

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ARDUINO: UMA FERRAMENTA PARA AQUISIÇÃO DE DADOS,
CONTROLE E AUTOMAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE ÓPTICA EM
LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

ELIO MOLISANI FERREIRA SANTOS



Porto Alegre

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ARDUINO: UMA FERRAMENTA PARA AQUISIÇÃO DE DADOS,
CONTROLE E AUTOMAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE ÓPTICA EM
LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO*

ELIO MOLISANI FERREIRA SANTOS

Dissertação realizada sob a orientação da Profa. Dra. Rejane Maria Ribeiro Teixeira e coorientação da Profa. Dra. Marisa Almeida Cavalcante, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial aos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2014

* Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

² Informações disponíveis em: <http://www.cetic.br/educacao/2012/index.htm>. Acesso em: 13 set. 2014.

Aos meus pais, Emiliano e Nereide,

por me incentivarem a trilhar o
magnífico caminho da busca
pelo conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

- a professora Rejane Maria Ribeiro Teixeira, minha orientadora, pela análise crítica e atenciosa desse trabalho de dissertação e por sua imensa paciência durante a orientação.
- a professora Marisa Almeida Cavalcante, minha coorientadora e amiga, por me apresentar e me convidar para trabalhar com o *Arduino*, do qual tive paixão imediata e me rendeu frutos tão valiosos, como essa dissertação.
- aos estudantes da 2ª série do colégio Hugo Sarmento das turmas de 2013 e 2014 que, de uma maneira muito especial e com muita dedicação, participaram da aplicação dessa proposta pedagógica.
- aos estudantes da 2ª série do colégio São Domingos da turma de 2012 que se interessaram em aprofundar seus conhecimentos com a plataforma *Arduino*.
- aos professores Fernando Lang da Silveira e Eliane Angela Veit, pela imensa contribuição durante o curso de mestrado.
- à Marcia que me incentivou desde o início a abraçar esse maravilhoso desafio.
- a minha avó Maria Benedicta (*in memorian*), que passou muitos momentos ao meu lado acompanhando a confecção do material experimental usado na aplicação dessa proposta.
- aos familiares e amigos pelo apoio e incentivo.

RESUMO

O presente trabalho tem como proposta apresentar algumas possibilidades para o uso da placa de prototipagem *Arduino*, uma plataforma de *hardware* e *software* livres, em conjunto com as tecnologias da informação e comunicação (TIC's), especialmente com as ferramentas da WEB 2.0, na elaboração de atividades para o laboratório didático de Física do Ensino Médio, bem como sua utilização em sala de aula. Como exemplo de aplicação, foi desenvolvida uma sequência de atividades com a intenção de que venha a ser potencialmente significativa para o estudo introdutório de Óptica. Destaca-se o estudo qualitativo e quantitativo da reflexão, da refração e da absorção da luz e, também, das cores dos objetos. Essas atividades incluem roteiros de aula dinâmicos, onde o estudante desenvolve seu trabalho e o professor pode corrigi-lo diretamente pelo computador. Deste modo o conteúdo fica disponibilizado na internet, por meio de aplicativos livres para armazenamento e compartilhamento de arquivos, como o *Google Drive*, o que torna sua impressão dispensável e seu acesso possível de qualquer computador conectado à *Web*. Além dos roteiros, as atividades contam com equipamentos experimentais que foram especialmente desenvolvidos para a realização de coleta e análise de dados com o *Arduino*. Discutem-se nesse trabalho de dissertação a utilização desse instrumento de ensino, abordando seus aspectos positivos e sugerindo-se cuidados a serem tomados para o bom desenvolvimento das atividades. Descrevem-se também a confecção dos equipamentos, incluindo os custos envolvidos. O material de apoio ao professor e sugestões de roteiros a serem trabalhados com os estudantes será disponibilizado na série "Textos de Apoio ao Professor de Física" para que possa ser utilizado por outros professores na sua prática docente. Descreve-se a implementação do material instrucional em sala de aula, embasada nas teorias de Ausubel e Vygotsky, com turmas da 2ª série do Ensino Médio de uma escola da rede privada de ensino de São Paulo, SP, e discutem-se os resultados obtidos.

Palavras-chave: *Arduino*, Experimentos de Óptica, *WEB 2.0*, Tecnologias da informação e comunicação, Laboratório didático.

ABSTRACT

This work presents possible uses of *Arduino* prototyping board, an open-source physical computing platform, a hardware platform and free software, in connection with information and communication technologies (ICT), particularly with the Web 2.0 tools, for the development of activities for the Physics teaching in high-schools' s laboratory. As a potential application, a series of activities was developed aiming a potentially meaningful for Optics learning. Among these activities we mention the qualitative and quantitative study of reflection, refraction, light absorption, and the colors of objects as well. These activities include lesson plays of dynamic classroom, in which student and teacher develop their work directly on the computer. Lecture content is available online, with the aid of free apps for file storing and sharing, such as *Google Drive*, which makes printing unnecessary and allows its access from any computer connected to the Web. In addition to lesson plays, activities include experimental tools specially built for data acquisition and analysis with the *Arduino*. In this work we discuss the application of these teaching tool, pointing out its positive aspects and particular requirements that must be met for the uttermost development of the activities. We also describe the manufacturing of the equipment, and the costs involved. Finally, we append a material for the teacher and suggested lesson plays to be implemented with students. This material will be made available in the series "Textos de Apoio ao Professor de Física", so it can be used by other teachers in their teaching practice. We add the description of the classroom implementation of the instructional material developed to 2nd high school year students of a private school of São Paulo, Brazil, and discuss the results obtained.

Keywords: *Arduino, Optics experiments, WEB 2.0, Information technology and communication, Didactic laboratory.*

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO.....	V
<i>ABSTRACT</i>	VI
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	10
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	15
CAPÍTULO 3 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1 A teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel.....	19
3.2 A teoria da interação social de Lev S. Vygotsky	21
CAPÍTULO 4 - NECESSIDADES PARA A IMPLEMENTAÇÃO TECNOLÓGICA.....	25
4.1 Infraestrutura	25
4.2 Formação de professores.....	29
CAPÍTULO 5 - DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL INSTRUCIONAL	31
5.1 A elaboração dos roteiros dinâmicos.....	32
5.2 As atividades experimentais.....	34
5.2.1 Reflexão, refração e absorção do feixe de luz emitido por ponteiros laser coloridas	34
5.2.2 Equipamento para análise qualitativa da reflexão luminosa	36
5.2.3 Equipamento para análise qualitativa da transmissão luminosa	37
5.2.4 Equipamento para análise quantitativa de transmitância e refletância luminosa utilizando o <i>Arduino</i>	38
5.2.5 Equipamento para o estudo comparativo da variação de temperaturas de corpos coloridos submetidos à mesma exposição radiativa	40
5.2.6 Equipamento para o estudo da mistura de luzes coloridas	42
5.3 Estimativa de custos para a construção dos equipamentos	44
5.4 Alguns cuidados para o bom desenvolvimento das atividades	45
CAPÍTULO 6 - IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA.....	46
6.1 Relato das atividades desenvolvidas	46
6.1.1 Aula inicial: aplicação de questionário e pré-teste.....	50

6.1.2 Primeira atividade no laboratório de informática.....	50
6.1.3 Segunda atividade no laboratório de informática.....	53
6.1.4 Terceira atividade no laboratório de informática.....	55
6.1.5 Quarta atividade no laboratório de informática.....	61
CAPÍTULO 7 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
7.1 Análise estatística dos resultados obtidos na aplicação do questionário sobre conhecimentos de informática e acesso aos equipamentos eletrônicos	63
7.2 Análise estatística dos resultados obtidos na aplicação do pré e do pós-teste	69
7.2.1 Comparação dos resultados obtidos em cada questão no pré e no pós-teste.....	71
7.3 Aspectos positivos para uso do <i>Arduino</i> como ferramenta de laboratório.....	82
7.4 Empecilhos que dificultam o uso do <i>Arduino</i> no laboratório didático.....	83
7.5 Outras possibilidades para o uso do <i>Arduino</i> no âmbito escolar.....	84
CAPÍTULO 8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICES	94
APÊNDICE A - Questionários e testes	95
A.1 Questionário aplicado para caracterizar as turmas com relação ao uso da informática.....	96
A.2 Pré-teste sobre óptica	98
A.3 Pós-teste sobre óptica.....	101
A.4 Folhas de resposta para o pré-teste e para o pós-teste sobre óptica	104
APÊNDICE B - Roteiros experimentais	105
B.1 Roteiro 1: Algumas propriedades da luz	106
B.2 Roteiro 2: Reflexão, absorção e refração da luz.....	117
B.3 Roteiro 3: Cores (parte I).....	128
B.4 Roteiro 4: Cores (parte II)	141
APÊNDICE C - Material de apoio ao professor.....	151
C.1 Circuito elétrico para construir a “caixa de cores”.....	152
C.2 Intensidade luminosa em função da resistência elétrica de um LDR.....	153
C.3 Esquema do circuito elétrico para a construção do “sensor de luz”.....	155

C.4	Código fonte para medir a taxa de reflexão luminosa da luz branca	156
C.5	Código fonte para medir a taxa de transmissão luminosa da luz branca.....	158
C.6	Código fonte para medir a taxa de reflexão luminosa das luzes de cores vermelha, verde e azul, individualmente	160
C.7	Código fonte para medir a taxa de transmissão luminosa das luzes de cores vermelha, verde e azul, individualmente	164
C.8	Esquema do circuito elétrico para a construção do “sensor de temperatura”	168
C.9	Código fonte para medir a temperatura de dois termômetros	169
C.10	Esquema do circuito elétrico para a construção da “caixa de luzes”	171
C.11	Código fonte a ser instalado no <i>Arduino</i> para controlar a intensidade luminosa das cores de um LED RGB.....	172
C.12	Código fonte a ser instalado no <i>Processing</i> para controlar a intensidade luminosa das cores de um LED RGB.....	173
APÊNDICE D - Dados relacionados à análise estatística dos resultados da implementação da proposta didática		175
D.1	Tabela de resultados individuais do questionário sobre conhecimentos de informática ..	176
D.2	Resultados individuais do pré-teste.....	179
D.3	Resultados individuais do pós-teste.	180
D.4	Comparação entre os escores totais do pré e do pós-teste.	181
APÊNDICE E - Publicações e/ou apresentações associadas ao trabalho de dissertação e afins		182
ANEXOS		184
ANEXO A - Infraestrutura das escolas públicas		185
ANEXO B - Informações sobre os fotoresistores		189
ANEXO C - Distribuição t de Student		192

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Os desafios dos dias atuais têm exigido dos estudantes posições mais bem definidas diante de situações conflitantes e problemáticas, na tomada de decisões e julgamentos e no desenvolvimento de uma percepção crítica relacionada aos aspectos do cotidiano no ambiente em que vivem. Na vida escolar não é diferente.

A extrema complexidade do mundo moderno não permite que o ensino, em especial no nível médio, fique centrado apenas na preparação para exames de seleção para ingresso no ensino superior, com a

apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. (BRASIL, 1998, p. 22)

Além dos aspectos citados nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM's, deve-se considerar que as ferramentas didáticas disponíveis para o ensino, de forma geral, estão agregando as tecnologias da informação de forma cada vez mais contundente.

No entanto, a busca frenética das instituições de ensino por melhores posições em *rankings* como o do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), a cobrança da sociedade por um ensino de qualidade que permita a formação de profissionais qualificados, o anseio dos estudantes por um ensino que apresente significado para além da sua vida escolar e o excesso de trabalho atribuído ao professor, têm lançado diversas questões conflitantes sobre o caminho da educação no país.

Em meio a tantas propostas educacionais diferenciadas, instrumentos pedagógicos distintos, cobranças por resultados positivos, sobra ao professor a difícil tarefa de atualizar suas metodologias a fim de proporcionar aos estudantes um processo de aprendizagem mais

eficaz e que, preferencialmente, implemente os recursos tecnológicos, já tão comuns na sociedade.

Na tentativa de suprir resultados para algumas necessidades ou simplesmente como jogada de marketing na busca de atrair estudantes para a sua rede de ensino, muitas escolas têm investido na compra de equipamentos. Mas, mesmo nas instituições com maior poder aquisitivo, o treinamento dos professores com esse material, na maioria dos casos, passa despercebido. Isso faz com que computadores e aparelhos tecnológicos, por exemplo, sejam subutilizados ou utilizados de forma inadequada ou equivocada.

Ainda hoje é possível perceber o computador sendo utilizado somente para transpor textos em formato digital. Não faz mais sentido, nos tempos da *Web 2.0*, a exploração dos computadores apenas dessa forma.

A internet possibilita o compartilhamento de informações, o cruzamento de dados, o uso de simulações, permitindo ao texto eletrônico, ou hipertexto, apresentar uma nova forma de linguagem, síntese e mediação entre o oral, o escrito, o imagético e o digital.

O hipertexto nem sempre é um texto em seu sentido original, e sim um caminho para a informação. Os recursos que a informática utiliza para construir esse caminho são os mais variados: animação, desenho, som, filmes, caminhos de navegação por uma página da internet, vídeo e teleconferência em tempo real, simulações, jogos, separados ou mixados ao mesmo tempo. O hipertexto e seus desdobramentos hipermediáticos caracterizam-se por ser formas não-lineares de apresentar e consultar informações. Por meio de uma rede de associações complexas, são integrados, de forma interativa, textos escritos, imagens, sons e vídeos. (Kenski, 2003, p. 62)

Outras alternativas que sugerem o uso do computador de forma mais ampla e significativa nas aulas de Física, pressupõem uma conexão do mesmo a plataformas associadas a softwares.

Dentre as muitas propostas que têm sido relatadas, destacam-se as que apontam para o uso do computador em conjunto com atividades de laboratório, principalmente como ferramenta para a coleta de dados experimentais (Sias; Ribeiro-Teixeira, 2006).

Em geral, os computadores são conectados a sensores, que rapidamente coletam informações, permitindo a realização de experimentos que dificilmente seriam realizados com instrumentos convencionais de um laboratório didático, apresentando os resultados quase imediatamente.

Entretanto, por ser uma ferramenta relativamente nova no campo educacional, os *softwares* e *kits*, oferecidos por empresas que os desenvolvem, apresentam, muitas vezes, um custo elevado.

O receio e a dificuldade por parte dos professores tornam seu uso restrito, como apontado por Silva e Veit (2006, p. 19):

A implementação de tais sistemas em escolas de ensino médio, entretanto, ainda é pouco frequente. Em parte isto pode ser consequência da carência de material instrucional que dê condições para que professores e alunos possam construir e/ou trabalhar com esses sistemas automatizados.

Um crescimento elevado na quantidade de artigos e trabalhos, voltados para o uso e desenvolvimento de *softwares* livres, tem sido constatado na tentativa de solucionar o alto custo dos materiais e, também, os aspectos metodológicos e a carência de sugestões para o uso do recurso midiático nas aulas de Física.

Muitos projetos utilizam a entrada de som do computador para a aquisição de dados experimentais que são lidos por versões *shareware* ou *freeware* de programas de análise sonora disponíveis na internet. No entanto, esse recurso tem como base de funcionamento a marcação de intervalos de tempo e, somente experimentos nessa linha são simples de serem realizados, como por exemplo, tomadas de medidas de frequência e velocidade. (Cavalcante; Tavolaro, 2000)

Por esse método, experimentos que requeiram medidas de intensidade de alguma grandeza física, como os de temperatura ou de capacitância elétrica, por exemplo, apresentam maior dificuldade na sua execução. Para estes, é necessária a construção de um circuito complementar com algum tipo de microcontrolador ou de uma interface de aquisição de dados, além da familiaridade com linguagens de programação. (Cavalcante; Tavolaro; Molisani, 2011)

É muito raro encontrar um laboratório didático que possua experimentos de baixo custo como os citados no último parágrafo, pois sua confecção depende diretamente do conhecimento e da disposição do professor em realizá-lo.

No entanto, em 2005, surgiu na Itália uma plataforma de *hardware* livre, baseada em um microprocessador de código aberto, denominada *Arduino*, que permite que usuários com pouco domínio de programação consigam efetuar tarefas relativamente complicadas

(Arduino, 2005). Diferenciado por conectar-se ao computador via porta *USB*, o *Arduino* pode fazer a leitura e o controle de sinais analógicos e digitais e, assim, se acoplar a diversos tipos de sensores, motores e outros equipamentos por meio de circuitos elétricos simples que podem ser construídos ou adquiridos por um custo relativamente baixo e que têm apresentado uma constante redução de custo.

A facilidade de manuseio aliada ao fato de ser um sistema *open source* (código aberto) tanto em *software* como em *hardware*, compatível com diversos sistemas operacionais, como *Windows*, *MacOSX* e *Linux*, fez o *Arduino* ganhar reconhecimento mundial, tornando-se muito popular em diversas áreas e, em particular, por um número significativo de *hobistas* e artistas, pela simplicidade em automatizar e controlar equipamentos.

Apesar de ainda ser uma ferramenta pouco explorada no campo educacional, as vantagens e benefícios do *Arduino* no ensino de Física, quando usado em conjunto com as atividades de laboratório, têm se mostrado muito promissoras (Souza *et al.*, 2011). Pois essa ferramenta possibilita que o estudante, ao coletar e analisar os dados no desenvolvimento dos experimentos, compreenda os conceitos e interprete fórmulas associadas a fenômenos físicos concretos e apresentados de forma contextualizada, podendo levar a uma aprendizagem significativa. Aliado a tudo isso, também é possível apresentar aos estudantes o universo da lógica da programação, permitindo-lhes um maior domínio da tecnologia.

Para divulgar e propiciar a utilização dessa ferramenta nos laboratórios didáticos de Física, será detalhada, como exemplo de aplicação, uma sequência didática completa para o estudo qualitativo e quantitativo de alguns conteúdos de Óptica, como os princípios da óptica geométrica, transmissão da luz por películas protetoras e filtros coloridos, reflexão e absorção da luz por corpos opacos e coloridos, intensidade luminosa, misturas de cores (cor-luz e cor-pigmento).

A escolha pelo tema de Óptica é decorrência da pequena quantidade de trabalhos que relatam a utilização da aquisição automática de dados envolvendo esse tema. No entanto, faz-se necessário enfatizar que o objetivo maior é apresentar o *Arduino* como uma ferramenta altamente versátil que pode ser utilizada em experimentos envolvendo diversos temas da Física e de outras disciplinas.

A descrição sobre a construção da aparelhagem experimental com o *Arduino*, os códigos-fonte utilizados, a elaboração dos roteiros dinâmicos para serem trabalhados com os

estudantes e o material de apoio para o professor, também constam como produto final deste trabalho de dissertação e são encontrados no Apêndice B e no Apêndice C.

A opção por elaborar roteiros dinâmicos está baseada na discussão travada até aqui, sobre a necessidade de aproveitar ao máximo a rede de associações que a internet proporciona. Aspectos mais detalhados sobre a concepção e a produção desses roteiros dinâmicos são discutidos no Capítulo 4.

A importância dada para a interação do estudante com o material instrucional, com os colegas e com o professor, está baseada na teoria da interação social de Lev S. Vygotsky. Pretende-se que, por meio da troca de significados promovida por essa interação, o estudante saia da posição de espectador para tornar-se agente do próprio processo de aprendizagem.

O material didático produzido tem por base a teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel, na tentativa de ser potencialmente significativo para o aprendiz. Os aspectos mais gerais dessas duas teorias são abordados no Capítulo 3.

De forma complementar, no Capítulo 2, é apresentada uma revisão sucinta da literatura sobre o uso das novas tecnologias no ensino de Física, com foco na aplicação dos computadores em atividades experimentais e nas ferramentas da *Web 2.0*.

Além de propor uma metodologia para o uso do *Arduino* em atividades do Ensino Médio, esse trabalho de dissertação também aborda sobre as vantagens e os cuidados que precisam ser tomados para tornar esse instrumento uma ferramenta didática com grande potencial educacional.

No Capítulo 5 é relatado o desenvolvimento do material instrucional. A implementação dessa proposta didática é apresentada no Capítulo 6 e a discussão dos resultados obtidos compõe o Capítulo 7.

As considerações finais desta dissertação são apresentadas no Capítulo 8.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura está centrada na análise da importância e do emprego dos computadores em aulas de Física, em especial, nas atividades de laboratório.

Em artigo publicado na revista Física na Escola, Haag, Araujo e Veit (2005) afirmam que, de forma semelhante ao impacto causado pela revolução industrial sobre os hábitos e costumes humanos na segunda metade do século XVIII, novamente estamos passando por um momento de transformação ocasionada pela denominada revolução digital.

Para esses autores, o computador ocupa um papel fundamental em praticamente todas as áreas do conhecimento humano. Na Física, por exemplo, é muito utilizado para a criação de modelos científicos altamente complexos. Na escola, porém, o computador é usado prioritariamente na construção de materiais (como textos, apresentações e páginas na web) e como fonte de consulta.

De acordo com Kenski (2003), muitos professores implementam os recursos digitais em suas aulas, mas não mudam o seu jeito de ensinar. Usam os ambientes virtuais apenas para introduzir textos ou livros digitalizados e continuam a manter uma aula baseada na exposição oral e centrada em si.

Parte da culpa é atribuída aos cursos e treinamentos voltados para professores que “baseiam-se na premissa que basta apenas ensinar os professores a ‘botar a mão na massa’, a ‘mexer com o computador’, basta-lhes aprender as linguagens e técnicas para a utilização dessas máquinas, para fazer a transformação no ensino”. (Kenski, 2003, p.132)

Uma das vantagens para o uso de textos e livros didáticos digitais é a possibilidade de interação permanente do leitor, por meio de elos (links) com outros textos e páginas disponíveis na rede, proporcionando todos os tipos de relações, cruzamento de informações e comparações em um tempo mínimo. Textos desse formato não são lidos necessariamente de forma linear como a maioria dos textos impressos, o que permite ao leitor ampliar ao máximo a exploração de seu conteúdo e de suas interpretações.

Aos poucos, o acesso e a utilização das tecnologias no ambiente educacional estão alterando radicalmente as práticas pedagógicas e induzindo profundas modificações na organização do currículo escolar. As múltiplas possibilidades de comunicação e interação permitem que pessoas de diferentes culturas e em lugares distantes compartilhem conhecimento, produtos e serviços e exigem uma nova maneira de refletir acerca das coisas do mundo. E, portanto, não basta apenas adaptar o método tradicional de ensino aos novos equipamentos.

O trabalho com esse tipo de material requer uma mudança na visão e na postura que o professor tem diante da educação. Para isso, além do desejo do professor em melhorar suas competências profissionais e metodologias, é absolutamente necessário que as instituições de ensino se reestruturem e incentivem oferecendo condições permanentes de aperfeiçoamento e atualização para todos os seus funcionários.

Em países considerados de primeiro mundo, desde o início dos anos 90 que recursos computacionais são muito mais explorados, como, em particular, suporte para laboratórios didáticos. Mas, por três fatores primordiais as escolas brasileiras não avançaram nessa área. São estes: i) introdução recente dos computadores nas escolas, ii) sistemas de aquisição de dados, em sua maioria, importados e caros e iii) desconhecimento por parte da maioria dos professores da possibilidade de confecção e utilização de sistemas de aquisição automática de dados de baixo custo. (Haag; Araujo; Veit, 2005)

Na tentativa de explorar melhor o computador em atividades didáticas experimentais, uma grande quantidade de artigos voltados para o assunto têm sido publicados.

Cavalcante e Tavolaro (2000, 2003) apresentam propostas de experimentos didáticos que utilizam a entrada de microfone do computador como meio para aquisição de dados. As leituras desses dados podem ser feitas através de versões *shareware* e/ou *freeware* de *softwares* de análise disponíveis na internet. De modo geral, os sistemas descritos nestes trabalhos são de fácil construção e com equipamentos de baixo custo.

Experimentos que utilizam processo semelhante para aquisição de dados ainda podem ser encontrados, por exemplo, nos trabalhos de Montarroyos e Magno (2001), Haag (2001), Magno *et al.* (2004), Cavalcante *et al.* (2002, 2009), Haag, Oliveira e Veit (2003). No entanto, de acordo com Cavalcante, Tavolaro e Molisani (2011):

Nesses softwares, os impulsos são traduzidos em intensidade medida em decibéis em função do tempo de modo que em experimentos de mecânica os intervalos de tempo de passagem de objetos interrompendo a luz incidente nos fotossensores podem ser medidos diretamente na tela do microcomputador o que permite estudar tanto características cinemáticas, tais como velocidade e aceleração de objetos, quanto obter informações sobre a quantidade de movimento. Por outro lado, informações de fenômenos não transitórios tais como medidas de temperatura, pressão e intensidade luminosa são mais difíceis de serem realizados através deste método.

De acordo com um grupo de pesquisadores da Universidade Tecnológica do Paraná, em artigo publicado nas Atas do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF, 2009), existe um espaço e, também a necessidade, para a pesquisa de experimentos voltados para o ensino de Física “que incluem o software livre no desenvolvimento dos aplicativos, o *hardware* de código aberto no circuito associado, e o acesso aberto, na documentação”. (Bezerra Jr. *et al.*, 2009, p. 2)

Nessa perspectiva, abre-se uma porta para que professores e estudantes participem, também, do processo de construção das próprias ferramentas, auxiliando no processo de desmistificação da aquisição automática de dados como uma caixa preta, visão compartilhada e citada por tantos autores. (Veit, 2003)

Entretanto, o uso do computador nas escolas deve fugir ao modismo. É preciso ficar atento quanto à sua real necessidade. Geralmente, a coleta automatizada tem grande valor para experimentos que necessitam de uma quantidade elevada de dados ou de medidas que precisam ser feitas em frações de segundo, assim livra o estudante de um trabalho por vezes tedioso e garante medidas mais precisas, deixando mais tempo para a discussão e o entendimento dos conceitos. Do mesmo modo, deve-se evitar o recurso de coletas automatizadas quando esse puder ser substituído por um experimento mais simples, do ponto de vista operacional. (Haag; Araujo; Veit, 2005)

Dentre tantas referências que abordam a importância e justificam o uso do computador como ferramenta auxiliar para o desenvolvimento cognitivo, são destacadas as palavras de Heckler, Saraiva e Oliveira Filho (2007, p. 267):

De acordo com Petitto (2003) o computador é um poderoso instrumento de aprendizagem e pode ser um grande parceiro na busca do conhecimento, podendo ser usado como uma ferramenta de auxílio no desenvolvimento cognitivo do estudante, desde que se consiga disponibilizar um ambiente de trabalho, onde os alunos e o professor possam desenvolver aprendizagens colaborativas, ativas, facilitadas, que propiciem ao aprendiz construir a sua própria interpretação acerca de um assunto, interiorizando as informações e transformando-as de forma organizada, ou seja, sistematizando-as para construir determinado conhecimento.

A bibliografia analisada indica que ainda existe um vasto campo de pesquisa e aplicação dos computadores na escola, apontando para a necessidade de recursos de baixo custo, tecnologia livre e divulgação junto a professores de todo o país, o que incentiva a proposta e o material instrucional produzido nessa dissertação de mestrado.

CAPÍTULO 3

REFERENCIAL TEÓRICO

A proposta de usar o computador como ferramenta para atividades didáticas de laboratório tem como premissa permitir que o estudante participe de forma ativa do processo educacional, na tentativa de se alcançar melhores resultados na aprendizagem.

Os referenciais teóricos adotados que fundamentam essa dissertação estão ancorados em duas teorias cognitivistas: a Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel e a Teoria da Interação Social de Lev S. Vygotsky.

3.1 A teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel

A aprendizagem significativa pode ser caracterizada pela interação cognitiva entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. É importante ressaltar que o conhecimento prévio referido, não é um conhecimento prévio qualquer, mas um conhecimento específico, denominado *subsunçor*, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que é relevante para a aprendizagem de novos conhecimentos.

Por esse aspecto, ao planejar uma aula, o professor tem que levar em conta que “a coisa mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aluno já sabe” (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 294), pois a aprendizagem significativa “ocorre quando a nova informação ancora-se em *subsunçores* relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende” (Moreira; Masini, 2007, p.17)

Quando a aprendizagem de novas informações não estabelece nenhuma relação com outras já armazenadas, ou seja, na ausência de *subsunçores* relevantes, a aprendizagem se torna mecânica e a nova informação fica retida de forma arbitrária. Apesar da diferença entre as aprendizagens significativa e a mecânica, segundo Ausubel, essa distinção não deve ser tratada como uma dicotomia, mas sim como um *continuum*.

Essa comparação serve para explicar como um indivíduo adquire uma informação numa área de conhecimento completamente nova para ele. Inicialmente, a aprendizagem é mecânica, até que aos poucos, alguns elementos de conhecimento, importantes para as novas informações, passam a existir na estrutura cognitiva, servindo de *subsunções*, ainda que pouco elaborados. Quando a aprendizagem começa a ser significativa, esses *subsunções* vão ficando mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações. (Moreira; Masini, 2007)

Tomando por princípio que a aprendizagem significativa é tão preponderante em relação à mecânica e, portanto mais desejável, é essencial refletir sobre as condições apropriadas para sua ocorrência.

De acordo com Santos (2008, p. 11), para promover uma aprendizagem significativa, o professor deve:

desafiar os conceitos já aprendidos, para que eles se reconstruam mais ampliados e consistentes, tornando-se assim mais inclusivos com relação a novos conceitos. Quanto mais elaborado e enriquecido é um conceito, maior possibilidade ele tem de servir de parâmetro para a construção de novos conceitos.

Independente da aprendizagem ser realizada por recepção, onde o conteúdo a ser aprendido é apresentado em sua forma final, ou por descoberta, onde o conteúdo a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz antes de assimilá-lo a sua estrutura cognitiva, ela só será significativa se o estudante for um participante ativo durante o processo.

Na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos. (Moreira, 2010, p. 5)

Apesar da importância do professor nesse processo, o aperfeiçoamento do material instrucional se apresenta como um dos caminhos mais promissores para a melhoria do aprendizado escolar. (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980)

Nota-se que o objetivo é tornar o material instrucional potencialmente significativo, ou seja, relacionável com a estrutura de conhecimento do aluno de forma substantiva e não-literal. Observa-se que os materiais instrucionais por si só não são significativos, pois “se já forem significativos, o objetivo da aprendizagem significativa – ou seja, a aquisição de novos significados – se completa por definição, antes mesmo de qualquer tentativa de aprendizagem” (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 42).

Assim, segundo esses autores (1980, p. 293-294), diversos recursos educacionais devem ser mais e melhor explorados, incluindo o uso dos computadores.

A Educação Auxiliada por Computadores (CAE) mostra-se promissora onde o aluno desempenha um papel proeminente na determinação do ritmo do novo aprendizado. Os erros são corrigidos à medida que ocorrem, e a associação entre conceitos (ou tarefas) subordinados são feitas explicitamente com conceitos ou tarefas mais gerais, mais inclusivas, quando o auxílio impresso e/ou tutelar relacionado está disponível.

Além da diversidade de usos do computador, tais como, para coleta e análise de dados ou para demonstrações e simulações experimentais, não se pode esquecer o fato de que o mesmo está presente no cotidiano das pessoas e que tem uma relação íntima com o processo de desenvolvimento científico e tecnológico.

3.2 A teoria da interação social de Lev S. Vygotsky

Nos trabalhos de Vygotsky temas relacionados ao desenvolvimento humano, o aprendizado e as relações entre desenvolvimento e aprendizado são recorrentes. Na busca em compreender a origem e o desenvolvimento dos processos psicológicos, Vygotsky sugere que o meio social e cultural tem grande influência sobre o desenvolvimento cognitivo do indivíduo (Oliveira, 1997).

O desenvolvimento cognitivo do indivíduo ocorre através da interiorização de instrumentos e signos por intermédio da interação social. O instrumento é algo utilizado com certo objetivo para fazer alguma coisa. “É, pois, um objeto social e mediador da relação entre o indivíduo e o mundo” (Oliveira, 1997, p. 29). O signo pode ser entendido como elemento que representa ou expressa outro objeto, evento, situação, ou seja, é algo que possui significado.

A interação social tem um papel fundamental nos processos mentais, pois todo o sistema de comunicação, seja ele realizado através de palavras, gestos ou símbolos, envolve a troca de significados, que são contextuais (Silva; Veit, 2006). Isso significa que a interpretação ou representação que o indivíduo constrói do mundo real está vinculada diretamente ao meio cultural em que está inserido (La Taille; Oliveira; Dantas, 1992).

Para explicar o processo de aprendizado ou a retenção de novos conhecimentos Vygotsky define dois níveis de desenvolvimento. O primeiro, denominado *nível de desenvolvimento real*, caracteriza o desenvolvimento de forma retrospectiva, em outras palavras, refere-se a etapas já alcançadas pelo indivíduo, a atividades que consegue realizar sem a necessidade de ajuda externa. O segundo, determinado como *nível de desenvolvimento potencial*, é estabelecido pela capacidade que o indivíduo tem em desempenhar tarefas com a ajuda de outros.

A aquisição de novos significados, provocado pela interação social, deve ocorrer na denominada *zona de desenvolvimento proximal* (Driscoll, 1995 *apud* Moreira, 2010).

Para Vygotsky (2008, p. 97), a *zona de desenvolvimento proximal* é:

a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou com companheiros mais capazes.

