p.1-6, out. 2010. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/formacao/formacao-continuada/seis-caracteristicas-professor-seculo-21-602329.shtml>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

MOLISANI E.; TEIXEIRA R. M. R.; CAVALCANTE M.A. **ARDUINO E FERRAMENTAS DA WEB 2.0 NO ENSINO DE FÍSICA: UM EXEMPLO DE**

APLICAÇÃO EM AULAS DE ÓPTICA. XX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2013, São Paulo. 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0551-1.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa.** 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2014.

MOREIRA, Marco Antonio. GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA. In: XI CONFERENCIA INTERAMERICANA SOBRE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, 11., 2013, Guayaquil. **Conferência.** Guayaquil: Conferencia Interamericana Sobre Enseñanza de La Física, 2013. p. 1 - 12. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinofisica.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2015.

NEVES, José Luis. Pesquisa qualitativa: Características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p.1-5, jul. 1996.

PEREIRA, L. **Escolas defendem ensino de programação a crianças e adolescentes.** 2013. Disponível em: <<http://olhardigital.uol.com.br/noticia/escolas-defendem-ensino-de-programacao-a-criancas-e-adolescentes/35075>>. Acesso em: 01 ago. 2014.

REMOLD, J. et al. **DESEMPENHO CONCEITUAL DE ALUNOS DO MÉTODO DE ENGAJAMENTO INTERATIVO DO CURSO DE FÍSICA I DA UFJF.** 2004. Disponível em: <http://www.academia.edu/1027375/DESEMPENHO_CONCEITUAL_DE_ALUNOS_DO_METODO_DE_ENGAJAMENTO_INTERATIVO_DO_CURSO_DE_FISICA_Ida_UFJF>. Acesso em: 01 jul. 2014.

REZENDE NETO, A. L. de et al. **Sistema de medição de campo magnético baseado no efeito hall e Arduino.** 2010. Disponível em: <<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/msergio/portuguese/ensino-de-fisica/oficina-de-integracao-ii/Monog-10-1-Efeito-Hall.pdf/view>>. Acesso em: Agosto de 2014

RIBEIRO, V. F. **Uma cultura universal.** 2005. Disponível em: <<http://www.recantodasletras.com.br/ensaios/36016>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

ROCHA, Fábio Saraiva da; MARRANGHELLO, Guilherme Frederico; LUCCHESI, Márcia Maria. Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de Física em tempo real. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, S.l., v. 31, n. 1, p.98-123, abr. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n1p98/26427>>. Acesso em: Agosto de 2014.

ROCHA, Fábio Saraiva da; GUADAGNINI, Paulo Henrique. Projeto de um sensor de pressão manométrica para ensino de Física em tempo real. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, S.l., v. 31, n. 1, p.124-148, abr. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n1p124>>. Acesso em: Agosto de 2014.

ROSA, R. dos S. **Tecnologias da informação e comunicação como recurso instrucional para uma unidade didática sobre a relação entre força e movimento.** 2012. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/83674> >. Acesso em agosto de 2014.

RUBIM JUNIOR, Jackson Roberto. **Arduino na Web.** 2014. Disponível em: <<http://www.astrosnafisica.com/jack/atividades/arduino.html>>. Acesso em: 26 ago. 2014.

SANTOS, A. Pedagogia ou Método de Projetos: Referências transdisciplinares. **Revista Terceiro Incluído: Transdisciplinaridade e educação ambiental**, Goiás, v. 1, n. 2, p.101-123, jan. 2011.

SÁPIRAS, R. **Elementos da cultura.** 2005. Disponível em: <<http://www.recantodasletras.com.br/ensaios/89776> >. Acesso em: 20 nov. 2013.

SILVA JÚNIOR, Alírio Gomes da. **O desafio da escola do século XXI: empreendedorismo e inovação.** 2012. 42 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação (Lato Sensu) em Supervisão Administração Escolar, Avm Faculdade Integrada, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/N204992.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2015.

SCRATCH. **ABOUT Scratch (Scratch Documentation Site).** Disponível em: <<http://scratch.mit.edu/about/>>. Acesso em 14 jun. 2014.

SCRATCH FOR ARDUINO (S4A). Disponível em: < <http://s4a.cat/>> Acesso em: 5 jul. 2014.

SHAIKH, M. H. et al. **Arduino Tool: For Interactive Artwork Installations.** Disponível em: <<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1202/1202.1953.pdf> >. Acesso em: 06 maio 2012.

SILVA, M. C. Entendendo o funcionamento dos circuitos elétricos. **Revista Física na Escola**, v. 12, n. 1, , pág 16-19. São Paulo-SP. Abril de 2011. Disponível em < <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol12/Num1/circuitos.pdf> >. Acesso em agosto de 2014.

SILVEIRA, F. L. da. **DETERMINANDO A SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA PARA AS DIFERENÇAS ENTRE MÉDIAS.** 2006. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Comparacoes_em_media.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2014.

SOUZA, A. 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**, Rio de Janeiro - RJ, v. 33, n. 1, p.1702-1-1702-5, 21 mar. 2011. Disponível em < <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/331702.pdf> >. Acesso em agosto de 2014.

S4A. **ABOUT Scratch for Arduino (Scratch for Arduino Documentation Site).** Disponível em: <http://s4a.cat/> . Acesso em 14 jul. 2014.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.17, n.3: p.360-369, dez.2000. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6767> >. Acesso em agosto de 2014.

VALENTE, José Armando et al (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Nied, 1999. 156 p. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/oea/pub/livro1/>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

ZANETIC J., Física e Cultura. **Ciência e Cultura**, São Paulo, vol.57, n.3, p.21-24, nov. 2005.

APÊNDICES

Todos os materiais e orientações necessários para a realização da atividade descrita nesta dissertação podem ser encontrados no endereço:

<http://www.astrosnafisica.com/jack/atividades/arduino.html>

APÊNDICE 1 – Plano de Aula: Luz e Cor

Tempo previsto: de 6 a 8 aulas.

Conteúdos: interação física entre a luz e a matéria; processo de percepção das cores pelo olho humano; processamento das cores pelo olho humano; reflexão seletiva das cores pelas superfícies; decomposição da luz branca; sistema RGB; mistura da cor-luz.

Competências e habilidades: ler, interpretar e executar um roteiro de atividade experimental; elaborar hipóteses e interpretar resultados de situações experimentais ou teóricas que envolvem fenômenos de composição de cores de luz; associar diferentes características de cores com a iluminação e com sua percepção pelo olho humano.

Estratégias: levantamento do conhecimento prévio do estudante a partir de uma discussão inicial; realização de atividade experimental em grupo; elaboração de hipóteses sobre resultados da experiência e análise dos resultados com discussão entre os estudantes.

Recursos: Roteiro da atividade experimental, materiais indicados no roteiro, sala de informática.

Avaliação: deve-se avaliar a variedade e a qualidade das manifestações dos estudantes durante a realização das atividades; o uso correto de conceitos físicos e da linguagem culta e científica;

Orientações ao professor

Iniciando as atividades

Instalação

Inicia-se com a instalação do software Arduino que possibilita o envio de códigos para a placa Arduino. Para esta instalação deve-se seguir as etapas do apêndice 7.

Depois de finalizada a instalação do software Arduino teremos que verificar se a placa Arduino foi reconhecida pelo computador e enviar para ela um código (firmware) que permite o seu funcionamento com o Scratch for Arduino (S4A). As etapas estão descritas no apêndice 8.

Para facilitar a programação, optamos pela utilização do software de programação iconográfico S4A. Sua instalação está descrita no apêndice 9.

Neste momento as instalações estão prontas.

Montagem

O professor deve inicialmente adquirir os materiais para a realização do experimento. Consulte o Apêndice 2 – Material do Professor e verifique a lista de materiais. Neste apêndice encontram-se todas as informações necessárias para a programação e a montagem do experimento luz e cor.

Pré-requisitos

Para que a atividade se desenvolva com mais eficiência é necessário que os estudantes tenham estudado anteriormente a decomposição da luz branca e a relação da frequência com as cores. Para isto pode-se utilizar um CD e uma fonte de luz branca. Faça a luz incidir sobre o CD e o reflexo projetado apresentará a decomposição da luz.

Este conceito será retomado na Terceira série do ensino médio na forma de espectroscopia. Nada impede que o professor aborde estes conceitos.

Sequência

O professor deve preparar a sala de aula antes da chegada dos estudantes. Deixe os computadores ligados, a programação pronta para uso, os microcontroladores e os circuitos conectados e testados. Com estas medidas evita-se o surgimento de imprevistos e agiliza-se o desenvolvimento das atividades.

Inicia-se a atividade com a apresentação do material a ser utilizado e um levantamento oral sobre os conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao tema Luz e Cor. Os seguintes questionamentos foram utilizados: Quem se lembra das cores primárias (pigmentos) das aulas de artes? E as cores primárias da luz, seriam as mesmas? Onde se utiliza cores diferentes de luz? Há mistura entre as cores da luz? Alguém já ouviu falar do sistema RGB? Neste momento não se deve apresentar nenhuma resposta. Apenas provoque a curiosidade e busque levantar informações relevantes acerca dos conhecimentos prévios. Depois desta etapa aplique o pré-teste (Apêndice 3) individualmente. Cada estudante deve registrar suas respostas em uma folha devidamente identificada e entrega-la ao professor. Estas repostas servem de comparação pré e pós atividade.

Cada grupo recebe um roteiro para iniciar a atividade experimental Luz e Cor (Apêndice 4). O professor deve apresentar rapidamente o funcionamento da programação que controla a intensidade de cada LED. Oriente para que todos colaborem com o desenvolvimento e registro da atividade e que os registros serão usados em futuras discussões entre os grupos.

Durante as observações, o professor deve atentar-se para que os estudantes correlacionem a cor da fonte de luz com a percepção da cor refletida. Neste momento o professor, quando necessário, deve conduzi-los a uma conclusão satisfatória. Durante a realização das atividades experimentais os grupos podem socializar suas anotações e discutir as características e fenômenos estudados.

Depois de realizar todas as atividades do roteiro do estudante deve-se aplicar o pós-teste (Apêndice 3), que é o mesmo teste aplicado inicialmente. Recolha uma folha com as respostas de cada estudante para comparar a evolução das respostas entre o pré-teste e o pós-teste.

Depois do pré-teste, da realização das atividades e do pós-teste, o professor pode fazer uma exposição dos conceitos estudados enfatizando-os. Esclarecer algumas dúvidas levantadas pelos estudantes e comentar os erros cometidos nos registros e nos testes dos estudantes.

Ao final aplica-se a avaliação somativa individual, Apêndice 5, logo em seguida a autoavaliação, também disponível no Apêndice 5. As folhas com as respostas devem ser recolhidas e seus resultados também serão explorados com a finalidade de melhorar a atividade e as práticas em sala de aula. Neste momento é importante alertar os estudantes para realizarem a autoavaliação de maneira criteriosa e que respondam de acordo com a sua participação efetiva.

Sugerimos que o cálculo do conceito final seja baseado no pós-teste, na avaliação somativa, na autoavaliação e na participação, interesse e responsabilidade do estudante. Para organizar as notas em cada etapa propomos uma planilha para a organização das notas atribuídas em cada etapa, Apêndice 6.

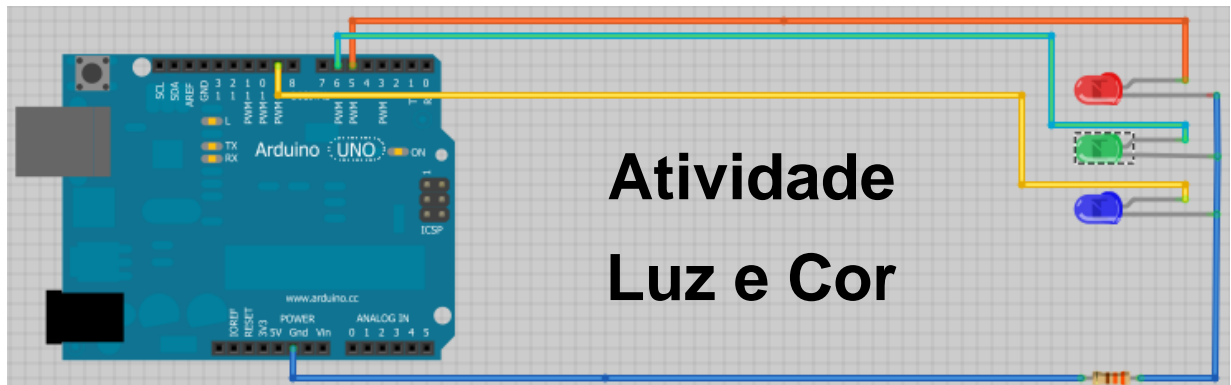
O quadro 1 resume todas as etapas e apresenta os respectivos arquivos a serem consultados.

Quadro 1: Etapas e apêndices

Etapa	Apêndice/Descrição
Instalação do software Arduino	Apêndice 7
Verificando a instalação do hardware Arduino	Apêndice 8
Instalação do software S4A	Apêndice 9
Material do professor	Apêndice 2
Apresentação do tema e questionamentos iniciais	Apêndice 1 Orientações ao professor
Pré-teste	Apêndice 3
Atividades – Roteiro do estudante	Apêndice 4
Pós-teste	Apêndice 3
Exposição rápida dos conceitos estudados.	O professor pode fazer uma exposição rápida dos conceitos estudados enfatizando-os. Esclarecer algumas dúvidas levantadas pelos estudantes e comentar os erros cometidos nos registros e nos testes dos estudantes.
Avaliação somativa	Apêndice 5

Autoavaliação	Apêndice 5
Fechamento	Outra exposição rápida dos conceitos estudados enfatizando os erros cometidos na avaliação somativa

APÊNDICE 2 – Material do professor. Atividade Luz e cor



I. Montando o circuito

Nesta atividade o circuito contará com um conjunto de três LEDs que terá a intensidade de cada cor variada de acordo com a programação desenvolvida.

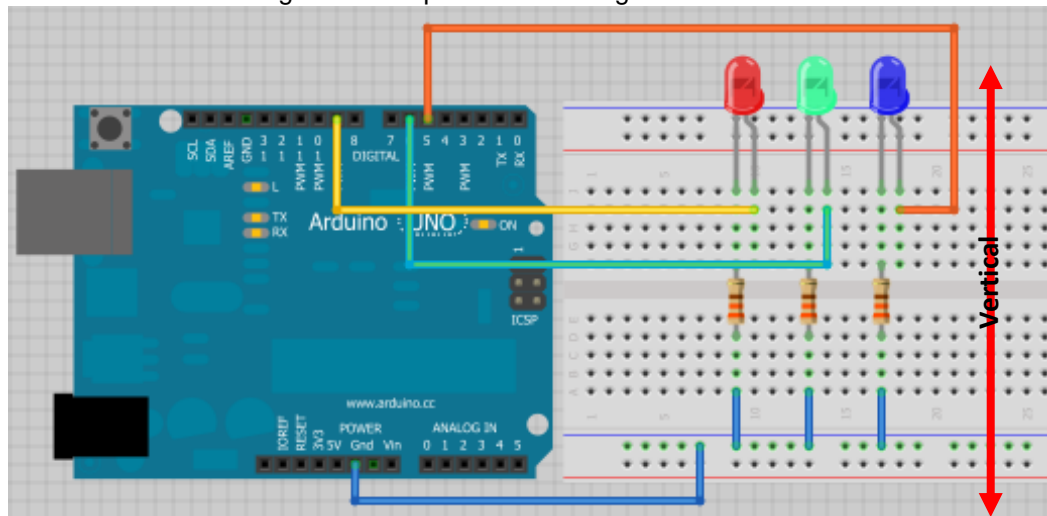
Material

- 1 LED vermelho de alto brilho
- 1 LED azul de alto brilho
- 1 LED verde de alto brilho
- 3 resistores de 330 Ω
- Alguns pedaços de fio
- 1 protoboard
- Uma placa Arduino
- Um cabo USB para a conexão da placa Arduino

Montagem

Encaixe os três LEDs no protoboard. Na mesma linha vertical (Fig.01) coloque um resistor de 330 Ω em série com cada uma das extremidades (pernas) de menor comprimento do LED e na sequência conecte cada uma das extremidades de cada resistor ao polo negativo (GND) da placa Arduino. As saídas digitais 5, 6 e 9 devem ser conectadas às extremidades (terminais) de maior comprimento de cada LED no pino digital que será utilizado na placa Arduino. A figura 01 ilustra a montagem.

Figura 01: Esquema da montagem do circuito.

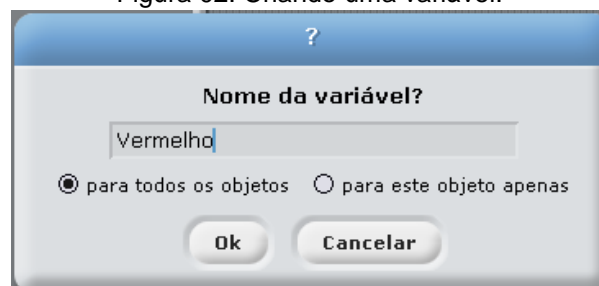


Fonte: Do autor.

II. Alterando a intensidade das cores com o Scratch

Nas ferramentas **Variáveis**, clique em **criar uma Variável**. A seguinte opção aparecerá, figura 02.

Figura 02: Criando uma variável.



Fonte: Do autor.