A *zona de desenvolvimento proximal* refere-se, portanto, “ao caminho que o indivíduo vai percorrer para desenvolver funções que estão em processo de amadurecimento e que se tornarão funções consolidadas, estabelecidas no seu *nível de desenvolvimento real*” (Oliveira, 1997, p. 60).

De acordo com Vygotsky, a *zona de desenvolvimento proximal* é a mais propícia a sofrer transformações por interferência de outros indivíduos. A aprendizagem é responsável por despertar os processos internos de desenvolvimento que, lentamente, vão tornar-se parte das funções psicológicas consolidadas, ampliando o seu repertório de signos.

Assim, processos já consolidados, localizados *no nível de desenvolvimento real*, não precisam de uma ação externa para serem desencadeados. E, por outro lado, processos ainda nem iniciados, distantes da *zona de desenvolvimento proximal*, não se beneficiam dessa ação externa.

A implicação dessa concepção de Vygotsky para o ensino escolar é imediata. Se o aprendizado impulsiona o desenvolvimento, então a escola tem um papel essencial na construção do ser psicológico adulto dos indivíduos que vivem em sociedades escolarizadas. Mas o desempenho desse papel só se dará adequadamente quando, conhecendo o nível de desenvolvimento dos alunos, a escola dirigir o ensino não para etapas intelectuais já alcançadas, mas sim para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos alunos, funcionando realmente como um motor de novas conquistas psicológicas [...]. O processo de ensino-aprendizagem na escola deve ser construído, então, tomando como ponto de partida o nível de

desenvolvimento real da criança – num dado momento e com relação a um dado conteúdo a ser desenvolvido – e como ponto de chegada os objetivos estabelecidos pela escola, supostamente adequados à faixa etária e ao nível de conhecimentos e habilidades de cada grupo. (Oliveira, 1997, p. 61)

O professor, portanto, deve ficar atento em lançar desafios que não sejam extremamente superiores ao *nível de desenvolvimento real* dos estudantes, e nem inferiores ao mesmo, a fim de evitar o desestímulo ou uma falsa percepção da ocorrência de aprendizagem.

A importância dada por Vygotsky sobre a interação social para a interiorização de signos, leva à conclusão que as aulas não devem mais ficar centralizadas apenas no professor.

A introdução de recursos educacionais diferenciados nas aulas pode permitir que o professor abandone a postura de transmissor do conhecimento, transformando-se em um mediador capaz de fazer com que seus estudantes, através da interação com eles e entre eles, sejam capazes de compartilhar e adquirir novos significados.

Uma proposta para promover esse tipo de interação é a utilização do laboratório didático. Por ser um ambiente que exige dos estudantes, além de coletividade, uma postura mais ativa, acredita-se que a compreensão de conceitos pode ser facilitada.

Ao realizar uma atividade experimental dividindo tarefas com colegas, é iniciado um processo de compartilhamento de dúvidas, ideias e divergências. O fato de nem sempre todos os membros de um grupo compartilharem dos mesmos significados sobre um determinado assunto propicia momentos em que surgem discussões no grupo. Estas discussões são extremamente positivas para o desenvolvimento cognitivo de cada um. O professor surge, então, como aquele que já detém os significados considerados corretos e que orienta estas discussões de forma que os alunos possam vir a compartilhar dos mesmos. Neste processo o aluno acaba por construir o seu próprio conhecimento, sem ficar na dependência de respostas prontas e rápidas a qualquer questionamento por parte do professor. (Sias; Ribeiro-Teixeira, 2008, p. 67)

Independentemente do instrumento educacional que utiliza, para tornar o estudante efetivamente ativo no processo de ensino-aprendizado, o professor deve promover o intercâmbio de ideias entre eles, incentivando a todos para que participem dando explicações, formulando hipóteses, questionando outras opiniões, refletindo sobre a atividade, chegando a um consenso (Daniels, 2003).

Outro aspecto relevante desta teoria está relacionado ao fato de que, muitas vezes, palavras ou símbolos usados no contexto científico já possuem outros significados culturais adquiridos pelos estudantes. A atribuição de um novo significado para um conceito ou uma palavra previamente estabelecida é um indício de desenvolvimento cognitivo. Como o

aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental, mas esses não são simultâneos, o professor precisa verificar constantemente se todos estão compartilhando dos mesmos significados que são atribuídos às palavras. Isso pode ser feito através de atividades que permitam ao estudante se expressar, tanto na forma escrita como na forma oral.

CAPÍTULO 4

NECESSIDADES PARA A IMPLEMENTAÇÃO TECNOLÓGICA

A implementação de recursos tecnológicos nas instituições educacionais não pode ser baseada meramente em estratégias comerciais e políticas, sem a devida reestruturação administrativa e pedagógica e sem a preparação adequada dos professores e demais profissionais envolvidos.

Dois aspectos importantes sobre a questão organizacional, que merecem destaque e serão brevemente abordados neste capítulo, se referem à infraestrutura do ambiente escolar e formação de professores com e para o uso das novas tecnologias.

4.1 Infraestrutura

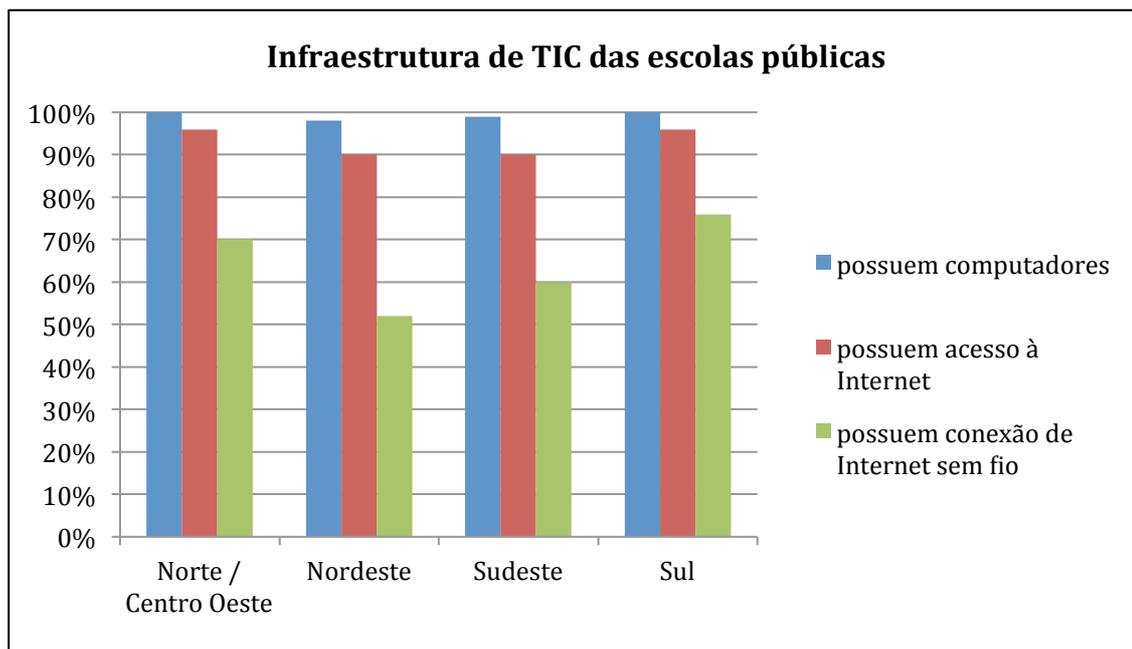
Atualmente, a grande maioria das escolas, tanto públicas como privadas, já possui computadores, *softwares* e até mesmo salas específicas para atividades educacionais que envolvam os estudantes.

Porém, é preciso mais que isso. As possibilidades de uso dos computadores se tornam muito mais amplas quando eles estão conectados em rede e, também, em condições de acesso à Internet.

Com o acesso às redes, multiplicam-se as possibilidades educativas. Ampliam-se os espaços das escolas não apenas para acessar informações, mas também para comunicar, divulgar e oferecer informações, serviços e atividades realizadas no âmbito da instituição por seus professores, alunos e funcionários. (Kenski, 2003, p. 70)

Em pesquisa realizada pelo Centro de Estudos sobre Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC)², é possível observar que o país caminha nessa direção. O gráfico mostrado no Quadro 4.1 apresenta um panorama geral sobre a infraestrutura das escolas públicas brasileiras diante das novas tecnologias:

² Informações disponíveis em: <http://www.cetic.br/educacao/2012/index.htm>. Acesso em: 13 set. 2014.



Quadro 4.1: Panorama geral sobre a infraestrutura das escolas públicas brasileiras em relação às novas tecnologias. (Fonte: CETIC, set/dez 2012)

Mesmo diante de dados aparentemente animadores, o que se observa na prática é bastante controverso. A navegação pela internet geralmente é limitada, e *links* de acesso às redes sociais como o *Facebook* e vídeos digitais como o *YouTube*, ou até mesmo para o uso de correio eletrônico são bloqueados. A justificativa para isso geralmente é fundamentada na distração dos estudantes com atividades alheias às da sala de aula.

Por outro lado, se bem utilizados, tais serviços podem se mostrar muito valiosos. Primeiro, porque os estudantes estão bastante familiarizados e fazem uso contínuo deles. Assim, o uso desse tipo de mecanismo proporciona uma aproximação do professor com o grupo para quem leciona. Segundo, porque é possível encontrar diversos materiais educacionais de qualidade, assim como filmes, desenhos animados, imagens, músicas e tantas outras coisas interessantes que podem ser de grande utilidade para professores e estudantes durante suas aulas.

Outro fator importante é permitir que o estudante armazene e compartilhe informações, crie agendas e utilize outros serviços *on-line* fornecidos por servidores de diversas empresas, inclusive gratuitamente.

É, também, fundamental distribuir os computadores de forma apropriada nas salas às quais são destinados.

Em sua maioria, os computadores são dispostos em fileiras (Figura 4.1), que dificilmente comportam mais de dois indivíduos por máquina, e com pouco espaço para o apoio de materiais extras como cadernos e outros equipamentos (Figura 4.2).



Figura 4.1: Sala de computadores para uso individual.



Figura 4.2: Estudantes dividindo o espaço de trabalho.

Em outros casos, os computadores são posicionados de forma que o estudante fique de costas para o professor e para a tela de projeção (Figura 4.3). É nítido que salas como estas foram projetadas pensando em dar ao professor um controle sobre a ação de cada um dos estudantes diante do computador, tornando-se uma espécie de vigia de sua navegação. Ignoram-se quaisquer tipos de dificuldades que os estudantes apresentem para acompanhar as instruções que sejam projetadas na tela pelo professor.

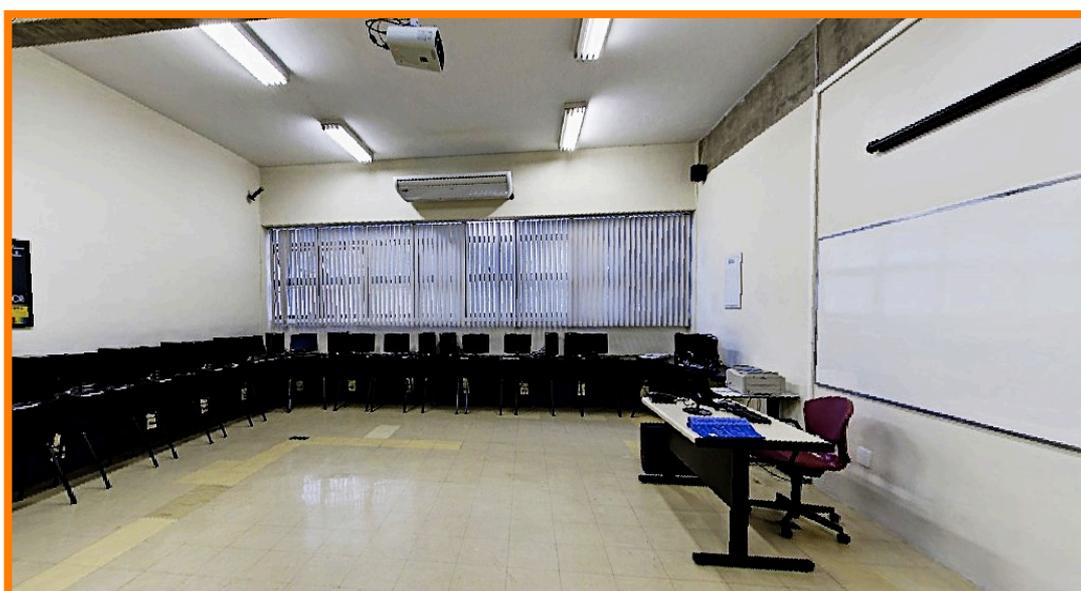


Figura 4.3: Sala de computadores onde os estudantes ficam posicionados de costas para o professor.

Uma solução interessante é a distribuição dos computadores em bancadas espalhadas em forma de ilhas. Se a escola puder optar pela aquisição de computadores portáteis, a melhor opção é aproveitar o espaço dos laboratórios destinados ao ensino de ciências para organizar as práticas que necessitam ser realizadas em grupo (Figura 4.4). Esta disposição espacial permite aos integrantes de cada grupo transitarem e participarem mais efetivamente da atividade.



Figura 4.4: Bancadas com computadores portáteis disponibilizados em ilhas.

As escolas que pretendem usar *tablets*, *smartphones*, ou mesmo *notebooks*, devem ficar atentas quanto à implementação de uma rede sem fio de alta qualidade, que atinja todos os espaços da escola e comporte o uso simultâneo de uma grande quantidade de equipamentos, que é o que ocorre quando se trabalha com uma ou mais turmas simultaneamente.

4.2 Formação de professores

Grande parte dos investimentos destinados à tecnologia educacional de uma escola é reservada para a compra de equipamento, enquanto que a formação adequada dos professores é deixada para um segundo momento ou até mesmo esquecida.

Raramente o processo de implementação tecnológica é decidido após uma discussão envolvendo toda a equipe pedagógica sobre o melhor instrumento ou as mídias mais importantes para se desenvolver um ensino de qualidade, que atinja os objetivos desejados.

Em geral, as escolas contratam profissionais especializados que são responsáveis pelo funcionamento adequado dos equipamentos e pelo ensino via computador. Em muitos casos, esses mesmos profissionais são encarregados de instruir os professores sobre o uso das máquinas em cursos de curta duração, somente para fornecer um conhecimento superficial do *hardware* e dos *softwares*. Os programas de treinamento geralmente são falhos, pois são focados na preparação do professor para a manipulação de algumas ferramentas principais como processadores de texto, apresentação de *slides*, navegação pela internet, apenas como forma de conhecimento superficial da tecnologia, sem trazer qualquer discussão sobre a importância desses instrumentos no processo pedagógico (Kenski, 2003).

Para que a escola realize um ensino de qualidade é necessário muito mais do que possuir avançados equipamentos disponíveis. É necessário também muito mais do que a boa vontade ou submissão do professor às instruções dos técnicos que orientam sobre o uso dos computadores e demais equipamentos. É necessário muito mais do que os breves cursos de “introdução” aos programas e softwares que a escola dispõe para uso didático.

É necessário, sobretudo, que os professores se sintam confortáveis para utilizar esses novos auxiliares didáticos. Estar confortável significa conhecê-los, dominar os principais procedimentos técnicos para sua utilização, avaliá-los criticamente e criar novas possibilidades pedagógicas, partindo da integração desses meios com o processo de ensino. (Kenski, 2003, p. 77)

Esse nível de conforto é atingido gradualmente em um processo que se dá a longo prazo. De acordo com Kenski (2003, p.79), a relação das habilidades docentes para o trabalho com as novas tecnologias e o tempo necessário para alcançá-las é descrita na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Relação das habilidades docentes para o trabalho com as novas tecnologias e o tempo necessário para alcançá-las. (Fonte: Kenski, 2003, p.79)

Estágio habilidade	Descrição	Desenvolvimento profissional desejável
Entrada	O professor tenta dominar a tecnologia e o novo ambiente de aprendizagem, mas não tem a experiência necessária.	Nenhum.
Adoção	O professor realiza treinamento bem-sucedido e domina o uso básico da tecnologia.	30 horas
Adaptação	O professor sai do uso básico para descobrir uma variedade de aplicações para o uso da tecnologia. O professor tem conhecimento operacional do <i>hardware</i> e pode detectar falhas básicas do experimento.	+ 45 horas de treinamento; 3 meses de experiência e apoio técnico permanente e imediato.
Apropriação	O professor tem domínio sobre a tecnologia e pode usá-la para alcançar vários objetivos instrucionais ou para gerenciar a sala de aula. O professor tem boa noção de <i>hardware</i> e das redes.	+ 60 horas de treinamento; 2 anos de experiência e apoio técnico permanente e imediato.
Invenção	O professor desenvolve novas habilidades de ensino e utiliza a tecnologia como uma ferramenta flexível	+ 80 horas de treinamento; 4-5 anos de experiência; apoio técnico imediato

Isso significa que é necessário um tempo mínimo de 30 horas de treinamento que pode se estender por até 215 horas, de acordo com o nível desejável de aprofundamento com a tecnologia a ser trabalhada pelo docente.

De acordo com dados do Centro de Estudos sobre Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC), sobre uma pesquisa realizada com 831 escolas públicas espalhadas pelo Brasil, apenas 43% dos professores participaram de algum tipo de programa de formação relativo às novas tecnologias.

Percebe-se, portanto, que ainda há muito que investir na formação dos professores, sendo que cada escola deve definir com clareza em seu projeto pedagógico o uso que pretende fazer das novas tecnologias a fim de preparar um bom plano estratégico para formar adequadamente seus profissionais frente a tais instrumentos.

CAPÍTULO 5

DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL INSTRUCIONAL

Pensando que o computador

é um poderoso instrumento de aprendizagem e pode ser um grande parceiro na busca do conhecimento, podendo ser usado como uma ferramenta de auxílio no desenvolvimento cognitivo do estudante, desde que se consiga disponibilizar um ambiente de trabalho, onde os alunos e o professor possam desenvolver aprendizagens colaborativas, ativas, facilitadas, que propiciem ao aprendiz construir a sua própria interpretação acerca de um assunto, interiorizando as informações e transformando-as de forma organizada, ou seja, sistematizando-as para construir determinado conhecimento. (Heckler *et al.*, 2007, p. 2)

O material instrucional produzido neste trabalho de dissertação teve como premissa a intenção de ser potencialmente significativo, com o objetivo de auxiliar de forma marcante o processo educacional.

As atividades foram pensadas de forma a tornar o estudante um participante ativo durante todo o processo de aprendizagem, estimulando-o a manifestar “uma disposição de relacionar o material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva” (Moreira, 2010, p. 23).

Norteados pelos trabalhos de Vygotsky, o material também mescla atividades que resgatam as concepções prévias ou conceitos espontâneos dos estudantes com atividades direcionadas para a assimilação de conceitos científicos, na tentativa de que tanto o professor como os outros indivíduos possam interferir, preferencialmente, na zona de desenvolvimento proximal dos estudantes, onde a atuação é mais transformadora.

Mesmo havendo a possibilidade de promover atividades individuais no laboratório didático por meio de computadores pessoais e *tablets*, sugere-se que sejam organizados grupos de trabalho.

A coesão (aprazibilidade) do grupo pode também afetar o resultado do seu trabalho colaborador, numa situação solucionadora de problemas. A mera presença de cotrabalhadorez aprazíveis pode aumentar a eficiência do esforço cooperativo, pode aumentar a motivação, ao aumentar a atratividade da tarefa, e pode fornecer uma fonte de reforço social mútuo ao completar a tarefa com sucesso. (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 390)

O uso do computador em atividades experimentais exige uma postura diferenciada tanto do professor como do estudante. Em situações como essa, uma aula dialogada torna-se muito mais necessária e eficiente do que uma aula focada na atuação do professor.

Este capítulo destina-se à descrição sucinta sobre a metodologia adotada para o desenvolvimento do material, incluindo informações de montagem dos experimentos e sugestões de aplicações pedagógicas. Os roteiros experimentais desenvolvidos para o trabalho com os estudantes e os códigos-fonte para programar o *Arduino* podem ser apreciados no Apêndice C.

5.1 A elaboração dos roteiros dinâmicos

Serão denominados roteiros dinâmicos aqueles que se caracterizam por sua interatividade, ou seja, aqueles que podem ser trabalhados diretamente no computador e que permitam acesso a textos e vídeos explicativos, aplicativos, simuladores, compartilhamento de informações, entre outras ações pertinentes à *WEB 2.0*.

Ao elaborar um roteiro experimental, o professor deve ter e deixar claro os objetivos que deseja alcançar com a atividade e o tempo que disponibilizará para aplicá-la.

Os objetivos da aprendizagem devem ser especificados de forma a evidenciar, para o aluno, conceitos ou princípios a serem aprendidos numa linguagem que lhes facilite o reconhecimento de associações entre o que já sabem e os novos conceitos ou princípios a serem aprendidos. (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 293)

Além de evitar desperdício com impressão, os roteiros dinâmicos são vantajosos pela facilidade de serem disponibilizados na internet, sendo acessíveis de qualquer computador ou outro equipamento similar conectado à rede.

Isso permite ao professor avaliar a qualidade do trabalho dos estudantes e elaborar correções comentadas e gabaritos *on-line*. Os estudantes, por sua vez, podem executar o trabalho individualmente ou em grupo de forma simultânea, dentro ou fora da escola, tocando informações entre si e com o professor. Todo o material produzido e corrigido fica arquivado podendo ser acessado a qualquer momento para análise e revisão de seu conteúdo.

A criação de campos de formulário em arquivos com formatos doc³, pdf⁴, entre outros, a partir de editores de texto como o *Microsoft Word* e similares, permite ao estudante anotar apenas nos lugares apontados, evitando qualquer alteração na formatação do roteiro. A correção do professor pode ser feita no próprio roteiro entregue pelo estudante por meio da inserção de comentários.

Para aumentar o grau de interatividade podem ser incluídos *links* com chamadas para outros arquivos de texto, música, vídeos, aplicativos, simuladores que possam estar presentes no próprio computador ou, mesmo, disponibilizados na internet. A utilização de serviços *on-line* gratuitos, como os do *Google Drive*, *OneDrive*, *Dropbox*, *Box Sync*, dentre outros, permitem o armazenamento e compartilhamento de arquivos. Com o compartilhamento de uma planilha de dados, por exemplo, os grupos de estudantes realizarão menos repetições de um mesmo experimento, em contrapartida serão capazes de operar muitos valores, pois podem acessar dados de diferentes turmas, levando a resultados estatisticamente mais precisos (Cavalcante, 2010). A redução do tempo de coleta de dados acarretará em maior tempo para a interpretação e discussão dos resultados obtidos.

Os roteiros didáticos devem possuir:

- a) Introdução ao tema que será trabalhado, apresentada por meio de um texto ou um vídeo motivador ou gerador de questionamentos;
- b) Objetivos a serem atingidos com a atividade, apresentados de forma clara para o estudante;
- c) Alternância dos procedimentos com questionamentos, que levem o estudante a pensar e discutir sobre suas ações durante a atividade;
- d) Curiosidades ou acontecimentos que contextualizem o tema e incentivem o estudante a revisitar o roteiro.

³Informações para a criação de formulários no Microsoft Word 2007 podem ser obtidas através do *link* <http://office.microsoft.com/pt-br/word-help/criar-formularios-preenchidos-pelos-usuários-no-word-HA010030746.aspx> e, no Microsoft Word 2010, através do *link* <http://office.microsoft.com/pt-br/word-help/criar-formularios-preenchidos-ou-impressos-pelos-usuários-no-word-HA101848148.aspx>. Acesso em: 13 set. 2014.

⁴ Informações para a criação de formulários em formato pdf podem ser obtidas em <http://info.abril.com.br/dicas/arquivos/um-roteiro-passo-a-passo-para-criar-um-f-1102.shtml>. Acesso em: 13 set. 2014.

5.2 As atividades experimentais

Os equipamentos que serão apresentados a seguir fazem parte de uma sequência sugerida para o estudo de introdução à Óptica.

5.2.1 Reflexão, refração e absorção do feixe de luz emitido por ponteiros laser coloridas

O experimento descrito a seguir faz uma abordagem sobre três aspectos importantes da óptica geométrica: reflexão, refração e absorção da luz. Para desenvolvê-lo são necessários um espelho plano, de preferência com um suporte para apoiá-lo verticalmente sobre a mesa, um dioptra, uma superfície plana pintada de preto e duas ponteiros laser com cores distintas (Figura 5.1).



Figura 5.1: Conjunto de materiais para experimentos de óptica geométrica.

Colocando um cilindro de acrílico em frente da ponteira laser é possível espalhar o feixe de luz, criando um rastro luminoso retilíneo sobre a superfície de apoio (Figura 5.2). Uma sugestão de suporte para a ponteira laser pode ser observada na Figura 5.3.

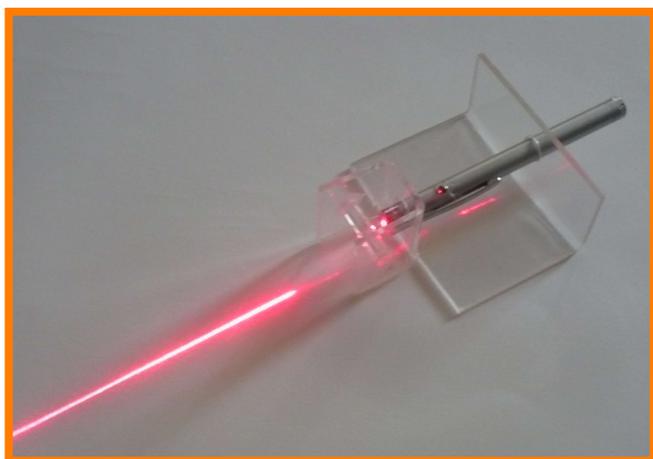


Figura 5.2: Rastro luminoso produzido por um feixe de luz ao atravessar um cilindro de acrílico.



Figura 5.3: Ponteira laser sobre suporte de acrílico.

As ponteiros laser podem ser substituídas por lanternas revestidas por camadas de papel celofane colorido ou filtro plástico para iluminação. Para produzir um feixe de luz, basta cobrir a lente da lanterna com um pedaço de papel cartão contendo uma fenda (Figura 5.4 e Figura 5.5).



Figura 5.4: Papel cartão com uma fina fenda e filtro plástico colorido para serem encaixados na lente da lanterna.

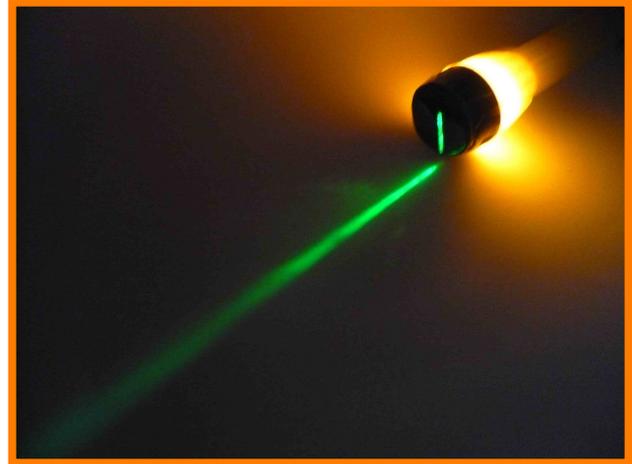


Figura 5.5: Feixe luminoso resultante da passagem da luz por uma fenda com um filtro verde.

Os princípios de reflexão, absorção, refração e independência dos feixes luminosos podem ser observados e discutidos com os estudantes incidindo feixes de luz sobre o espelho plano (Figura 5.6), a superfície pintada de preto (Figura 5.7), o prisma (Figura 5.8) e cruzando dois feixes de luz de cores distintas (Figura 5.9).

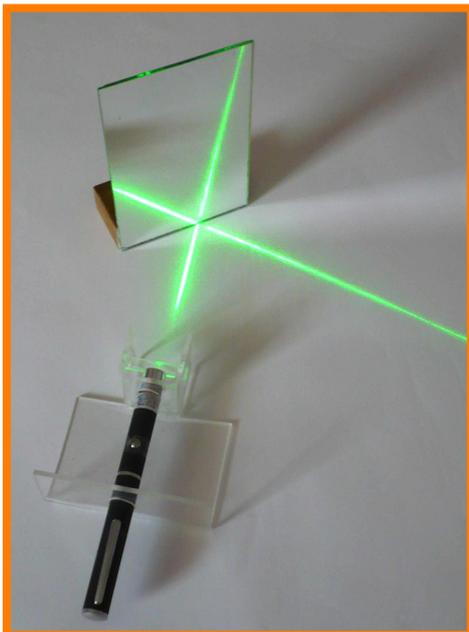


Figura 5.6: Feixe de luz incidindo sobre um espelho plano.



Figura 5.7: Feixe de luz incidindo sobre uma superfície de cor preta.



Figura 5.8: Feixe de luz atravessando um prisma.

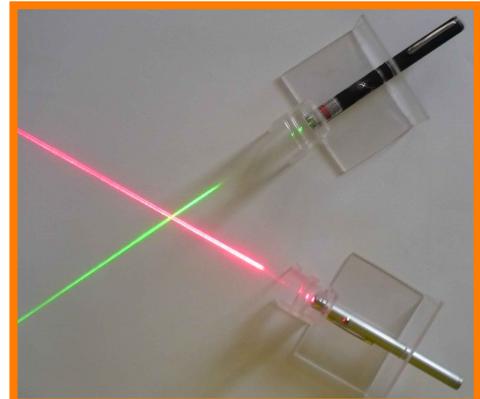


Figura 5.9: Cruzamento de dois feixes luminosos de cores distintas.

5.2.2 Equipamento para análise qualitativa da reflexão luminosa

O experimento “caixa de cores” (Figura 5.10) é constituído por uma câmara que possui em seu interior LEDs de alto brilho nas cores vermelha, verde, azul e branca e podem ser acionados individualmente por interruptores presentes do lado externo da caixa e estão cobertos com papel vegetal para difundir a luz.

Em um dos lados da câmara existe um orifício para visualizar as figuras coloridas que são colocadas do lado oposto, em seu interior. É sugerido que, para uma primeira discussão, sejam colocadas figuras com formas geométricas distintas nas cores-luz primárias vermelha, verde, azul e branca. O estudante deve observar as figuras, identificando suas cores de acordo com a luz incidente. Este experimento abre possibilidades para a discussão sobre a percepção das cores dos objetos. No Apêndice B.3 (Roteiro 3: Cores (parte I)), é possível ver uma sugestão mais detalhada de aplicação da “caixa de cores”.

Caso haja o interesse em aprofundar o tema e discutir sobre cores-luz secundárias, é possível colocar figuras distintas nas cores ciano, magenta e amarela e solicitar aos estudantes que anotem as cores observadas de acordo com as luzes que forem sendo acesas, tentando achar uma explicação lógica para isso.



Figura 5.10: Experimento “caixa de cores”.

5.2.3 Equipamento para análise qualitativa da transmissão luminosa

O “filtro de cores” (Figura 5.11) é um experimento que possibilita uma análise qualitativa sobre a transmissão da luz por filtros coloridos. Como filtro podem ser utilizadas lâminas de acrílico coloridas, preferencialmente nas cores vermelha e azul, por serem cores-luz primárias e, assim, facilitarem as discussões introdutórias. Cada filtro pode ser acoplado a um tubo feito de papel cartão, papelão ou até mesmo de plástico opaco e pintado de preto por dentro, formando um tipo de monóculo.

Além do monóculo, é necessário que se construa dois conjuntos de palavras ou figuras geométricas distintas nas cores vermelha, verde, azul e branca, um conjunto colado sobre uma folha branca e outro colado sobre uma folha preta (Figura 5.12).



Figura 5.11: Experimento “filtro de cores”.



Figura 5.12: Figuras coloridas para serem observadas através do "filtro de cores".

Deve ser solicitado ao estudante que faça observações através dos filtros, anotando os resultados obtidos e, em seguida, tentando achar uma explicação para o fenômeno observado.

A Figura 5.13 apresenta um conjunto de objetos observados sob luz branca.

A Figura 5.14 apresenta o mesmo conjunto de objetos observados através de um filtro vermelho sob luz branca. Os objetos que eram vistos inicialmente nas cores branca e vermelha, são agora observados na cor vermelha, enquanto os outros estão na cor preta. O efeito é bastante interessante, pois os objetos que eram percebidos em cores azul e verde sem o filtro, se tornaram pretos como o fundo, deixando de ser percebidos, quando o filtro vermelho é utilizado.

Efeito semelhante pode ser verificado ao se visualizar esse mesmo conjunto de objetos através de um filtro azul (Figura 5.15).

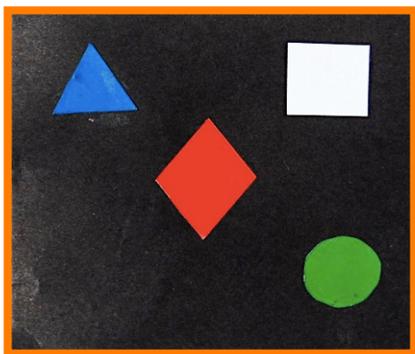


Figura 5.13: Imagens coloridas sob luz branca.

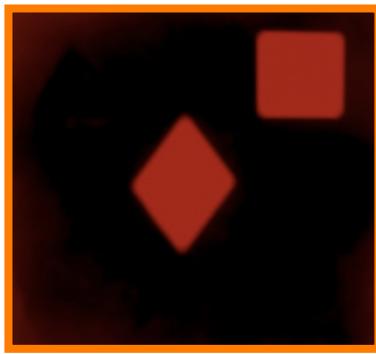


Figura 5.14: Imagens observadas através de um filtro vermelho.

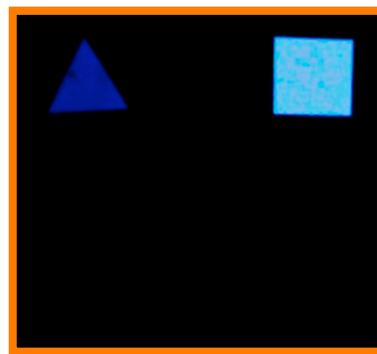


Figura 5.15: Imagens observadas através de um filtro azul.

5.2.4 Equipamento para análise quantitativa de transmitância e refletância luminosa utilizando o *Arduino*

O equipamento experimental descrito a seguir pode ser usado de duas maneiras distintas, serve para medir a taxa percentual tanto de transmissão como de reflexão luminosa. Seu princípio de funcionamento é baseado na comparação entre a intensidade luminosa incidente em um sensor de luz antes e depois de passar por um filtro ou de refletir em uma placa opaca.

Na Figura 5.16 é possível observar o experimento denominado “sensor de luz”. Na parte interna da caixa, em uma de suas laterais, existem dois LEDs de alto brilho, sendo um emissor de luz branca e outro do tipo RGB (abreviação do inglês para *Red*, *Green* e *Blue*), capaz de emitir as cores primárias da luz: vermelha, verde e azul. Em outras duas laterais internas da caixa foram colocados LDRs (*Light Dependent Resistor*), resistores que variam sua resistência de acordo com a intensidade luminosa e funcionam como sensores de luz.

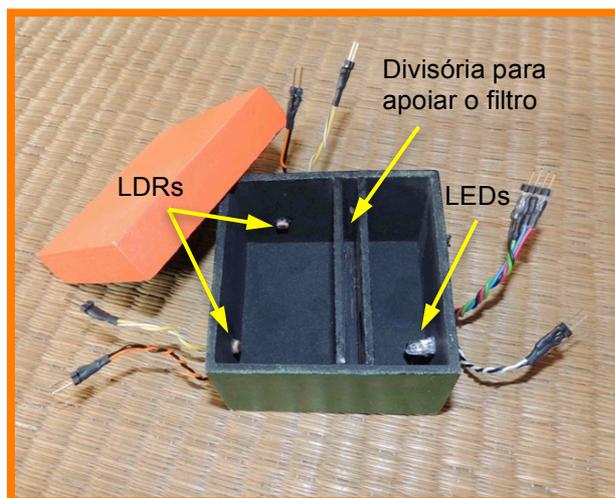


Figura 5.16: Experimento "sensor de luz".

O *Arduino* mede a queda de tensão entre os terminais do LDR, que pode ser correlacionada com sua resistência elétrica e, conseqüentemente, com a intensidade luminosa proveniente do LED. O desenvolvimento da equação que relaciona a intensidade luminosa, em lux, em função da resistência elétrica do LDR, em $k\Omega$, está detalhada no Apêndice C.2 (Intensidade luminosa em função da resistência elétrica de um LDR). O esquema completo do circuito elétrico está representado na Figura C.4 do Apêndice C.3 (Esquema do circuito elétrico para a construção do “sensor de luz”).

Para a coleta dos dados e análise dos resultados foram desenvolvidos quatro programas baseados em linguagem C/C++ no ambiente de desenvolvimento do próprio *Arduino*, que podem ser visualizados nos Apêndices C.4 (Código fonte para medir a taxa de reflexão luminosa da luz branca), C.5 (Código fonte para medir a taxa de transmissão luminosa da luz branca), C.6 (Código fonte para medir a taxa de reflexão luminosa das luzes de cores vermelha, verde e azul, individualmente) e C.7 (Código fonte para medir a taxa de transmissão luminosa das luzes de cores vermelha, verde e azul, individualmente). Cada um desses programas é responsável por medir as taxas de reflexão e de transmissão luminosa da luz branca e as taxas de reflexão e de transmissão das luzes vermelha, verde e azul. A análise da transmissão luminosa é feita colocando-se um filtro no suporte entre o LED e o LDR (Figura 5.17). Realizam-se medidas de tensão no LDR, uma sem o filtro e outra com o filtro, o programa, então, faz a comparação dos valores e lança na tela o resultado percentual de transmissão luminosa das cores correspondentes aos LEDs.

Utilizam-se como filtros peças de acrílico nas cores vermelha, verde e azul e, também, peças de acrílico transparente cobertas por películas automotivas ou arquitetônicas em diversos tons de cinza.

A análise da reflexão luminosa é realizada com a introdução de uma placa refletora posicionada como ilustra a Figura 5.18. Nesta nova configuração, utiliza-se o LDR que se encontra na parede lateral superior, pois o feixe de luz é desviado nessa direção ao ser refletido pela placa.

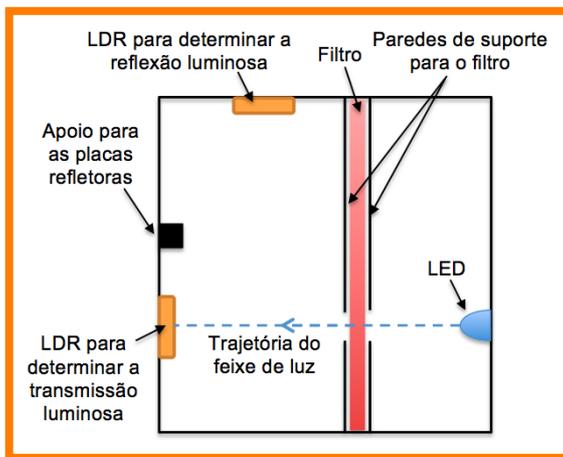


Figura 5.17: Esquema para a análise de transmissão luminosa.

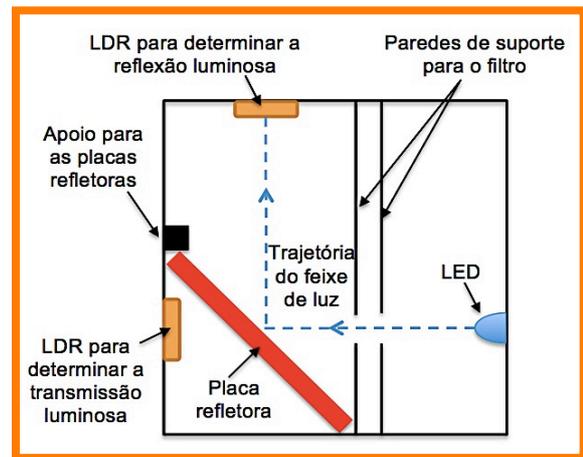


Figura 5.18: Esquema para a análise de reflexão luminosa.

5.2.5 Equipamento para o estudo comparativo da variação de temperatura de corpos coloridos submetidos à mesma exposição radiativa

Com o objetivo de fomentar a discussão sobre a absorção luminosa ou, de um modo mais amplo, a absorção radiativa e a variação da temperatura de um corpo gerada pela transformação de energia radiativa em térmica, projetou-se o experimento a seguir, que permite essa verificação em tempo real.

O aparato experimental para o estudo da variação de temperatura decorrente da absorção radiativa (Figura 5.19) é constituído de duas semiesferas metálicas pintadas internamente com cores distintas – uma preta e outra branca –, e uma lâmpada incandescente acoplada entre elas. O *Arduino* está conectado a dois sensores de temperatura do tipo LM35DZ que estão fixados atrás das semiesferas e, também, a um painel de LCD que informa em tempo real os valores registrados para a temperatura. O esquema detalhado do circuito

elétrico é apresentado no Apêndice C.8 (Esquema do circuito elétrico para a construção do “sensor de temperatura”).

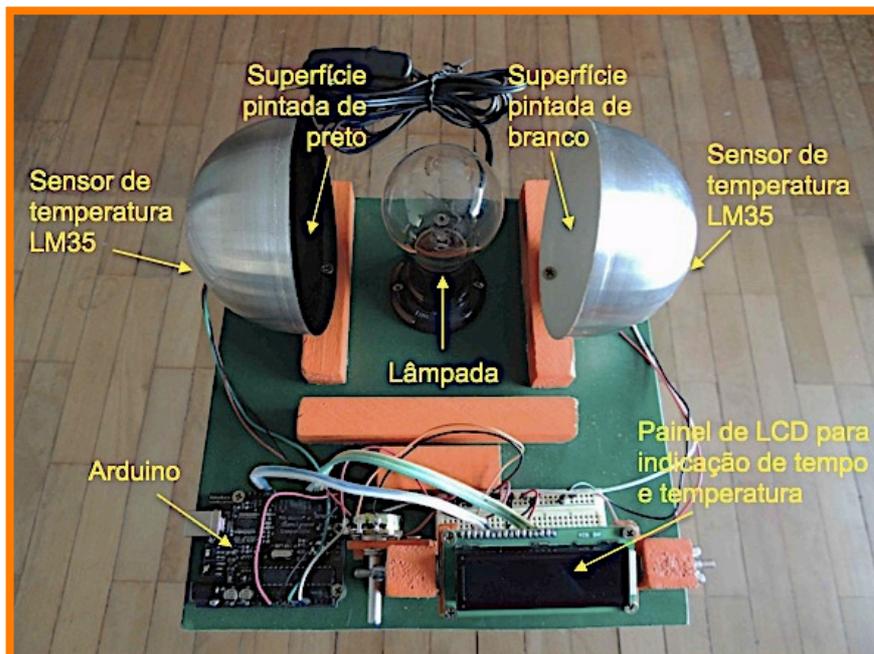


Figura 5.19: Experimento "sensor de temperatura".

Um programa simples (Apêndice C.9 – Código fonte para medir a temperatura de dois termômetros), que foi criado no próprio ambiente do *Arduino* e gravado no microcontrolador, permite que os dados sejam enviados e visualizados diretamente no computador (Figura 5.20).

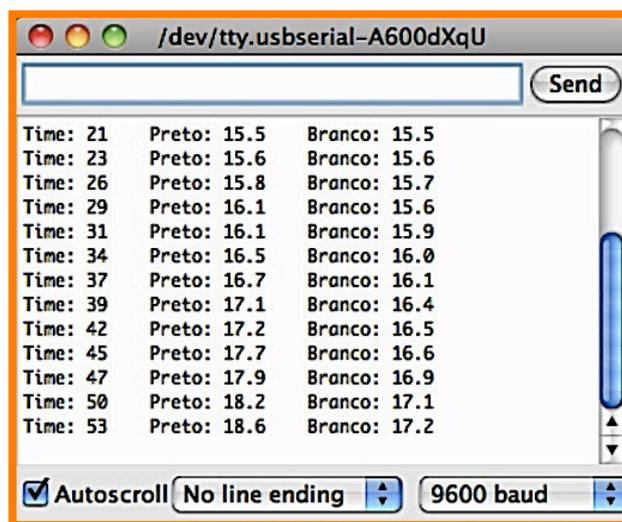


Figura 5.20: Dados de temperatura registrados pelo computador.

Um vídeo que apresenta este experimento em funcionamento está disponibilizado através do link <http://youtu.be/Av8OcTIQEeA>.

5.2.6 Equipamento para o estudo da mistura de luzes coloridas

O equipamento descrito a seguir, denominado “caixa de luzes” (Figura 5.21), faz parte dos dispositivos utilizados no estudo sobre as cores. Um exemplo de aplicação desse experimento pode ser observado integralmente no roteiro de aula apresentado no Apêndice B.4 (Roteiro 4: Cores (parte II)).

Trata-se de uma caixa contendo um LED do tipo RGB que pode ser conectado ao *Arduino* e ter a intensidade luminosa de cada cor controlada individualmente por meio da interface gráfica *Processing*. O esquema elétrico para a construção da “caixa de luzes” está detalhado no Apêndice C.10 (Esquema do circuito elétrico para a construção da “caixa de luzes”). A tampa da caixa contém um grande orifício encoberto por papel vegetal para promover a difusão da luz e permitir a mistura das cores.



Figura 5.21: Experimento “caixa de luzes”.

Para o funcionamento do experimento é necessário instalar inicialmente o programa descrito no Apêndice C.11 (Código fonte a ser instalado no *Arduino* para controlar a intensidade luminosa das cores de um LED RGB) na placa *Arduino* por meio do seu próprio ambiente de programação. Na sequência, deve-se fechar o programa do *Arduino*, abrir o ambiente de programação do *Processing* e executar o programa descrito no Apêndice C.12 (Código fonte a ser instalado no *Processing* para controlar a intensidade luminosa das cores de um LED RGB).

Este experimento permite o estudo da mistura das cores primárias para a luz, vermelha, verde e azul, de forma prática, permitindo uma melhor compreensão sobre o funcionamento de equipamentos tão comentados atualmente como, por exemplo, as TVs de LED.

Ao se executar o programa no *Processing* abre-se uma janela no monitor do computador onde é possível, por meio de um seletor deslizante, escolher o percentual da intensidade luminosa de cada cor (Figura 5.22). As informações são transmitidas instantaneamente para a “caixa de luzes”, que passa a emitir uma luz colorida resultante da mistura escolhida (Figura 5.23).

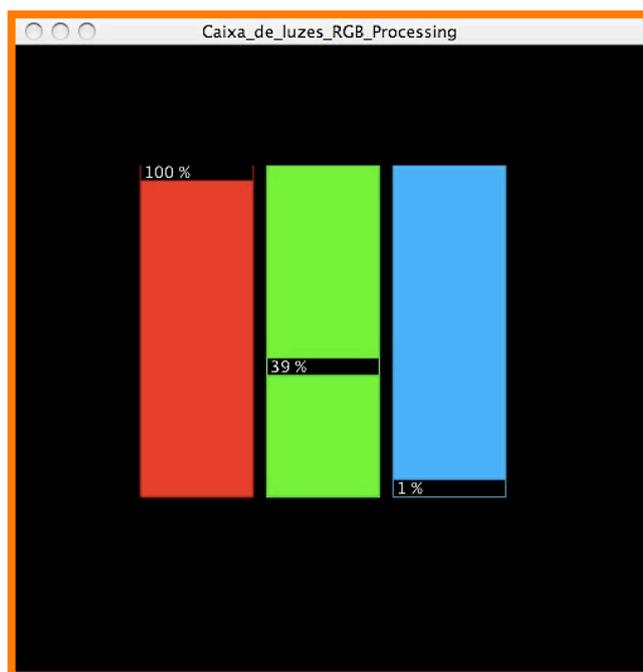


Figura 5.22: Janela do programa *Processing* para controle de cores de um LED RGB.



Figura 5.23: Experimento “caixa de luzes” em funcionamento.

5.3 Estimativa de custos para a construção dos equipamentos

Os custos apresentados na Tabela 5.1 referem-se ao kit de equipamentos necessário para um grupo de estudantes e foram estimados em julho de 2014, na cidade de São Paulo. Materiais como peças de acrílico coloridas, películas arquitetônicas ou automotivas, tinta para decoração, fios e ligas metálicas para solda, não foram contabilizados por serem provenientes de lixos recicláveis ou adquiridos por meio de doação.

Tabela 5.1: Custos dos experimentos construídos para este material instrucional.

Experimento	Material	Qtde.	Valor unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
	<i>Arduino Duemilanove</i>	1	60,00	60,00
“Sensor de luz”	LED de alto brilho RGB	1	3,00	3,00
	LED de alto brilho branco	1	2,20	2,20
	LDR	2	1,40	2,80
	Resistor	5	0,10	0,50
	Caixa para artesanato (5 cm x 5 cm x 4 cm)	1	3,40	3,40
	Peças de acrílico coloridas (retalhos)	3	doação	doação
	Películas arquitetônicas ou automotivas (retalhos)	3	doação	doação
	Papel cartão colorido (retalhos)	3	doação	doação
“Sensor de temperatura”	Painel de LCD (opcional)	1	18,00	18,00
	Sensor de temperatura LM35	2	5,40	10,80
	Semiesfera metálica ($\phi = 10$ cm)	2	4,45	8,90
	Conjunto de lâmpada, soquete e interruptor	1	11,80	11,80
	Tinta para metal	1	10,00	10,00
“Caixa de cores”	LED de alto brilho (vermelho, verde, azul)	3	1,80	5,40
	LED de alto brilho branco	1	2,20	2,20
	Caixa para artesanato (10 cm x 10 cm x 15 cm)	1	3,80	3,80
	Interruptor	4	3,40	13,60
	Suporte para 2 pilhas AA	1	2,60	2,60
	Pacote com duas pilhas AA	1	4,70	4,70
	Resistor (100 Ω)	1	0,10	0,10
“Caixa de luzes”	LED de alto brilho RGB	1	3,00	3,00
	Resistor (2 x 100 Ω e 1 x 150 Ω)	3	0,10	0,30
	Caixa para artesanato (5 cm x 5 cm x 5 cm)	1	0,90	0,90
Custo total (R\$)				168,00

5.4 Alguns cuidados para o bom desenvolvimento das atividades

Ao trabalhar nas aulas com propostas diversificadas, em especial as que utilizam recursos tecnológicos, o professor deve ficar atento a possíveis imprevistos, que podem comprometer o desenvolvimento da atividade. Com o intuito de minimizar tais acontecimentos, abaixo estão listadas algumas ações preventivas:

1. Testar previamente o funcionamento de todos os computadores, incluindo o acesso à internet ou à rede interna da escola;
2. Verificar se a configuração dos roteiros de aula não é alterada quando são abertos nos computadores usados pelos estudantes;
3. Testar o funcionamento dos *links* existentes nos roteiros. Se houver problemas de acesso a vídeos, simuladores ou outros arquivos disponíveis na rede, verificar a possibilidade de instalá-los diretamente no computador não se esquecendo, então, de alterar o caminho do *link*;
4. Verificar a instalação do *software Arduino* em todos os computadores testando o funcionamento das placas *Arduino* e demais equipamentos em cada um deles;
5. Ter alguns *pen drives* à mão com todos os arquivos de sua atividade, incluindo roteiros, vídeos e outros relacionados direta ou indiretamente ao tema da aula;
6. Planejar-se para fatos como: estudantes com dificuldades para manipular os equipamentos, problemas de acesso à rede (velocidade, qualidade de sinal), que podem alterar o ritmo da aula, fazendo com que a mesma se estenda além do esperado.

CAPÍTULO 6

IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

A implementação completa da proposta didática foi realizada no Colégio Hugo Sarmiento, uma escola particular de pequeno porte da capital paulista, com estudantes da 2ª série do Ensino Médio nos anos de 2013 e 2014. Ao todo foram 31 estudantes participantes, sendo 11 estudantes na turma de 2013 e 20, na turma de 2014.

A escola possui um laboratório de informática com 12 computadores a disposição dos estudantes, um laboratório de Física e projetores multimídia em todas as salas de aula. O acesso à internet pode ser feito via cabo nos computadores do laboratório de informática ou por transmissão sem fio em qualquer local da escola com acesso livre a todos.

O ano letivo, que se inicia na última semana de janeiro, é dividido em três trimestres, com 7 aulas diárias de 45 minutos de duração, sendo quatro aulas semanais de Física.

Não são adotados livros didáticos para as turmas do Ensino Médio, pois, a escola opta por um sistema apostilado de material didático específico para cada disciplina.

A proposta didática também foi parcialmente aplicada no Colégio São Domingos, uma escola de médio porte localizada na cidade de São Paulo, em três turmas da 2ª série do Ensino Médio, com média de 22 estudantes cada. Infelizmente, no meio do ano letivo a sala de informática foi desativada para dar espaço a novas salas de aula, forçando a interrupção da aplicação do projeto nessa escola.

Assim, todos os dados apresentados e analisados referem-se aos 31 estudantes da 2ª série do Colégio Hugo Sarmiento.

6.1 Relato das atividades desenvolvidas

A seguir é feito um relato sucinto sobre as atividades desenvolvidas durante a aplicação da proposta metodológica. São mencionadas apenas as aulas vinculadas à aplicação desta metodologia, porém, cabe notar que as atividades realizadas no laboratório de

informática foram intercaladas por aulas mais convencionais, direcionadas para a resolução de exercícios, correções de tarefas, demonstrações experimentais, discussões e exposições sobre o conteúdo.

As atividades experimentais desenvolvidas no laboratório de informática foram distribuídas ao longo de quatro roteiros dinâmicos, disponíveis no Apêndice B.

Enfatiza-se que os roteiros experimentais apresentados neste trabalho de mestrado abordam somente alguns temas relativos ao estudo da óptica. Portanto, servem apenas como referência, ficando a cargo do professor que deseja utilizá-los efetuar todas as alterações que julgar necessárias, para melhor adaptá-los aos seus propósitos.

Uma descrição geral sobre os principais conceitos e objetivos traçados para cada atividade experimental pode ser observado na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Atividades experimentais propostas e seus principais objetivos educacionais.

Atividade 1 - Roteiro 1: Algumas propriedades da luz	
Objetivos Conceituais	<ul style="list-style-type: none"> - classificar corpos luminosos e iluminados; - reconhecer os processos de reflexão, refração e absorção da luz; - associar a transformação de energia luminosa à outras formas de energia e vice-versa; - apropriar-se dos princípios da óptica geométrica: propagação retilínea, independência e reversibilidade dos raios luminosos.
Objetivos Procedimentais	<ul style="list-style-type: none"> - criar, acessar e utilizar o correio eletrônico; - acessar e compartilhar arquivos disponíveis em servidores <i>on-line</i>; - utilizar uma planilha de dados simultaneamente com outros colegas de classe.
Objetivos Atitudinais	<ul style="list-style-type: none"> - tornar-se consciente de outros serviços que são oferecidos na internet e como usá-los de forma adequada; - trabalhar em equipe; - opinar e respeitar a diversidade de opiniões;
Dispositivos utilizados	<ul style="list-style-type: none"> - computador com acesso à internet; - pasta de arquivos e planilha compartilhada <i>on-line</i> através do <i>Google Drive</i>; - <i>kit</i> de equipamentos contendo duas ponteiras laser com cores distintas, espelho plano, dióptro e superfície plana opaca pintada de preto fosco.

Atividade 2 - Roteiro 2: Reflexão, absorção e refração da luz	
Objetivos Conceituais	<ul style="list-style-type: none"> - reconhecer e diferenciar os processos de reflexão, refração e absorção da luz; - comparar o percentual de luz refletida, transmitida ou absorvida por um corpo medida por instrumentos com a sensação visual; - compreender que a luz é uma forma de energia e, quando absorvida por um corpo, pode se transformar em energia térmica; - apropriar-se dos princípios da óptica geométrica: propagação retilínea, independência e reversibilidade dos raios luminosos; - compreender conceitos básicos sobre sensores analógicos e digitais.
Objetivos Procedimentais	<ul style="list-style-type: none"> - acessar e compartilhar arquivos disponíveis no <i>Google Drive</i>; - operar o <i>Arduino</i> para coletar dados; - analisar e interpretar os resultados obtidos; - ler diagramas elétricos e conectar os dispositivos ao <i>Arduino</i>.
Objetivos Atitudinais	<ul style="list-style-type: none"> - tornar-se consciente de outros serviços que são oferecidos na internet e como usá-los de forma adequada; - trabalhar em equipe; - opinar e respeitar a diversidade de opiniões; - ficar atento aos procedimentos experimentais; - preocupar-se com a atividade proposta, sem desviar a atenção com outras informações disponibilizadas na internet.
Dispositivos utilizados	<ul style="list-style-type: none"> - computador com acesso à internet; - pasta de arquivos e planilha compartilhada <i>on-line</i> através do <i>Google Drive</i>; - Placa <i>Arduino</i> modelo <i>Duemilanove</i>, <i>Uno</i> ou outra versão; - Experimento “sensor de luz”; - Experimento “sensor de temperatura”; - <i>kit</i> de equipamentos contendo filtros solares com diversas taxas de transmitância e placas opacas nas cores branca, preta e diversos tons de cinza.
Atividade 3 - Roteiro 3: Cores (parte I)	
Objetivos Conceituais	<ul style="list-style-type: none"> - compreender o processo de absorção e reflexão de luzes coloridas; - compreender o funcionamento dos filtros luminosos monocromáticos; - reconhecer os processos de reflexão, refração e absorção da luz; - prever os resultados da interação luz-matéria, no que diz respeito a cores.
Objetivos Procedimentais	<ul style="list-style-type: none"> - acessar e compartilhar arquivos disponíveis no <i>Google Drive</i>; - operar o <i>Arduino</i> para coletar dados; - analisar e interpretar os resultados obtidos; - ler diagramas elétricos e conectar os dispositivos ao <i>Arduino</i>; - fora do ambiente escolar, obter fotografias utilizando câmera digital e inseri-las ao roteiro.

Objetivos Atitudinais	<ul style="list-style-type: none"> - tornar-se consciente de outros serviços que são oferecidos na internet e como usá-los de forma adequada; - trabalhar em equipe; - opinar e respeitar a diversidade de opiniões; - ficar atento aos procedimentos experimentais; - preocupar-se com a atividade proposta, sem desviar a atenção com outras informações disponibilizadas na internet.
Dispositivos utilizados	<ul style="list-style-type: none"> - computador com acesso à internet; - pasta de arquivos e planilha compartilhada <i>on-line</i> através do <i>Google Drive</i>; - Placa <i>Arduino</i> modelo <i>Duemilanove</i>, <i>Uno</i> ou outra versão; - Experimento “caixa de cores”; - Experimento “sensor de luz”; - Experimento “filtro de cores”; - <i>kit</i> de equipamentos contendo filtros monocromáticos nas cores vermelha, verde e azul e placas opacas nas cores branca, vermelha, verde, azul e preta.
Atividade 4 - Roteiro 4: Cores (parte II)	
Objetivos Conceituais	<ul style="list-style-type: none"> - diferenciar cor-luz de cor-pigmento; - identificar as cores primárias e secundárias para luz e pigmentos; - compreender o funcionamento do sistema de mistura de cores RGB e CMYK.
Objetivos Procedimentais	<ul style="list-style-type: none"> - acessar e compartilhar arquivos disponíveis no <i>Google Drive</i>; - operar o <i>Arduino</i> para controlar dispositivos; - operar o <i>Processing</i> para manipular graficamente os dispositivos; - analisar e interpretar os resultados obtidos; - ler diagramas elétricos e conectar os dispositivos ao <i>Arduino</i>; - operar um simulador <i>on-line</i>.
Objetivos Atitudinais	<ul style="list-style-type: none"> - conhecer programas e aplicativos disponibilizados na internet para simulações de fenômenos físicos; - trabalhar em equipe; - opinar e respeitar a diversidade de opiniões; - ficar atento aos procedimentos experimentais; - preocupar-se com a atividade proposta, sem desviar a atenção com outras informações disponibilizadas na internet.
Dispositivos utilizados	<ul style="list-style-type: none"> - computador com acesso à internet; - pasta de arquivos e planilha compartilhada <i>on-line</i> através do <i>Google Drive</i>; - Placa <i>Arduino</i> modelo <i>Duemilanove</i>, <i>Uno</i> ou outra versão; - Experimento “caixa de luz”; - <i>kit</i> de equipamentos contendo tinta nas cores vermelha, verde, azul, ciano, magenta e amarela, folha de papel sulfite, pincéis e copos descartáveis.

6.1.1 Aula inicial: aplicação de questionário e pré-teste

Antes de iniciar os estudos sobre óptica, os estudantes foram informados sobre a aplicação de uma nova proposta metodológica e receberam um questionário contendo perguntas sobre sua familiaridade e forma de utilização de alguns recursos tecnológicos e computacionais, tais como acesso à internet e *softwares* mais utilizados. Este questionário foi aplicado com a intenção de traçar um perfil, ainda que sem grande aprofundamento, das duas turmas.

Ainda no mesmo dia, foi aplicado um pré-teste sobre óptica com a finalidade de verificar o conhecimento prévio dos estudantes a respeito do assunto e, também, para fazer um comparativo com o pós-teste a ser realizado no último dia de aplicação dessa proposta pedagógica.

É importante ressaltar que todos os estudantes que fizeram os testes já haviam participado de aulas introdutórias sobre óptica no 9º ano do Ensino Fundamental e que também possuíam alguma familiaridade com a disciplina de Física por já estarem cursando a 2ª série do Ensino Médio no momento da aplicação da proposta pedagógica.

Observa-se que, em ambas as turmas, os estudantes dispuseram de duas aulas consecutivas de 45 minutos cada para responder ao questionário e ao pré-teste.

Também é interessante narrar a curiosidade que os estudantes demonstraram, durante as aulas do curso, em verificar a correção dos testes realizados, que só foi revelada ao final da aplicação da proposta didática.

Os resultados do questionário e dos testes aplicados estão detalhados no Capítulo 7.

6.1.2 Primeira atividade no laboratório de informática

Antes de serem realizadas quaisquer atividades no laboratório de informática, foi apresentada uma explicação sobre o *Arduino* e, também, sobre a computação em nuvem.

Sobre o *Arduino* foram exemplificadas algumas aplicações e outras possibilidades comumente vinculadas à robótica e ao controle de máquinas. Foi uma abordagem rápida,

inferior a dez minutos, onde não foi dada qualquer especificação sobre a placa *Arduino* por não ser esse o foco da aula.

De uma forma também geral e simplificada, foi discutido sobre o armazenamento e o compartilhamento de arquivos em servidores interligados por meio da internet. Pouquíssimos estudantes conheciam algo sobre o assunto e, quase nenhum deles já havia usado qualquer recurso dessa natureza na internet, que estão integrados a conhecida computação em nuvem (*cloud computing*).

Na sequência os estudantes foram encaminhados ao laboratório de informática para realizarem a primeira atividade, que abordou os princípios da óptica geométrica e encontra-se disponível no Apêndice B.1 (Roteiro 1: Algumas propriedades da luz). Esta primeira atividade não envolveu o uso do *Arduino*, pois o objetivo principal era fazer os estudantes se familiarizem com os recursos da computação em nuvem.

O roteiro de atividades foi inserido em uma pasta do *Google Drive*⁵, um servidor *on-line* gratuito, vinculada a uma conta criada pelo professor. Esta pasta pode ser compartilhada com qualquer pessoa que possua uma caixa de correio eletrônico, em outras palavras, um endereço de *e-mail*.

Portanto, para que os estudantes tivessem acesso ao material, foi necessário encaminhar um convite por *e-mail* a cada um deles. Esse convite foi enviado automaticamente no momento em que o professor cadastrou o endereço eletrônico do estudante, autorizando o compartilhamento da pasta que contém a atividade.

A complexidade desta primeira tarefa não consistiu em executar as questões contidas no roteiro de atividades, mas, sim, nos procedimentos necessários para acessar e realizar o *download* e o *upload* do arquivo no servidor *on-line*.

A primeira dificuldade foi em acessar a conta de *e-mail*. Apesar de a maioria dos estudantes afirmar possuir algum endereço eletrônico, grande parte deles não se lembrava da senha de acesso, precisando recorrer a criação de uma nova conta.

⁵ Roteiro de atividade disponível em: <http://goo.gl/UkjpPS> . Acesso em: 13 set. 2014.

Após receberem o convite de acesso à pasta compartilhada, levaram bastante tempo para que se adaptassem às ferramentas oferecidas pelo *Google Drive*, principalmente para efetuar o *download* do arquivo e achá-lo em seu computador.

Os estudantes se reuniram em duplas ou trios para responderem às questões, e não tiveram grandes problemas para executar os procedimentos descritos no roteiro.

Uma das primeiras tarefas consistia em opinar a respeito de corpos luminosos e iluminados por meio do preenchimento de uma planilha compartilhada no *Google Drive* (Quadro 6.1). O fato de ser um preenchimento simultâneo gerou surpresa e interesse por parte dos estudantes, permitindo uma breve discussão sobre as possibilidades dessa ferramenta, como, por exemplo, a produção de trabalhos colaborativos à distância.

Equipe	Elementos que produzem luz	Elementos que são sensíveis à luz	Elementos que permitem a passagem de luz
Maria, Natália e Tais	Sol	Olhos	Vidro
	Lâmpada	Plantas (folhas)	Água
	Fogo	Papel fotossensível	Lentes
	Estrelas		Plástico
	Aparelhos eletrônicos		Cristais
Laura C., Olívia e Luiza	Vagalumes e animais bioluminescentes	Alguns cogumelos	Água e alguns líquidos
	Sol	Plantas	Papel
	Lâmpada	Cristais	Vidro
	Fogo	Objetos fotossensíveis	Alguns tecidos
		Olhos	Lente de câmera
			Lente de contato

Quadro 6.1: Informações inseridas na planilha compartilhada no *Google Drive* por parte dos estudantes.

O resgate das respostas atribuídas nessa planilha foi realizado ao final da aula, quando a mesma foi projetada sobre um telão para promover um debate sobre o assunto, com a finalidade de consolidar os conceitos abordados.

Na sequência os estudantes realizaram algumas atividades práticas para averiguar os princípios da óptica geométrica, sempre intercaladas por questões relacionadas ao assunto.

Ao final do roteiro, no tópico “Para saber mais...”, os estudantes foram instruídos a assistirem um rápido vídeo sobre a refração da luz. Para escutar o áudio do vídeo, muitos

estudantes utilizaram os próprios fones de ouvido, dispensando os que foram disponibilizados pela escola.