Digite o nome de sua variável e clique em “ok”. Crie três variáveis, uma para cada cor.

Após a criação das três variáveis observe que aparecerá três caixas com os respectivos nomes das variáveis, figura 03.

Figura 03: Caixas com as variáveis criadas.



Fonte: Do autor.

Clique com o botão direito em cada uma dessas caixas escolhendo a opção “seletor deslizante”, figura 04.

Figura 04: Escolhendo a opção das caixas.



Fonte: Do autor.

Nas ferramentas de **Controle** selecione os controles: **quando clicado** e **sempre**.

Nas ferramentas de **Movimento** selecione três controles: **analog 5 value 10**.

A programação deve ficar da seguinte forma, figura 05.

Figura 05: Esquema da programação do LED RGB.



Fonte: Do autor.

Com esta programação o microcontrolador Arduino acionará o LED RGB e a intensidade de cada cor pode ser variada alterando-se os valores com as barras deslizantes. O valor mínimo é zero e o máximo é 255.

Observação: O Arduino possui 14 portas digitais que podem fornecer zero volts ou 5V cada uma. Elas também podem fazer leituras de 0V ou 5V. As portas digitais são portas exclusivas de entrada/saída com elas podemos ter entradas/saídas de 0V ou 5V. Para 0 Volts temos um estado baixo definido e para a entrada de 5V temos o estado alto definido para esta porta.

As portas digitais 3, 5, 9, 10 e 11 funcionam como portas PWM que significa Modulação por Largura de Pulso (Pulse-Width Modulation, do Inglês). Basicamente ela simula através da oscilação do sinal da porta digital tensões entre 0V e 5V. Resumidamente a conversão se faz do seguinte modo: quanto mais tempo a saída da porta permanecer no estado alto, maior será o seu valor de tensão eficaz oferecido.

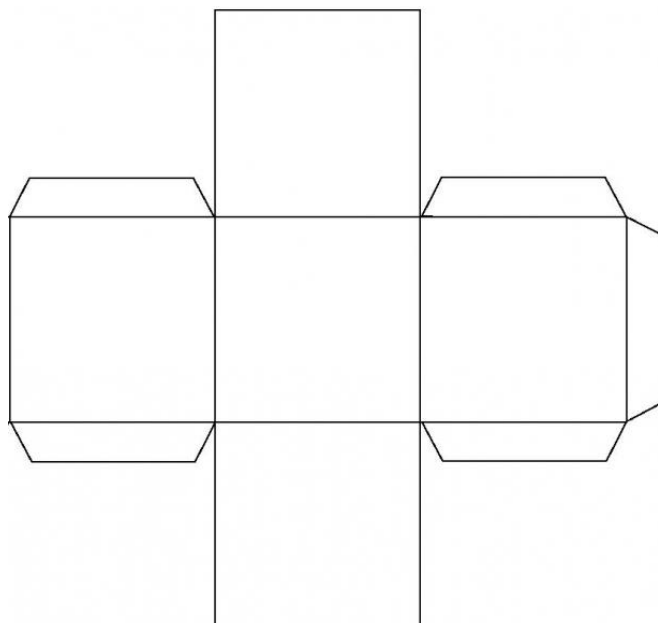
Nesta atividade o estudante controla a intensidade da luz de cada LED utilizando as portas PWM. Toda função que exigir este conceito de intensidade ou potência variável terá que utilizar as portas PWM.

III. Caixa Escura

Para realizar todas as atividades sugeridas será necessário construir uma caixa com papel cartão preto e uma tira com faixas coloridas.

A caixa escura pode ser feita com o molde da Fig.6. Lembre-se de deixar a parte escura do lado interno da caixa. Sugerimos ainda que ela tenha em torno de 10 cm de aresta.

Figura 6: Molde para confecção da caixa



Fonte: <http://professoramarciavaleria.blogspot.com.br/2012/02/simpatico-cubo-com-fotografias-nao-sei.html>

Recorte o molde e monte a sua caixa que ficará sem a tampa.

Uma tira de folha sulfite deve ser pintada com faixas de diversas cores. Para colorir a tira de papel fizemos alguns testes (impressão, caneta hidrocor, cartões coloridos ou pintados com tinta guache), e aquele que apresentou melhores resultados foi pintado com guache. Ela deve passar livremente pelo fundo da caixa preta. Observe a figura 7.

Figura 07: Caixa escura com a tira de papel.



Fonte: Do autor.

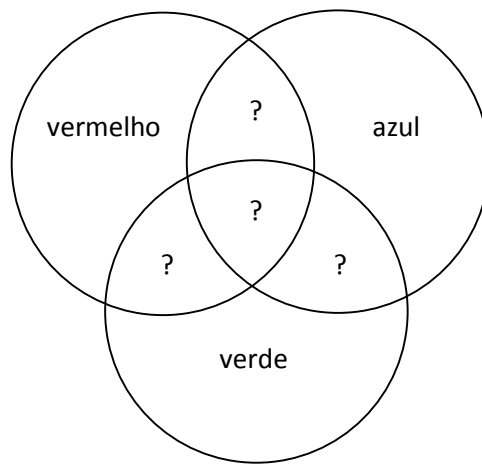
IV. Desafio – Atividades sugeridas para os estudantes

1. Para responder as seguintes questões utilize a programação para variar a intensidade das cores do LED RGB.

Qual é o resultado da mistura das cores-luz ?

- a) vermelho e verde.
- b) vermelho e azul.
- c) verde e azul.
- d) vermelho, verde e azul.

2. Complete o seguinte diagrama com a cor resultante da mistura das luzes.



3. Disco RGB. Pinte um disco com três fatias. Uma verde, uma azul e outra vermelha. Gire este disco rapidamente. Qual é a cor observada do disco?

4. Teste as mais diversas possibilidades de misturas das cores e responda:

- a) Que procedimento pode ser utilizado para se obter uma luz branca? E uma luz amarela? E uma luz rosa?
- b) Por que foram escolhidas as três cores de luz (vermelho, verde e azul)? Levante hipóteses.

5. Após misturar duas cores-luz você observa um resultado da “soma” das cores-luz primárias. Este efeito de “soma” das cores pode ser considerado como a soma da frequência de cada cor emitida? Ou seria um processo neurofisiológico?

6. Junto com o material do experimento você recebeu uma caixa de papel cartão preto. Ela possui uma tira colorida no seu fundo. Ao puxar a tira colorida a cor do fundo é alterada.

Agora ilumine o fundo da caixa com as cores-luz produzidas com a sua montagem experimental.

- a) Ilumine o caixa de fundo vermelho com a luz vermelha. O que você observa?
- b) Agora, ilumine a caixa de fundo vermelho com a luz verde. O que você observa?
- c) Faça o mesmo teste com as mais variadas possibilidades de cor do fundo da caixa e de cores-luz. Anote as observações.

7. Um objeto quando iluminado por luz branca apresenta cor vermelha. Qual será sua cor de iluminado por uma luz monocromática verde?

8. Relembre as cores primárias e os cones em nossa retina, que nos permitem identificar a cor de um objeto ou de uma fonte de luz. Imagine um conjunto de raios de luz formado apenas pelas cores azul, verde e vermelha. Ao atingir nossos olhos, qual será “a cor desta luz”? Agora, imagine que esses raios são utilizados para iluminar uma sala. Aos nossos olhos, qual será a cor de um objeto que era azul quando exposto à luz solar? O que enxergaríamos se um objeto amarelo à luz do Sol fosse exposto apenas ao nosso conjunto de raios?

9. Em um belo dia de sol, ao comprar um vestido, Aline faz um pequeno “alvoroço” em uma loja: ela percebe que todo o estabelecimento é iluminado com lâmpadas fluorescentes, e pede à vendedora que leve o vestido para fora da loja. A vendedora acha que é uma bobagem, que não fará diferença alguma. Aline insiste e diz que só efetuará a compra após levar o vestido para ser visto sob a luz solar. Explique se, fisicamente, Aline está certa ou não de fazer tal exigência.

10. Imagine que uma embaixada estivesse organizando uma recepção para o embaixador da Bélgica em um grande salão iluminado por várias lâmpadas no teto. Na última hora, percebeu-se que um funcionário cometeu um terrível engano, colocando em destaque a bandeira da Romênia (Figura A), e não tinha mais tempo para arranjar a bandeira correta (Figura B). Usando apenas folhas de várias cores de papel celofane, o que a embaixada poderia fazer para remediar esta situação?



Figura A: Romênia.

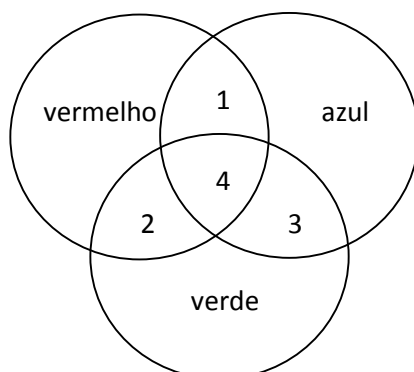


Figura B: Bélgica.

Sugestão de respostas

1.a) Amarelo b) Magenta c) Ciano d) Branco

2.



1- Magenta 2- Amarelo 3- Ciano 4- Branco

3. O reflexo das três cores do disco em movimento parecerá branco para o observador.

4. Para se obter a luz branca deve-se misturar a luz vermelha, verde e azul. A luz amarela é obtida da mistura das cores de luz vermelho e verde. A luz rosa pode ser obtida a partir da luz azul e vermelha com diferentes intensidades.

5. Seria um processo neurofisiológico, ou seja, é uma sensação visual. Por exemplo, ao receber luz verde e vermelha ao mesmo tempo a sensação visual será de luz amarela.

6. a) Fundo vermelho

b) Fundo escuro (preto)

c) Quando a cor da luz emitida for diferente da cor do fundo ele parecerá escuro. Se a luz emitida for branca (RGB) ou da cor do fundo ele será percebido na cor real.

7. Um objeto vermelho à luz do Sol quando iluminado por uma fonte de luz monocromática verde parecerá escuro (preto). Ele reflete apenas a luz vermelha. Como não recebe luz vermelha não reflete, ou seja, aparenta ser escuro (preto).

8. As luzes vermelha, verde e azul, quando incidem em nossa retina, ativam os cones de modo que o cérebro interpreta como se estivéssemos diante de uma luz branca. Um objeto percebido como azul à luz solar continuará sendo percebido como azul ao ser iluminado por este conjunto de lâmpadas. Isto porque ele tem em sua superfície um pigmento capaz de refletir a componente azul da luz que o ilumina, presente tanto na luz solar quanto neste conjunto de três cores.

Já o objeto percebido como amarelo quando exposto à luz do sol, nos pareceria escuro, quase preto, quando exposto à uma das componentes RGB. Isso porque, neste caso, não há luz amarela para ser refletida.

Para a verificação da mistura de feixes de luz sugerimos a utilização de um aplicativo⁷ que simula este efeito.

9. Aline está certa, pois queria ver as cores do vestido à luz do dia. Isso porque a iluminação fluorescente emite predominantemente frequências mais altas, acentuando, por exemplo as cores azuladas e “apagando” as avermelhadas. Ou seja, numa situação como esta, as cores do vestido dentro da loja irão parecer bem diferentes quando expostas à luz solar.

10. Para que a bandeira da Romênia fique idêntica à da Bélgica, será preciso iluminá-la apenas com luz amarela e vermelha. Para isto deve-se utilizar as folhas de papel celofane

⁷ https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/color-vision

amarela e verde para cobrir as lâmpadas ou holofotes. Assim, a listra azul não irá refletir cor alguma, sendo então percebida como preta.

Referências

[1][2] Do próprio autor.

[3][4][5][6][7] SÃO PAULO. Luiz Carlos de Menezes. Secretaria Estadual de Educação. **Ciências da natureza e suas tecnologias - Física**: Caderno do professor, segunda série do ensino médio, volume 4. São Paulo: SEE, 2009. 56 p.

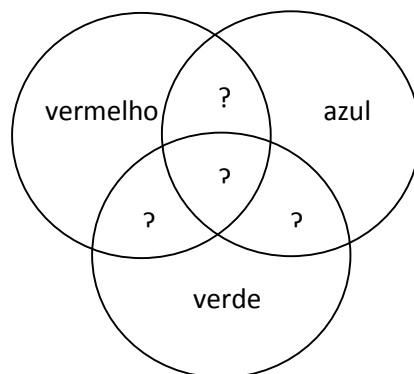
APÊNDICE 3 – Pré-teste e pós-teste

Pré-teste

1. Qual é o resultado da mistura das cores-luz

- a) vermelho e verde? b) vermelho e azul? c) verde e azul? d) vermelho, verde e azul?

2. Complete o seguinte diagrama com a cor resultante da mistura das luzes.



3. Após misturar duas cores-luz você observa um resultado da “soma” das cores-luz primárias. Este efeito de “soma” das cores pode ser considerado como a soma da frequência de cada cor emitida? Ou seria um processo neurofisiológico?

4. Um objeto quando iluminado por luz branca apresenta cor vermelha. Qual será sua cor de iluminado por uma luz monocromática verde?

5. Relembre as cores primárias e os cones em nossa retina, que nos permitem identificar a cor de um objeto ou de uma fonte de luz. Imagine um conjunto de raios de luz formado apenas pelas cores azul, verde e vermelho. Ao atingir nossos olhos, qual será “a cor desta luz”? Agora, imagine que esses raios são utilizados para iluminar uma sala. Aos nossos olhos, qual será a cor de um objeto que era azul quando exposto à luz solar? O que enxergaríamos se um objeto amarelo à luz do Sol fosse exposto apenas ao nosso conjunto de raios?

6. Em um belo dia de sol, ao comprar um vestido, Aline faz um pequeno “alvoroço” em uma loja: ela percebe que todo o estabelecimento é iluminado com lâmpadas fluorescentes, e pede à vendedora que leve o vestido para fora da loja. A vendedora acha que é uma bobagem, que não fará diferença alguma. Aline insiste e diz que só efetuará a compra após levar o vestido para ser visto sob a luz solar. Explique se, fisicamente, Aline está certa ou não de fazer tal exigência.

7. Imagine que uma embaixada estivesse organizando uma recepção para o embaixador da Bélgica em um grande salão iluminado por várias lâmpadas no teto. Na última hora, percebeu-se que um funcionário cometeu um terrível engano, colocando em destaque a bandeira da Romênia (Figura A), e não tinha mais tempo para arranjar a bandeira correta (Figura B). Usando apenas folhas de várias cores de papel celofane, o que a embaixada poderia fazer para remediar esta situação?



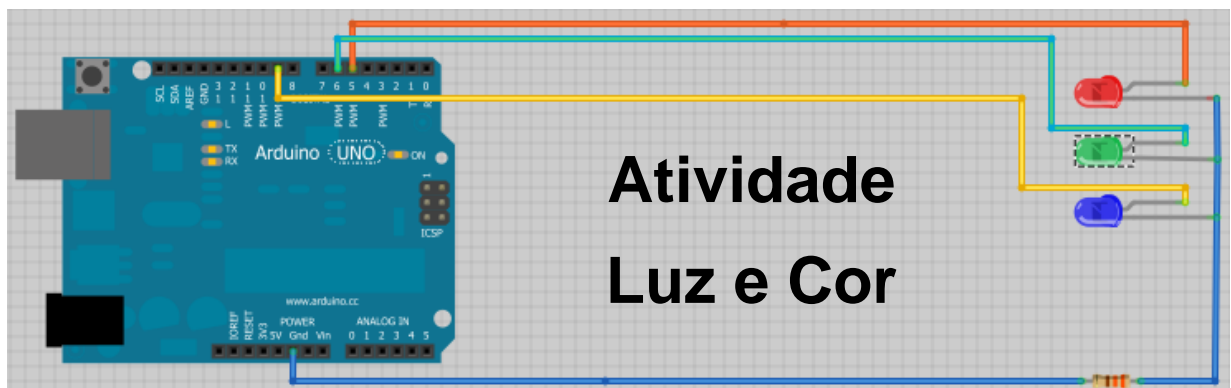
Figura A: Romênia.



Figura B: Bélgica.

Boa Atividade! 😊

APÊNDICE 4 – Roteiro do estudante

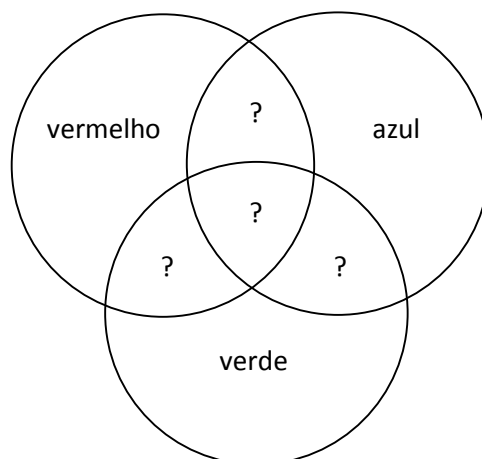


1. Para responder as seguintes questões utilize a programação para variar a intensidade das cores do LED RGB.

Qual é o resultado da mistura das cores-luz

- a) vermelho e verde?
- b) vermelho e azul?
- c) verde e azul?
- d) vermelho, verde e azul?

2. Complete o seguinte diagrama com a cor resultante da mistura das luzes.



3. Disco RGB. Pinte um disco com três fatias. Uma verde, uma azul e outra vermelha. Gire este disco rapidamente. Qual é a cor observada do disco?