Durante a execução do roteiro, os estudantes salvaram o arquivo no próprio computador. Ao terminarem a tarefa, apresentaram novamente bastante dificuldade para enviar o arquivo para a pasta contida no *Google Drive*. Alguns grupos que não conseguiram realizar o *upload* do arquivo ao final da aula, devido a falhas de conexão com a internet ou falta de tempo, voltaram ao laboratório de informática durante o horário de intervalo para terminar a postagem.

Ao todo, esta primeira atividade prática foi desenvolvida em duas aulas consecutivas de 45 minutos. Em nenhum momento foi percebido o desvio de atenção dos estudantes com atividades alheias, como a visita a *sites* inoportunos.

Um fato curioso, constatado durante a aplicação dessa atividade, é que a maioria dos estudantes não utiliza serviços de *e-mail*. A troca de arquivos, assim como a comunicação a distância entre eles, é feita por meio das redes sociais, como o *Facebook*.

6.1.3 Segunda atividade no laboratório de informática

No retorno ao laboratório de informática para a execução do segunda atividade experimental (Apêndice B.2 – Roteiro 2: Reflexão, absorção e refração da luz), os estudantes, mais uma vez, tiveram dificuldades para acessar o roteiro de aula presente na pasta do *Google Drive*. Alguns se esqueceram da senha de acesso do *e-mail*, sendo obrigados a criarem uma nova conta.

As atividades contidas nesse roteiro estão relacionadas com os processos de transmissão, reflexão e absorção da luz e requerem o uso do *Arduino* para a realização das medidas experimentais.

Os estudantes, reunidos novamente em duplas ou trios, receberam um *kit* contendo um *Arduino*, um “sensor de luz”, filtros em diversos tons de cinza e placas opacas nas cores branca, preta, espelhada e vários tons de cinza, para funcionarem como refletores (Figura 6.1).

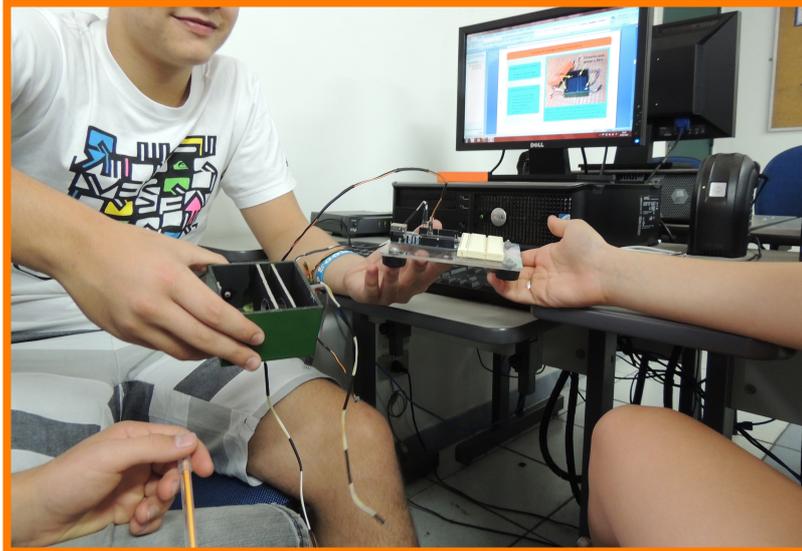


Figura 6.1: Grupo de estudantes trabalhando com o experimento “sensor de luz” conectado ao *Arduino*.

Antes de iniciarem as medições, os estudantes receberam informações mais detalhadas sobre a placa *Arduino*, em especial sobre as portas analógicas, digitais e de tensão (5V e GND) e sobre o procedimento de programação e de medida dos dados. Também, para responder aos questionamentos dos estudantes, foi feita uma abordagem sobre as possibilidades de aplicação do *Arduino* no cotidiano.

A primeira atividade do roteiro consistiu em realizar uma análise qualitativa e quantitativa sobre a transmissão luminosa por películas arquitetônicas/automotivas. A proposta foi confrontar a percepção visual com as informações técnicas e dados medidos acerca do percentual de luz transmitida.

Após observarem as películas e anotarem os valores percentuais de transmissão luminosa de cada película baseados em suas sensações, os estudantes seguiram os procedimentos apresentados nos roteiros para elaborar as medidas com o *Arduino*.

Fizeram, sem grandes dificuldades, o *download* do programa de medição e as conexões elétricas do “sensor de luz” no *Arduino*.

Durante a execução das atividades, os estudantes mostraram muito interesse em entender o modo de operação do *Arduino* e em compreender a função e o funcionamento de cada componente elétrico do circuito associado ao “sensor de luz”.

Um debate muito interessante e significativo surgiu devido a grande surpresa que tiveram ao notar, na maioria dos casos, a grande diferença entre os dados registrados pelo *Arduino* e os que foram anotados anteriormente, baseados em suas percepções visuais.

Na sequência, os estudantes alteraram as conexões e a programação do *Arduino* com bastante facilidade para realizar o experimento de reflexão luminosa, que foi baseada nos mesmos moldes da atividade anterior.

O último experimento do roteiro, sobre absorção da luz, utiliza o “sensor de temperatura” para analisar a influência da cor de um objeto na variação de sua temperatura ao ser irradiado.

O único equipamento experimental construído foi mostrado aos estudantes, que tiveram a possibilidade de manuseá-lo. Porém, a atividade desenvolvida foi realizada a partir da análise de um vídeo desse experimento em funcionamento, que está disponibilizado na internet⁶.

Para terminar a atividade, realizada em duas aulas consecutivas, os estudantes assistiram a um vídeo⁷ sobre os riscos e os benefícios da utilização de películas automotivas e os aspectos legais de seu uso no território brasileiro.

A realização desses experimentos rendeu boas discussões conceituais sobre o assunto nas aulas posteriores.

6.1.4 Terceira atividade no laboratório de informática

Na terceira visita ao laboratório de informática os estudantes se mostraram mais adaptados aos procedimentos de *download* e *upload* dos arquivos contidos na pasta do *Google Drive*. Aqueles que haviam se esquecido das senhas de acesso nas aulas anteriores, afirmaram tê-las anotado em um local seguro a fim de não enfrentarem os mesmos problemas novamente.

⁶ O vídeo do experimento encontra-se disponível em <http://goo.gl/GOQ0Dg>. Acesso em: 13 set. 2014.

⁷ Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=Avd-0IV3qeI>. Acesso em: 13 set. 2014.

Nesta aula os estudantes se reuniram em grupos de duas a quatro pessoas e trabalharam os conteúdos apresentados no Roteiro 3 (Apêndice B.3 – Roteiro 3: Cores (parte I)), que se referem ao estudo das cores dos corpos (Figura 6.2).

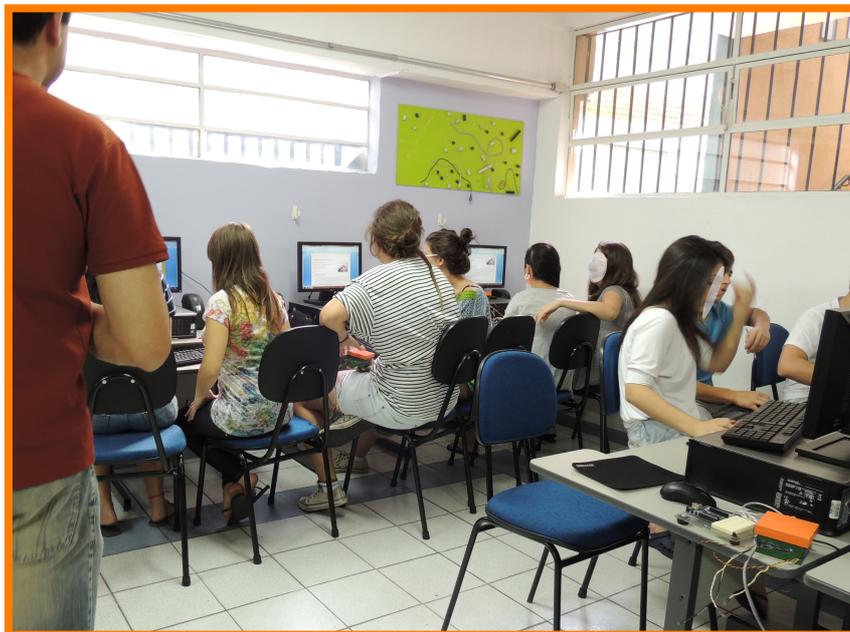


Figura 6.2: Estudantes no laboratório de informática trabalhando as atividades do Roteiro 3.

Na primeira atividade os estudantes utilizaram o experimento “caixa de cores” para analisar qualitativamente como são percebidas as cores de figuras submetidas à ambientes iluminados por luzes coloridas e, na sequência, justificar as observações com base nos conceitos de reflexão e absorção luminosa trabalhados nas aulas anteriores.

Cada “caixa de cores” continha em seu interior figuras geométricas distintas que, sob luz branca, se apresentavam nas cores branca, vermelha, verde e azul.

Os estudantes foram instruídos a acender os LEDs presentes na “caixa de cores”, um de cada vez, registrando em seguida suas observações em uma tabela. O Quadro 6.2 apresenta os resultados anotados por um dos grupos.

Figura	Sem luz	Luz vermelha	Luz verde	Luz azul	Luz branca
Losango	Preto	Vermelho	Preto	Preto	Vermelho
Círculo	Preto	Preto	Verde	Verde escuro	Verde
Triângulo	Preto	Preto	Azul	Azul	Azul
Quadrado	Preto	Vermelho claro	Verde claro	Azul claro	Branco

Quadro 6.2: Registro dos resultados observados através da “caixa de cores” por um grupo de estudantes.

As observações realizadas, acrescidas das questões subsequentes do roteiro, contribuíram para uma análise detalhada sobre o processo de reflexão e absorção da luz e uma discussão muito rica sobre a cor apresentada por um corpo.

Apenas com essa avaliação qualitativa, a maioria dos estudantes chegou à conclusão de que um corpo visto como vermelho sob luz natural, por continuar apresentando-se vermelho quando é iluminado pelo LED vermelho, tem a capacidade de refletir a luz vermelha. E este mesmo corpo, por apresentar-se preto quando é iluminado pelo LED azul, não reflete a luz azul e, portanto, a absorve. Fenômeno que se repete para a luz verde.

No entanto, uma análise semelhante não foi extrapolada por todos os estudantes para corpos que apresentam outras cores quando expostos à luz natural. Tomando como referência os resultados das observações que foram apresentados no Quadro 6.2, é possível perceber que a figura em formato de círculo, que é verde sob luz branca, manteve-se verde no momento em que foi iluminada por um LED verde. Porém, aparentou ser de cor denominada pelos estudantes como verde escuro ao ser iluminada por luz azul, quando, em uma situação considerada ideal, deveria aparecer na cor preta.

A execução do experimento que vem na sequência do roteiro, onde se utiliza o *Arduino* em conjunto com o “sensor de luz”, possibilitou uma discussão mais aprofundada sobre a parcela de luz colorida que é refletida por um corpo.

Esse segundo experimento permitiu que os estudantes determinassem a taxa percentual de reflexão das luzes vermelha, verde e azul, incidentes sobre corpos que apresentam essas mesmas cores quando estão sob iluminação natural.

A possibilidade de comparação entre uma situação real, exemplificada pelos dados registrados por um grupo de estudantes (mostrados no Quadro 6.2), com uma situação ideal, onde as observações realizadas deveriam condizer com as respostas mostradas no Quadro 6.3, permitiu um aprofundamento sobre o tema, que raramente é realizado nas aulas do Ensino Básico.

Figura	Sem luz	Luz vermelha	Luz verde	Luz azul	Luz branca
Losango	Preto	Vermelho	Preto	Preto	Vermelho
Círculo	Preto	Preto	Verde	Preto	Verde
Triângulo	Preto	Preto	Preto	Azul	Azul
Quadrado	Preto	Vermelho	Verde	Azul	Branco

Quadro 6.3: Registro de dados esperados em casos considerados ideais.

Através das medidas realizadas com o *Arduino*, os estudantes puderam elaborar uma análise quantitativa da reflexão luminosa. Conseguiram perceber que, na prática, um corpo pode refletir luzes de várias cores com diferentes intensidades. O Quadro 6.4 mostra os dados coletados por um grupo de estudantes e que foram registrados pelo *Arduino* através do experimento “sensor de luz”. Por meio desses registros os estudantes notaram, por exemplo, que um determinado corpo que nos parece verde quando está sob iluminação natural, reflete uma grande parcela da luz verde incidente sobre ele, como também reflete parcelas menores, porém significativas, de outras cores.

Placa	Taxa de reflexão medida com o <i>Arduino</i> (%)		
	Luz vermelha	Luz verde	Luz azul
Vermelha	88,9 %	2,6 %	2,5%
Verde	15,4 %	61,7 %	42,5 %
Azul	0	14 %	65,9 %

Quadro 6.4: Taxa percentual de reflexão de luzes coloridas registrada com o *Arduino* por um grupo de estudantes.

Esse experimento quantitativo realizado com o *Arduino* complementou o experimento anterior, que fora analisado qualitativamente, permitindo que os estudantes chegassem a conclusões lógicas, cientificamente aceitas, sobre o motivo de alguns corpos não apresentarem as cores previstas teoricamente quando iluminados por uma cor específica.

Na atividade experimental seguinte os estudantes utilizaram o sensor de luz para determinar o índice percentual de transmissão luminosa de filtros nas cores vermelha, verde e azul.

Mesmo estando indicado nas instruções do roteiro da atividade sobre a necessidade de trocar o programa inserido no *Arduino* para a realização das novas medidas, alguns grupos se esqueceram desse procedimento e obtiveram resultados incoerentes. No entanto, os próprios estudantes identificaram o erro e, com isso, tiveram a oportunidade de compreender melhor o esquema experimental construído com o *Arduino*.

O Quadro 6.5 apresenta uma tabela com os resultados da transmissão das luzes vermelha, verde e azul por filtros de mesmas cores que foram registrados por um dos grupos.

Filtro	Taxa de transmissão luminosa medida com o Arduino (%)		
	Luz vermelha	Luz verde	Luz azul
Vermelho	93.1 %	4.2 %	3.0 %
Verde	16.9 %	58.2 %	37.3 %
Azul	0.0 %	11.4 %	66.6 %

Quadro 6.5: Taxa percentual de transmissão luminosa por filtros coloridos registrada com o Arduino por um grupo de estudantes.

Diante de tais resultados, foi travada uma nova discussão comparativa entre situações reais e ideais acerca da transmissão luminosa por filtros coloridos.

Os estudantes prosseguiram com o roteiro respondendo à diversas questões que tinham por finalidade ampliar o repertório relacionado ao tema.

Uma atividade extraclasse foi incluída complementando este roteiro com a intenção de promover a retomada dos conceitos trabalhados durante a aula. Uma das tarefas constituiu em tirar fotografias de objetos com e sem a utilização de filtros coloridos que foram fornecidos pelo professor. Em seguida, os estudantes precisaram salvar as imagens em um espaço destinado a elas no roteiro e explicar o motivo para as diferenças visuais observadas. A Figura 6.3 apresenta as fotos e a explicação de um dos grupos participantes.

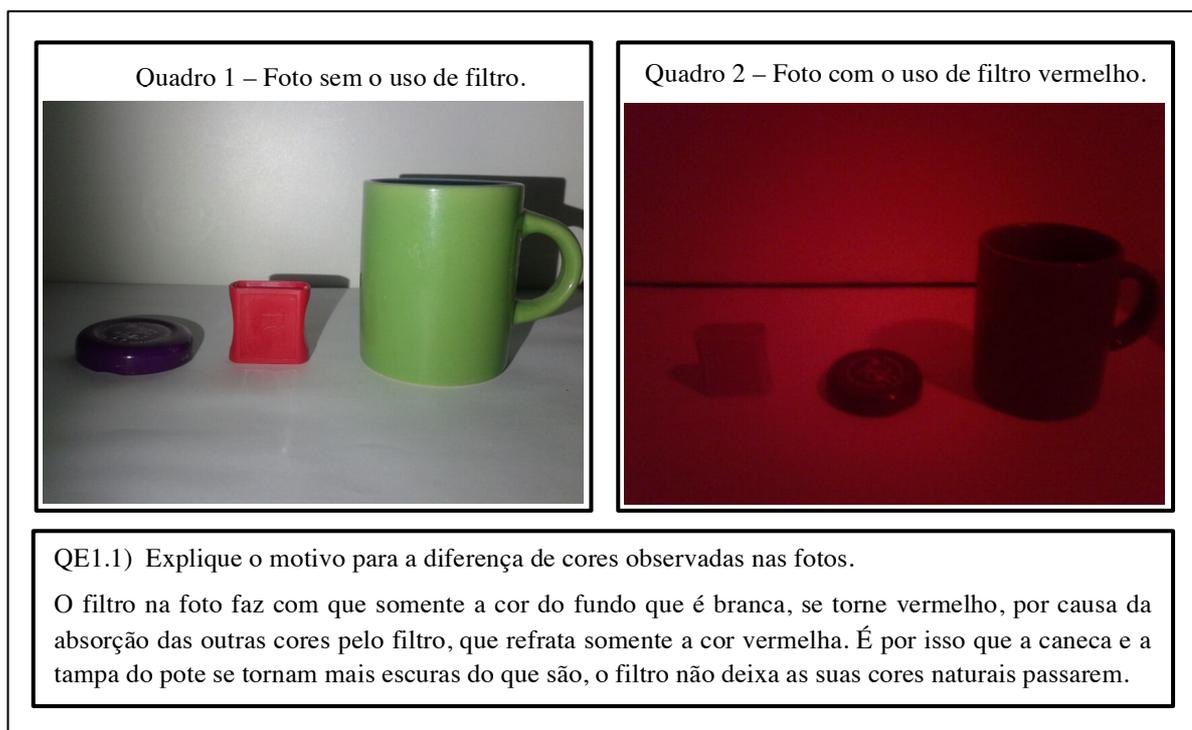


Figura 6.3: Tarefa de um grupo de estudantes, na qual tiraram fotos de objetos com e sem o uso de um filtro vermelho e depois explicaram o fenômeno observado.

Na outra tarefa os estudantes foram instruídos a tirar fotografias de objetos em um ambiente iluminado por luzes de cores diferentes. Para isso, utilizaram aplicativos de lanterna para dispositivos móveis, como celulares e *tablets*, onde é possível escolher facilmente a cor da luz desejada. O restante do procedimento seguiu de forma semelhante ao da tarefa anterior. A Figura 6.4 mostra o trabalho de outro grupo de estudantes.

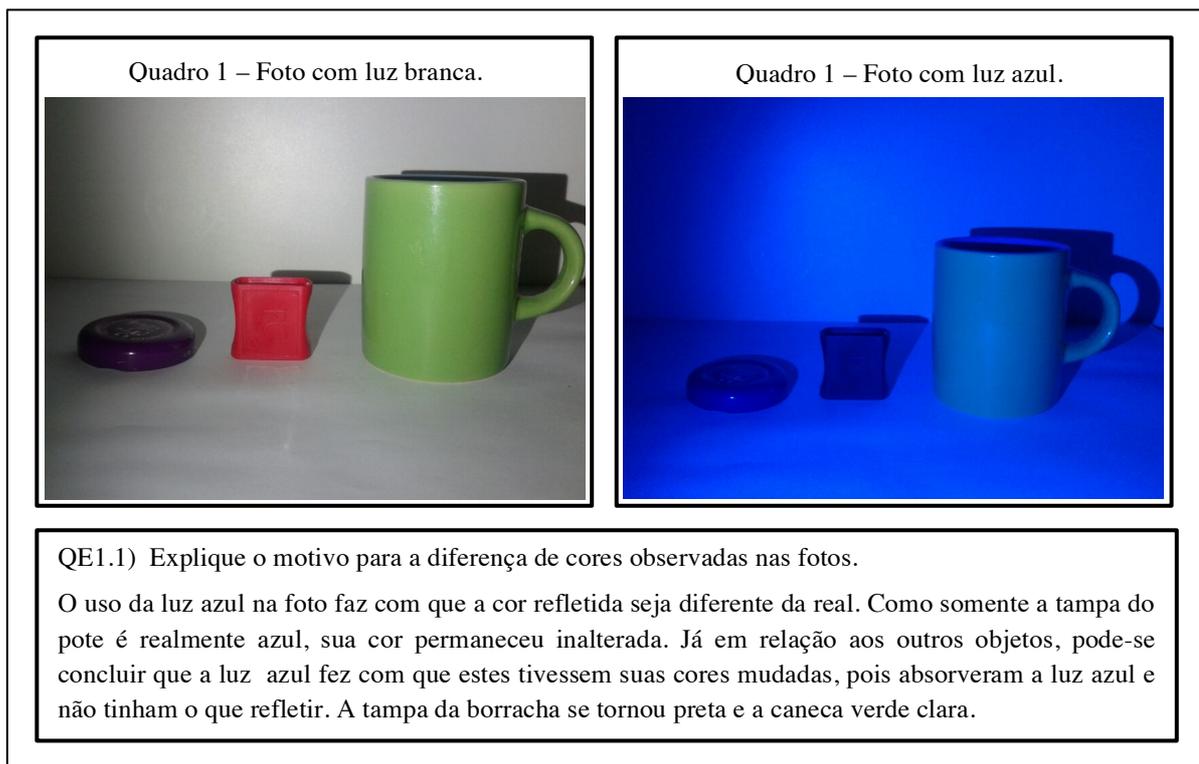


Figura 6.4: Tarefa de um grupo de estudantes onde obtiveram fotografias de objetos iluminados com luz branca e com luz azul e, na sequência, explicaram o fenômeno observado.

A atividade experimental foi realizada em duas aulas consecutivas, sendo que a tarefa extraclasse e as questões contidas no roteiro foram retomadas em aulas posteriores com a finalidade de corrigir, aprimorar e complementar as respostas fornecidas pelos estudantes.

6.1.5 Quarta atividade no laboratório de informática

A última atividade experimental realizada no laboratório de informática deu continuidade ao estudo das cores, com destaque para os conceitos sobre cor-luz e cor-pigmento. O roteiro de atividades dessa aula encontra-se no Apêndice B.4 (Roteiro 4: Cores (parte II)).

Para a realização do primeiro experimento, sobre mistura de cores-luz, os estudantes utilizaram um *kit* composto por um *Arduino* e uma “caixa de luzes”. Sem dificuldades, os estudantes instalaram o programa indicado no *Arduino* e, seguindo as instruções do roteiro, o operaram através do *software Processing*.

O programa executado no *Processing* permitiu, por meio de uma barra de rolagem gráfica criada na tela do computador, que os estudantes controlassem facilmente a intensidade luminosa dos três LEDs – vermelho, verde e azul – da caixa de luzes. Com isso verificaram as cores resultantes das misturas das luzes de cores primárias. O Quadro 6.6 mostra a tabela de resultados que um grupo de estudantes obteve ao realizar tais misturas.

VERMELHO (100%)	+	VERDE (100%)	=	Amarelo		
VERMELHO (100%)	+	AZUL (100%)	=	Magenta		
VERDE (100%)	+	AZUL (100%)	=	Ciano		
VERMELHO	+	VERDE	+	AZUL	=	Branco

Quadro 6.6: Tabela de resultados obtidos por um grupo de estudantes após as misturas de cores-luz indicadas.

Na sequência os estudantes usaram tintas coloridas para efetuar a mistura de pigmentos e verificar que o resultado não é o mesmo da mistura de cores-luz.

Somente após a execução dessas duas práticas que os estudantes se depararam com um texto teórico, contido no próprio roteiro de atividades, discorrendo sobre os dois sistemas de misturas de cores, denominados comumente por *RGB* e *CMYK*.

Em seguida, responderam a uma série de questões relativas ao tema e finalizaram as atividades manipulando um aplicativo que simula a visão colorida⁸ e é disponibilizado gratuitamente na internet pela Universidade do Colorado.

⁸ O simulador pode ser obtido em <http://phet.colorado.edu/pt/simulation/color-vision>. Acesso em: 13 set. 2014.

CAPÍTULO 7

RESULTADOS E DISCUSSÃO

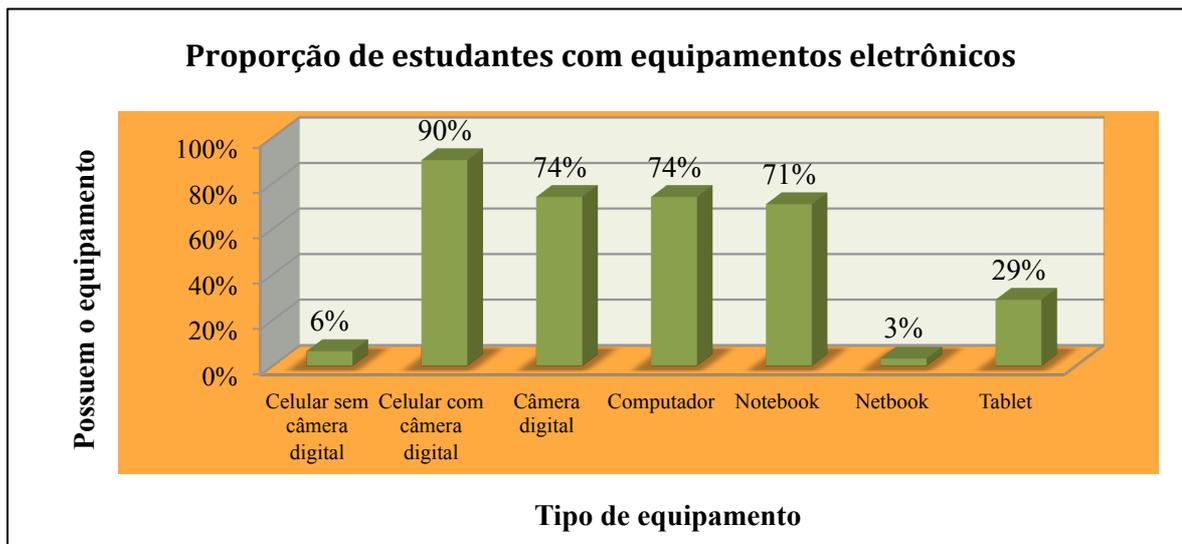
Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação do pré-teste e do pós-teste referente aos conhecimentos de óptica geométrica. Também serão apresentados os resultados do questionário sobre o conhecimento e o envolvimento dos estudantes com alguns equipamentos eletrônicos.

7.1 Análise estatística dos resultados obtidos na aplicação do questionário sobre conhecimentos de informática e acesso aos equipamentos eletrônicos

No primeiro dia de aula, antes de iniciar as atividades práticas com os estudantes, foi aplicado um questionário (Apêndice A.1 – Questionário aplicado para caracterizar as turmas com relação ao uso da informática) que teve por objetivo conhecer um pouco mais sobre o envolvimento dos estudantes com os equipamentos eletrônicos, em especial as ferramentas computacionais.

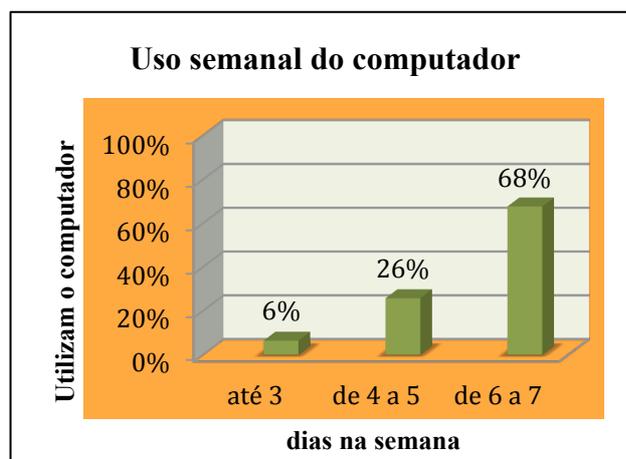
A seguir são apresentadas as análises de cada uma das questões respondidas por este grupo composto de 31 estudantes, sendo que as respostas individuais podem ser encontradas no Apêndice D.1 (Tabela de resultados individuais do questionário sobre conhecimentos de informática).

O Quadro 7.1 apresenta o resultado percentual dos equipamentos que os estudantes afirmam possuir e ter acesso.

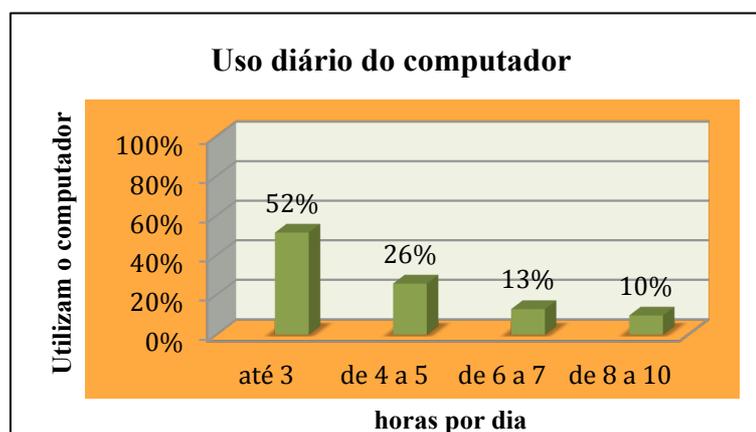


Quadro 7.1: Proporção de estudantes que afirmam possuir determinados equipamentos eletrônicos.

O Quadro 7.2 informa o número de dias em que o computador é utilizado pelos estudantes no período de uma semana e o Quadro 7.3 o número de horas diárias de uso do equipamento.

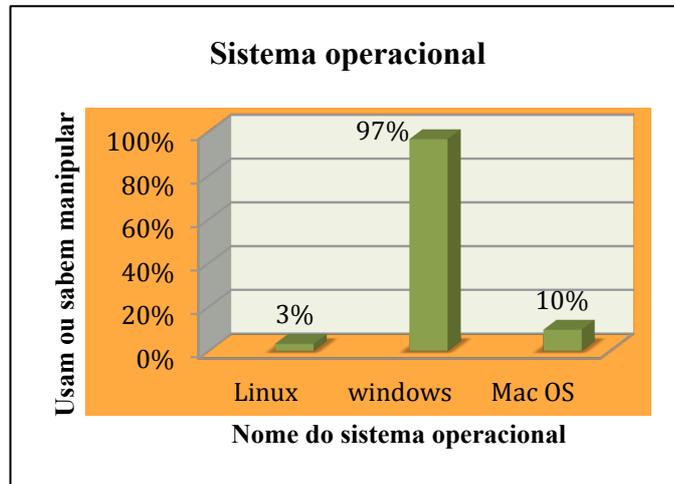


Quadro 7.2: Número de dias que os estudantes afirmam utilizar o computador por semana.



Quadro 7.3: Tempo de uso diário do computador pelos estudantes.

O Quadro 7.4 apresenta o sistema operacional que é utilizado e/ou bem conhecido pelos estudantes.



Quadro 7.4: Sistema operacional bem conhecido e/ou utilizado pelos estudantes.