4. Teste as mais diversas possibilidades de misturas das cores e responda:

a) Que procedimento pode ser utilizado para se obter uma luz branca? E uma luz amarela? E uma luz rosa?

b) Por que foram escolhidas as três cores de luz (vermelho, verde e azul)? Levante hipóteses.

5. Após misturar duas cores-luz você observa um resultado da “soma” das cores-luz primárias. Este efeito de “soma” das cores pode ser considerado como a soma da frequência de cada cor emitida? Ou seria um processo neurofisiológico?

6. Junto com o material do experimento você recebeu uma caixa de papel cartão preto. Ela possui uma tira colorida no seu fundo. Ao puxar a tira colorida a cor do fundo é alterada.

Agora ilumine o fundo da caixa com as cores-luz produzidas com a sua montagem experimental.

- a) Ilumine o caixa de fundo vermelho com a luz vermelha. O que você observa?
- b) Agora, ilumine a caixa de fundo vermelho com a luz verde. O que você observa?
- c) Faça o mesmo teste com as mais variadas possibilidades de cor do fundo da caixa e de cores-luz. Anote as observações.

7. Um objeto quando iluminado por luz branca apresenta cor vermelha. Qual será sua cor de iluminado por uma luz monocromática verde?

8. Relembre as cores primárias e os cones em nossa retina, que nos permitem identificar a cor de um objeto ou de uma fonte de luz. Imagine um conjunto de raios de luz formado apenas pelas cores azul, verde e vermelha. Ao atingir nossos olhos, qual será “a cor desta luz”? Agora, imagine que esses raios são utilizados para iluminar uma sala. Aos nossos olhos, qual será a cor de um objeto que era azul quando exposto à luz solar? O que enxergaríamos se um objeto amarelo à luz do Sol fosse exposto apenas ao nosso conjunto de raios?

9. Em um belo dia de sol, ao comprar um vestido, Aline faz um pequeno “alvorço” em uma loja: ela percebe que todo o estabelecimento é iluminado com lâmpadas fluorescentes, e pede à vendedora que leve o vestido para fora da loja. A vendedora acha que é uma bobagem, que não fará diferença alguma. Aline insiste e diz que só efetuará a compra após levar o vestido para ser visto sob a luz solar. Explique se, fisicamente, Aline está certa ou não de fazer tal exigência.

10. Imagine que uma embaixada estivesse organizando uma recepção para o embaixador da Bélgica em um grande salão iluminado por várias lâmpadas no teto. Na última hora, percebeu-se que um funcionário cometeu um terrível engano, colocando em destaque a bandeira da Romênia (Figura A), e não tinha mais tempo para arranjar a bandeira correta (Figura B). Usando apenas folhas de várias cores de papel celofane, o que a embaixada poderia fazer para remediar esta situação?



Figura A: Romênia.



Figura B: Bélgica.

Boa atividade! 😊

Referências

[1][2][3][4][6] Do próprio autor.

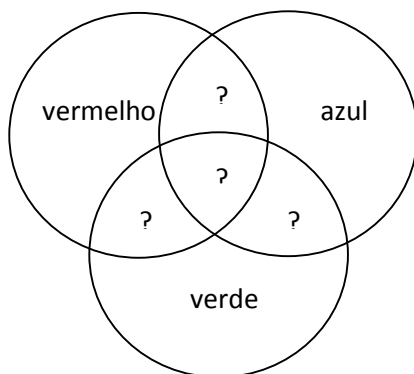
[5][7][8][9][10] SÃO PAULO. Luiz Carlos de Menezes. Secretaria Estadual de Educação. **Ciências da natureza e suas tecnologias - Física: Caderno do professor, segunda série do ensino médio, volume 4.** São Paulo: SEE, 2009. 56 p.

APÊNDICE 5 – Avaliação Somativa Avaliação

1. Qual é o resultado da mistura das cores luz

- a) vermelho e verde?
- b) vermelho e azul?
- c) verde e azul?
- d) vermelho, verde e azul?

2. Complete o seguinte diagrama com a cor resultante da mistura das luzes.



3. A luz constituída de duas ou mais cores, como a luz branca do Sol ou a luz emitida pelo filamento aquecido da lâmpada incandescente comum é classificada como:

- a) monocromática
- b) normal
- c) dispersa
- d) policromática
- e) refratada

4. De acordo com os conceitos estudados sobre cor da luz, podemos afirmar que uma luz monocromática é composta por:

- a) todas as cores do espectro solar
- b) uma infinidade de cores
- c) duas cores, vermelho e violeta
- d) apenas uma única cor
- e) todas as cores do arco-íris, menos o verde.

5. Um pedaço de tecido vermelho, quando observado numa sala iluminada com luz azul, parece:

- a) preto
- b) branco
- c) vermelho
- d) azul
- e) amarelo

6. As folhas de uma árvore, quando iluminadas pela luz do Sol, mostram-se verdes porque:

- a) refletem difusamente a luz verde do espectro solar;
- b) absorvem somente a luz verde do espectro solar;
- c) refletem difusamente todas as cores do espectro solar, exceto o verde;
- d) difratam unicamente a luz verde do espectro solar;
- e) a visão humana é mais sensível a essa cor.

7. Uma bandeira do Brasil é colocada em um ambiente completamente escuro e iluminada com luz monocromática verde. Nessa situação, ela será vista, por uma pessoa de visão normal, nas cores:

- a) verde e amarela
- b) verde e branca
- c) verde e preta
- d) verde, preta e branca
- e) verde, amarela e branca.

8. (UFES) Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto:

- a) amarelo
- b) azul
- c) preto
- d) violeta
- e) vermelho

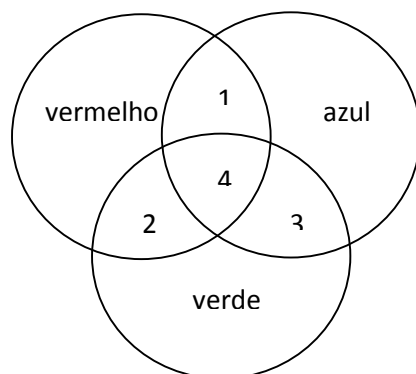
9. Após misturar duas cores-luz você observa um resultado da “soma” das cores-luz primárias. Este efeito de “soma” das cores pode ser considerado como a soma da frequência de cada cor emitida? Ou seria um processo neurofisiológico?

10. Um objeto quando iluminado por luz branca apresenta cor vermelha. Qual será sua cor de iluminado por uma luz monocromática verde?

Boa Avaliação! 😊

Gabarito

- 1.a) Amarelo b) Magenta c) Ciano d) Branco
- 2.



- 1- Magenta 2- Amarelo 3- Ciano 4- Branco

3. D 4. D 5. A 6. A 7. C 8. C

9. Seria um processo neurofisiológico, ou seja, é uma sensação visual. Por exemplo, ao receber luz verde e vermelha ao mesmo tempo a sensação visual será de luz amarela.

10. Um objeto vermelho à luz do Sol quando iluminado por uma fonte de luz monocromática verde parecerá escuro (preto). Ele reflete apenas a luz vermelha. Como não recebe luz vermelha não reflete, ou seja, aparenta ser escuro (preto).

Referências

[1][2] Do próprio autor.

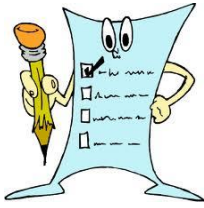
[3][4] EXERCÍCIOS sobre cor da luz. Disponível em: <<http://exercicios.brasilecola.com/fisica/exercicios-sobre-cor-luz.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

[5][6] FENÔMENOS Ópticos. Disponível em: <<http://www.coladaweb.com/exercicios-resolvidos/exercicios-resolvidos-de-fisica/fenomenos-opticos>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

[7][8] FÍSICA - Óptica. Disponível em: <http://www.vestibular1.com.br/exercicios/fisica_otica_fenomeno_otico.htm>. Acesso em: 15 jan. 2013.

[9][10] SÃO PAULO. Luiz Carlos de Menezes. Secretaria Estadual de Educação. **Ciências da natureza e suas tecnologias - Física**: Caderno do professor, segunda série do ensino médio, volume 4. São Paulo: SEE, 2009. 56 p.

APÊNDICE 6 – Autoavaliação



Autoavaliação

1. Houve algum problema em relação aos integrantes do grupo? Qual?
2. Qual a função desenvolvida por você nesse trabalho? Avalie seu desempenho no que houve de positivo ou negativo.
3. Como você avalia o trabalho em grupo (divisão de tarefas e a colaboração dos colegas)?
4. Como você avalia o resultado final das montagens?
5. Você gostou de realizar as atividades?
6. Você gostaria de aprofundar os assuntos desenvolvidos nas atividades? Qual ou quais?
7. Em sua opinião, seria mais interessante estudar os conceitos físicos da forma tradicional ou com o auxílio das atividades propostas?
8. Você teria alguma sugestão para melhorar as atividades?
9. De zero a dez, qual seria a sua nota de participação geral?
10. Outras observações:

APÊNDICE 7 – Planilha de organização das notas atribuídas em cada etapa

Estudante	Participação, responsabilidade e interesse do estudante	Pós teste	Avaliação	Autoavaliação	Conceito Final
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

APÊNDICE 8 – Roteiro de Instalação do Arduino

Roteiro de Instalação do Arduino



Faça o download do software no endereço eletrônico:

<http://arduino.cc/en/Main/Software>

Figura 01: Página de download do software.



Fonte: Do autor

Escolha o seu sistema operacional e clique para fazer o download do software. O download levará alguns minutos para ser concluído.

Figura 02: Escolha do sistema operacional.

Download

Arduino 1.0.4 ([release notes](#)), hosted by [Google Code](#):

- + [Windows](#)
- + [Mac OS X](#)
- + [Linux: 32 bit, 64 bit](#)
- + [source](#)

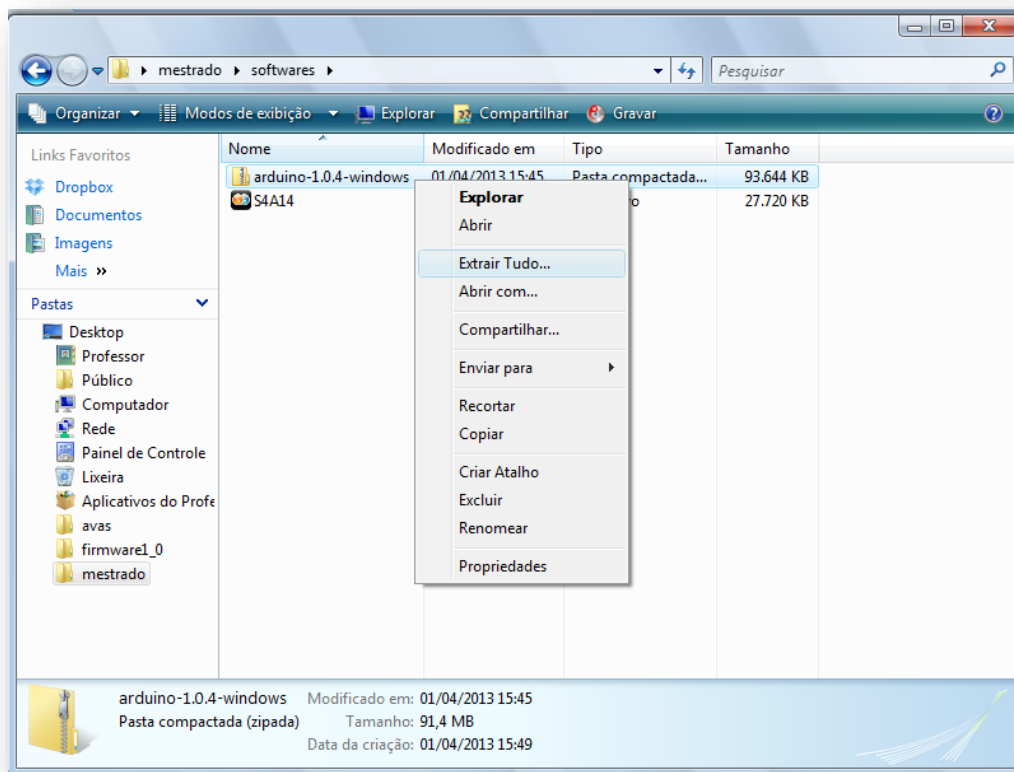
Next steps

- [Getting Started](#)
- [Reference](#)
- [Environment](#)
- [Examples](#)
- [Foundations](#)
- [FAQ](#)

Fonte: Do autor

Clique sobre o ícone do arquivo de instalação com o botão direito do mouse e selecione “Extrair tudo...”

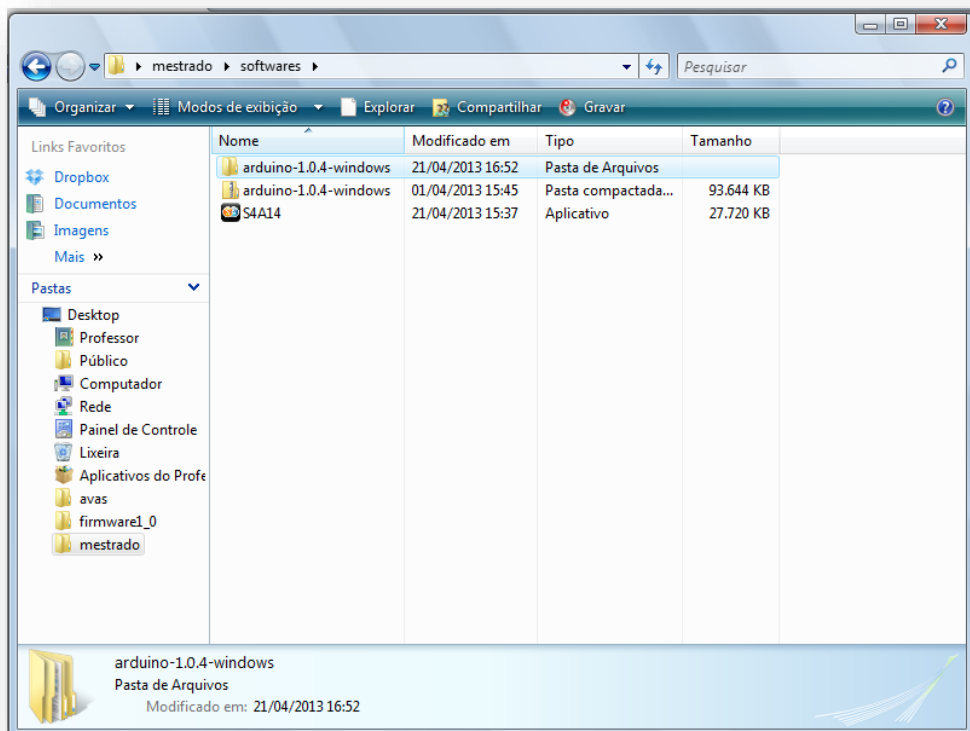
Figura 03: Extraindo os arquivos para a instalação do Arduino.



Fonte: Do autor.

Abra a pasta do arquivo "arduino-1.0.4-windows".

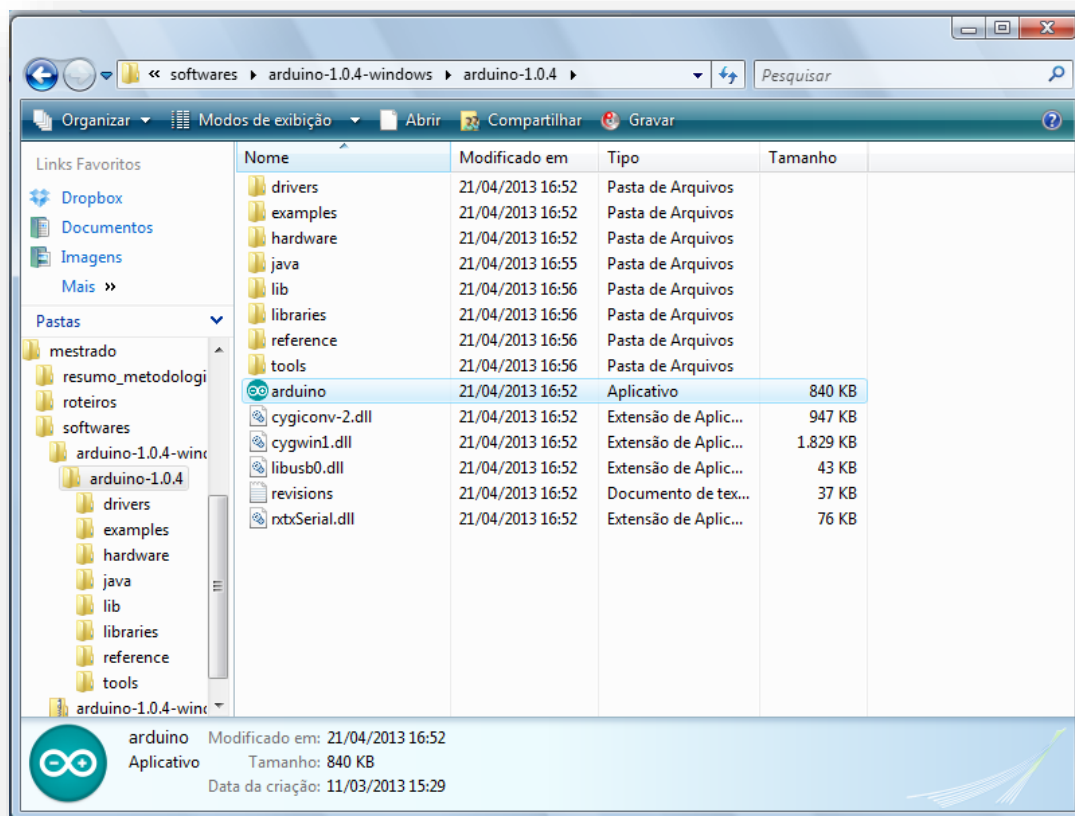
Figura 04: Pasta de arquivos extraídos.