O Quadro 7.5 apresenta informações sobre afirmações dos estudantes quanto ao domínio de algumas ferramentas computacionais. Foi elaborada uma escala com cinco possibilidades de resposta:

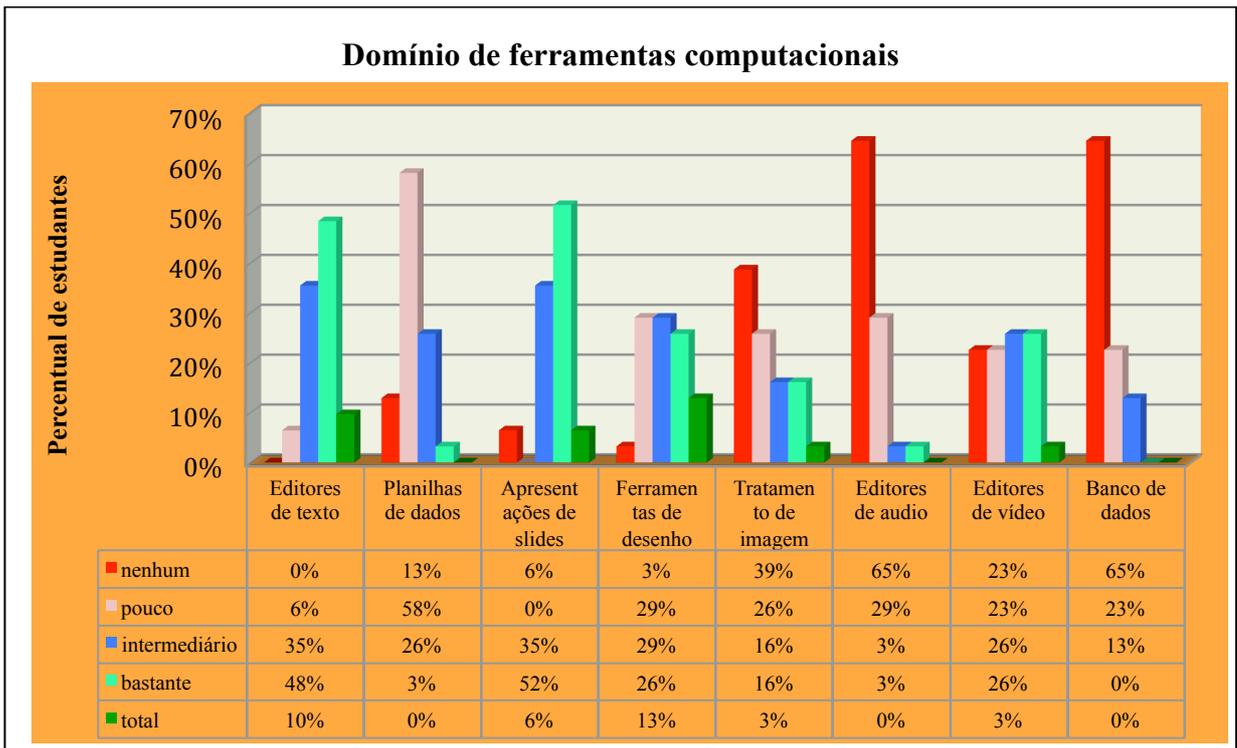
nenhum: não conhece ou não sabe utilizar a ferramenta;

pouco: apresenta dificuldades no manuseio da ferramenta;

intermediário: consegue fazer bom uso da ferramenta;

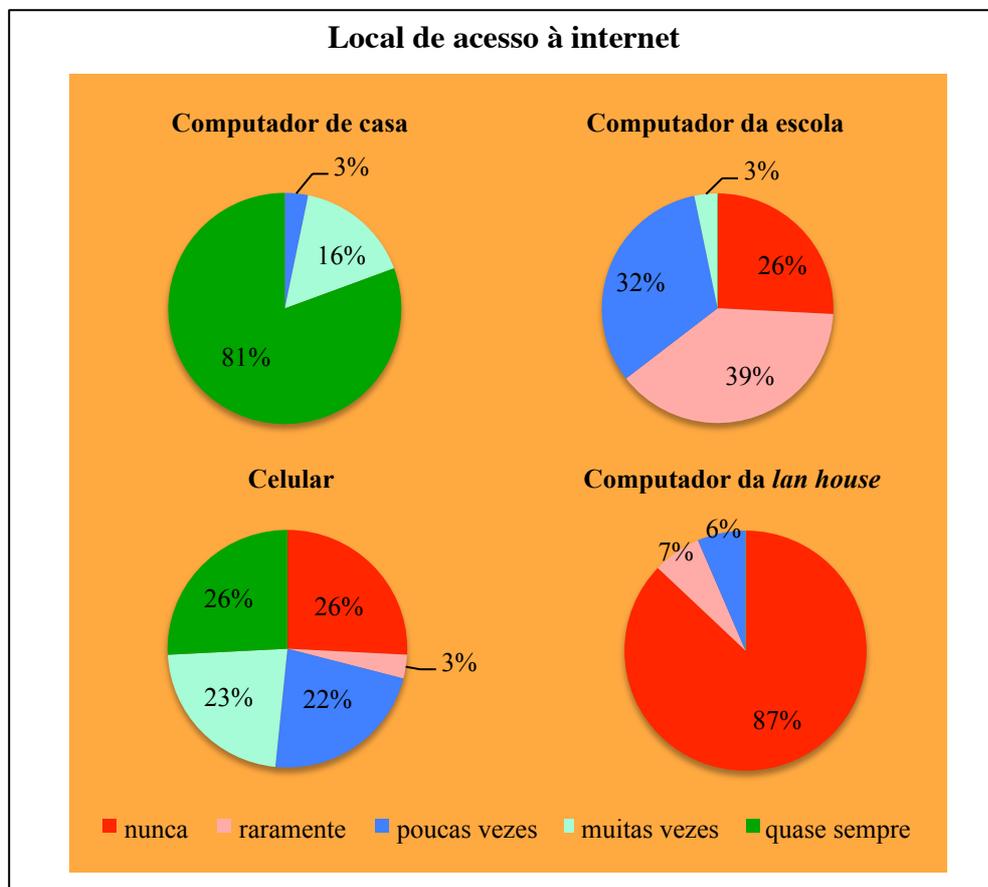
bastante: domina muito bem a ferramenta mas ainda tem coisas para aprender;

total: muito hábil, tem um conhecimento aprofundado da ferramenta.



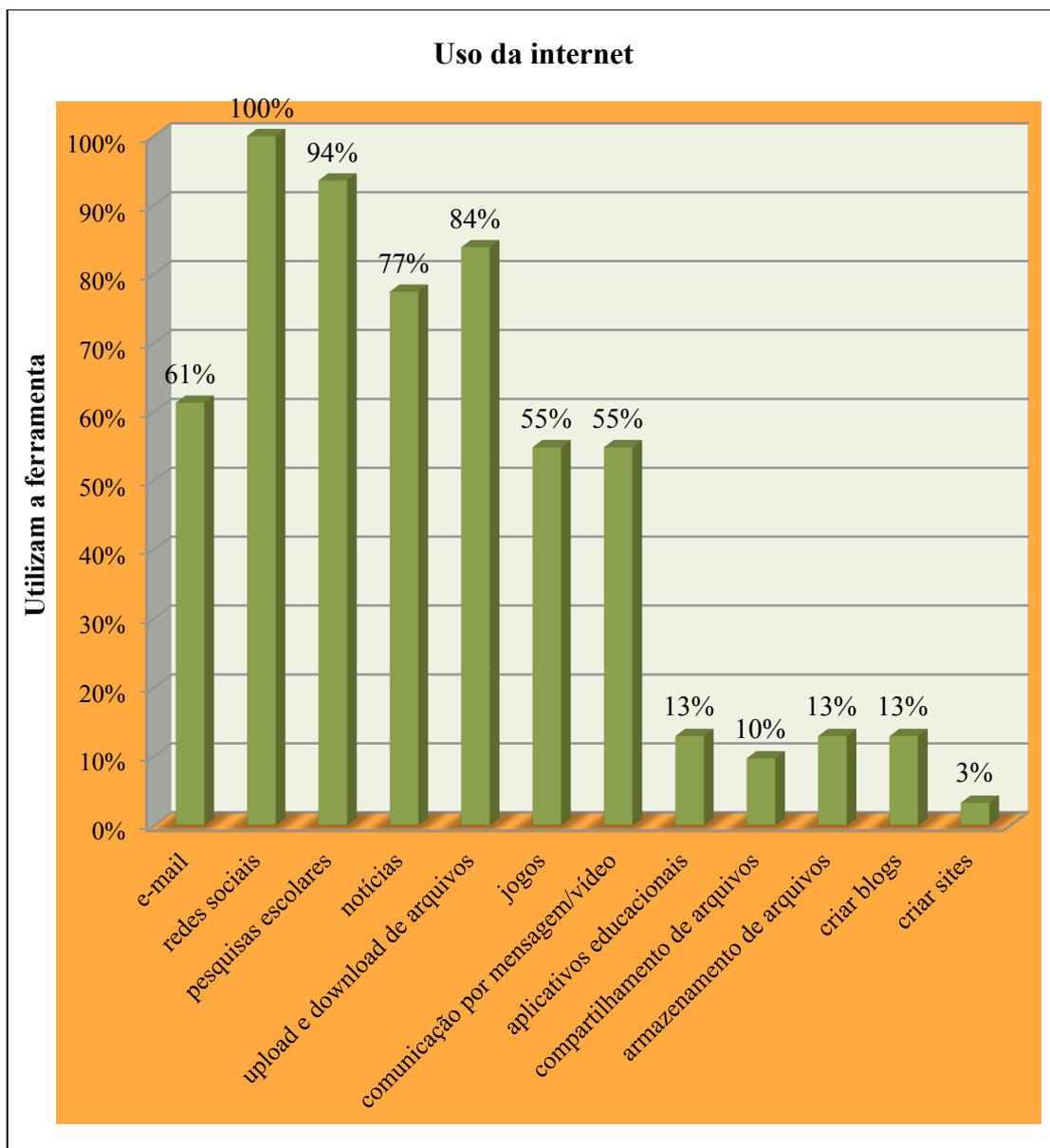
Quadro 7.5: Algumas ferramentas computacionais conhecidas pelos estudantes.

O Quadro 7.6 traz informações sobre o acesso à internet por quatro meios distintos: computador de casa, computador da escola, computador de *Lan house* ou telefone celular.



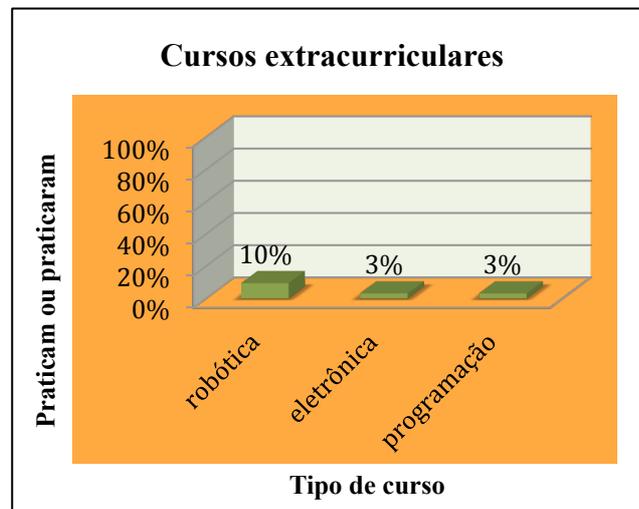
Quadro 7.6: Comparativo sobre alguns meios de acesso à internet pelos estudantes.

O Quadro 7.7 traz informações sobre o tipo de uso que os estudantes fazem da internet.



Quadro 7.7: Uso que os estudantes fazem da internet.

O Quadro 7.8 apresenta a proporção de alunos que participam ou já participaram de algum tipo de curso relacionado à robótica, eletrônica e programação.



Quadro 7.8: Outros cursos dos quais os estudantes participaram.

Este questionário traz muitas informações interessantes com respeito ao grupo de estudantes pesquisado.

Todos os estudantes possuem computadores, seja um portátil ou de mesa, e a maioria utiliza o sistema operacional *Windows*. Em média, afirmam utilizar o computador 3,9 horas por dia durante 6 dias da semana.

Mesmo com o uso intenso do computador, não apresentam um domínio amplo das diversas ferramentas computacionais existentes. Manipulam relativamente bem editores de texto e organizadores de apresentações, mas praticamente desconhecem planilhas de dados.

O acesso à internet é feito principalmente através dos computadores pessoais dos estudantes e de seus celulares, sendo baixo o acesso por meio dos computadores da escola. A internet é utilizada principalmente para acessar redes sociais, elaborar pesquisas escolares, fazer *upload* e *download* de arquivos e visualizar notícias.

A participação desse grupo de estudantes em cursos extracurriculares relacionados à tecnologia, como robótica, eletrônica e programação, é mínima.

7.2 Análise estatística dos resultados obtidos na aplicação do pré e do pós-teste

Os resultados apresentados a seguir se referem à aplicação de dois testes para averiguar as concepções dos estudantes referentes aos conceitos de óptica geométrica. No primeiro dia de aula foi aplicado um pré-teste sobre o assunto e ao final da implementação dessa proposta de ensino foi aplicado um segundo teste, denominado pós-teste. Em ambos os testes participaram 31 estudantes da 2ª série, sendo 11 da turma de 2013 e os outros 20, de 2014.

Os dois testes são compostos por 13 questões, com três alternativas de resposta, sendo apenas uma correta do ponto de vista científico. Os estudantes foram orientados a escolher apenas uma alternativa em cada questão. Para a análise dos resultados dos testes, atribui-se o escore 1 para a resposta correta e 0 para a incorreta.

A partir desses resultados foi realizada uma análise de consistência interna através da determinação do coeficiente alfa de Cronbach. Segundo Cronbach (1967, *apud* Moreira e Silveira, 1993), é possível decompor a variância do escore total em uma parcela atribuída ao que há de comum entre os escores parciais e em outra ao erro da medida. Este coeficiente, portanto, avalia a fidedignidade do teste aplicado a um determinado grupo.

De acordo com Freitas e Rodrigues (2005, p. 4), geralmente considera-se satisfatório um instrumento de pesquisa que obtenha $\alpha \geq 0,70$, no entanto não existe um consenso entre os pesquisadores acerca desse valor. Segundo esses autores, a classificação da confiabilidade a partir do cálculo do coeficiente alfa de Cronbach segue os limites apresentados abaixo na Tabela 7.1:

Tabela 7.1: Classificação da confiabilidade a partir do coeficiente alfa de Cronbach.

Confiabilidade	Muito baixa	baixa	moderada	alta	Muito alta
Valor de alfa (α)	$\alpha \leq 0,30$	$0,30 < \alpha \leq 0,60$	$0,60 < \alpha \leq 0,75$	$0,75 < \alpha \leq 0,90$	$\alpha > 0,9$

De acordo com o que é apresentado na Tabela 7.1 é possível considerar como satisfatórios os questionários que apresentem valor de $\alpha > 0,60$, sendo que valores superiores podem indicar graus de confiabilidade ainda melhores.

Na Tabela 7.2 é apresentado de forma reduzida o resultado da Análise de Consistência Interna para os dois testes.

Tabela 7.2: Resultados referentes à análise de consistência interna.

	Pré-teste	Pós-teste
População observada	31	31
Número de itens do questionário	13	13
Média do escore total	6,65 (51,12%)	8,87 (68,24%)
Desvio padrão da média do escore total	2,52	2,75
Coefficiente de fidedignidade do escore total (Coefficiente alfa de Cronbach)	0,550	0,699

Nota-se que o coeficiente alfa obtido no pré-teste está abaixo de 0,60, colocando em dúvidas a confiabilidade dos testes.

Afim de melhorar a confiabilidade do questionário algumas questões foram removidas e uma nova análise foi realizada. Este método é denominado de purificação da escala (Hora; Monteiro; Arica, 2010). Do pré-teste e do pós-teste foram removidas as questões de números 5 e 12. A Tabela 7.3 apresenta de forma reduzida os resultados purificados da análise de consistência interna.

Tabela 7.3: Resultados purificados referentes à análise de consistência interna do pré e do pós-teste.

	Pré-teste	Pós-teste
População observada	31	31
Número do itens do questionário	11	11
Média do escore total	5,39 (48,97%)	7,90 (71,85%)
Desvio padrão da média do escore total	2,45	2,41
Coefficiente alfa de Cronbach	0,604	0,672

A Tabela 7.4 apresenta os resultados de um teste que permite determinar a significância estatística para as diferenças entre médias, ou seja, que permite avaliar se as diferenças observadas entre os dois testes são reais ou meramente justificadas por fatores casuais. Para isso, foi realizado o denominado teste t de Student para variáveis relacionadas (Silveira, 2006). Para que seja aceita a hipótese de que a média obtida no pós-teste não é significativamente diferente em relação à média obtida no pré-teste, com um nível de significância estatística (NS) de 0,1%, a razão t de Student para o teste (t_{teste}) precisa ser inferior a 3,646, que é a razão t de Student tabelada ($t_{tabelado}$) para esse nível de significância

com número de graus de liberdade (GL) igual a 30. A tabela com os valores críticos da razão t de Student encontra-se no Anexo C (ANEXO C – Distribuição t de Student).

Tabela 7.4: Dados referentes ao teste t de Student para comparação entre as médias do pré e pós-teste.

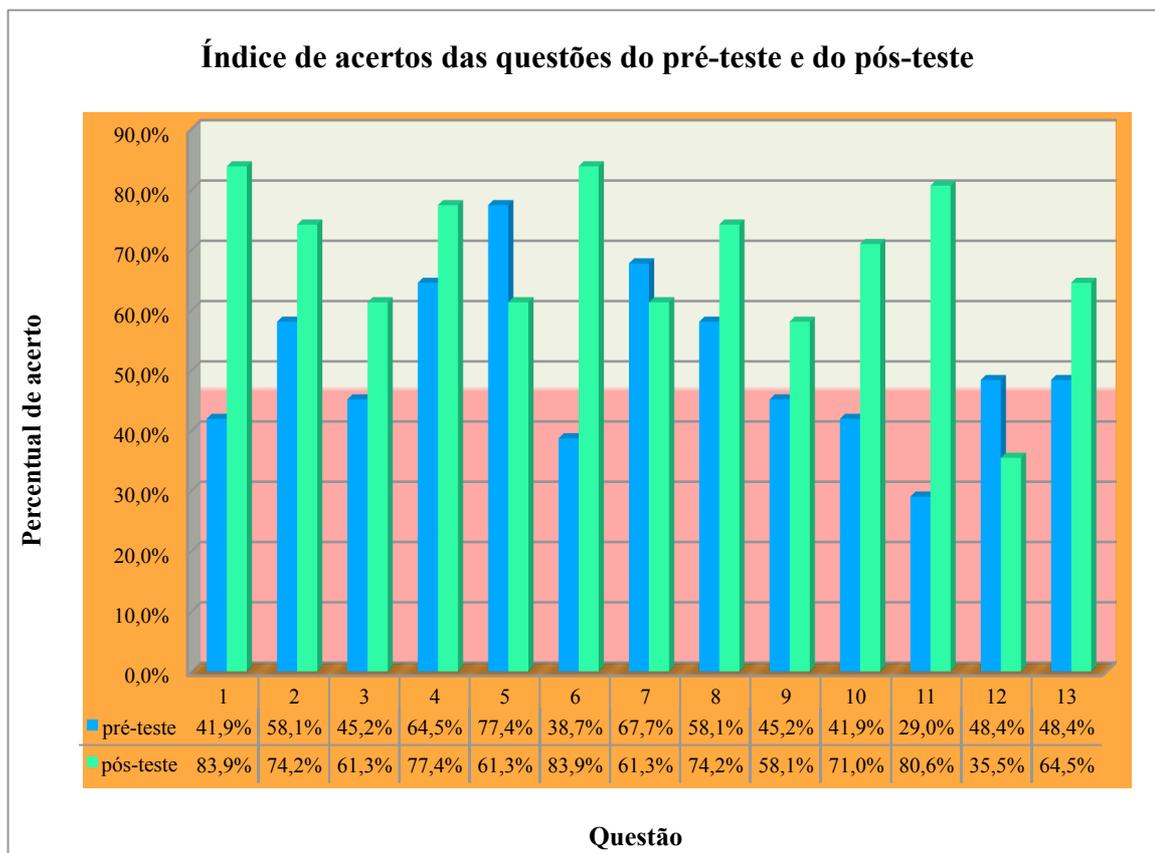
População observada	31
Graus de liberdade (GL)	30
Nível de significância estatística (NS)	0,001
Razão t de Student da tabela (t_{tabela})	3,646
Razão t de Student do teste (t_{teste})	8,011

Observando os dados da Tabela 7.4 verifica-se que o valor encontrado para a razão t de Student é superior ao valor tabelado, o que conduz a rejeição da hipótese de que não houve alteração significativa da média entre o pré e o pós-teste.

Sendo assim, exclui-se a possibilidade de que a diferença observada de 2,51 acertos entre as médias do escore total no pré e no pós teste tenha ocorrido por acaso. Conclui-se, portanto, que a variação de 49% para 72% da média de acertos do pré para o pós-teste é um ganho real e significativo.

7.2.1 Comparação dos resultados obtidos em cada questão no pré e no pós-teste

O Quadro 7.9 apresenta em forma de diagrama de barras o percentual de acerto das questões do teste e do pós-teste. Por ele é possível observar a evolução conceitual dos estudantes durante a aplicação da proposta. Nota-se que as questões de números 5 e 12 diminuem o grau de confiabilidade do teste e, portanto, devem ser desconsideradas da análise.



Quadro 7.9: Percentual de citações corretas em cada questão do pré e do pós-teste.

Na sequência é apresentado o resultado percentual geral das citações consideradas como corretas pelos estudantes nas três alternativas de cada questão. Para facilitar a comparação entre as respostas do pré e do pós-teste, a alternativa correta do ponto de vista científico encontra-se sublinhada.

01. Imagine que você esteja em uma sala isolada do meio externo, ou seja, totalmente fechada. Se todas as fontes de luz forem apagadas você

- a) não conseguirá enxergar nada dentro da sala pois ela ficará completamente escura.
- b) levará um certo tempo para enxergar todos os objetos dentro da sala, pois é necessário que o olho se acostume com o ambiente.
- c) enxergará normalmente os objetos com tonalidades claras e com muita dificuldade os escuros.

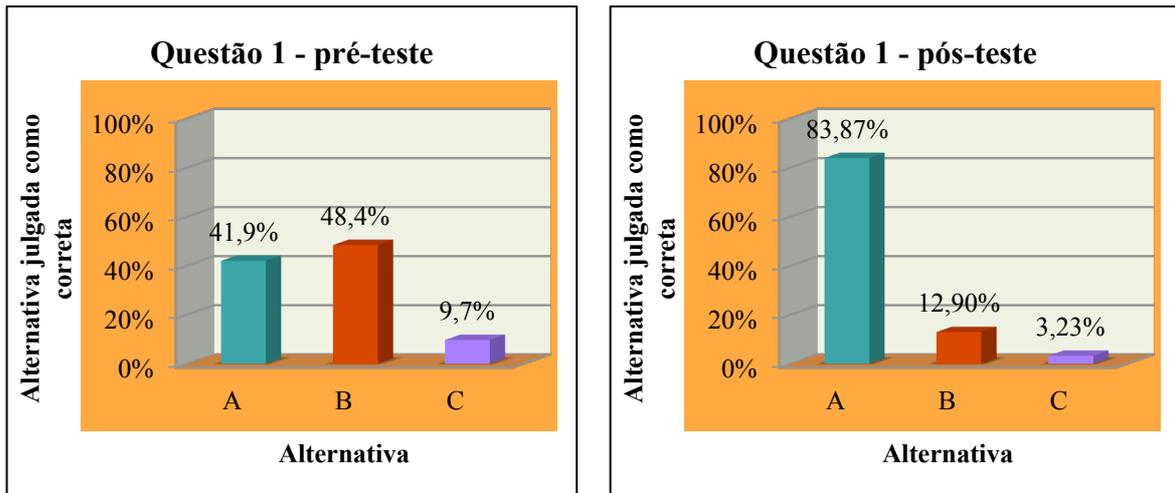


Figura 7.1: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 1.

02. Admita que o Sol subitamente “morresse”, ou seja, sua luz deixasse de ser emitida. Passadas 24 h, um eventual sobrevivente, olhando para o céu sem nuvens, veria

- a) a Lua e as estrelas.
- b) uma completa escuridão.
- c) somente as estrelas.

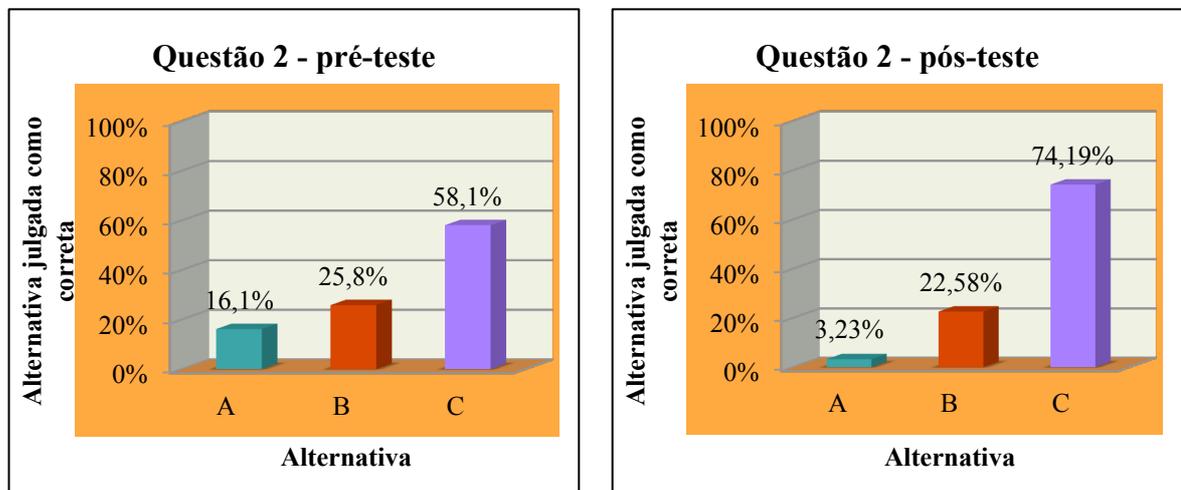


Figura 7.2: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 2.

03. Marília e Dirceu estão em uma praça iluminada por uma única lâmpada. Assinale a alternativa em que estão CORRETAMENTE representados os feixes de luz que permitem a Dirceu ver Marília.

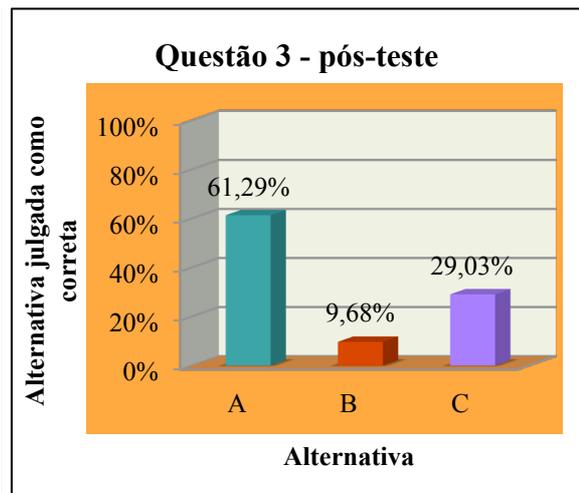
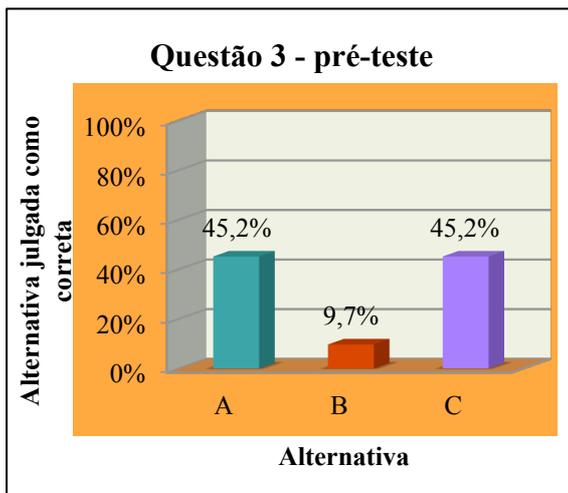
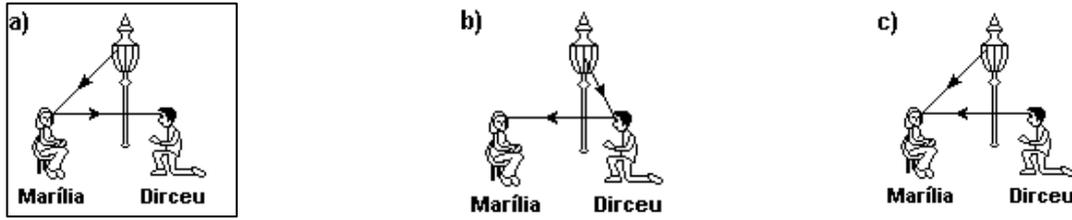


Figura 7.3: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 3.

04. A folha impressa de um livro apresenta impressão de letras pretas sobre o fundo branco do papel; isso facilita a leitura e a percepção da escrita. O que ocorre com a luz? Ela

- a) é refletida pela escrita e absorvida pelo papel branco.
- b) é absorvida pela escrita e refletida pelo papel branco.
- c) é refletida igualmente pelas duas partes.

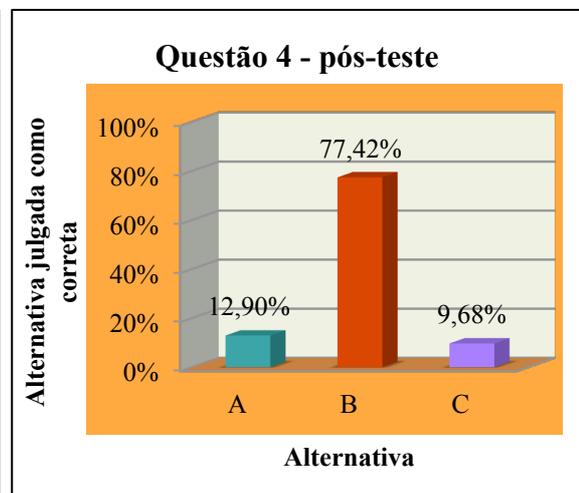
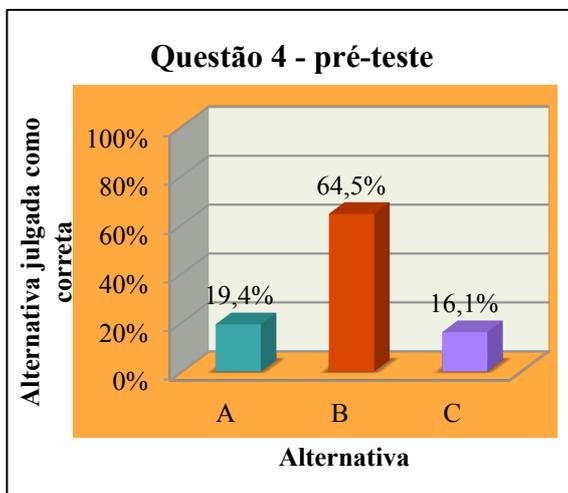


Figura 7.4: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 4.

05. (Pré-teste) Quando vistas através de um filtro vermelho, as folhas verdes de uma árvore

- a) parecem pretas.
- b) tornam-se praticamente invisíveis.
- c) são vistas com sua cor natural.

05. (Pós-teste) Em uma situação, ilustrada na figura 1, uma lâmpada e um observador têm, entre si, uma lâmina de vidro colorida. Em outra situação, ilustrada na figura 2, ambos, a lâmpada e o observador, encontram-se à frente de uma lâmina de plástico colorida, lisa e opaca. Mesmo sendo a lâmpada emissora de luz branca, em ambas as situações o observador enxerga as lâminas como sendo de cor verde.

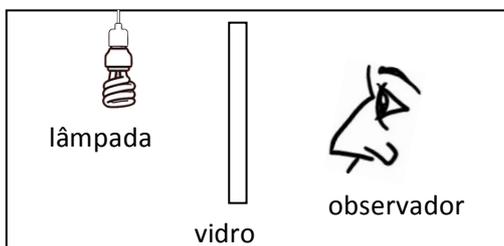


figura 1

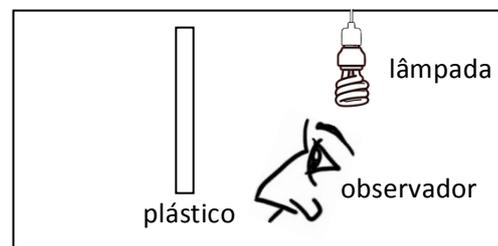


figura 2

Pode-se, então, afirmar que, predominantemente

- a) o vidro reflete a luz de cor verde, absorvendo as outras cores, e o plástico transmite a luz de cor verde, absorvendo as outras cores.
- b) o vidro absorve a luz de cor verde, transmitindo as outras cores, e o plástico absorve a luz de cor verde, refletindo as outras cores.
- c) o vidro transmite a luz de cor verde, absorvendo as outras cores, e o plástico reflete a luz de cor verde, absorvendo as outras cores.

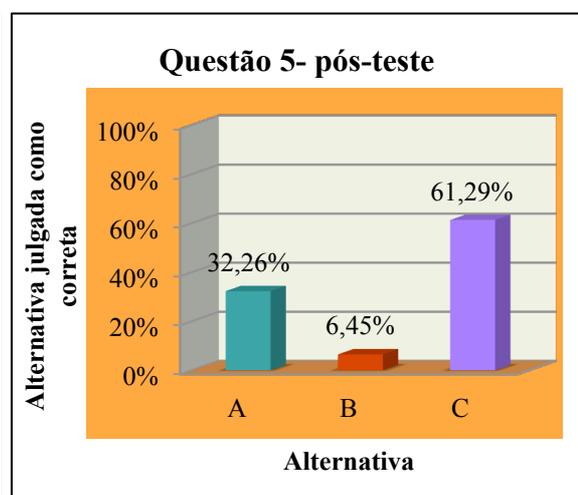
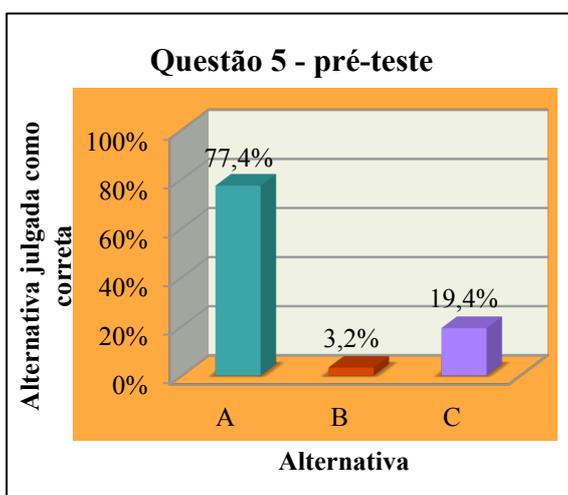


Figura 7.5: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 5.

06. (Pré-teste) Ana Maria, modelo profissional, costuma fazer ensaios fotográficos e participar de desfiles de moda. Em trabalho recente, ela usou um vestido que apresentava cor vermelha quando iluminado pela luz do sol. Ana Maria irá desfilhar novamente usando o mesmo vestido. Sabendo-se que a passarela onde Ana Maria vai desfilhar será iluminada agora com luz monocromática azul, podemos afirmar que o público perceberá seu vestido como sendo

- a) azul, pois é a cor que incidiu sobre o vestido.
- b) preto, porque o vestido só reflete a cor vermelha.
- c) de cor entre vermelha e verde devido à mistura das cores.