Fonte: Do autor.

Clique na pasta “arduino-1.0.4” e visualize o aplicativo “arduino”.

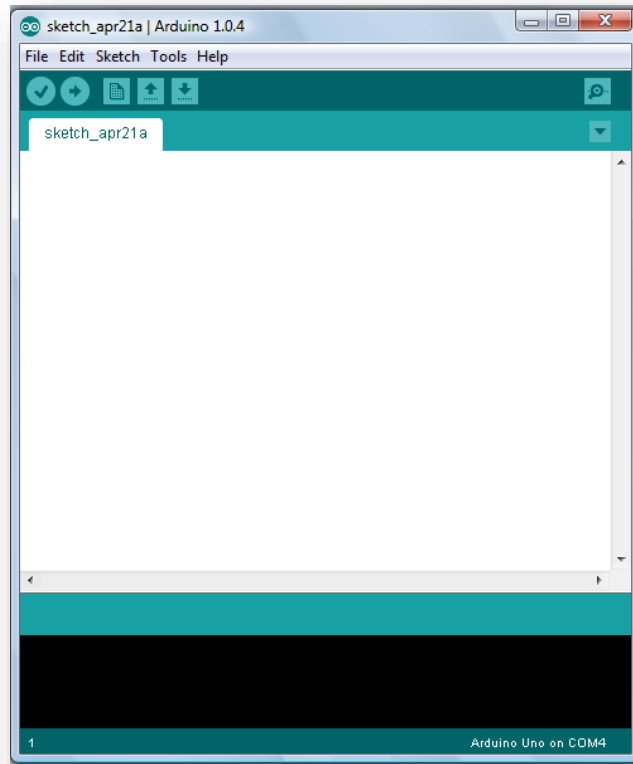
Figura 05: Pasta com o aplicativo arduino.



Fonte: Do autor.

Clique no aplicativo Arduino.

Figura 03: Aplicativo Arduino aberto.



Fonte: Do autor.

APÊNDICE 9 – Verificando a instalação do Arduino

Verificando a instalação do Arduino



Conecte o cabo USB na conexão USB da placa Arduino e a outra extremidade em uma porta USB do seu computador.

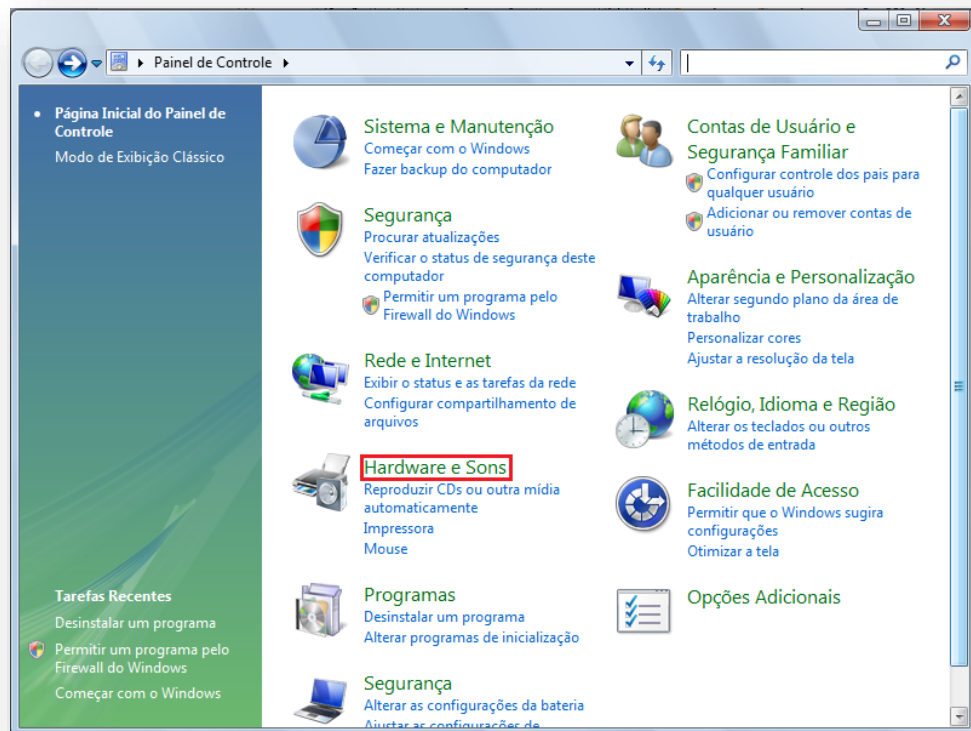
Figura 01: Conectando a placa Arduino ao computador.



Fonte: Do autor.

Acesse o “Painel de Controle do” seu computador e clique em “Hardware e Sons”

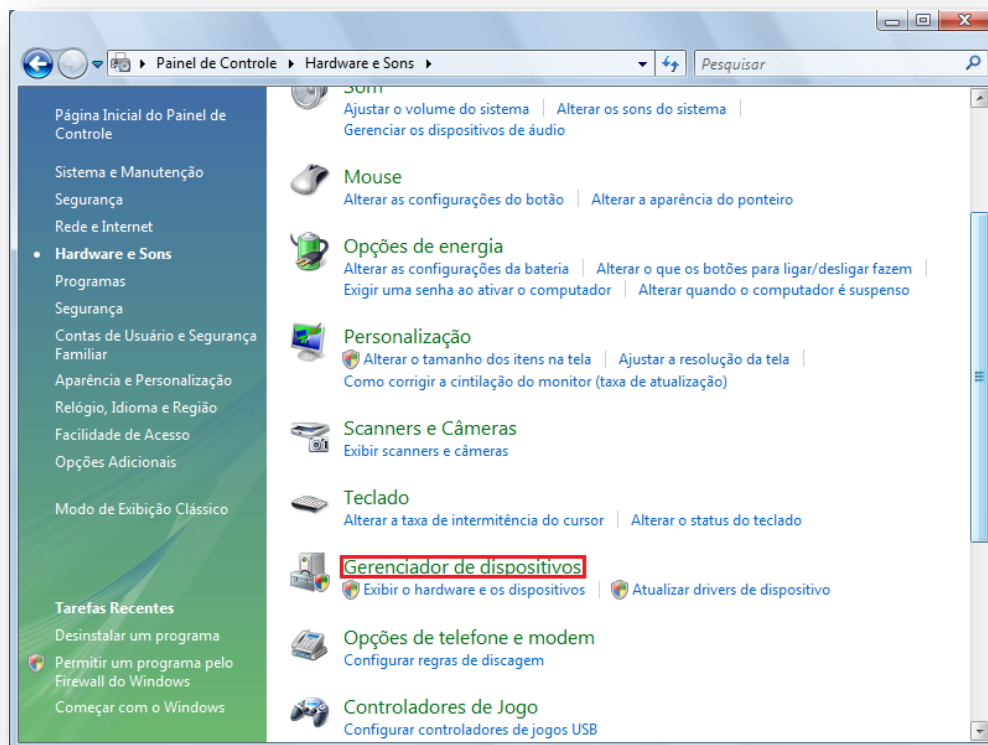
Figura 02: Painel de Controle.



Fonte: Do autor.

Em seguida abra o “Gerenciador de Dispositivos”.

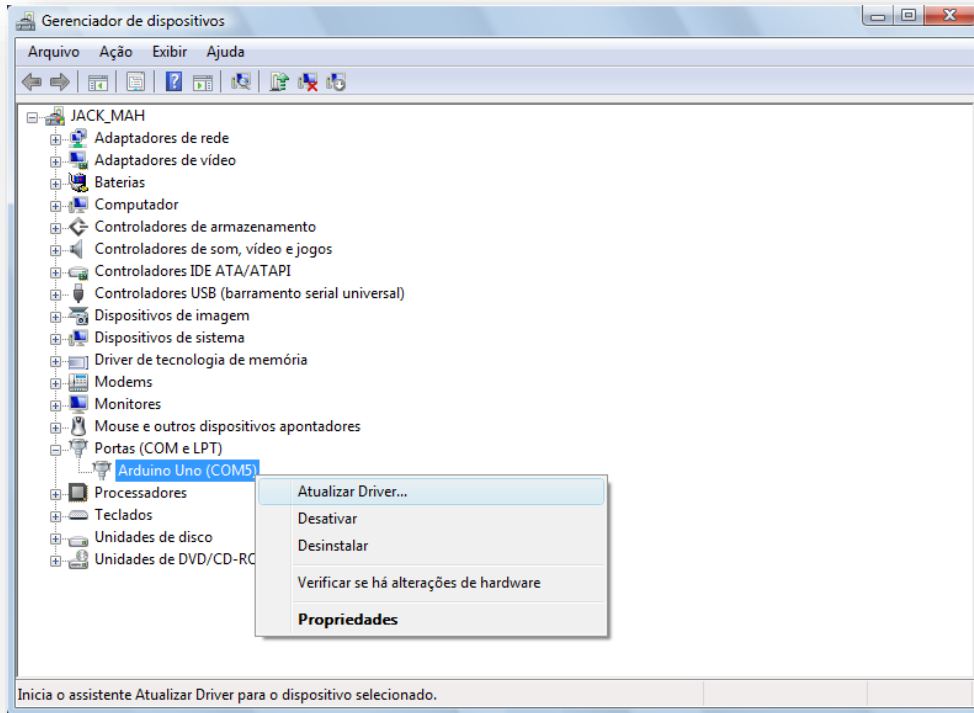
Figura 03: Hardware e Sons.



Fonte: Do autor.

Abra o item “Portas (COM e LPT)”. Clique com o botão direito do mouse sobre “Arduino Uno (COM5)” e selecione a opção “Atualizar Driver...”

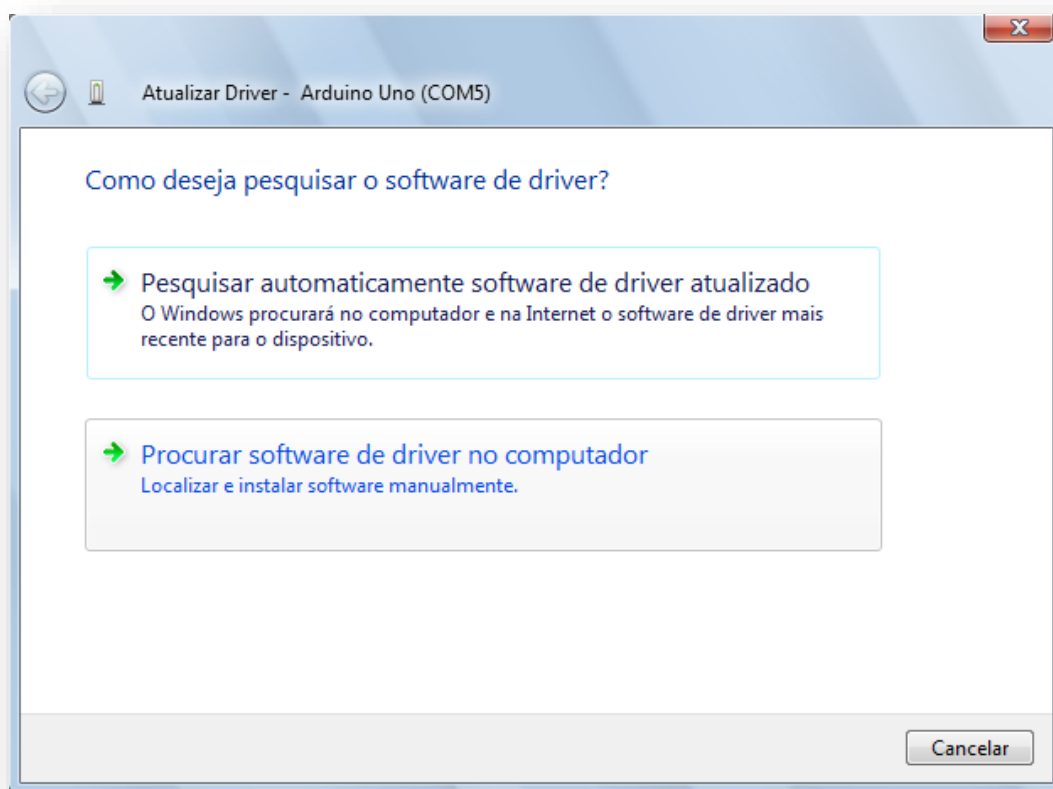
Figura 04: Gerenciador de dispositivos.



Fonte: Do autor.

Selecione a opção “Procurar software de driver no computador”.

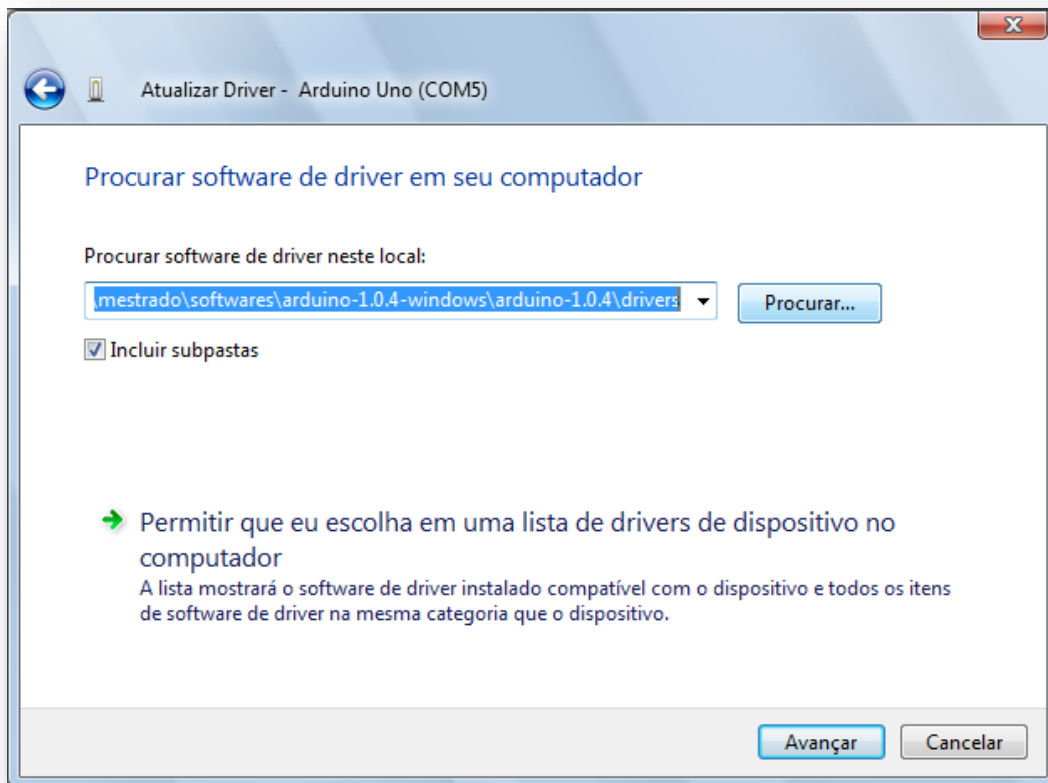
Figura 05: Atualizar driver.



Fonte: Do autor.

Clique em "Procurar..."

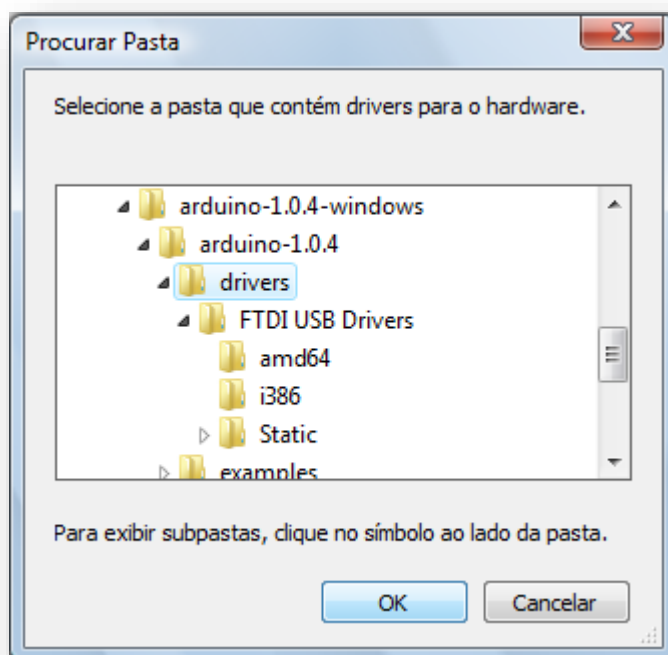
Figura 06: Procurando software de driver.



Fonte: Do autor.

... e indique o local onde você descompactou a pasta “arduino-1.0.4” e dentro dela selecione a pasta “drivers” e clique em OK.

Figura 07: Localizando a pasta do driver.



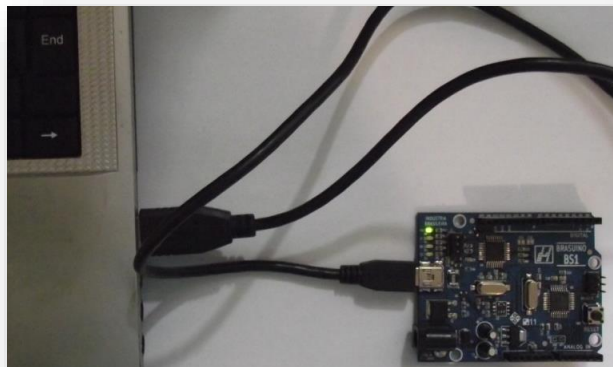
Fonte: Do autor

Depois clique em “Avançar” para concluir a atualização.

Carregando as instruções (firmware) no microcontrolador Arduino para a comunicação com o Scratch para Arduino (S4A)

Conecte a placa do Arduino ao seu computador, Figura 08.

Figura 08: Placa Arduino conectada ao computador.

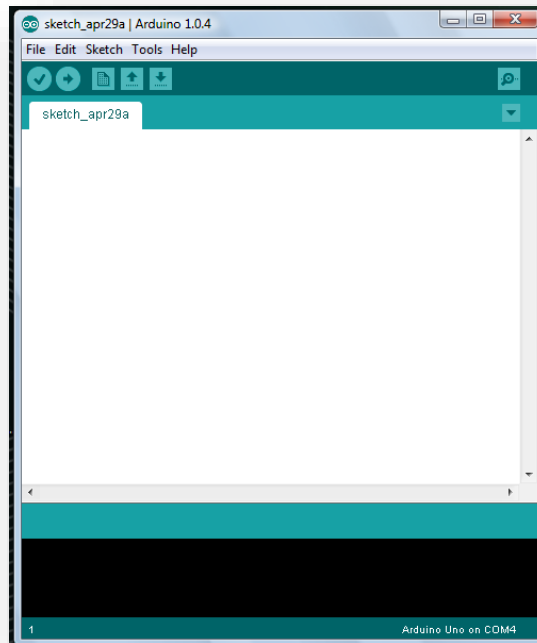


Fonte: Do autor.



Abra o software Arduino . A seguinte tela se abrirá, Figura 09.

Figura 09: Tela inicial do software Arduino.



Fonte: Do autor.

Para que a placa Arduino se comunique com o software de programação Scratch é necessário carregar as instruções operacionais de inicialização do hardware (firmware) que permite o correto funcionamento do hardware (placa Arduino) com o software (Scratch for Arduino). Desta forma basta colar o seguinte código na janela do software Arduino (Figura 02).

(Versão também disponível no site: <http://vps34736.ovh.net/S4A/S4AFirmware15.ino>)

```
// NEW IN VERSION 1.4:
// Changed Serial.print() for Serial.write() in ScratchBoardSensorReport
function to make it compatible with latest Arduino IDE (1.0)

// NEW IN VERSION 1.3:
// Now it works on GNU/Linux. Also tested with MacOS and Windows 7.
// timer2 set to 20ms, fixing a glitch that made this period unstable in
previous versions.
// readSerialport() function optimized.
// pulse() modified so that it receives pulse width as a parameter instead
using a global variable.
// updateServoMotors changes its name as a global variable had the same
name.
// Some minor fixes.

// Thanks to Jorge Gomez for all these new fixes!

#define TIMER2_PRELOAD 100
```



```

char outputs[10];
int states[10];

unsigned long initialPulseTime;
unsigned long lastDataReceivedTime;

volatile boolean updateServoMotors;
volatile boolean newInterruption;

void setup()
{
  Serial.begin(38400);
  Serial.flush();
  configurePins();
  configureServomotors();
  lastDataReceivedTime = millis();
}

void loop()
{
  if (updateServoMotors)
  {
    sendUpdateServomotors();
    sendSensorValues();
    updateServoMotors = false;
  }
  else
  {
    readSerialPort();
  }
}

void configurePins()
{
  for (int index = 0; index < 10; index++)
  {
    states[index] = 0;
    pinMode(index+4, OUTPUT);
    digitalWrite(index+4, LOW); //reset pins
  }

  outputs[1] = 'a'; //pin 5
  outputs[2] = 'a'; //pin 6
  outputs[5] = 'a'; //pin 9
  outputs[6] = 'd'; //pin 10
  outputs[7] = 'd'; //pin 11
  outputs[9] = 'd'; //pin 13

  pinMode(2, INPUT);
  pinMode(3, INPUT);
  outputs[0] = 'c'; //pin 4
  outputs[3] = 'c'; //pin 7
  outputs[4] = 's'; //pin 8
  outputs[8] = 's'; //pin 12
}

void configureServomotors() //servomotors interruption configuration
(interruption each 10 ms on timer2)
{
  newInterruption = false;
}

```

```

updateServoMotors = false;

TCCR2A = 0;
TCCR2B = 1<<CS22 | 1<<CS21 | 1<<CS20;
TIMSK2 = 1<<TOIE2; //timer2 Overflow Interrupt
TCNT2 = TIMER2_PRELOAD; //start timer
}

void sendSensorValues ()
{
  int sensorValues[6], readings[5], sensorIndex;
  for (sensorIndex = 0; sensorIndex < 6; sensorIndex++) //for analog
  sensors, calculate the median of 5 sensor readings in order to avoid
  variability and power surges
  {
    for (int p = 0; p < 5; p++)
      readings[p] = analogRead(sensorIndex);
    InsertionSort(readings, 5); //sort readings
    sensorValues[sensorIndex] = readings[2]; //select median reading
  }

  //send analog sensor values
  for (sensorIndex = 0; sensorIndex < 6; sensorIndex++)
    ScratchBoardSensorReport(sensorIndex, sensorValues[sensorIndex]);

  //send digital sensor values
  ScratchBoardSensorReport(6, digitalRead(2)?1023:0);
  ScratchBoardSensorReport(7, digitalRead(3)?1023:0);
}

void InsertionSort(int* array, int n)
{
  for (int i = 1; i < n; i++)
    for (int j = i; (j > 0) && ( array[j] < array[j-1] ); j--)
      swap( array, j, j-1 );
}

void swap (int* array, int a, int b)
{
  int temp = array[a];
  array[a] = array[b];
  array[b] = temp;
}

void ScratchBoardSensorReport(int sensor, int value) //PicoBoard protocol,
2 bytes per sensor
{
  Serial.write( B10000000
                | ((sensor & B1111)<<3)
                | ((value>>7) & B111));
  Serial.write( value & B11111111);
}

void readSerialPort ()
{
  int pin, inByte, sensorHighByte;

  if (Serial.available() > 1)
  {
    lastDataReceivedTime = millis();
    inByte = Serial.read();
  }
}

```

```

    if (inByte >= 128) // Are we receiving the word's header?
    {
        sensorHighByte = inByte;
        pin = ((inByte >> 3) & 0x0F);
        while (!Serial.available()); // Wait for the end of the word with
data
        inByte = Serial.read();
        if (inByte <= 127) // This prevents Linux ttyACM driver to fail
        {
            states[pin - 4] = ((sensorHighByte & 0x07) << 7) | (inByte & 0x7F);
            updateActuator(pin - 4);
        }
    }
    else checkScratchDisconnection();
}

void reset() //with xbee module, we need to simulate the setup execution
that occurs when a usb connection is opened or closed without this module
{
    for (int pos = 0; pos < 10; pos++) //stop all actuators
    {
        states[pos] = 0;
        digitalWrite(pos + 2, LOW);
    }

    //reset servomotors
    newInterruption = false;
    updateServoMotors = false;
    TCNT2 = TIMER2_PRELOAD;

    //protocol handshaking
    sendSensorValues();
    lastDataReceivedTime = millis();
}

void updateActuator(int pinNumber)
{
    if (outputs[pinNumber] == 'd') digitalWrite(pinNumber + 4,
states[pinNumber]);
    else if (outputs[pinNumber] == 'a') analogWrite(pinNumber + 4,
states[pinNumber]);
}

void sendUpdateServomotors()
{
    for (int p = 0; p < 10; p++)
    {
        if (outputs[p] == 'c') servomotorC(p + 4, states[p]);
        if (outputs[p] == 's') servomotorS(p + 4, states[p]);
    }
}

void servomotorC (int pinNumber, int dir)
{
    if (dir == 1) pulse(pinNumber, 1300); //clockwise rotation
    else if (dir == 2) pulse(pinNumber, 1700); //anticlockwise rotation
}

void servomotorS (int pinNumber, int angle)

```

```

{
  if (angle < 0) pulse(pinNumber, 0);
  else if (angle > 180) pulse(pinNumber, 2400);
  else pulse(pinNumber, (angle * 10) + 600);
}

void pulse (int pinNumber, int pulseWidth)
{
  initialPulseTime = micros();
  digitalWrite(pinNumber, HIGH);

  while (micros() < pulseWidth + initialPulseTime){}
  digitalWrite(pinNumber, LOW);
}

void checkScratchDisconnection() //the reset is necessary when using an
wireless arduino board (because we need to ensure that arduino isn't
waiting the actuators state from Scratch) or when scratch isn't sending
information (because is how serial port close is detected)
{
  if (millis() - lastDataReceivedTime > 1000) reset(); //reset state if
actuators reception timeout = one second
}

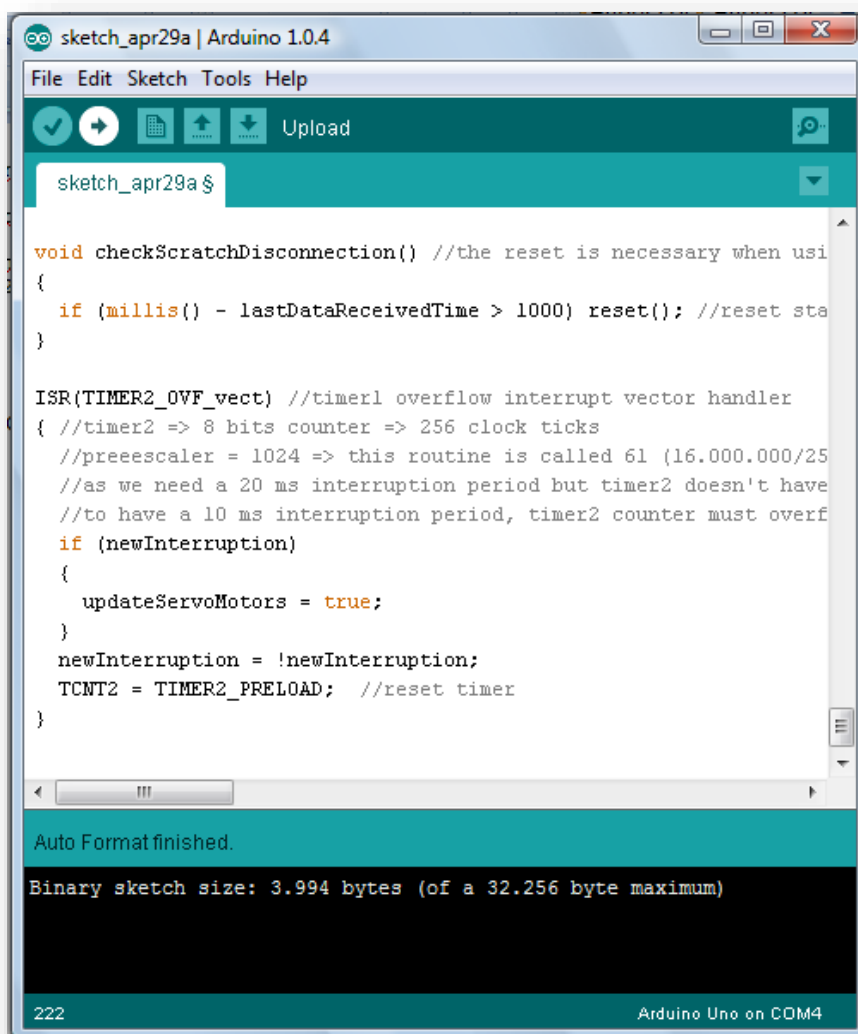
ISR(TIMER2_OVF_vect) //timer1 overflow interrupt vector handler
{ //timer2 => 8 bits counter => 256 clock ticks
  //preescaler = 1024 => this routine is called 61 (16.000.000/256/1024)
times per second approximately => interruption period = 1 /
16.000.000/256/1024 = 16,384 ms
  //as we need a 20 ms interruption period but timer2 doesn't have a
suitable preescaler for this, we program the timer with a 10 ms
interruption period and we consider an interruption every 2 times this
routine is called.
  //to have a 10 ms interruption period, timer2 counter must overflow after
156 clock ticks => interruption period = 1 / 16.000.000/156/1024 = 9,984 ms
=> counter initial value (TCNT) = 100
  if (newInterruption)
  {
    updateServoMotors = true;
  }
  newInterruption = !newInterruption;
  TCNT2 = TIMER2_PRELOAD; //reset timer
}

```

Depois de colar o código do firmware basta carregá-lo para a placa Arduino clicando

em  “Upload” (Figura 10).

Figura 10: Carregando a firmware para a placa Arduino.



Fonte: Do autor.

Durante o envio do firmware os LEDs, RX e TX da placa Arduino piscarão de modo alternado. Na IDE do Arduino aparecerá uma barra de progresso indicando nível da transferência e finalmente a inscrição “Done uploading”, indicando que o upload foi concluído

A sua placa Arduino está pronta para ser usada no software de programação Scratch for Arduino (S4A).

Referência

ARDUINO. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 2 dez. 2012.

APÊNDICE 10 – Roteiro de Instalação do Scratch para Arduino

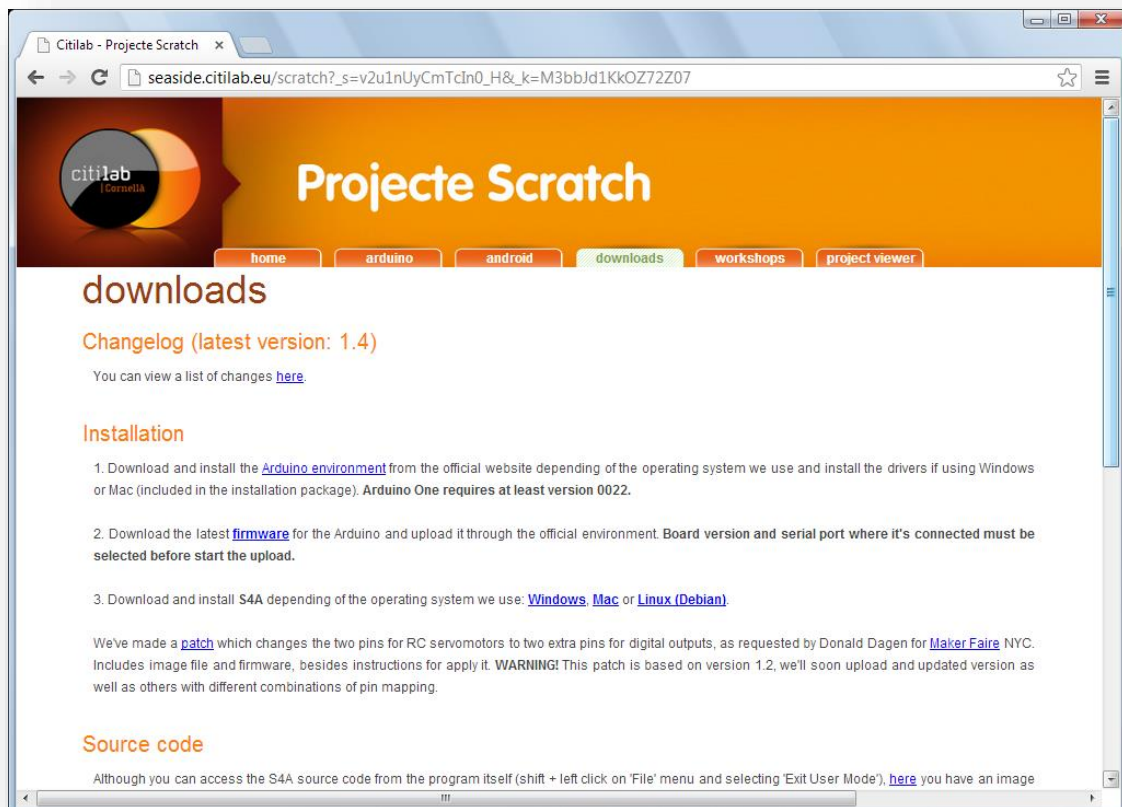
Roteiro de Instalação do Scratch para Arduino – S4A



Faça o download do software no endereço eletrônico:

http://seaside.citilab.eu/scratch?_s=v2u1nUyCmTcln0_H&k=M3bbJd1KkOZ72Z07

Figura 01: Página de downloads do projeto Scratch



Fonte: Do próprio autor.

Escolha o seu sistema operacional e clique para fazer o download do software. O download levará alguns minutos para ser concluído.


Figura 02: Escolha do sistema operacional

3. Download and install S4A depending of the operating system we use: [Windows](#), [Mac](#) or [Linux \(Debian\)](#).

Fonte: Do próprio autor.

Clique sobre o arquivo após o download.