06. (Pós-teste) Um laboratório fotográfico usa luz monocromática vermelha para revelação e cópia de filmes. Um objeto que, sob luz branca, se apresenta na cor verde pura, dentro desse laboratório será visto na cor:

- a) preta.
- b) vermelha.
- c) verde.

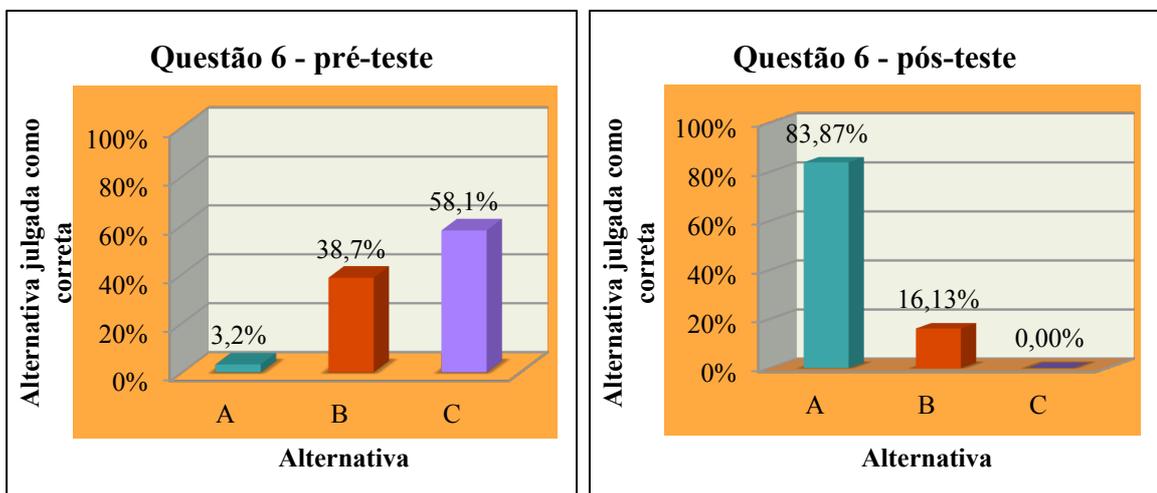


Figura 7.6: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 6.

07. (Pré-teste) Em um ambiente com luz natural, uma banana madura se apresenta amarela com pintas pretas. Ao ser colocada em um ambiente iluminado apenas por luz verde, será observada

- a) amarela com pintas pretas.
- b) verde com pintas pretas.
- c) totalmente preta.

07. (Pós-teste) Em qual dos casos um melão maduro, parecerá preto?

- a) Quando iluminado com luz vermelha.
- b) Quando iluminado com luz verde.
- c) Quando iluminado com luz azul.

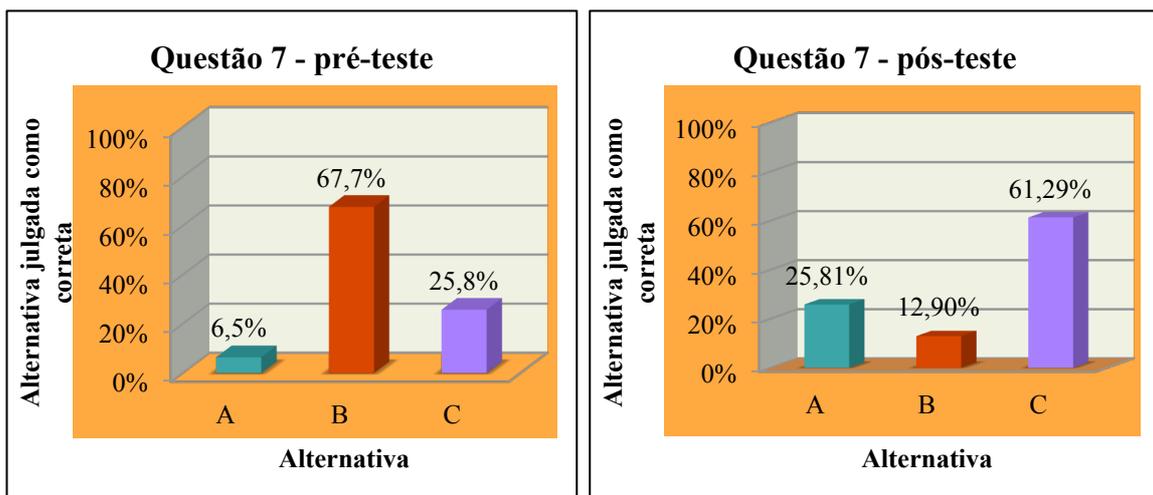


Figura 7.7: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 7.

08. Observando um pedaço de papel vermelho em um laboratório um estudante chega às seguintes conclusões:

- I. O papel pode ser branco e estar sendo iluminado com luz vermelha.
- II. O papel pode ser vermelho e estar sendo iluminado com luz vermelha.
- III. O papel pode ser vermelho e estar sendo iluminado com luz branca.

Está correto o que se afirma

- a) apenas em II.
- b) apenas em I e III.
- c) em I, II e III.

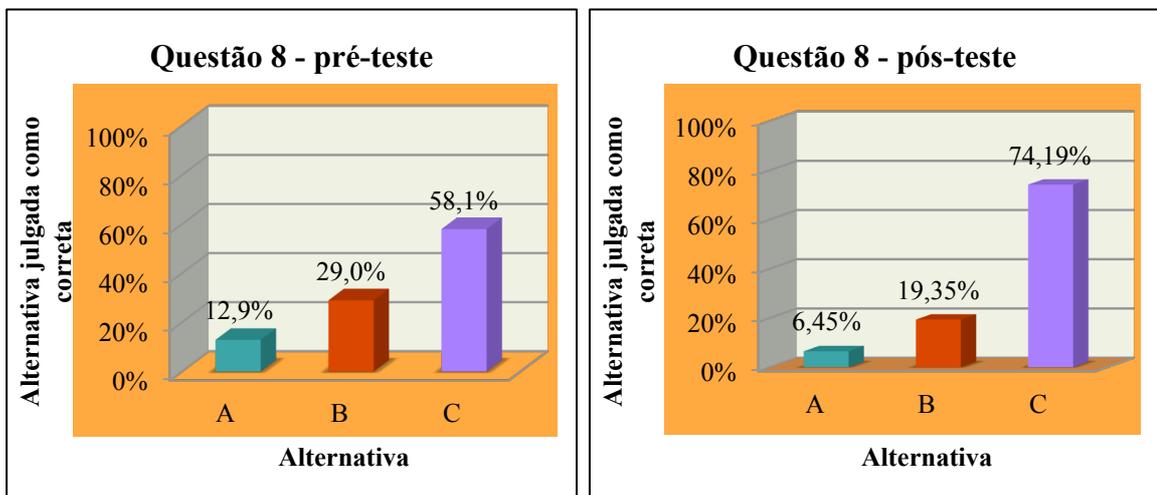
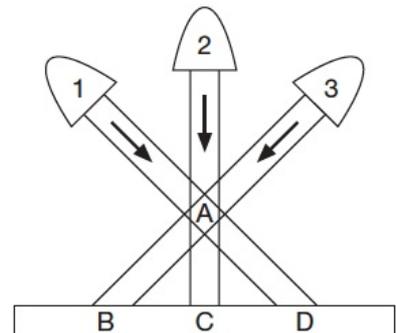


Figura 7.8: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 8.

09. Três feixes de luz, de mesma intensidade, podem ser vistos atravessando uma sala, como mostra a figura. O feixe 1 é vermelho, o 2 é verde e o 3 é azul. Os três feixes se cruzam na posição A e atingem o anteparo nas regiões B, C e D. As cores que podem ser vistas nas regiões A, B, C e D, respectivamente, são



- a) branco, branco, branco, branco.
- b) preto, azul, verde, vermelho.
- c) branco, azul, verde, vermelho.

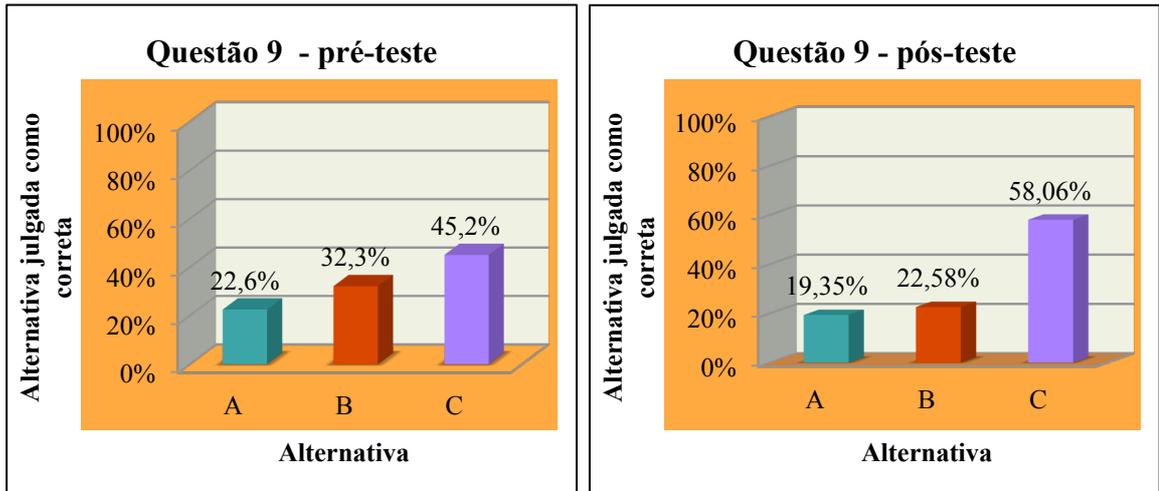


Figura 7.9: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 9.

10. À noite, numa sala iluminada, é possível ver os objetos da sala, por reflexão numa vidraça, com muito maior nitidez que durante o dia, porque
- aumenta a parcela de luz refletida.
 - diminui a parcela de luz refratada proveniente do exterior.
 - aumenta a parcela de luz absorvida pelo vidro.

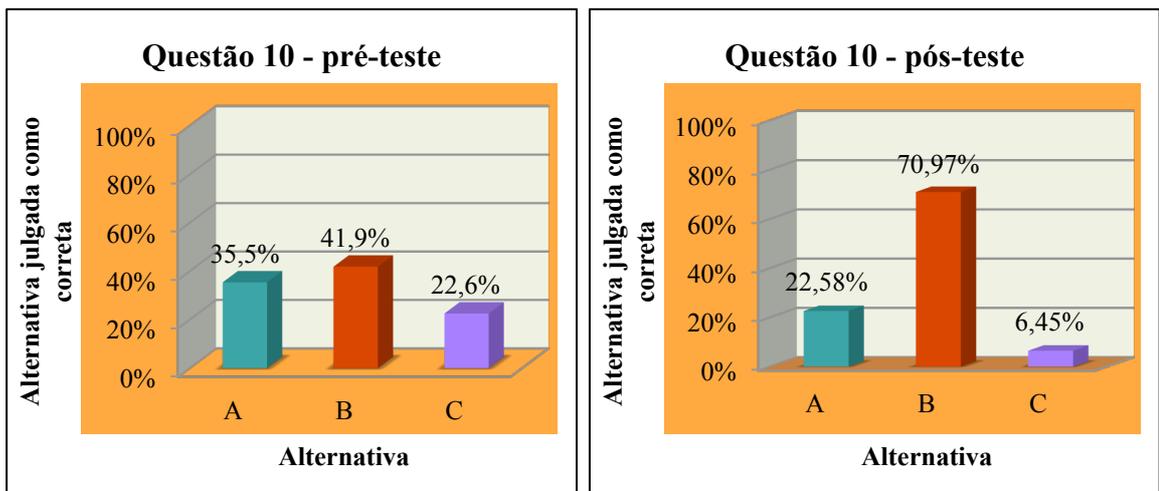


Figura 7.10: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 10.

11. Um estudante realizou duas experiências. Na primeira misturou tinta guache vermelha e verde. Na segunda, projetou sobre uma parede branca simultaneamente uma luz vermelha e outra verde. Quais foram os resultados obtidos nessas experiências?

- Quando misturou as tintas obteve a cor castanho, mas quando misturou as luzes obteve a cor amarela.
- Em ambos os casos obteve a mesma cor: castanho.
- Em ambos os casos obteve a cor castanho, mas a tinta em um tom mais escuro e a luz em um tom mais claro.

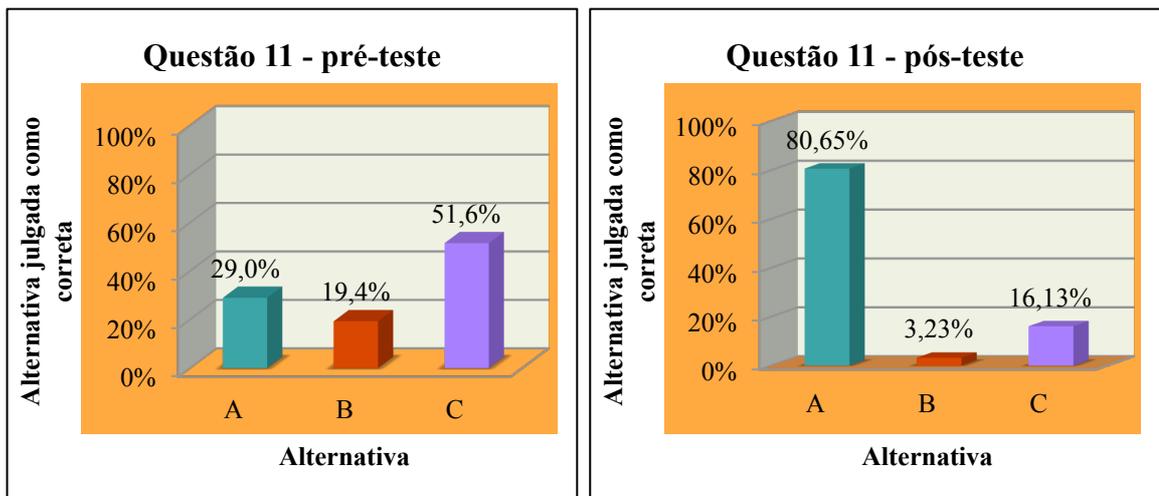


Figura 7.11: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 11.

12. O motorista de um carro olha no espelho retrovisor interno e vê o passageiro do banco traseiro. Se o passageiro olhar para o mesmo espelho verá o motorista. Esse fato se explica

- pelo princípio de independência dos raios luminosos.
- pelo princípio de propagação retilínea dos raios luminosos.
- pelo princípio da reversibilidade dos raios luminosos.

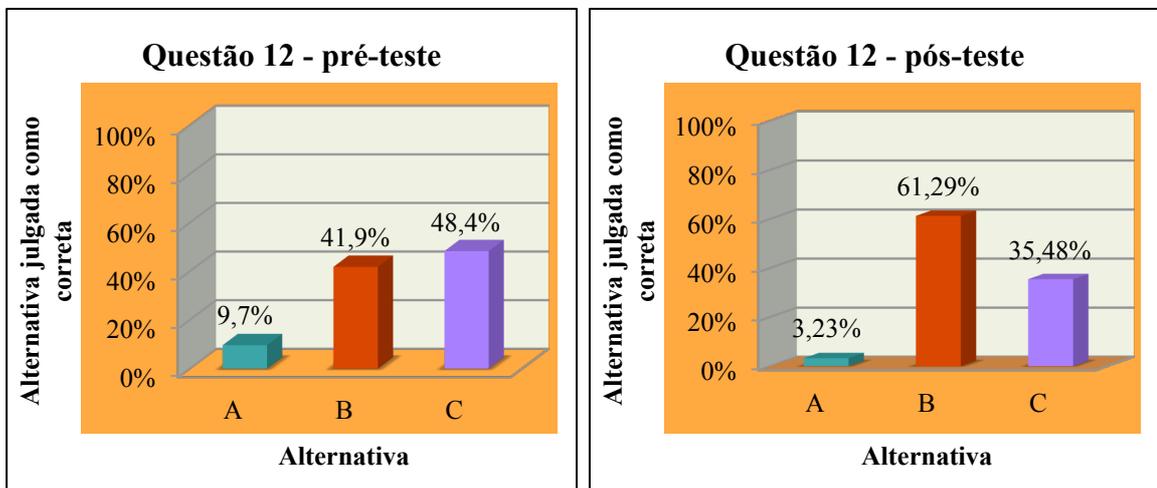
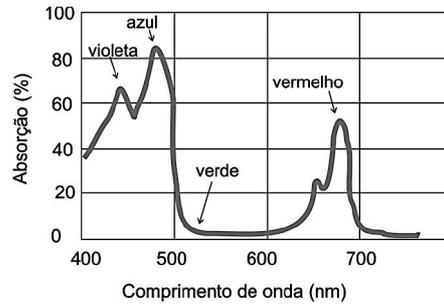


Figura 7.12: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 12.

13. A coloração das folhas das plantas é determinada, principalmente, pelas clorofilas a e b – nelas presentes –, que são dois dos principais pigmentos responsáveis pela absorção da luz necessária para a realização da fotossíntese. O gráfico abaixo mostra o espectro conjunto de absorção das clorofilas a e b em função do comprimento de onda da radiação solar visível.



Com base nessas informações, é correto afirmar que, para realizar a fotossíntese, as clorofilas absorvem, predominantemente

- o violeta, e refletem o verde, o vermelho e o azul.
- o verde, e refletem o violeta, o azul e o vermelho.
- o violeta, o azul e o vermelho, e refletem o verde.

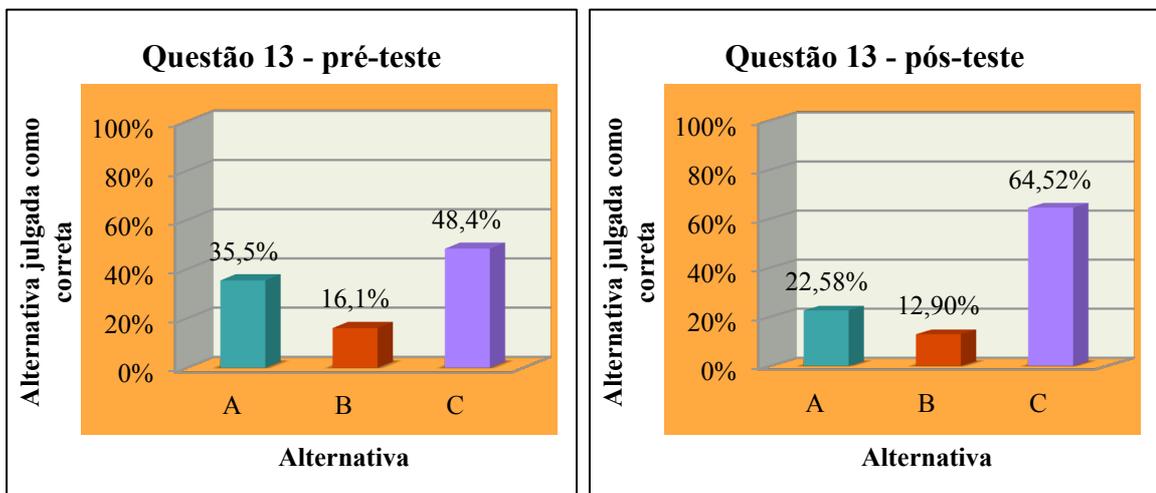


Figura 7.13: Percentual de citações de cada alternativa julgada como sendo correta no pré e no pós-teste para a questão 13.

7.3 Aspectos positivos para uso do *Arduino* como ferramenta de laboratório

Ao longo dessa dissertação foram citadas diversas contribuições do *Arduino* como ferramenta de auxílio às atividades de laboratório. A seguir encontram-se reunidos alguns dos aspectos positivos que destacam o *Arduino* como ferramenta de laboratório.

Geralmente os *kits* experimentais oferecidos atualmente no mercado são específicos para uma determinada atividade prática, que é realizada uma ou pouquíssimas vezes com cada turma durante o ano. Isto gera um alto custo quando comparado com o benefício produzido, tornando-os extremamente caros.

Por sua vez, a versatilidade que o *Arduino* oferece para a construção de experimentos distintos é fundamentalmente valiosa. É possível que a mesma placa *Arduino* seja acoplada a sensores diferentes, inclusive simultaneamente, o que possibilita a produção de uma quantidade significativa de experimentos, melhorando muito a relação custo-benefício.

Outro fator interessante é que, por ter sido fabricado sem um fim demasiadamente específico e com um sistema de código aberto em *software* e em *hardware*, sua utilização tem se disseminado em vários segmentos. Isso tem promovido muitos efeitos positivos, como a produção cada vez maior, tanto em quantidade como em diversidade, de placas e a consequente queda de preços. Além de sua grande popularização, fazendo com que um número crescente de pessoas desenvolva e compartilhe ideias e projetos. E, ainda, o aparecimento de mais e mais módulos a um baixíssimo custo, tirando o encargo de produção de circuitos complexos dos usuários.

Do ponto de vista técnico, o *Arduino* permite a realização de experimentos com grande precisão de resultados, além de rápida coleta de dados com possibilidades de visualização em tempo real. Com um pouco mais de experiência em programação ou paciência para aprendê-la, é possível desenvolver programas que, integrados a outros *softwares*, construam gráficos ou imagens ou, também, sistemas que transmitam as informações coletadas através da internet ou de comunicação sem fio.

O último, e não menos importante, destaque é sobre o contato dos estudantes com a placa *Arduino* e com os circuitos à mostra durante a execução das atividades, que instiga a curiosidade de grande parte deles. Tal interesse os motiva a elaborar questões mais

abrangentes, porém ainda de caráter científico, que vão além das previstas ou propostas no planejamento da aula.

7.4 Empecilhos que dificultam o uso do *Arduino* no laboratório didático

Como nem tudo são flores, é necessário deixar explícito alguns fatores que dificultam a utilização do *Arduino* no laboratório didático para que o professor avalie de antemão a possibilidade de implementação desse equipamento como ferramenta didática.

Antes mesmo de adquirir o *Arduino* e quaisquer componentes eletrônicos relacionados, o professor precisa verificar se sua escola dispõe de computadores, *notebooks* ou *netbooks* e os disponibiliza para uso dos estudantes. No momento, ainda não existem *softwares* bem desenvolvidos que permitam a programação do *Arduino* por meio de *tablets*.

Além disso, é importante analisar se o espaço destinado aos computadores comporta os estudantes e os equipamentos experimentais de forma adequada. É necessário um espaço mínimo entre cada computador na bancada que seja suficiente para apoiar os experimentos.

Dispondo-se de um equipamento e de espaço físico bem adequado, é necessário voltar a atenção para a instalação dos programas. Isso não é extremamente difícil de ser realizado, existem vários tutoriais disponíveis na internet que explicam em detalhes todo esse procedimento. No entanto, além do *software* é preciso instalar o *driver* nos computadores, que só é possível com a placa *Arduino* em mãos. Além disso, é preciso verificar se os computadores possuem alguma senha de administrador, pois, em caso afirmativo, é preciso usá-la para concluir a instalação dos *softwares*. Portanto, o professor deve realizar esse procedimento, preferencialmente, dias antes de usá-los com os estudantes.

Durante a utilização do *Arduino*, pode ocorrer de o computador perder a conexão com a porta USB conectada a ele, sendo necessária a reinstalação do *driver*. Este procedimento não é difícil, porém o professor deve saber realizá-lo ou contar com a presença de um técnico que saiba, lembrando de ter consigo a senha de administrador quando for o caso.

Até o momento não foram encontrados *kits* experimentais prontos para a venda e nem muitos tutoriais ensinando a montá-los, portanto o professor precisa dispor de tempo e habilidade para confeccioná-los antes da sua primeira utilização.

Experimentos que exigem por parte dos estudantes a realização de muitas conexões de componentes eletrônicos com o *Arduino*, estão fadados ao fracasso. Isso, pois, a falta de experiência dos estudantes com a placa fará com que demorem demasiadamente durante a montagem, restando-lhes pouco tempo para a coleta de dados e análise dos resultados. Sugere-se que o professor deixe os equipamentos montados anteriormente ou que o experimento exija o mínimo de conexões possíveis.

A falta de familiaridade ou de compreensão do professor sobre o programa instalado no *Arduino* para a realização do experimento pode afetar todo o procedimento caso apareçam conflitos de programação ou, se por ventura, os estudantes fizerem alterações involuntárias no programa.

Os componentes elétricos utilizados em conjunto com o *Arduino*, principalmente os cabos de conexão, são bastante frágeis e podem quebrar durante a aula. Isso requer a necessidade de uma manutenção periódica e a existência de *kits* extras em casos de urgência.

Por fim, o maior empecilho para a implementação do *Arduino* como ferramenta no laboratório didático está no receio do professor em manipular equipamentos eletrônicos e na falta de estímulo que pode ser ocasionada, em parte pela instituição, ao não apoiar esse tipo de atividade, em outros casos, pelo próprio professor em se aprofundar ou ampliar sua rede de conhecimentos.

Na seção a seguir serão discutidas outras possibilidades para o uso do *Arduino*.

7.5 Outras possibilidades para o uso do *Arduino* no âmbito escolar

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho de mestrado e, principalmente, durante sua aplicação, foi percebido um grande interesse por parte dos estudantes para conhecer um pouco mais a fundo a placa *Arduino* e as inúmeras possibilidades e recursos que

apresenta. Mais especificamente, foram citados os desejos em aprender a linguagens de programação e o desenvolvimento de protótipos vinculados à robótica e automação.

Como esse era um interesse particular de alguns estudantes e fugia um pouco das características dos conteúdos programáticos das matrizes curriculares atuais, foi elaborado e proposto um curso extracurricular no período oposto ao das aulas.

Mesmo não tendo finalizado a aplicação da proposta didática no colégio São Domingos por motivo de desativação da sala de informática, a escola aceitou oferecer, durante todo o ano letivo de 2013, esse curso extracurricular, denominado “Robótica com *Arduino*”, voltado para o desenvolvimento de projetos com a placa *Arduino*.

Ao todo, foram 12 participantes, que trabalharam com o desenvolvimento de projetos. O curso, oferecido semanalmente com aulas de 1,5 h de duração, foi ministrado no laboratório de Física/Química/Biologia por conter bancadas distribuídas em forma de ilhas e, também, por causa da desativação da sala de informática. A escola também providenciou a compra de 5 *notebooks* e instalou um roteador *Wi-Fi* no laboratório para atender às necessidades do projeto.

Durante o curso, os estudantes (Figura 7.14) iniciaram o aprendizado sobre programação através da programa *Scratch for Arduino*, ou simplesmente *S4A*, um *software open source* (código aberto) de fácil manipulação e que utiliza a metodologia de programação iconográfica, onde a lógica de programação é privilegiada em relação à sua sintaxe. No entanto, ao final do curso, também tiveram breve contato com a linguagem de programação *C/C++*, através da *IDE*⁹ do *Arduino*.



Figura 7.14: Estudantes do colégio São Domingos durante o curso de “Robótica com *Arduino*”.

⁹ Abreviação em inglês para *Integrated Development Environment*, que pode ser interpretado como um ambiente integrado para desenvolvimento de *software*.

Esse curso também proporcionou aos estudantes, ainda que superficialmente, um contato com o processo de investigação científica e trabalho em equipe no desenvolvimento de projetos.

Por solicitação dos estudantes, já está previsto, para o ano de 2015, um curso semelhante ao mencionado no colégio Hugo Sarmiento.

Não é objeto dessa dissertação de mestrado aprofundar o debate sobre o assunto, mas sim, sugerir, também, diferentes direções para a investigação de outras possibilidades, por tantas vezes inovadoras, para o uso de uma ferramenta tão versátil como é o *Arduino*.

CAPÍTULO 8

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram apresentadas, neste trabalho, algumas sugestões para o uso do *Arduino* como ferramenta para automação de experimentos e aquisição, coleta e análise de dados.

Diferentemente dos *kits* comercializados no mercado, a plataforma *Arduino* é de código aberto, permite a conexão de um enorme número de sensores, é de fácil manuseio e pode ser utilizada em experimentos diversos. Isso ocasiona uma redução de custos ainda maior na construção dos equipamentos experimentais para o laboratório didático.

No laboratório didático são inúmeras as possibilidades de atividades experimentais a serem desenvolvidas. Talvez, por uma dificuldade procedimental muitos temas da Física são abordados apenas de forma teórica nas escolas de nível médio.

Tomando por base a escassez de experimentos envolvendo Óptica no Ensino Médio, optou-se por desenvolver equipamentos e sugerir propostas pedagógicas relacionadas a esse tema. Foram apresentados experimentos que permitem uma análise qualitativa e, também, quantitativa de fenômenos ópticos, difíceis de serem explorados até então, em laboratório didático.

Para o estudo da reflexão e da transmissão luminosa, foi construído um dispositivo relativamente simples capaz de medir o percentual de luz refletida e transmitida por placas e filtros. Por ser composto basicamente por LEDs, como emissores de luz, e LDRs, como sensores luminosos, seu custo é realmente baixo. Os resultados são coletados pela placa *Arduino* que, conectada ao computador, transmite os dados imediatamente para um programa de análise e os resultados são vistos quase que instantaneamente pelos usuários.

O estudo da absorção luminosa por corpos de cores distintas, resultando em sua variação de temperatura, também pôde ser verificado na prática com o auxílio da placa de prototipagem *Arduino*. Para isso foi construído um dispositivo com sensores de temperatura, do tipo LM35-DZ, acoplados a calotas metálicas pintadas e irradiadas com a mesma intensidade por uma fonte luminosa. Nessa experiência, rara para laboratórios didáticos, os estudantes conseguiram constatar que um corpo pintado de preto se aquece mais rapidamente

que um corpo idêntico pintado de branco, quando igualmente irradiados, chegando a conclusões que relacionam absorção luminosa com transferência de energia.

Em outro dispositivo simples e interessante, construído com um LED RGB conectado ao *Arduino*, foram realizados experimentos para o estudo da mistura de cores-luz. A partir de uma interface gráfica criada com o programa *Processing*, permitiu-se controlar a intensidade luminosa de cada uma das três cores primárias do LED RGB individualmente, possibilitando o estudo sobre a composição das cores, tema que não é abordado com ênfase nas séries do Ensino Médio.

Além dos dispositivos controlados pelo *Arduino*, outros equipamentos, que não necessitam de conexão com o computador ou dessa placa de prototipagem, foram desenvolvidos para permitir uma análise qualitativa de fenômenos ópticos e encontram-se descritos ao longo desse trabalho.

Verificou-se que o material produzido e aplicado permitiu que os estudantes, ao confrontarem situações reais com ideais, se aprofundassem em diversos conceitos da Óptica. A comparação dos resultados obtidos no pré e pós-teste corrobora ou, no mínimo, não descarta essa hipótese.

De modo geral, a inserção dessa nova metodologia permitiu a criação de uma dinâmica de aula diferente, que manteve os estudantes motivados e participativos durante todo o processo de ensino-aprendizagem.

Em parte isso foi garantido pela criação dos roteiros dinâmicos, que permitem que os estudantes acessem *links* de vídeos e textos explicativos, compartilhem informações com os colegas, interajam com simuladores e aplicativos *on-line*, respondam questões diretamente pelo computador, acessem o material, postem as tarefas e verifiquem os comentários do professor de qualquer equipamento conectado à internet por estarem disponibilizados em servidores *on-line*.

No entanto, convém enfatizar que a aplicação do *Arduino* como ferramenta de laboratório não fica restrita à experimentos de óptica e, tampouco, à disciplina de Física.

A crescente variedade de módulos de sensores pré-fabricados vem simplificando cada vez mais a construção dos circuitos elétricos externos que os conectam ao *Arduino*. Isso

permite uma ampliação significativa no campo de atuação do *Arduino* como instrumento didático.

Além da grande quantidade de experimentos possíveis de serem realizados com a plataforma *Arduino*, destaca-se o grande potencial que ela apresenta para o desenvolvimento de projetos junto aos estudantes.

Nesse caso, é possível promover um trabalho de carácter interdisciplinar que coloca os estudantes diante de situações desafiadoras e problemas reais e, também, em contato com processos e procedimentos científicos e tecnológicos atuais. Acredita-se que isso permita ao estudante correlacionar e integrar conceitos, aprimorar habilidades, desenvolver autonomia para o estudo e, conseqüentemente, ampliar sua rede de saberes.

Nas duas escolas onde essa a proposta foi executada houve interesse por grande parte dos estudantes em aprofundar os conhecimentos sobre a placa de prototipagem para o desenvolvimento de projetos.

O colégio São Domingos investiu na formação de professores de diversas áreas e na criação de um curso extracurricular com aulas semanais que foi oferecido aos estudantes gratuitamente pelo período de um ano.

Os estudantes do colégio Hugo Sarmiento estão utilizando o *Arduino* para desenvolver projetos de uma mostra cultural já bastante tradicional na escola. A partir do ano de 2015, a escola passará a oferecer um curso extracurricular de robótica com uso da placa *Arduino* para os estudantes interessados.

A ênfase dada para a utilização da tecnologia permite maior apropriação de diversas ferramentas computacionais que não estão inseridas oficialmente na matriz curricular da maioria das escolas, porém são fundamentais para os profissionais que atuam no mercado de trabalho atual.