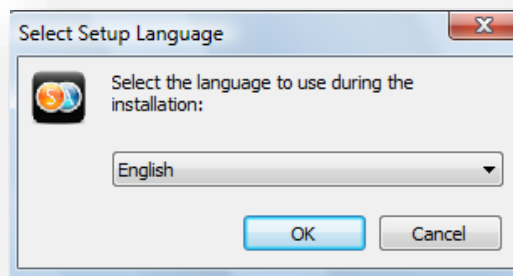
Figura 03: Arquivo de instalação do Scratch para Arduino.

 S4A14	21/04/2013 15:37	Aplicativo	27.720 KB
---	------------------	------------	-----------

Fonte: Do próprio autor.

Escolha a língua.

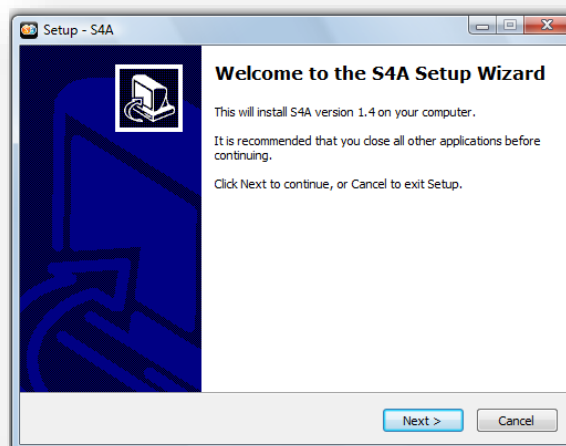
Figura 04: Escolha da língua do software.



Fonte: Do próprio autor.

Clique em "Next".

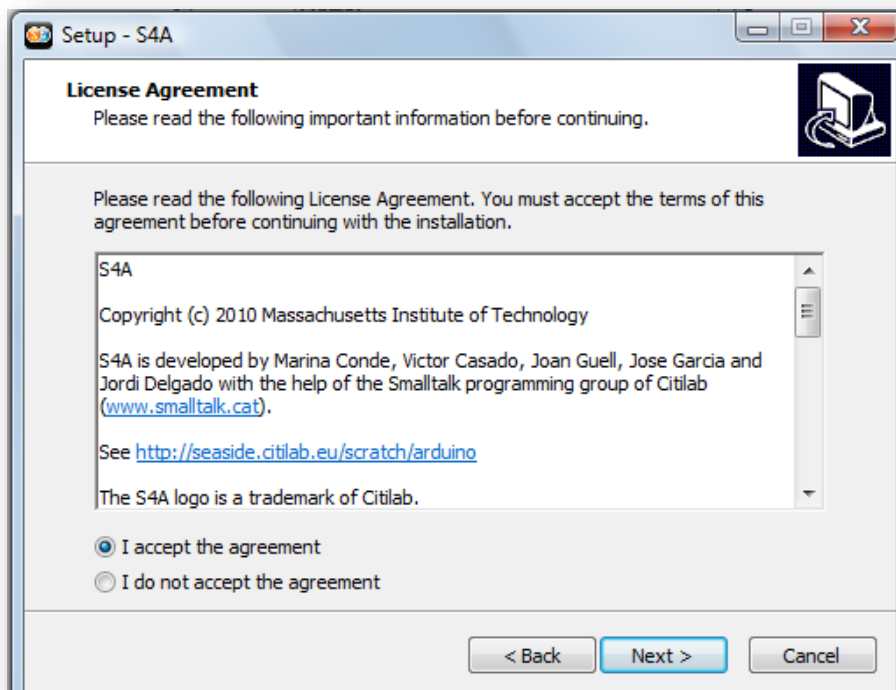
Figura 05: Iniciando a instalação.



Fonte: Do próprio autor.

Clique em "I accept the agreement" e depois em "Next".

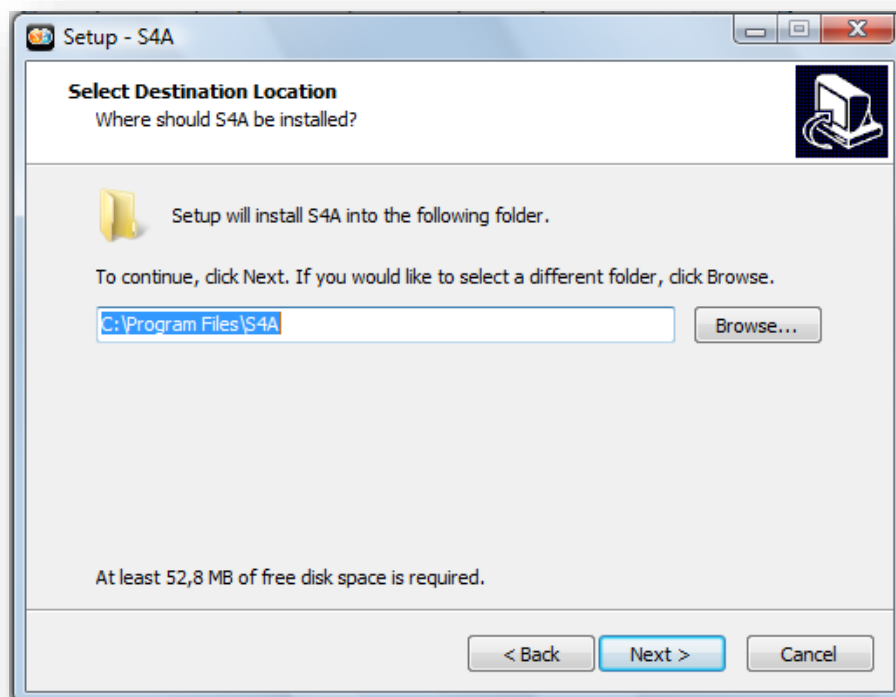
Figura 06: Aceitando os termos de licença do software.



Fonte: Do próprio autor.

Escolha a pasta de destino da instalação e clique em "Next".

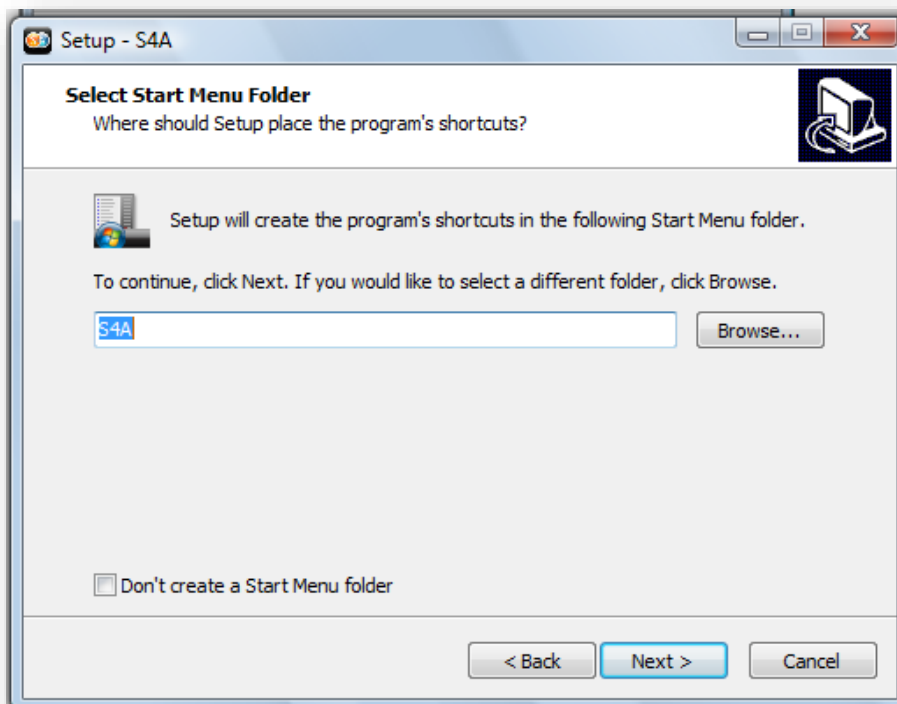
Figura 07: Escolha da pasta de destino da instalação do software.



Fonte: Do próprio autor.

Na próxima tela, caso não queira alterar a pasta de instalação, clique em "Next".

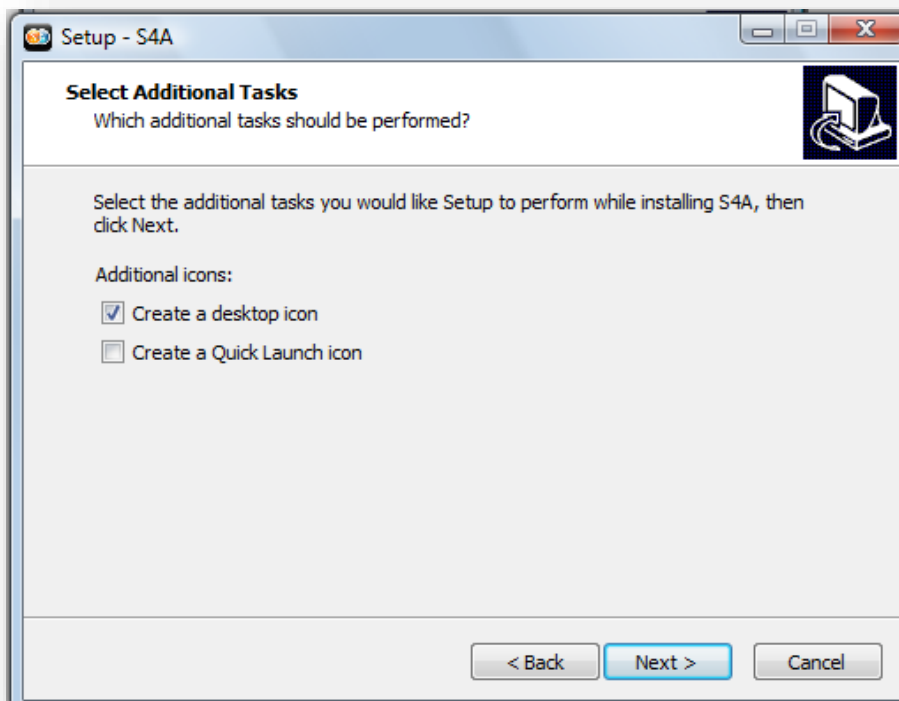
Figura 07: Escolha da pasta de instalação.



Fonte: Do próprio autor.

Na próxima tela clique em "Next".

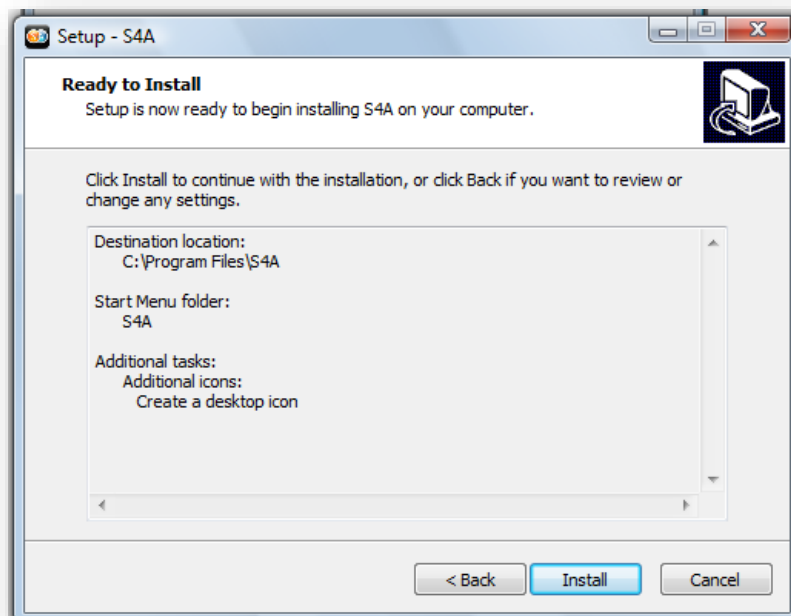
Figura 08: Escolha de funções adicionais.



Fonte: Do próprio autor.

Clique em “Install” para iniciar a instalação.

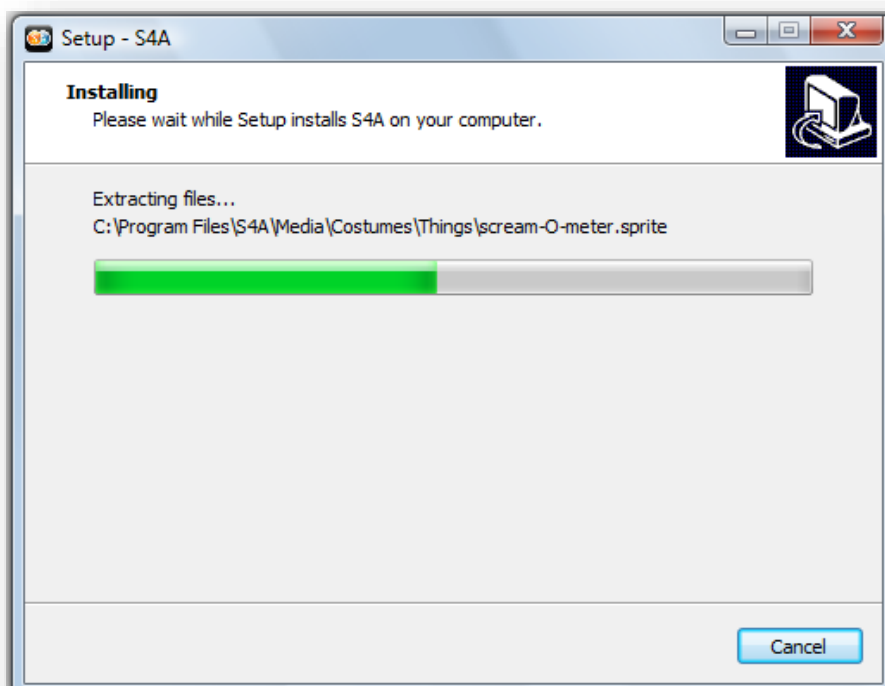
Figura 09: Iniciando a instalação.



Fonte: Do próprio autor.

Aguarde alguns segundos até que a instalação seja finalizada.

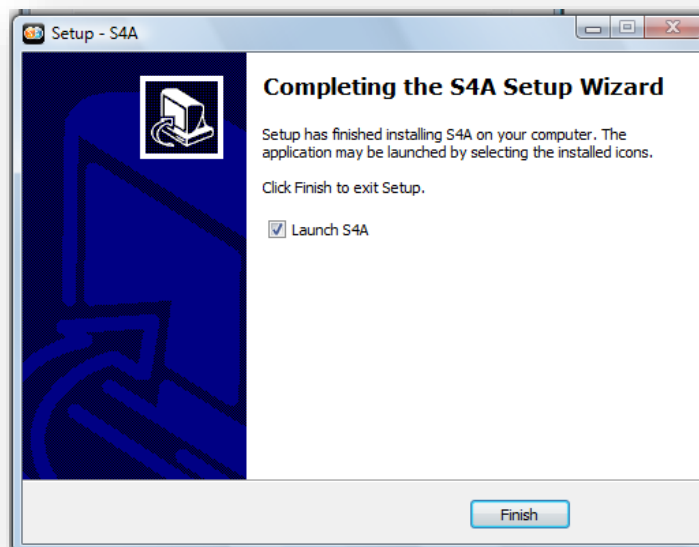
Figura 10: Processo de instalação.



Fonte: Do próprio autor.

Clique em “Finish” para concluir a instalação e iniciar o Scratch para Arduino.

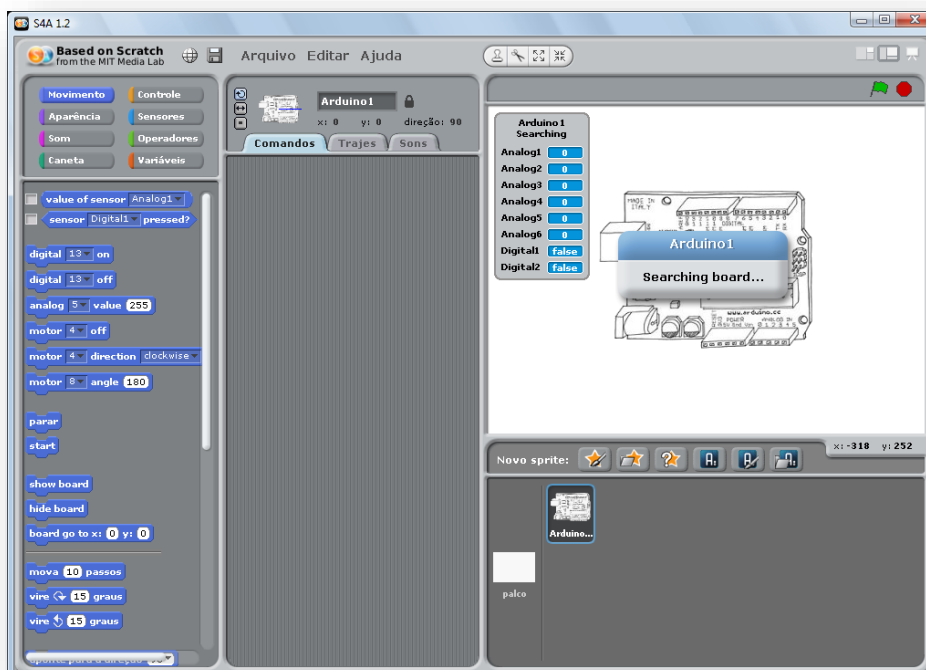
Figura 11: Finalizando a instalação.



Fonte: Do próprio autor.

A instalação será finalizada e o Scratch para Arduino será inicializado.

Figura 12: Software aberto.



Fonte: Do próprio autor.

Referência

SCRATCH FOR ARDUINO (S4A). Disponível em: < <http://s4a.cat/>>. Acesso em: 5 dez. 2012.

APÊNDICE 11- Tabulação dos resultados do Pré-teste

2º E.M. A - Pré-teste												
Aluno	1a	1b	1c	1d	2	3	4	5	6	7	Soma	Nota
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,5
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
10	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1,5
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5
14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5
15	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	5	2,5
16	2	1	0	1	1	2	0	0	1	0	8	4,0
											Média	0,7

APÊNDICE 12 – Tabulação dos resultados do Pós-teste

2º E.M. A - Pós-teste												
Aluno	1a	1b	1c	1d	2	3	4	5	6	7	Soma	Nota
1	2	1	1	2	1	2	0	2	2	0	13	6,5
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	10
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	10
4	2	2	2	2	2	2	0	1	1	0	14	7
5	1	1	0	2	1	2	2	0	0	0	9	4,5
6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	19	9,5
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	10
8	2	2	2	2	2	2	2	0	1	1	16	8
9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	19	9,5
10	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	18	9
11	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	18	9
12	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	18	9
13	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	18	9
14	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	19	9,5
15	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	19	9,5
16	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	18	9
											Média	8,7

APÊNDICE 13 – Tabulação dos resultados da avaliação final.

2º E.M. A - Avaliação Final											
Aluno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma
1	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	9
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10
3	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	9
4	2	2	2	2	2	0	2	0	2	0	7
5	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	4
6	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	9
7	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	9
8	2	2	2	0	2	0	0	2	0	2	6
9	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	9
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10
11	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	8
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10
13	2	2	2	0	2	0	0	2	2	2	7
14	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	9
15	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	9
16	2	2	0	2	0	0	0	2	2	0	5
										Média	8,1

APÊNDICE 14 - Planilhas para o cálculo do coeficiente de alfa Cronbach

2º E.M. A - Pré-teste												Alfa Cronbach	0,74	
Aluno	1a	1b	1c	1d	2	3	4	5	6	7	Soma			
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
15	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	5		
16	2	1	0	1	1	2	0	0	1	0	0	8		
Variância por questão	0,65	0,25	0,00	0,06	0,16	0,25	0,00	0,00	0,30	0,00	5,03			

2º E.M. A - Pós-teste												Alfa Cronbach	0,76	
Aluno	1a	1b	1c	1d	2	3	4	5	6	7	Soma			
1	2	1	1	2	1	2	0	2	2	0	13			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20			
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20			
4	2	2	2	2	2	2	0	1	1	0	14			
5	1	1	0	2	1	2	2	0	0	0	9			
6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	19			
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20			
8	2	2	2	2	2	2	2	0	1	1	16			
9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	19			
10	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	18			
11	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	18			
12	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	18			
13	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	18			
14	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	19			
15	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	19			
16	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	18			
Variância por questão	0,06	0,12	0,33	0,00	0,16	0,00	0,65	0,53	0,40	0,60	9,05			

2º E.M. A - Avaliação Final													
Aluno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma		
1	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	18		
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20		
3	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	18		
4	2	2	2	2	2	0	2	0	2	0	14		
5	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	8		
6	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	18		
7	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	18		
8	2	2	2	0	2	0	0	2	0	2	12		
9	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	18		
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20		
11	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	16		
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20		
13	2	2	2	0	2	0	0	2	2	2	14		
14	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	18		
15	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	18		
16	2	2	0	2	0	0	0	2	2	0	10		
Variância por questão	0	0	0,5	0,8	0,5	0,8	0,8	0,3	0,5	0,7	13,27	Alfa Cronbach	0,72

ANEXOS

ANEXO 1 - Atividade respondida pelo grupo 1.

Atividade respondida pelo grupo 1 baseada no roteiro do Apêndice 3. Grupo com estudantes mais dedicados e com bom desempenho. Deste grupo fazem parte os estudantes 4, 9, 12 e 14.

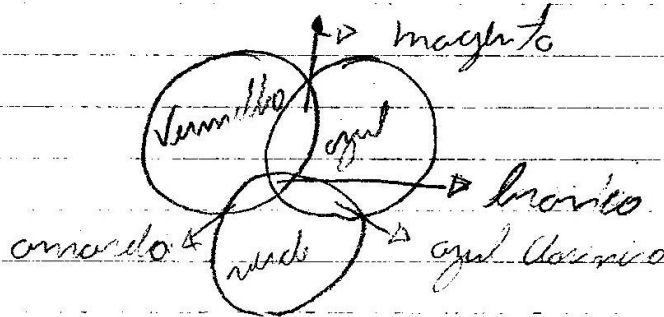
1- a - Amarelo.

b - magenta

c - azul do mar.

d - Branco

2-



3- Branco

4º Branco = mistura vermelho, verde, azul / amarelo = vermelho e verde / roxo = vermelho e azul.

b) Porque se mistura qualquer cor com o branco com o suficiente, e se misturar todas as cores ficará branco.

5- Não é possível.

6-a) Vermelho

b) Preto

c) Como a luz verde, a cor se p. vermelho e o branco fica

com cores / com a vermelha o azul, o verde e o verde,
 fito com cores / com o azul o laranja, o vermelho, o
 amarelo e o verde fito com cores.

7- Preto.

8- Branca - azul - amarela escura

9- Sim pois um objeto em luz fluorescente tem a cor
 diferente quando iluminado na luz solar

10- apenas vermelha e amarela.

As repostas apresentadas por este grupo apontam para os conceitos esperados em cada questão mas eles não conseguem articular respostas em parágrafos mais estruturados. Também apresentam alguns erros de ortografia.

ANEXO 2 - Pré-teste do Estudante 4.

Pré-teste, apêndice 3, do estudante 4. Estudante com baixo desempenho escolar.

pré-teste

① - PR: Arocha e R: Roxa escuro

a) R: amarelo a) R: laranja

② - PR: laranja

③ - PR: Níquel

④ - PR: Verde e cor lilas

⑤ - PR:

O estudante não respondeu todas as questões e as poucas que respondeu foram baseadas na mistura de pigmentos. O erros de ortografia também estão presentes.

ANEXO 3 - Pós-teste do Estudante 4.

Pós-teste, apêndice 3, respondido pelo estudante 4.

① - qual é o resultado da mistura da cor luz.
a) amarelo b) magenta c) ciano
d) R: branca

② - PR: magenta, amarelo, ciano, mistura de todos branco.

③ - PR: seria um processo neurofisiológico.

④ - PR: seria amarelo

⑤ - PR: seria branca, ciano, verde.

⑥ - PR: de acordo com esta afirmação esta certa, porque tem traços de luz que reflete na cor.

⑦ - PR: mistura a cor verde e a azul seria preto
X

As respostas apresentam minimamente os conceitos exigidos, mas apresentam alguns erros conceituais. São respostas curtas e apresentam alguns erros de ortografia.

ANEXO 4 - Avaliação somativa do Estudante 4.

Avaliação somativa, apêndice 3, respondida pelo estudante 4.

- Avaliação de física 4
- ① - Qual é o resultado da cor-luz
 a) PR: magenta
 b) PR: Niano
 c) PR: amarelo
 d) PR: branca
 - ② - PR: o resultado da mistura das luzes
 e branca
 - ③ - PR: (d) policrocromática
 - ④ - PR: alternativa (d) apenas uma única cor
 - ⑤ - PR: alternativa (a) preto
 - ⑥ - PR: alternativa (e) ~~X~~
 - ⑦ - PR: alternativa (c) verde e preto
 - ⑧ - PR: alternativa (e) ~~X~~ vermelho
 - ⑨ - PR: seria um processo neurofisiológico
 física.
 - ⑩ - PR: amarelo ~~X~~

Apresenta ainda algumas concepções equivocadas e alguns erros de ortografia.

ANEXO 5 - Autoavaliação do Estudante 4.

Autoavaliação, apêndice 6, respondida pelo estudante 4.

- Autoavaliação
- ① - P.R.: não,
 - ② - P.R.: avalie seu desempenho no que houve positivo
 - ③ - P.R.: a colaboração dos colegas
 - ④ - P.R.: sim
 - ⑤ - P.R.: sim,
 - ⑥ - P.R.: sim, na matéria que foi parada
 - ⑦ - P.R.: auxílio das atividades propostas
 - ⑧ - P.R.: sim, mais exemplos pra explicar
 - ⑨ - P.R.: não
 - ⑩ - P.R.: sim, as matérias pra explicar

Nota-se que na questão 2 o estudante copiou uma parte do enunciado da questão. Ele apresenta dificuldade para se expressar. Frases confusas e com erros de ortografia.

ANEXO 6 - Pré-teste do Estudante 14.

Pré-teste, apêndice 3, respondido pelo estudante 14. Estudante com bom desempenho.

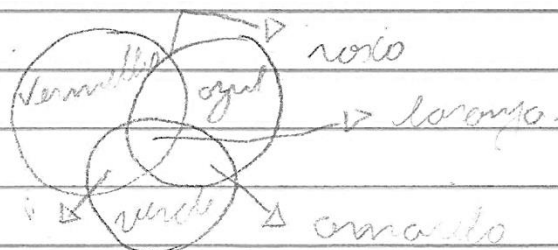
1- a) manom.

b) Roxo

c) amarelo

d) laranja

2-



manom

3- A cor da frequência de cada cor limitada.

4- Não sei

5- Não sei

6- Não sei

7- figura B.

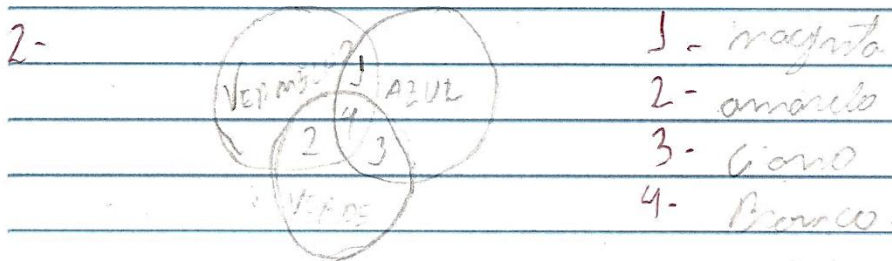
O estudante desconhece as respostas corretas e baseou-se na mistura de pigmentos para responder algumas das questões. Apresenta poucos erros de ortografia.

ANEXO 7 - Pós-teste do Estudante 14.

Pós-teste, apêndice 3, respondido pelo estudante 14.

Pós-teste.

- 1- a) Amarelo
 b) Magenta
 c) Ciano
 d) Branco.



3- É um problema neuropsiquiátrico.

4- Preto

5- Branco / Azul / Preto

6- Sim, porque dependendo da cor da roupa ela pode ficar preta.

7- Quando luz amarela e vermelha se deitam e azul preto, e deitam amarelo e vermelho como luz laranja.

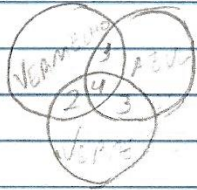
As respostas apresentam os conceitos mínimos exigidos pelas questões.

ANEXO 8 - Avaliação somativa do Estudante 14.

Avaliação somativa, apêndice 5, respondida pelo estudante 14.

Avaliação de físico.

1- a) Amarelo ✓
 b) magenta ✓
 c) Ciano ✓
 d) Branco ✓

2-  1- magenta ✓
 2- Amarelo ✓
 3- Ciano ✓
 4- Branco ✓

3- d) Poliacromático ✓

4- d) opaco e transparente ✓

5- a) Pito ✓

6- b) Absorvem somente a luz verde do espectro solar.

7- c) Verde e pito ✓

8- c) Pito ✓

9- Um processo fisiológico ✓

10- Pito. ✓

- 11 -

Apresentou um bom desempenho na avaliação somativa. As respostas discursivas são diretas.

ANEXO 9 - Autoavaliação do Estudante 14.

Autoavaliação, apêndice 6, respondida pelo estudante 14.

Autoavaliação

1- Não

2- Simmas o caso, desde que se participe

3- Sim, toda participação

4- Interessante

5- Sim

6- Sim, utilizo, e não algumas assuntos sobre cores

7- Com o auxílio da atividade propostas

8- Não

9- q

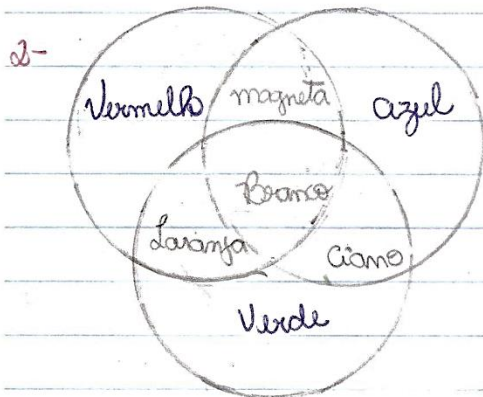
10- Não com mais frequência entre meus de aprendizados

As respostas são curtas e os erros de ortografia aparecem com menor frequência.

ANEXO 10 - Atividade respondida pelo grupo 2.

Atividade respondida pelo grupo 2 baseada no roteiro do apêndice 3. Grupo com estudantes menos dedicados. Deste grupo fazem parte os estudantes 5, 8, 11 e 13.

1. a- laranja b- magenta c- ciano d- branco



3- Branco

4- a- Para obter a luz branca, faz a mistura das três cores, para a luz amarela, a mistura do verde e o vermelho, e para o rosa faz usado a mistura do vermelho e o azul que seria o magenta.

b- Porque com as três cores, verde, vermelho e azul, pode fazer quantas cores quiser.

5- É um processo neurofisiológico.

6- a- vermelho

b- preto

c- fundo vermelho com a luz azul → escuro.

fundo amarelo com a luz azul → laranja escuro.

7- laranja

8- Que se vê azul. Um amarelo ficou mais escuro.

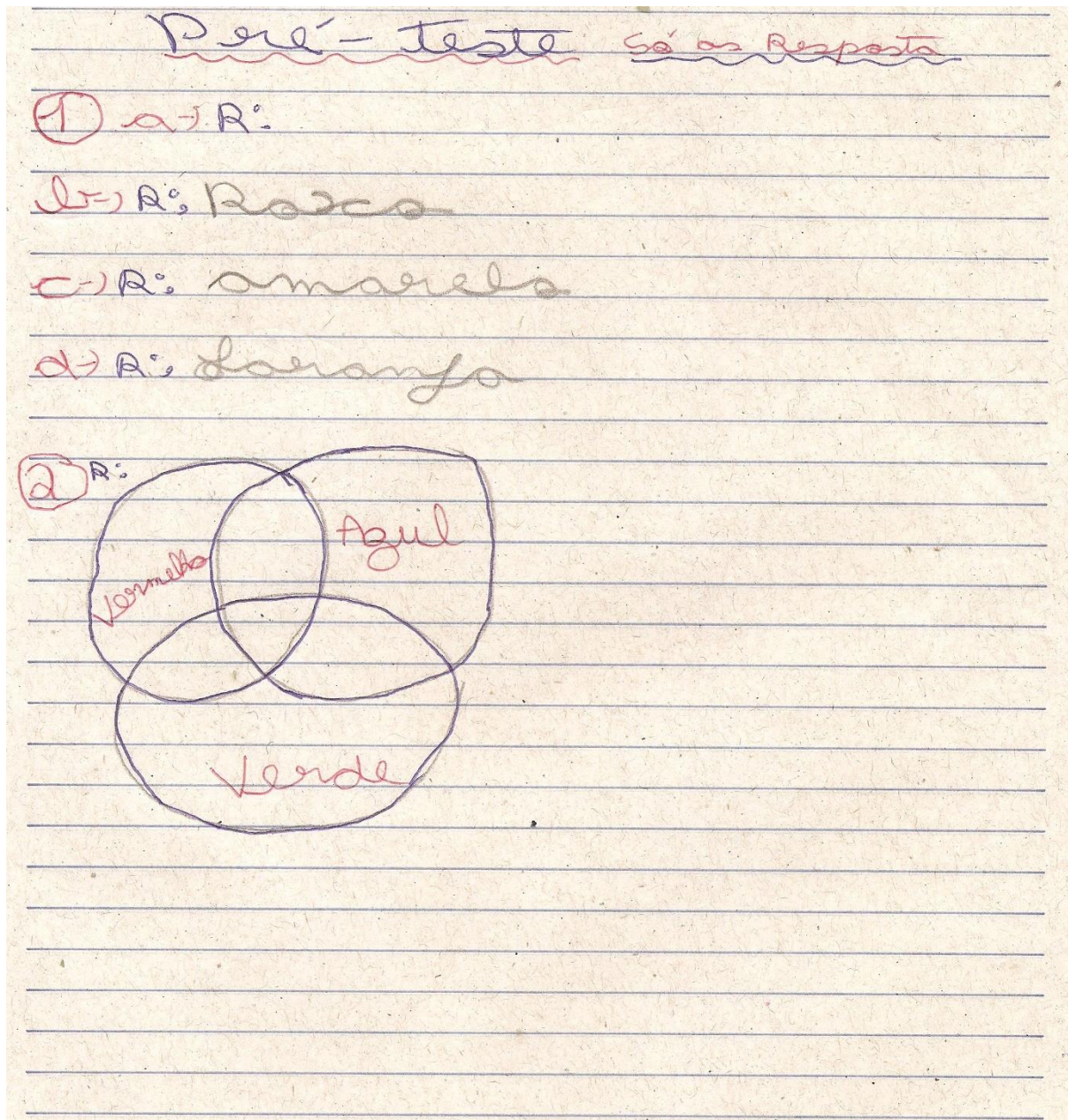
9- Alina está certa, porque a luz da lupa pode interferir na cor do vestido.