Também, é importante aproveitar o ambiente escolar para promover uma alfabetização digital mais ampla, trazendo discussões que alertem para os serviços que são disponibilizados na internet e, em especial, aos seus termos e condições de uso. Em muitos casos, os serviços denominados gratuitos rastreiam os dados de navegação do usuário para traçar o seu perfil e vender essas informações para empresas de diversos segmentos do mercado comercial.

Diversos servidores que oferecem espaços para o armazenamento de informações não se responsabilizam pela segurança dos arquivos ali hospedados. Portanto, além de ter uma cópia de tudo que é arquivado em um servidor *on-line*, é importante, por uma questão de confidencialidade, avaliar com cuidado os dados que se pretende enviar.

Além disso, o professor deve ficar atento ao limite de idade para o uso dos serviços oferecidos na internet, a fim de evitar complicações de ordem jurídica. O *Google Drive*, usado como referência nesse trabalho, por exemplo, tem seu uso restrito para pessoas com idade a partir de 13 anos.

Conseqüentemente, esse tipo de atividade, além de incentivar o espírito de investigação científica nos estudantes, apresenta um grande potencial para a alfabetização digital, ampliando suas concepções acerca do mundo em que estamos inseridos e do uso que fazemos das tecnologias atuais.

No entanto, o apoio dado aos professores, por parte das Instituições de Ensino, é fundamental. A implementação de propostas pedagógicas semelhantes a esta dependem de equipamentos e espaços físicos adequados e, também, do incentivo dado à formação dos professores.

Cabe ao professor procurar manter-se atualizado sobre os demais processos pedagógicos, reformular e compartilhar suas estratégias metodológicas com outros educadores, enfatizar a importância educacional e cobrar dos dirigentes escolares o apoio necessário para a melhoria de suas aulas.

Espera-se com esta proposta, alimentar as discussões acerca dos recursos tecnológicos no Ensino de Física, incentivar a produção de mais experimentos dessa natureza e apontar diferentes caminhos para que a positiva inserção desse novo instrumento no laboratório didático seja cada vez mais viável.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C.E.; LAUDARES, F. Aquisição de dados usando Logo e a porta de jogos do PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 371-379, dez. 2001.
- ARDUINO. Disponível em: <<http://www.arduino.cc>> Acesso em: 13 set. 2014.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, I. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Brasileira. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 625 p.
- BEZERRA Jr, A. G.; MERKLE, L. E.; SOUZA, E. S.; SPOLAORE, L. S.; RICETTI, R.; GIMENEZ-LUGO, A.; SAAVEDRA FILHO, N. C. Tecnologias livres e ensino de Física: uma experiência na UTFPR. Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, ES, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. *Parâmetros curriculares nacionais (ensino médio)*. Brasília. 1998. 58 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 13 set. 2014.
- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. Projete você mesmo experimentos assistidos por computador: construindo sensores e analisando dados. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 421-425, set. 2000.
- CAVALCANTE, M. A.; SILVA, E.; PRADO, R. O estudo de colisões através do som. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 150-157, jun. 2002.
- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. Medir a velocidade do som pode ser simples e rápido. *Física na Escola*, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 29-30, mai. 2003.
- CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P. O ensino e aprendizagem de física no Século XXI: sistemas de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 31, n. 4, 4051, dez. 2009.
- CAVALCANTE, M. A. Contribuições do 1º seminário Web Currículo para as aulas experimentais de Física nos cursos de Engenharia, Ciências da Computação e Física Médica da PUC/SP. Anais do II Seminário Web Currículo, São Paulo, PUC – SP, 07-08 jun. 2010. Apresentação disponível em: <http://webcurriculo.wordpress.com/2010/06/08/contribuicoes-do-i-web-curriculo-para-aulas-experimentais>. Acesso em: 13 set. 2014.
- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 33, n. 4, 4503, dez. 2011.
- DANIELS, H. *Vygotsky y la pedagogia*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica. 2003. 272 p.
- DIONISIO, G.; MAGNO, W. C. Photogate de baixo custo com a porta de jogos do PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 287-293, jun. 2007.

FREITAS, A. L. P.; RODRIGUES, S. G. A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach. Anais do XII Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, SP, 2005.

HAAG, R. Utilizando a placa de som do micro PC no laboratório didático de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 176-183, jun. 2001.

HAAG, R.; OLIVEIRA, L. M.; VEIT, E. A. Utilizando o microcomputador para medidas de tempo no laboratório didático de Física. Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, CEFET – Paraná, p. 1302-1310, 21-23 mar. 2003.

HAAG, R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório de Física? *Física na Escola*, São Paulo, v.6, n.1, p. 69-74, mai. 2005.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. S. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 267-273, jun. 2007.

HORA, H. R. M.; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J.; Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o coeficiente alfa de Cronbach. *Produto e Produção*, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 85-103, jun. 2010.

KENSKI, V. M. *Tecnologias e ensino presencial e à distância*. 7 ed. Brasileira. Campinas: Papirus, 2003. 157 p.

LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. *Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão*. 6 ed. São Paulo: Summus, 1992. 117 p.

MAGNO, W. C.; ARAUJO, A. E. P.; LUCENA, M. A.; MONTARROYOS, E. Realizando experimentos didáticos com o sistema de som de um PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 117-123, dez. 2004.

MONTARROYOS, E.; MAGNO, W. C. Aquisição de dados com a placa de som do computador. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 57-62, mar. 2001.

MOREIRA, M. A. *Texto de apoio para a disciplina de pós graduação: Bases Teóricas e Metodológicas para o Ensino Superior*, Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2003 – 2009. Revisado em 2010.

_____. *Aprendizagem significativa crítica*. Versão revisada e estendida de conferência proferida no III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de setembro de 2000. Publicada nas Atas desse Encontro, pp. 33- 45, com o título original de *Aprendizagem significativa subversiva*. Publicada também em *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*, no 6, pp. 83-101, 2005, com o título Aprendizaje Significativo Crítico. 1a edição, em formato de livro, 2005; 2a edição 2010.

MOREIRA, M. A.; SILVEIRA, F. L. Instrumentos de pesquisa em ensino e aprendizagem: a entrevista clínica e a validação de testes de papel e lápis. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1993, 104 p.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 4 ed. São Paulo: Centauro, 2007. 111 p.

OLIVEIRA, M. K. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. 4 ed. São Paulo: Scipione, 1997. 111 p.

SANTOS, J. C. F. O papel do professor na promoção da aprendizagem significativa. *Revista Científica UNIABEU*, v.1, p. 9-14, jan.-jun. 2008.

SIAS, D. B.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de Física no ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 360-381, dez. 2006.

_____ Ensino de física térmica na escola de nível médio: aquisição automática de dados como elemento motivador de discussões conceituais. *Textos de apoio ao professor de Física*, Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, v. 19, n. 1, 2008.

SILVA, L. F.; VEIT, E. A. Uma experiência didática com aquisição automática de dados no laboratório de Física do Ensino Médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 3, p. 18-32, dez. 2006.

SILVEIRA, F. L. *Texto de apoio produzido para os seminários sobre métodos quantitativos: Determinando a significância estatística para as diferenças entre médias*. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, set. 2006.

SOUZA, A. R. E.; PAIXÃO, A. C.; UZÊDA, D. D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; AMORIM, H. S. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 33, n. 1, 1702, mar. 2011.

VEIT, E. A. O laboratório didático de Física e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio. Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, CEFET – Paraná, p. 1302-1310, 21-26 mar. 2003.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 7 ed. Brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 2008. 182 p.

YAMAMOTO, I.; BARBETA, V. B. Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v.23, n. 2, p. 215-225. jun. 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A
Questionários e testes

A.1 - Questionário aplicado para caracterizar as turmas com relação ao uso da informática



Escola: _____ Data: _____

Nome: _____ nº _____ série: _____

Questionário / Tema: Informática

1. Dos equipamentos abaixo, assinale qual(is) você possui:

- Celular com câmera digital Computador Notebook Netbook
 Celular sem câmera digital Câmera digital Tablet

2. Quantos dias da semana você usa o computador?

- 1 dia 2 dias 3 dias 4 dias 5 dias 6 dias 7 dias

3. Em média, quantas horas por dia você utiliza o computador?

4. Quais sistemas operacionais você utiliza?

- Linux Windows Mac OS Outro (qual?): _____

5. Selecione a opção que melhor indica o seu domínio sobre as ferramentas computacionais listadas:

• Editores de texto (*Word* e similares)

- nenhum pouco intermediário bastante total

• Planilhas de dados e gráficos (*Excel* e similares)

- nenhum pouco intermediário bastante total

• Apresentações de Slides (*Power Point* e similares)

- nenhum pouco intermediário bastante total

• Ferramentas de desenho (*Paint, Corel* e similares)

- nenhum pouco intermediário bastante total

• Tratamento de imagem (*Photoshop* e similares)

- nenhum pouco intermediário bastante total

• Editores de áudio (*Audacity, Sound Forge, GoldWave, iDJ* e similares)

- nenhum pouco intermediário bastante total

• Editores de vídeo (*Movie Maker, iMovie* e similares)

- nenhum pouco intermediário bastante total

• Banco de dados (SQL, Access e similares)

- nenhum pouco intermediário bastante total

6. Onde você costuma acessar a internet?

No computador de sua casa

nunca raramente poucas vezes muitas vezes quase sempre

No computador da escola

nunca raramente poucas vezes muitas vezes quase sempre

No computador da *lan house*

nunca raramente poucas vezes muitas vezes quase sempre

Em seu celular

nunca raramente poucas vezes muitas vezes quase sempre

Outro (qual?): _____

nunca raramente poucas vezes muitas vezes quase sempre

7. Você usa a internet para:

ler e enviar e-mails

acessar redes sociais

fazer pesquisas escolares

ver notícias de jornais/portais

fazer upload/download de arquivos (fotos, vídeos, músicas, livros etc.)

jogar

trocar mensagens instantâneas (msn, Skype etc.)

usar aplicativos e simuladores educacionais (física, química, matemática etc.)

usar ferramentas como o *Google Drive*, *OneDrive* e similares para compartilhar arquivos de texto, planilhas de dados e outros documentos com outras pessoas.

armazenar/fazer backup de arquivos do seu computador através de ferramentas como *Dropbox*, *iCloud* e similares.

criar blogs

criar sites

outros (quais?) _____

8. Você já fez ou faz algum curso de:

robótica

eletrônica

programação

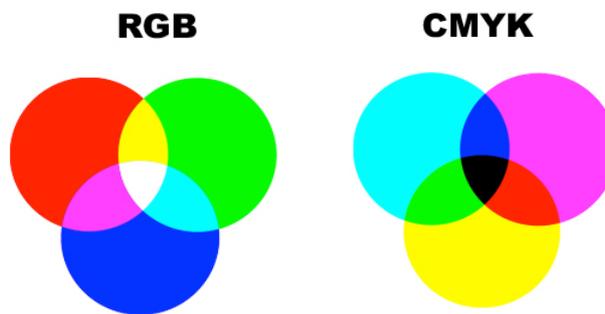
outros (quais?) _____

8. Se você possui e-mail, escreva o(s) seu(s) endereço(s) eletrônico(s) abaixo.

A.2 - Pré-teste sobre óptica

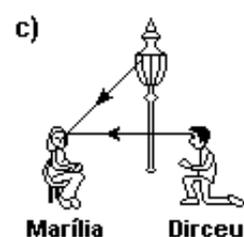
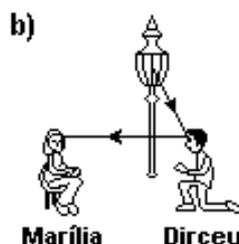
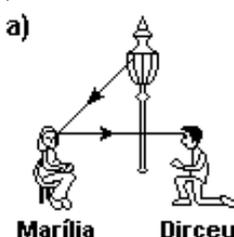
IMPORTANTE: Não faça marcas nas folhas de questões. Responda apenas na folha de respostas.

Dado: Abaixo, como fonte de consulta, estão representados dois sistemas para mistura de cores, sendo um deles conhecido como RGB – que é uma abreviação em inglês para *Red* (vermelho), *Green* (verde) e *Blue* (azul) –, e o outro conhecido como CMYK – que é uma abreviação em inglês para *Cyan* (ciano), *Magenta* (magenta), *Yellow* (amarelo) e *black* (preto).



Analise atentamente cada uma das questões* abaixo e **marque, somente na folha de respostas**, apenas uma das três alternativas (a, b, c) que, em sua opinião, melhor completa o enunciado.

01. Imagine que você esteja em uma sala isolada do meio externo, ou seja, totalmente fechada. Se todas as fontes de luz forem apagadas você
- não conseguirá enxergar nada dentro da sala pois ela ficará completamente escura.
 - levará um certo tempo para enxergar todos os objetos dentro da sala, pois é necessário que o olho se acostume com o ambiente.
 - enxergará normalmente os objetos com tonalidades claras e com muita dificuldade os escuros.
02. Admita que o Sol subitamente “morresse”, ou seja, sua luz deixasse de ser emitida. Passadas 24 h, um eventual sobrevivente, olhando para o céu sem nuvens, veria
- a Lua e as estrelas.
 - uma completa escuridão.
 - somente as estrelas.
03. Marília e Dirceu estão em uma praça iluminada por uma única lâmpada. Assinale a alternativa em que estão **CORRETAMENTE** representados os feixes de luz que permitem a Dirceu ver Marília.



04. A folha impressa de um livro apresenta impressão de letras pretas sobre o fundo branco do papel; isso facilita a leitura e a percepção da escrita. O que ocorre com a luz? Ela

- a) é refletida pela escrita e absorvida pelo papel branco.
- b) é absorvida pela escrita e refletida pelo papel branco.
- c) é refletida igualmente pelas duas partes.

05. Quando vistas através de um filtro vermelho, as folhas verdes de uma árvore

- a) parecem pretas.
- b) tornam-se praticamente invisíveis.
- c) são vistas com sua cor natural.

06. Ana Maria, modelo profissional, costuma fazer ensaios fotográficos e participar de desfiles de moda. Em trabalho recente, ela usou um vestido que apresentava cor vermelha quando iluminado pela luz do sol. Ana Maria irá desfilarm novamente usando o mesmo vestido. Sabendo-se que a passarela onde Ana Maria vai desfilarm será iluminada agora com luz monocromática azul, podemos afirmar que o público perceberá seu vestido como sendo

- a) azul, pois é a cor que incidiu sobre o vestido.
- b) preto, porque o vestido só reflete a cor vermelha.
- c) de cor entre vermelha e verde devido à mistura das cores.

07. Em um ambiente com luz natural, uma banana madura se apresenta amarela com pintas pretas. Ao ser colocada em um ambiente iluminado apenas por luz verde, será observada

- a) amarela com pintas pretas.
- b) verde com pintas pretas.
- c) totalmente preta.

08. Observando um pedaço de papel vermelho em um laboratório um estudante chega às seguintes conclusões:

- I. O papel pode ser branco e estar sendo iluminado com luz vermelha.
- II. O papel pode ser vermelho e estar sendo iluminado com luz vermelha.
- III. O papel pode ser vermelho e estar sendo iluminado com luz branca.

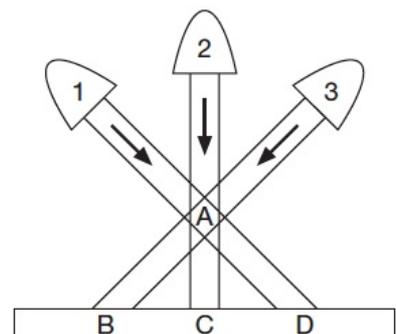
Está correto o que se afirma

- a) apenas em II.
- b) apenas em I e III.
- c) em I, II e III.

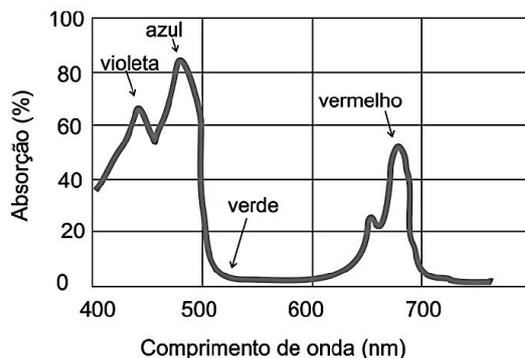
09. Três feixes de luz, de mesma intensidade, podem ser vistos atravessando uma sala, como mostra a figura.

O feixe 1 é vermelho, o 2 é verde e o 3 é azul. Os três feixes se cruzam na posição A e atingem o anteparo nas regiões B, C e D. As cores que podem ser vistas nas regiões A, B, C e D, respectivamente, são

- a) branco, branco, branco, branco.
- b) preto, azul, verde, vermelho.
- c) branco, azul, verde, vermelho.



10. À noite, numa sala iluminada, é possível ver os objetos da sala, por reflexão numa vidraça, com muito maior nitidez que durante o dia, porque
- aumenta a parcela de luz refletida.
 - diminui a parcela de luz refratada proveniente do exterior.
 - aumenta a parcela de luz absorvida pelo vidro.
11. Um estudante realizou duas experiências. Na primeira misturou tinta guache vermelha e verde. Na segunda, projetou sobre uma parede branca simultaneamente uma luz vermelha e outra verde. Quais foram os resultados obtidos nessas experiências?
- Quando misturou as tintas obteve a cor castanho, mas quando misturou as luzes obteve a cor amarela.
 - Em ambos os casos obteve a mesma cor: castanho.
 - Em ambos os casos obteve a cor castanho, mas a tinta em um tom mais escuro e a luz em um tom mais claro.
12. O motorista de um carro olha no espelho retrovisor interno e vê o passageiro do banco traseiro. Se o passageiro olhar para o mesmo espelho verá o motorista. Esse fato se explica pelo
- princípio de independência dos raios luminosos.
 - princípio de propagação retilínea dos raios luminosos.
 - princípio da reversibilidade dos raios luminosos.
13. A coloração das folhas das plantas é determinada, principalmente, pelas clorofilas a e b – nelas presentes –, que são dois dos principais pigmentos responsáveis pela absorção da luz necessária para a realização da fotossíntese. O gráfico abaixo mostra o espectro conjunto de absorção das clorofilas a e b em função do comprimento de onda da radiação solar visível.



Com base nessas informações, é correto afirmar que, para realizar a fotossíntese, as clorofilas absorvem, predominantemente

- o violeta, e refletem o verde, o vermelho e o azul.
- o verde, e refletem o violeta, o azul e o vermelho.
- o violeta, o azul e o vermelho, e refletem o verde.

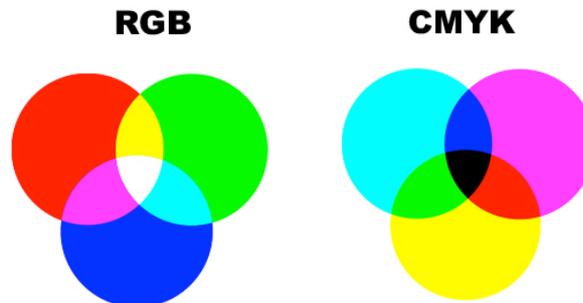
* Referências

- As questões 1, 7 e 11 foram elaboradas por Elio Molisani Ferreira Santos.
- As seguintes questões foram adaptadas dos respectivos exames vestibulares: nº 2 – FUVEST-SP (1993); nº 3 – UFMG (2005); nº 4 – FGV-SP (2001); nº 5 – ITA (1998); nº 6 – UFRN (2002); nº 9 – UNIFAL-MG (1999); nº 10 – PUC-SP (2005); nº 12 – PUCC-SP (2002); nº 13 – UFRN (2010);
- A questão 8 foi adaptada das Olimpíadas de Física - SP (1998).

A.3 - Pós-teste sobre óptica

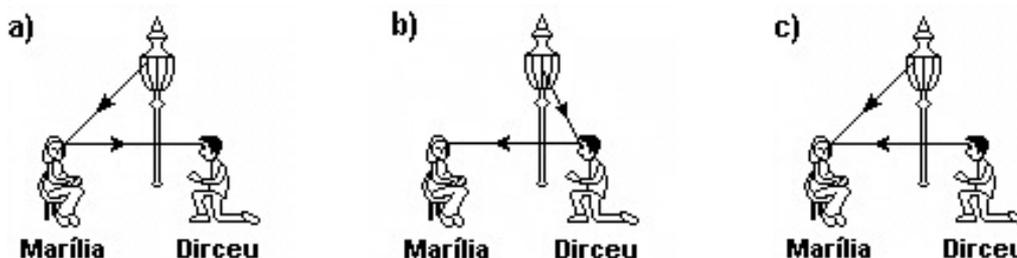
IMPORTANTE: Não faça marcas nas folhas de questões. Responda apenas na folha de respostas.

Dado: Abaixo, como fonte de consulta, estão representados dois sistemas para mistura de cores, sendo um deles conhecido como RGB – que é uma abreviação em inglês para *Red* (vermelho), *Green* (verde) e *Blue* (azul) –, e o outro conhecido como CMYK – que é uma abreviação em inglês para *Cyan* (ciano), *Magenta* (magenta), *Yellow* (amarelo) e *black* (preto).



Analise atentamente cada uma das questões* abaixo e **marque, somente na folha de respostas**, apenas uma das três alternativas (a, b, c) que, em sua opinião, melhor completa o enunciado.

- Imagine que você esteja em uma sala isolada do meio externo, ou seja, totalmente fechada. Se todas as fontes de luz forem apagadas você
 - não conseguirá enxergar nada dentro da sala pois ela ficará completamente escura.
 - levará um certo tempo para enxergar todos os objetos dentro da sala, pois é necessário que o olho se acostume com o ambiente.
 - enxergará normalmente os objetos com tonalidades claras e com muita dificuldade os escuros.
- Admita que o Sol subitamente “morresse”, ou seja, sua luz deixasse de ser emitida. Passadas 24 h, um eventual sobrevivente, olhando para o céu sem nuvens, veria
 - a Lua e as estrelas.
 - uma completa escuridão.
 - somente as estrelas.
- Marília e Dirceu estão em uma praça iluminada por uma única lâmpada. Assinale a alternativa em que estão **CORRETAMENTE** representados os feixes de luz que permitem a Dirceu ver Marília.



04. A folha impressa de um livro apresenta impressão de letras pretas sobre o fundo branco do papel; isso facilita a leitura e a percepção da escrita. O que ocorre com a luz? Ela
- é refletida pela escrita e absorvida pelo papel branco.
 - é absorvida pela escrita e refletida pelo papel branco.
 - é refletida igualmente pelas duas partes.
05. Em uma situação, ilustrada na figura 1, uma lâmpada e um observador têm, entre si, uma lâmina de vidro colorida. Em outra situação, ilustrada na figura 2, ambos, a lâmpada e o observador, encontram-se à frente de uma lâmina de plástico colorida, lisa e opaca. Mesmo sendo a lâmpada emissora de luz branca, em ambas as situações o observador enxerga as lâminas como sendo de cor verde.

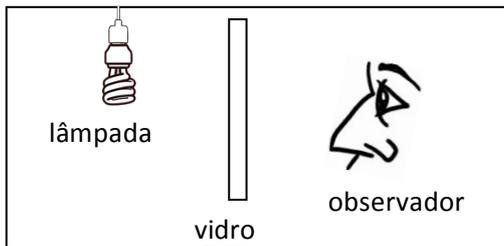


figura 1

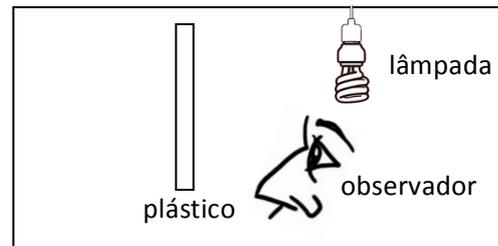


figura 2

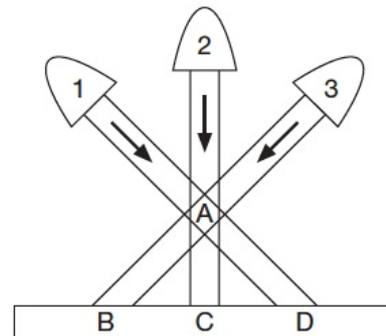
Pode-se, então, afirmar que, predominantemente

- o vidro reflete a luz de cor verde, absorvendo as outras cores, e o plástico transmite a luz de cor verde, absorvendo as outras cores.
 - o vidro absorve a luz de cor verde, transmitindo as outras cores, e o plástico absorve a luz de cor verde, refletindo as outras cores.
 - o vidro transmite a luz de cor verde, absorvendo as outras cores, e o plástico reflete a luz de cor verde, absorvendo as outras cores.
06. Um laboratório fotográfico usa luz monocromática vermelha para revelação e cópia de filmes. Um objeto que, sob luz branca, se apresenta na cor verde pura, dentro desse laboratório será visto na cor
- preta.
 - vermelha.
 - verde.
07. Um melão maduro parecerá preto quando for iluminado com luz
- vermelha.
 - verde.
 - azul.
08. Observando um pedaço de papel vermelho em um laboratório um estudante chega às seguintes conclusões:
- O papel pode ser branco e estar sendo iluminado com luz vermelha.
 - O papel pode ser vermelho e estar sendo iluminado com luz vermelha.
 - O papel pode ser vermelho e estar sendo iluminado com luz branca.
- Está correto o que se afirma
- apenas em II.
 - apenas em I e III.
 - em I, II e III.

09. Três feixes de luz, de mesma intensidade, podem ser vistos atravessando uma sala, como mostra a figura.

O feixe 1 é vermelho, o 2 é verde e o 3 é azul. Os três feixes se cruzam na posição A e atingem o anteparo nas regiões B, C e D. As cores que podem ser vistas nas regiões A, B, C e D, respectivamente, são

- branco, branco, branco, branco.
- preto, azul, verde, vermelho.
- branco, azul, verde, vermelho.



10. À noite, numa sala iluminada, é possível ver os objetos da sala, por reflexão numa vidraça, com muito maior nitidez que durante o dia, porque

- aumenta a parcela de luz refletida.
- diminui a parcela de luz refratada proveniente do exterior.
- aumenta a parcela de luz absorvida pelo vidro.

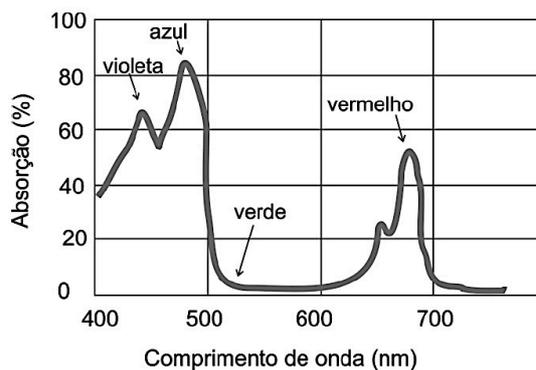
11. Um estudante realizou duas experiências. Na primeira misturou tinta guache vermelha e verde. Na segunda, projetou sobre uma parede branca simultaneamente uma luz vermelha e outra verde. Quais foram os resultados obtidos nessas experiências?

- Quando misturou as tintas obteve a cor castanho, mas quando misturou as luzes obteve a cor amarela.
- Em ambos os casos obteve a mesma cor: castanho.
- Em ambos os casos obteve a cor castanho, mas a tinta em um tom mais escuro e a luz em um tom mais claro.

12. O motorista de um carro olha no espelho retrovisor interno e vê o passageiro do banco traseiro. Se o passageiro olhar para o mesmo espelho verá o motorista. Esse fato se explica pelo

- princípio de independência dos raios luminosos.
- princípio de propagação retilínea dos raios luminosos.
- princípio da reversibilidade dos raios luminosos.

13. A coloração das folhas das plantas é determinada, principalmente, pelas clorofilas a e b – nelas presentes –, que são dois dos principais pigmentos responsáveis pela absorção da luz necessária para a realização da fotossíntese. O gráfico abaixo mostra o espectro conjunto de absorção das clorofilas a e b em função do comprimento de onda da radiação solar visível. Com base nessas informações, é correto afirmar que, para realizar a fotossíntese, as clorofilas absorvem, predominantemente



- o violeta, e refletem o verde, o vermelho e o azul.
- o verde, e refletem o violeta, o azul e o vermelho.
- o violeta, o azul e o vermelho, e refletem o verde.

*** Referências**

- As questões 1, 7 e 11 foram elaboradas por Elio Molisani Ferreira Santos.
- As seguintes questões foram adaptadas dos respectivos exames vestibulares: nº 2 – FUVEST-SP (1993); nº 3 – UFMG (2005); nº 4 – FGV-SP (2001); nº 5 – UNIFAL-MG (); nº 6 – UFMG (); nº 9 – UNIFAL-MG (1999); nº 10 – PUC-SP (2005); nº 12 – PUCC-SP (2002); nº 13 – UFRN (2010);
- A questão 8 foi adaptada das Olimpíadas de Física - SP (1998).

A.4 - Folhas de resposta para o pré-teste e para o pós-teste sobre óptica

 UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	Escola: _____	Data: _____
	Nome: _____ nº _____	série: _____

Pré-teste / Tema: óptica

Para cada questão do teste sobre óptica marque apenas uma das alternativas que, na sua opinião, melhor completa o enunciado.

Questão	Alternativa		
1	a	b	c
2	a	b	c
3	a	b	c
4	a	b	c
5	a	b	c
6	a	b	c
7	a	b	c
8	a	b	c
9	a	b	c
10	a	b	c
11	a	b	c
12	a	b	c
13	a	b	c

 UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	Escola: _____	Data: _____
	Nome: _____ nº _____	série: _____

Pós-teste / Tema: óptica

Para cada questão do teste sobre óptica marque apenas uma das alternativas que, na sua opinião, melhor completa o enunciado.

Questão	Alternativa		
1	a	b	c
2	a	b	c
3	a	b	c
4	a	b	c
5	a	b	c
6	a	b	c
7	a	b	c
8	a	b	c
9	a	b	c
10	a	b	c
11	a	b	c
12	a	b	c
13	a	b	c

APÊNDICE B

Roteiros experimentais

B.1 - Roteiro 1: Algumas propriedades da luz



FÍSICA

1º ROTEIRO DE ATIVIDADES

ALGUMAS PROPRIEDADES DA LUZ

Aplicação: Escola _____
____ª série do Ensino Médio | Prof. _____
Responsável pelo projeto: prof. Elio Molisani
Contato: eliomolisani@gmail.com
São Paulo
Setembro de 2014

Algumas propriedades da luz

Nome da equipe:

Série: Turma: Data: ___ / ___ / ___

Membros da Equipe:

Nome: nº

Nome: nº

Nome: nº

Nome: nº



Pensando um pouco...

Você já se perguntou de onde vem a luz, ou melhor, como ela pode ser produzida? Por que algumas pessoas precisam de óculos para enxergar? Como uma câmera fotográfica é capaz de gravar uma imagem?

Para responder a essas perguntas é necessário conhecer um pouco mais sobre a interação entre a luz e a matéria e, também, algumas propriedades científicas da luz que serão apresentadas ao longo deste roteiro.

Boa leitura e um ótimo trabalho!!!

Objetivos

Ao final dessa atividade espera-se que você consiga:

- ✓ classificar corpos como produtores ou fontes de luz;
- ✓ reconhecer e diferenciar os processos de reflexão, refração e absorção da luz;
- ✓ associar a transformação de energia luminosa à outras formas de energia e vice-versa;
- ✓ apropriar-se de alguns princípios da óptica geométrica;
- ✓ acessar e compartilhar arquivos disponíveis na internet, em especial através do *Google Drive*.

Material

- ✓ Computador com acesso à internet;
- ✓ Duas ponteiros laser com cores distintas ou duas lanternas com diferentes filtros coloridos;
- ✓ Espelho plano;
- ✓ Dioptra ou outro objeto transparente;
- ✓ Objeto opaco preto fosco;
- ✓ Superfície clara ou folha de papel sulfite branca.

Procedimento

Atividade 1 – corpos luminosos e iluminados

QP1.1) Quais são as condições necessárias para se enxergar um objeto?

QP1.2) Liste na tabela abaixo alguns elementos que produzem luz, elementos que são sensíveis à luz e elementos que permitem a passagem de luz.

Tabela 1.1: Corpos luminosos e iluminados

Elementos que produzem luz	Elementos que são sensíveis à luz	Elementos que permitem a passagem de luz

QP1.3) Abra o seu navegador de internet e acesse o link:

<https://docs.google.com/spreadsheets/ccc?key=0AjRQOAtZ71DWdEVESXhkRzBEUW5IVERENmJiY2ViVKE>

Transfira suas respostas com o nome do sua equipe para a planilha compartilhada.

Atividade 2 – Princípios da óptica geométrica

Nos experimentos a seguir você utilizará ponteiros laser. **MUITO CUIDADO** ao manuseá-las. **NÃO APONTE O LASER PARA OS OLHOS**, pois poderá machucá-los gravemente.

QP2.1) Pegue o suporte que contém uma ponteira laser e coloque-o sobre uma superfície plana e clara, que pode ser uma folha de papel branco sobre uma mesa. O que você pode afirmar sobre a trajetória com que a luz se propaga?

QP2.2) Na sua opinião, o que deve ocorrer com as trajetórias de dois feixes de luz ao se cruzarem?

QP2.3) Pegue duas ponteiros laser ou duas lanternas com luzes de cores diferentes. Coloque-as sobre a superfície e faça com que os feixes de luz proveniente delas se cruzem. O que você pode afirmar sobre a trajetória desses feixes?