10- Ele deve usar papel alfaque amarelo e vermelho para ficar preto.

As respostas apresentadas por este grupo apontam para os conceitos esperados em cada questão mas eles não conseguem articular respostas em parágrafos mais estruturados. Também apresentam alguns erros de ortografia.

ANEXO 11 - Pré-teste do Estudante 8.

Pré-teste, apêndice 3, respondido pelo estudante 8. Estudante com baixo desempenho.

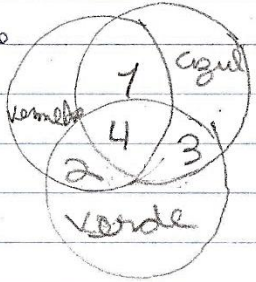


O estudante não respondeu todas as questões e as poucas que respondeu foram baseadas na mistura de pigmentos.

ANEXO 12 - Pós-teste do Estudante 8.

Pós-teste, apêndice 3, respondido pelo estudante 8.

① R: a) Amarela b) magenta
c) ciano d) luz Branca

② R:  1. magenta
2. Amarela
3. azul (azul clara)
4. Branca

③ R: A mistura de duas cores
luz parece uma nova
cor - luz (nova frequência),
mas se trata de um pro-
cesso neurofisiológico, ou
seja, o seu cérebro é iludido.

④ R: a cor será preta

⑤ R: Em chegaríamos Branca

11/09/13

Q R: Sim, ele está certo porque ~~quando~~ ~~fluorescentes~~ da loja ele compra a vestida e pensa que ele é de um cor, ele é outra ai levando pra fora da loja ai de novo vê se a vestida é daquela com mesma.

F R: Ele pode trocar a cor da luz.

As respostas apresentam minimamente os conceitos exigidos, mas apresentam alguns erros conceituais. Algumas respostas são mais longas e apresentam muitos erros de ortografia.

ANEXO 13 - Avaliação somativa do Estudante 8.

Avaliação somativa, apêndice 5, respondida pelo estudante 8.

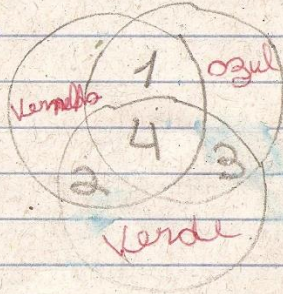
① Avaliação de Física

① a) Vermelho e verde?
R: Amarelo

b) Vermelho e azul?
R: Magenta

c) Verde e azul?
R: Ciano

d) Vermelho, verde e azul?
R: Branca

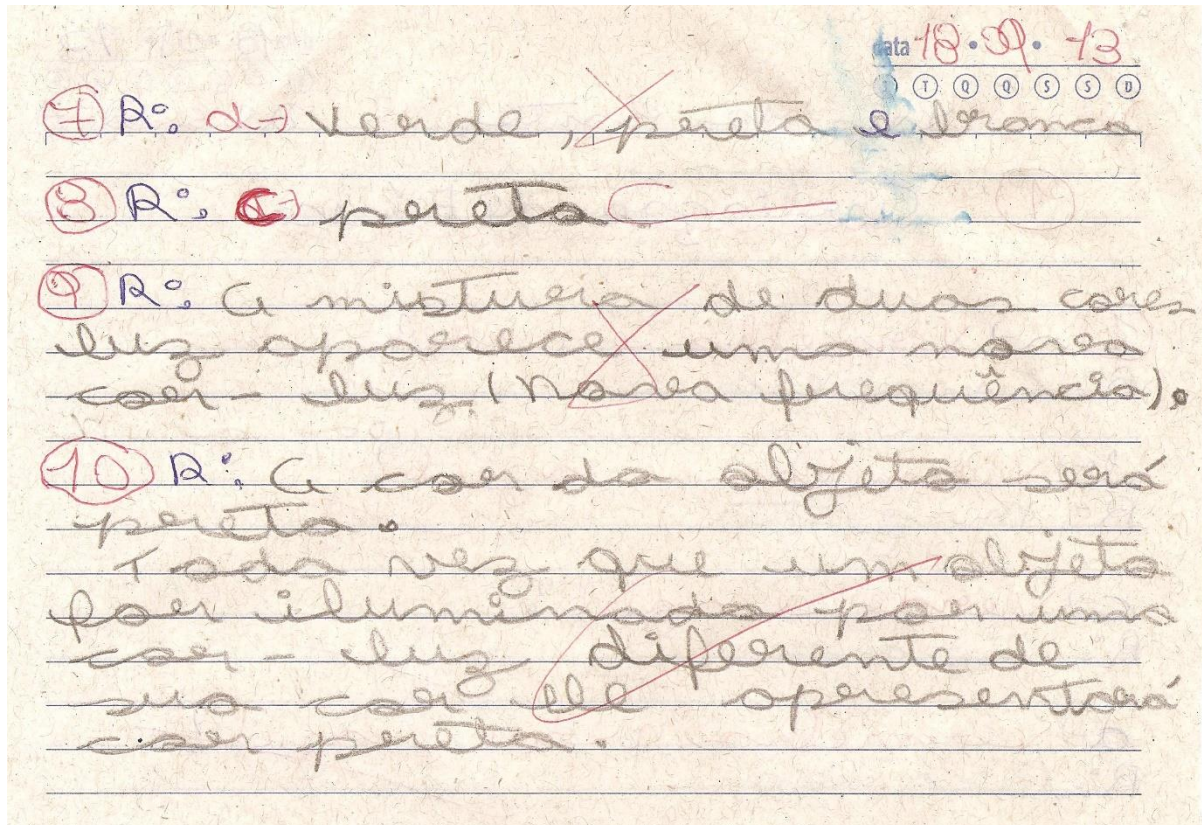
② R:  1. Magenta
2. Amarelo
3. Azul (clara)
4. Branca

③ R: d) policromática

④ R: b) uma infinidade de cores

⑤ R: a) preto

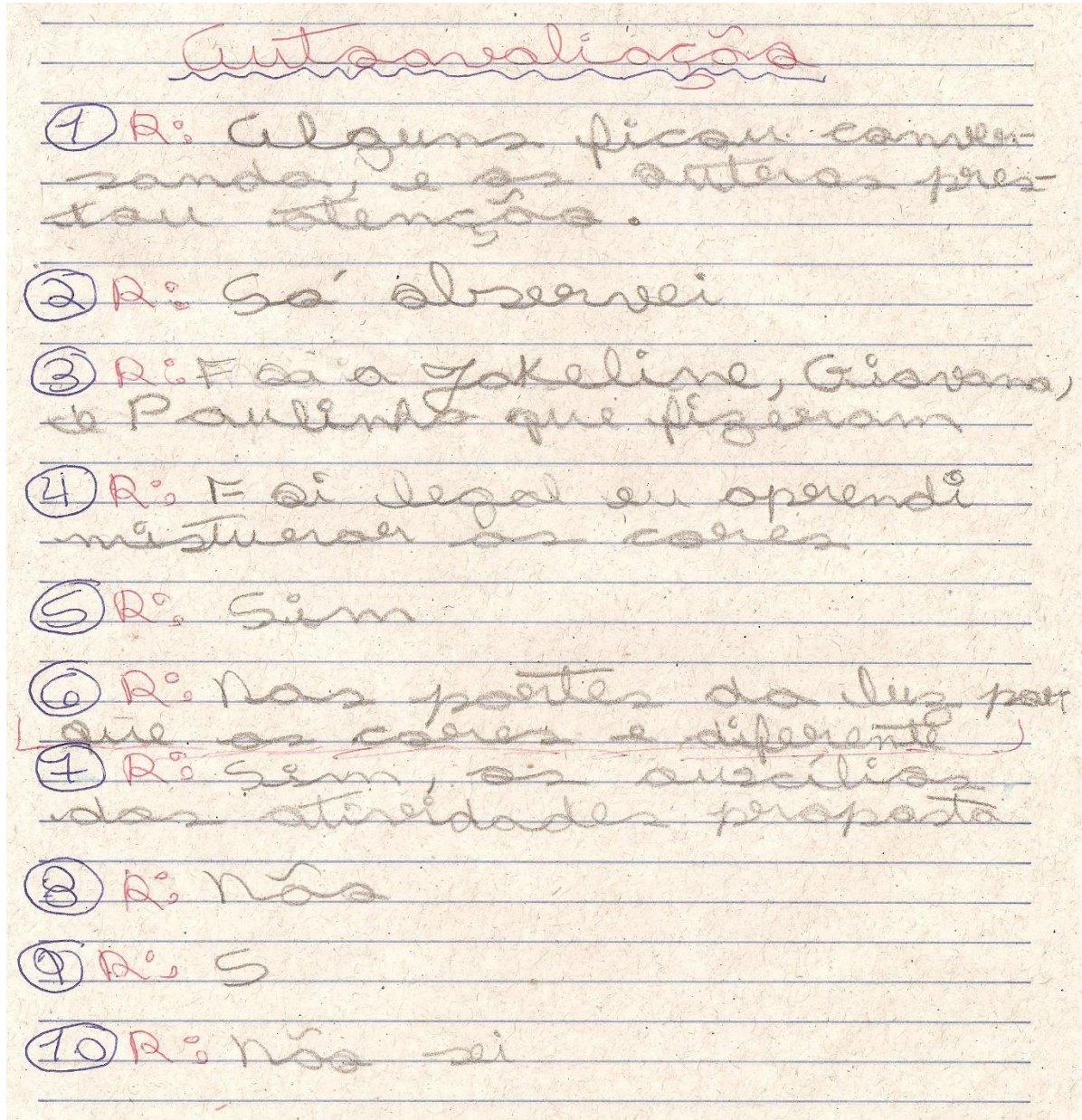
⑥ R: d) difratam unicamente a luz verde da espectra solar;



O estudante apresenta ainda algumas concepções equivocadas e poucos erros de ortografia.

ANEXO 14 - Autoavaliação do Estudante 8.

Autoavaliação, apêndice 6, respondida pelo estudante 8.



Ele apresenta dificuldade para se expressar. Frases curtas e com erros de ortografia.

ANEXO 15 - Pré-teste do Estudante 11.

Pré-teste, apêndice 3, respondido pelo estudante 11. Estudante com bom desempenho.

a - a - azul.

b - Roxo.

c - Amarelo.

d - Laranja.

e -

O estudante desconhece as respostas corretas e baseou-se na mistura de pigmentos para responder algumas das questões.

ANEXO 16 - Pós-teste do Estudante 11.

Pós-teste, apêndice 3, respondido pelo estudante 11. Estudante com bom desempenho.

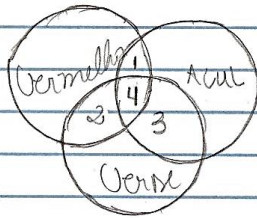
1- a- Vermelho e verde = Amarelo

b- Vermelho e azul = magenta

c- Verde e azul = Ciano

d- Vermelho, verde e azul = Branco

2-



1- Magenta (Roxo/lilás)

2- Amarelo

3- ciano (Azul claro)

4- Branco

3- A mistura de duas cores-luz parece uma nova cor-luz (nova frequência), mas se trata de um processo neurofisiológico, ou seja, o seu cérebro ^{iluminado}

4- A cor preta? Preta

5- enxergariamos = Branco;

6- Alvine estaria pinta porque na luz fluorescente o vestido ficaria de uma cor, e na luz solar ficaria cor exata;

7- Ele podia trocar as lâmpadas ou podia trocar as folhas da bandeira; pela cor; Vermelho e Verde;

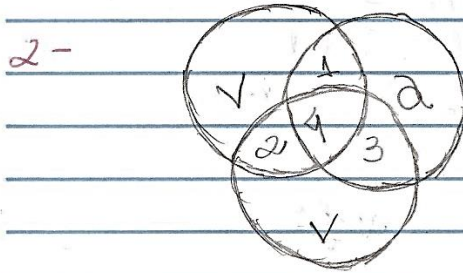
As respostas apresentam os conceitos mínimos exigidos pelas questões. A resposta da questão sete apresenta uma resposta equivocada e fora do contexto apresentado pela questão. Apresentam alguns erros de ortografia.

ANEXO 17 - Avaliação somativa do Estudante 11.

Avaliação somativa, apêndice 5, respondida pelo estudante 11.

Avaliação de física;

- 1- a- amarelo
 b- magenta
 c- o ciano
 d- Branca



- 1- magenta
 2- amarelo
 3- o ciano
 4- Branca

3- Policromáticas;

4- Uma infinidade de cores;

5- a) Preto;

6- A visão humana é mais sensível a essas cores;

7- d) Verde; preto; Branca;

8- c) Preto;

18/09/13.

Seg Ter Qua Qui Sex Sáb Dom

9. A mistura de duas cor-luz
parece uma nova cor-luz, (nova frequência)
mas se trata de um processo neurofisiológico, ou
seja, fu crebro iudido,
10. da fera Puta;

Apresentou um bom desempenho na avaliação somativa. Nas respostas discursivas foi direto ao conceito esperado.

ANEXO 18 - Autoavaliação do Estudante 11.

Autoavaliação, apêndice 6, respondida pelo estudante 11.

Autoavaliação;

- 1- Teve porque a maioria não participou; porque entre 8 pessoas só participou 3 porque o resto estava no celular e jogando conversa fora
- 2- foi desenvolvida pra mim, porque não sabia realmente ou até não lembrava mais o resultado das misturas das cores;
- 3- Divisão de tarefas; colaboração também;
- 4- Apesar não vi o resultado porque estava jogando conversa fora;
- 5- Apesar de tudo gostei
- 6- Ainda não pensei neste caso;
- 7- na minha opinião seria mais interessante trabalhar com forma tradicional;

8- Não

9- Deu, apesar de ser interessante agente aprendeu um pouco mais sobre as cores;

10- Única coisa que não gostei, foi os 3 alunos que não deixava nós ver o que dava as cores; fo porque nós tava conversando; e também fo um queria mexer no computador deveria ter dois computadores por grupo; mais mesmo assim deu pra gente perceber como é importante as cores;

As respostas são mais extensas e apresentam alguns erros de ortografia.

ANEXO 19 - Equação para o cálculo do coeficiente de alfa Cronbach

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \times \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right) \quad (3)$$

onde:

k corresponde ao número de itens do questionário;

s_i^2 corresponde a variância de cada item;

s_t^2 corresponde a variância total do questionário, determinada como a soma de todas as variâncias.

A Tabela 1 ilustra a aplicação passo a passo do coeficiente, onde cada coluna indica um item, cada linha indica um avaliador, e o encontro entre um item e um avaliador (X_{nk}) indica a resposta deste avaliador para este item, dentro da escala.

Tabela 1: Tabulação dos dados de questionário para cálculo do alfa de Cronbach.

Avaliadores	Itens						Total
	1	2	...	i	...	k	
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1i}	...	X_{1k}	X_1
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2i}	...	X_{2k}	X_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
p	X_{p1}	X_{p2}	...	X_{pi}	...	X_{pk}	X_p
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{ni}	...	X_{nk}	X_n
	s^2_1	s^2_2	...	s^2_n	...	s^2_k	S^2_t

Fonte: Adaptado de Cronbach, 2004.

(Hora et al, 2010 p. 5)

Referência

HORA, H. R. M. da; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J.. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto&produção**, S.l., v. 11, n. 2, p.85-103, jun. 2010.

ANEXO 20 - Valores críticos da razão *t* de Student.

g.l.	ns = 0,10	ns = 0,05	ns = 0,01
1	6,31	12,71	63,66
2	2,92	4,30	9,92
3	2,35	3,18	5,84
4	2,13	2,78	4,60
5	2,02	2,57	4,03
6	1,94	2,45	3,71
7	1,89	2,36	3,50
8	1,86	2,31	3,36
9	1,83	2,26	3,25
10	1,81	2,23	3,17
11	1,80	2,2	3,11
12	1,78	2,18	3,05
13	1,77	2,16	3,01
14	1,76	2,14	2,98
15	1,75	2,13	2,95
16	1,75	2,12	2,92
17	1,74	2,11	2,90
18	1,73	2,10	2,88
19	1,73	2,09	2,86
20	1,72	2,09	2,85
21	1,72	2,08	2,83
22	1,72	2,07	2,82
23	1,71	2,07	2,81
24	1,71	2,06	2,80
25	1,71	2,06	2,79
26	1,71	2,06	2,78
27	1,70	2,05	2,77
28	1,70	2,05	2,76
29	1,70	2,05	2,76
30	1,70	2,04	2,75
35	1,69	2,03	2,72
40	1,68	2,02	2,70
50	1,68	2,01	2,68
60	1,67	2,00	2,66
70	1,67	1,99	2,65
100	1,66	1,98	2,63
∞	1,65	1,96	2,58

Referências

SILVEIRA, F. L. da. **DETERMINANDO A SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA PARA AS DIFERENÇAS ENTRE MÉDIAS**. 2006. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Comparacoes_em_media.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2014.