Atividade 3 – Propagação da luz

Coloque separadamente sobre a mesa o espelho plano, o prisma e bloco de madeira pintado de preto. Com a ponteira laser, incida feixes de luz sobre cada um desses objetos e observe.

QP3.1) O que ocorre com o feixe de luz ao atingir o espelho?

QP3.2) O que ocorre com o feixe de luz ao atingir o prisma?

QP3.3) O que ocorre com o feixe de luz ao atingir o bloco de madeira pintado de preto?

Retomando os conceitos

Para retomar o que foi trabalhado, abaixo segue um breve resumo sobre alguns conceitos básicos de óptica.

✚ Fenômenos ópticos

A luz, ao atingir um objeto, pode ser refletida, refratada ou absorvida por este.

Reflexão regular

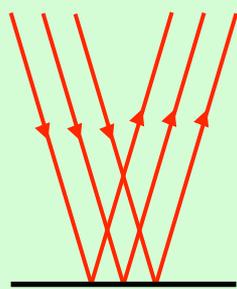


Figura 1.a: Raios luminosos paralelos que atingem uma superfície e retornam para o mesmo meio, também, paralelos.

Figura 1.b: A reflexão regular da luz possibilita a visualização de uma imagem nítida diante de um espelho.

Reflexão difusa

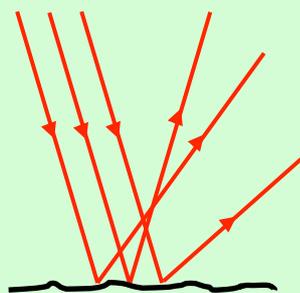
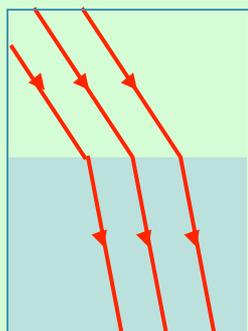


Figura 2.a: Raios luminosos paralelos que atingem uma superfície e retornam para o mesmo meio, espalhando-se em várias direções.

Figura 2.b: A imagem observa uma folha de papel alumínio amassada é um exemplo de reflexão difusa da luz.

Refração regular

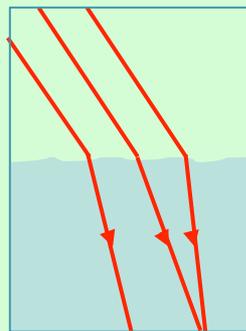


Elio Molisani

Figura 3.a: Raios luminosos paralelos que atravessam de um meio para outro mantendo-se paralelos.

Figura 3.a: A refração regular da luz permite a visualização de uma imagem nítida através de um aquário.

Refração difusa

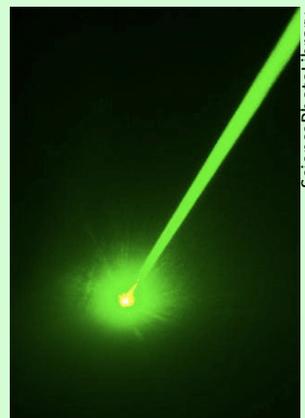
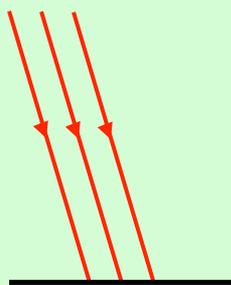


www.sxc.hu

Figura 4.a: Raios luminosos paralelos que atingem uma superfície e a atravessam dispersando-se em várias direções.

Figura 4.b: A imagem observada através de um vidro fosco é um exemplo de refração difusa da luz.

Absorção da luz



SciencePhotoLibrary

Figura 5.a: Os raios luminosos ao atingirem uma superfície são absorvidos por ela.

Figura 5.b: A imagem mostra que a intensidade luminosa do feixe refletido é muito inferior à incidente, evidenciando a absorção de grande parte da luz pela superfície

✚ Princípios da óptica geométrica

Propagação retilínea da luz

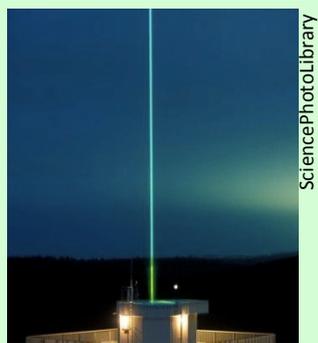


Figura 6: Em meios homogêneos e transparentes, a luz se propaga em linha reta.

Independência dos raios luminosos



Figura 7: Quando raios de luz se cruzam, cada um deles segue seu caminho como se os outros não existissem.

Reversibilidade dos raios de luz

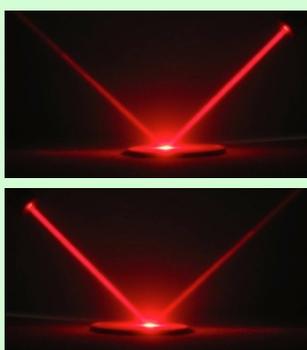


Figura 8: A trajetória de um raio de luz não se modifica quando o sentido de sua propagação é invertido.

Será que você entendeu???

Teste seu conhecimento resolvendo os exercícios abaixo.

QR01) Em um dia ensolarado, podemos perceber que o asfalto fica bastante quente. Geralmente, chega a ficar mais quente que outras superfícies, como a calçada, por exemplo. Qual seria uma possível justificativa para esse fenômeno?

QR02) Mesmo em um ambiente completamente fechado e com todas as fontes de luz apagadas, se mantivermos os olhos bem abertos, é possível enxergar os objetos dentro dele. Justifique se esta afirmação é verdadeira ou falsa.

Verifique se as afirmações abaixo estão corretas, corrigindo-as quando necessário.

QR03) Uma pessoa consegue se olhar no espelho graças ao grande poder de refração luminosa que ele possui.

QR04) O princípio da reversibilidade da luz é que garante a você observar outra pessoa através de um espelho sem ser visto por ela.

Salve esse arquivo em uma pasta conhecida em seu computador com o seguinte nome:

Roteiro1_nome_de_sua_equipe

Acesse o *Google drive* através da página <https://drive.google.com/> na internet.

Entre com seu e-mail e senha.

Faça o upload do deste arquivo.

Em seguida transfira o arquivo para a pasta **Roteiro1**, que se encontra dentro da pasta **Óptica**.

Para saber mais...

Clique na figura abaixo com a tecla Ctrl pressionada ou insira o link <http://www.youtube.com/watch?v=nTiq733vPFU> em seu navegador de internet e assista a um vídeo interessante sobre refração.



Referências bibliográficas

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. Física 2: Térmica / Óptica / GREF. 5. ed. 2. reimpr. São Paulo: Edusp, 2005. v. 2.

CARRON, W.; GUIMARÃES, O. As faces da física. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2006. v. único.

BONJORNO, J. R. *et al.* Física: história & cotidiano. São Paulo: FTD, 2003. v. 2.

RAMALHO JR, F.; NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. Os fundamentos da Física. 8. ed. rev. e ampl. São Paulo: Moderna, 2003. v. 2.

B.2 - Roteiro 2: Reflexão, absorção e refração da luz



FÍSICA

2º ROTEIRO DE ATIVIDADES

REFLEXÃO, ABSORÇÃO E REFRAÇÃO DA LUZ

Aplicação: Escola _____
____ª série do Ensino Médio | Prof. _____
Responsável pelo projeto: prof. Elio Molisani
Contato: eliomolisani@gmail.com
São Paulo
Setembro de 2014

Reflexão, absorção e refração da luz

Nome da equipe:

Série: Turma: Data: ___ / ___ / ___

Membros da Equipe:

Nome: nº

Nome: nº

Nome: nº

Nome: nº



Pensando um pouco...

Se você fosse para a praia em um dia ensolarado, provavelmente não faltaria em sua bagagem óculos escuros. E se você fosse esquiar na neve, levaria os óculos também?

Na praia o protetor solar é outro item fundamental, pois protege seu corpo dos raios ultravioletas, mas, e seus óculos escuros, será que protegem seus olhos desses raios? Como fazer para descobrir se seus óculos filtram os raios ultravioletas?

Na atividade de hoje, você descobrirá um método para fazer medidas de intensidade de luz refletida, transmitida e absorvida por um corpo.

Boa leitura e um ótimo trabalho!!!

Objetivos

Ao final dessa atividade espera-se que você consiga:

- ✓ reconhecer e diferenciar os processos de reflexão, refração e absorção da luz;
- ✓ compreender que a luz é uma forma de energia e, quando absorvida por um corpo, se transforma em outras formas de energia;
- ✓ apropriar-se de alguns princípios da óptica geométrica;
- ✓ compreender a metodologia usada para determinar a porcentagem de luz refletida, transmitida ou absorvida por um corpo;
- ✓ saber operar o Arduino para coletar os dados;
- ✓ analisar e interpretar os resultados coletados;
- ✓ acessar e compartilhar arquivos disponíveis na internet, em especial através do *Google Drive*.

Material

- ✓ Computador com acesso à internet.
- ✓ Arduino
- ✓ Kit Arduino contendo um sensor de luz (caixa com LED e LDR) para análise de reflexão, refração e absorção luminosa.
- ✓ Filtros solares do tipo arquitetônico/automotivo com diversas taxas de transmitância.
- ✓ Placas opacas nas cores branca, preta e diversos tons de cinza.

Procedimento

Atividade 1 – Transmissão da luz

Nessa atividade, você precisará de um Arduino, um sensor de luz (caixa cúbica com LED branco e LDR) e filtros de luz do tipo arquitetônico/automotivo com diversas taxas de transmissão luminosa, que estão identificados através de letras seguidas de números como, por exemplo, G5, G20, G35 etc.

QP1.1) Na tabela abaixo preencha a coluna de identificação do filtro com a letra correspondente a cada um deles. Em seguida, observe cada filtro e complete a segunda coluna da tabela.

QP1.2) De acordo com as instruções que lhe forem dadas, opere o Arduino para fazer as medidas de transmitância luminosa para esses filtros. O esquema de montagem do equipamento está logo após a tabela.

Esquema do sensor de transmissão

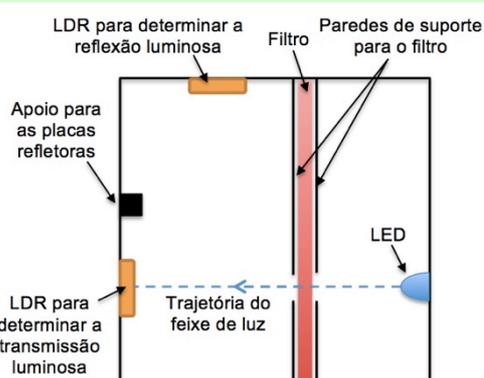


Figura 1.1: O feixe de luz parte do LED, passa pelo filtro e atinge o LDR que está na parede em frente.

Tabela 1.1 – Índice de transmitância luminosa ou percentual de visibilidade

Identificação do filtro	Quanto você acha que o filtro deixa passar de luz (%)	Índice de transmitância luminosa medida com o Arduino (%)

QP1.3) Comparando os resultados em sua tabela, você poderia afirmar que a visão humana é suficientemente capaz de analisar com precisão a quantidade de luz que atravessa um filtro? Tente justificar sua resposta.

QP1.4) O que você pode concluir com relação à transmissão luminosa e às características de um filtro.

Esquema de montagem para o sensor de luz

Conexão do LED com o Arduino

- ✓ Fio preto na porta GND
- ✓ Fio branco na porta digital 13

Conexão do LDR com o Arduino

- ✓ Fio preto na porta GND
- ✓ Fio laranja na porta 5V
- ✓ Fio branco/marrom na porta analógica 0
- ✓ Fio amarelo na porta analógica 1

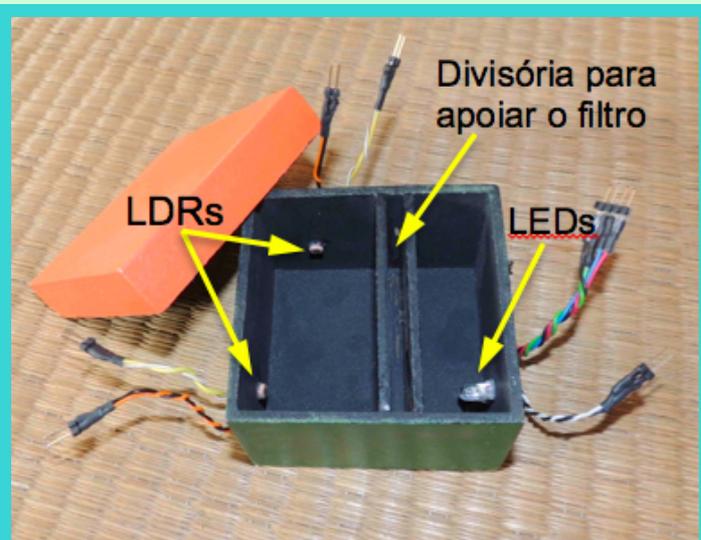


Figura 1.2: Caixa com LED para análise de transmitância. Observe que de um dos LEDs partem dois fios: um preto e outro branco. E existem quatro fios que partem dos LDRs: um preto, um laranja, um amarelo e outro branco/marrom.

Operando o Arduino

1. Faça a conexão entre o computador e o Arduino com o cabo USB.
2. Clique duas vezes sobre o ícone do Arduino que aparece no *desktop*.
3. Abra o programa Taxa de Transmissão, para isso clique em:
File / Sketchbook / Taxa_de_Transmissao
4. Verifique se o programa irá se conectar corretamente com a placa Arduino Duemilanove, clicando em:
Tools / Board / Arduino Duemilanove or Nano w / ATmega328
5. Verifique se o programa se conectará corretamente com a porta serial clicando em
Tools / Serial Port / escolha o número da porta (geralmente o maior número)
6. Faça o *upload* do programa para o Arduino clicando no ícone para *upload* que aparece na parte superior da tela:



Obs.: se não conseguir fazer o *upload*, o problema pode ser com a porta serial. Repita o passo 5 escolhendo uma outra porta.

5. Clique no ícone Serial Monitor que aparece na parte superior da tela:



6. Se abrirá uma nova janela, onde você visualizará os resultados de sua experiência.
7. Primeiro você deve calibrar o sensor. Para isso, deixe a caixa de LED fechada e sem filtro. Em seguida digite a letra C nessa nova janela e tecele *Enter*. Aparecerá uma mensagem dizendo que o sensor está calibrado.
8. Agora você já pode efetuar as medidas de transmissão luminosa. Coloque o filtro desejado no espaço reservado para ele dentro da caixa de LED e feche a caixa. Em seguida digite L e tecele *Enter* para efetuar a medida. Aparecerá na tela a taxa percentual de luz transmitida pelo filtro.
9. Repita o passo 8 para outros filtros.

Atividade 2 – Reflexão da luz

O esquema de montagem do Arduino é o mesmo, porém com o sensor de reflexão que sai da caixa cúbica. Também serão necessárias placas opacas, uma branca, uma preta e outras em tons variados de cinza.

QP2.1) Observe cada placa e complete a segunda coluna da tabela.

QP2.2) De acordo com as instruções que lhe forem dadas, opere o Arduino para fazer as medidas de reflexão luminosa para essas placas. O esquema de montagem do equipamento é o mesmo da atividade anterior, porém utilizando a caixa com LED em formato de L.

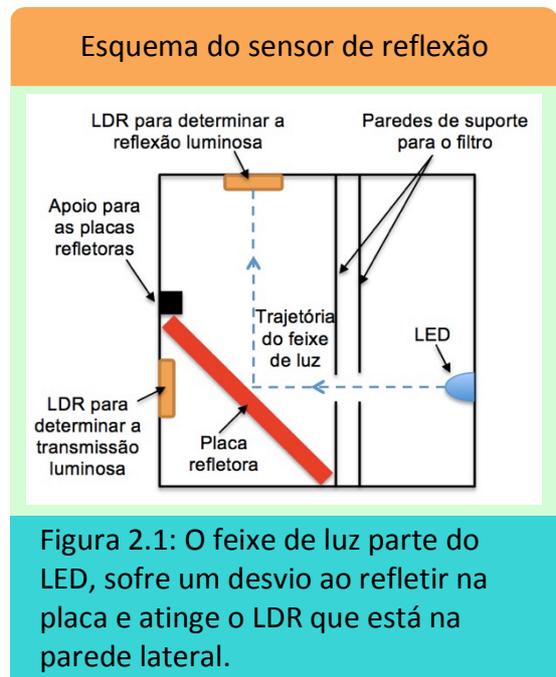


Tabela 2.1 – Taxa de reflexão da luz

Identificação da placa	Quanto você acha que a placa reflete de luz (%)	Taxa de reflexão medida com o Arduino (%)
Branca		
Cinza 1 (claro)		
Cinza 2 (médio)		
Cinza 3 (escuro)		
Preta		

QP2.3) Comparando os resultados em sua tabela, você poderia afirmar que a visão humana é suficientemente capaz de analisar com precisão a quantidade de luz que é refletida por um corpo? Tente justificar sua resposta.

QP2.4) O que você pode concluir com relação à reflexão luminosa e a cor de um corpo.

Atividade 3 – Absorção da luz

Agora, você poderá acompanhar pelo vídeo ao lado um experimento onde o Arduino foi conectado a um sistema que contém uma lâmpada cercada por duas semiesferas metálicas, uma pintada internamente de branco e a outra de preto.

Essas placas estão conectadas a sensores térmicos, que indicarão a temperatura de cada uma delas na tela do computador e no painel de LCD junto ao equipamento.

Com a tecla Ctrl pressionada clique sobre a figura ao lado para assistir ao vídeo ou insira o link <http://youtu.be/Av8OcTIQEeA> no seu navegador de internet. Fique atento aos valores da temperatura com o passar do tempo.



Figura 3.1: Experimento para detectar a variação da temperatura de superfícies pintadas em função da radiação absorvida.

QP3.1) O que ocorreu com a temperatura das placas com o passar do tempo? Tente justificar o ocorrido.

QP3.2) Analisando os dados da tabela que aparece no vídeo, a partir de qual instante você acha que a lâmpada do sistema foi acesa? Justifique.

QP3.3) De acordo com as atividades desenvolvidas, dê uma explicação que relacione a variação (ou não) da temperatura das placas com suas cores.

Será que você entendeu???

Teste seu conhecimento respondendo às questões abaixo.

QR01) Qual o motivo de se usar óculos escuros quando se está em um lugar com neve?

QR02) Em um dia ensolarado de verão, é melhor usar uma roupa clara ou escura? Justifique.

Para saber mais...

Você sabia que existe uma lei brasileira para o uso de películas nos vidros de veículos, e que o percentual de visibilidade não é o mesmo para cada vidro? Clique na figura abaixo com a tecla Ctrl pressionada e veja uma reportagem interessante sobre esse assunto. (Caso não esteja conseguindo assistir ao vídeo, insira o link <https://www.youtube.com/watch?v=Avd-0IV3qeI> em seu navegador de internet¹)



Referências

ARDUINO. Disponível em¹: www.arduino.cc

CONTRAN. Disponível em¹:

http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_CONTRAN_254.pdf

¹ Acesso em 13 set. 2014

B.3 - Roteiro 3: Cores (parte I)



FÍSICA
3º ROTEIRO DE ATIVIDADES
CORES

Aplicação: Escola _____
____ª série do Ensino Médio | Prof. _____
Responsável pelo projeto: prof. Elio Molisani
Contato: eliomolisani@gmail.com
São Paulo
Setembro de 2014

Cores

Nome da equipe:

Série: Turma: Data: ___ / ___ / ___

Membros da Equipe:

Nome: nº

Nome: nº

Nome: nº

Nome: nº



Pensando um pouco...

Você já parou para pensar por que existem cores diferentes? Por exemplo, qual o motivo para a cor azulada do céu em um dia ensolarado, ou por que o entardecer é avermelhado?

 Será que todos os seres vivos enxergam colorido?

 De onde vem a cor? O que é cor? Será que um objeto se apresenta sempre com a mesma cor?

 Como você já deve ter percebido, hoje o foco da nossa discussão é COR. Siga os procedimentos descritos no roteiro e bom trabalho.

Objetivos

Ao final dessa atividade espera-se que você consiga:

- ✓ compreender o processo de absorção e reflexão das luzes coloridas.
- ✓ compreender como funcionam os filtros luminosos monocromáticos;
- ✓ interpretar os resultados percentuais obtidos através de coletas experimentais com o Arduino;
- ✓ prever os resultados da interação luz-matéria, no que diz respeito a cores.

Material

- ✓ 1 computador com acesso à internet;
- ✓ 1 Arduino modelo Duemilanove, Uno ou outro;
- ✓ Kit contendo um sensor de luz para Arduino;
- ✓ Caixa com LED de alto brilho nas cores branca, vermelha, verde e azul (um de cada cor) e pilhas;
- ✓ Objetos nas cores vermelha, verde, azul, branca e preta;
- ✓ Filtros monocromáticos nas cores vermelha, verde e azul;

Procedimento

Atividade 1 – Caixa de cores

Pegue a maior caixa, a que contém diversos interruptores coloridos. Você não deve abrir a caixa, apenas olhar através de seu visor.



QP1.1) Com todos os interruptores desligados, o que você vê através do visor?

Ligue apenas um interruptor e observe através do visor. O que você vê?
Desligue o interruptor, e repita o procedimento com um interruptor diferente.
Repare que cada interruptor corresponde a um LED de mesma cor.

Preencha a tabela abaixo descrevendo o formato das figuras que estão dentro da caixa e as cores com que você as observa ao acender cada um dos LEDs.

Tabela 1.1 – Caixa de cores

Figura	Sem luz	Luz vermelha	Luz verde	Luz azul	Luz branca

QP1.2) De acordo com os conceitos aprendidos nas atividades anteriores, a luz, ao atingir um objeto, pode ser absorvida, refletida ou refratada. Sendo assim, descreva o que ocorreu com a luz de cada LED ao interagir com a figura em formato de losango.

QP1.3) Faça a mesma descrição para a figura em formato de círculo.

QP1.4) Por que, por exemplo, um objeto é verde quando exposto à luz solar?

QP1.5) O que você pode dizer a respeito da luz branca?

Atividade 2 – Reflexão da luz colorida

Na atividade anterior você fez uma análise qualitativa sobre a reflexão das cores, agora você fará uma análise quantitativa. Ou seja, nesse experimento você vai observar a porcentagem de luz que um objeto colorido reflete.

Pegue o sensor de luz (caixa que contém um LED RGB um LDR, apresentada na Fig. 2 após a tabela). Como pode ser observado na Fig. 1 ao lado, em uma das quinas dentro da caixa, há um apoio para encaixar as placas coloridas.

QP2.1) De acordo com as instruções que lhe forem dadas, opere o Arduino para fazer as medidas de reflexão luminosa para essas placas e preencha a tabela a seguir.

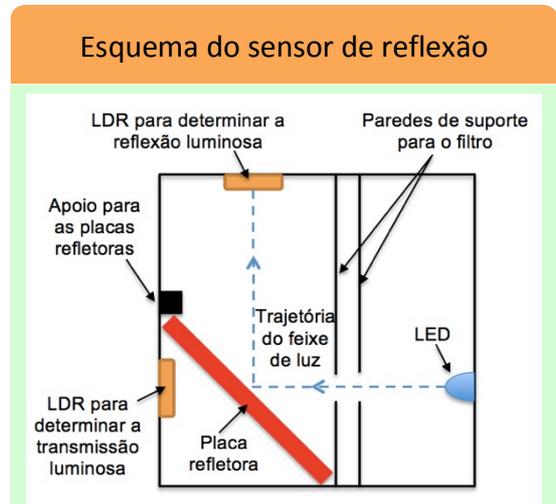


Figura 1: O feixe de luz parte do LED, sofre um desvio ao refletir na placa e atinge o LDR que está na parede lateral.

Tabela 2.1 – Taxa de reflexão de luzes coloridas

Placa	Taxa de reflexão medida com o Arduino (%)		
	Luz vermelha	Luz verde	Luz azul
Vermelha			
Verde			
Azul			

Esquema de montagem para o Sensor de luz

Conexão do LED com o Arduino

- ✓ Fio preto na porta GND
- ✓ Fio laranja na porta digital 11
- ✓ Fio azul na porta digital 12
- ✓ Fio verde na porta digital 13

Conexão do LDR com o Arduino

- ✓ Fio preto na porta GND
- ✓ Fio laranja na porta 5V
- ✓ Fio branco/marrom na porta analógica 0
- ✓ Fio amarelo na porta analógica 1

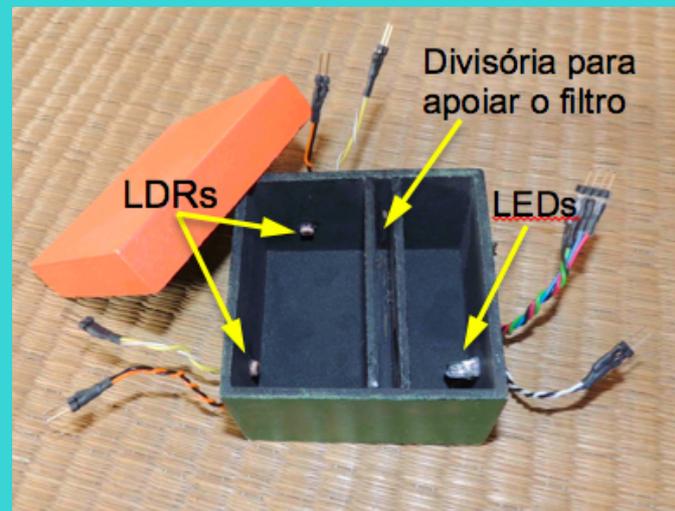


Figura 2: Caixa com LED para análise da reflexão luminosa. Observe que de um dos LEDs partem quatro fios (preto, verde, azul e vermelho). E mais quatro fios que partem dos LDRs (preto, laranja, amarelo, branco/marrom).

Operando o Arduino

1. Faça a conexão entre o computador e o Arduino com o cabo USB.
2. Clique duas vezes sobre o ícone do Arduino que aparece no *desktop*.
3. Abra o programa Reflexão Colorida, para isso clique em:
File / Sketchbook / Reflexão_Colorida
4. Verifique se o programa irá se conectar corretamente com a placa Arduino Duemilanove, clicando em:
Tools / Board / Arduino Duemilanove or Nano w / ATmega328
5. Verifique se o programa se conectará corretamente com a porta serial clicando em
Tools / Serial Port / escolha o número da porta (geralmente o maior número)
6. Faça o *upload* do programa para o Arduino clicando no ícone para *upload* que aparece na parte superior da tela:



Obs.: se não conseguir fazer o *upload*, o problema pode ser com a porta serial. Repita o passo 5 escolhendo uma outra porta.

7. Clique no ícone Serial Monitor que aparece na parte superior da tela:



8. Se abrirá uma nova janela, onde você visualizará os resultados de sua experiência.

9. Primeiro você deve calibrar o sensor. Para isso, coloque um espelho na trilha dentro da caixa de LED e tampe-a. Em seguida digite 1 nessa nova janela e tecele *Enter*. Aparecerá uma mensagem dizendo que o sensor está calibrado.

10. Agora você já pode efetuar as medidas de reflexão luminosa. Coloque a placa colorida no lugar do espelho e feche a caixa. Em seguida digite 2 e tecele *Enter* para efetuar a medida. Aparecerá na tela a taxa percentual de luz refletida pela placa.

11. Repita o passo 10 para outras placas coloridas.

Atividade 3 – Filtros coloridos

Nessa atividade, você usará a caixa com LED e LDR para determinar a taxa de transmissão luminosa por filtros coloridos. O esquema de funcionamento do experimento pode ser observado na Fig. 3 ao lado.

QP3.1) De acordo com as instruções que lhe forem dadas, opere o Arduino para fazer as medidas de transmitância luminosa para esses filtros. O esquema de montagem do equipamento é semelhante ao do experimento anterior, no entanto serão utilizados filtros coloridos no lugar das placas.

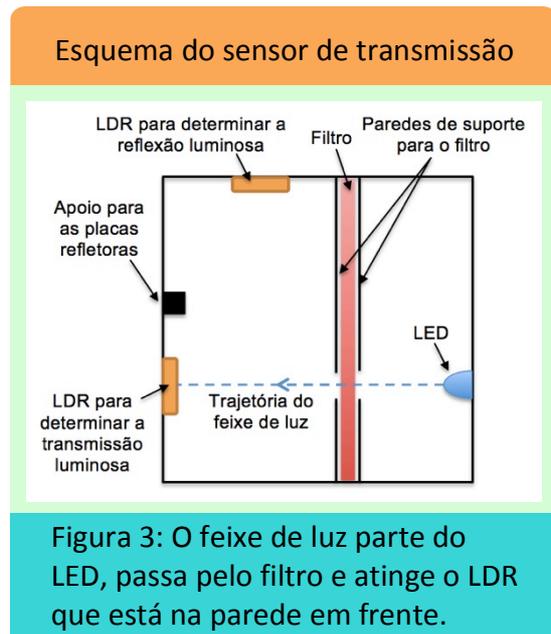


Tabela 3.1 – Índice de Transmitância Luminosa

Filtro	Taxa de transmissão luminosa medida com o Arduino (%)		
	Luz vermelha	Luz verde	Luz azul
Vermelho			
Verde			
Azul			

QP3.2) De acordo com os conceitos aprendidos nas atividades anteriores, a luz, ao atingir um objeto, pode ser absorvida, refletida ou refratada. Sendo assim, descreva o que ocorreu com a luz de cada LED ao atingir o filtro vermelho.

QP3.3) O que você pode concluir com relação à transmissão luminosa e as características de um filtro.

QP3.4) Pegue a folha de papel cartão preto que contém algumas figuras coloridas. Faça observações dessa folha através do filtro vermelho e, em seguida, do filtro azul. Preencha a tabela abaixo.

Tabela 3.2 – Filtros coloridos

Figura	Cor Observada		
	Sem filtro (luz branca)	Filtro Vermelho	Filtro Azul
Quadrado			
Triângulo			
Círculo			
Losango			

QP3.5) Explique as cores com que foram observadas o losango.

Para fazer em casa...

Atividade Extra – Filtros Coloridos

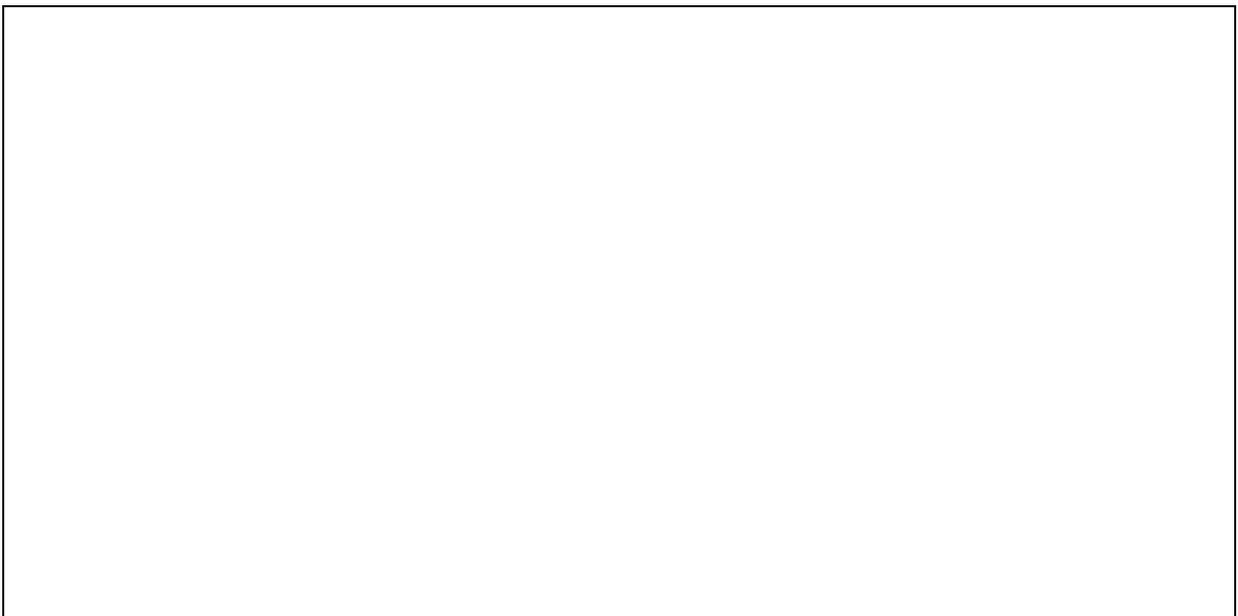
Você irá precisar de:

- ✓ Uma câmera fotográfica (pode ser a do seu celular);
- ✓ Uma lanterna;
- ✓ Filtros coloridos (várias camadas de papel celofane servem como filtro), de preferência nas cores vermelha e/ou azul;
- ✓ Uma folha de papel branca e outra preta para servir de fundo fotográfico (pode ser uma toalha ou outra superfície de cores branca e preta na luz natural);
- ✓ Objetos coloridos, de preferência nas cores vermelha, azul e verde.

1ª parte – fotografando objetos com filtros coloridos

1. Em um ambiente claramente iluminado posicione objetos de cores distintas sobre uma superfície branca ou preta.
2. Faça uma foto desses objetos SEM o uso de filtro. Coloque a fotografia (com no máximo 300 Kb) no quadro 1.
3. Faça uma outra foto desses objetos COM um filtro colorido posicionado sobre a lente da câmera fotográfica. Coloque a fotografia (com no máximo 300 Kb) no quadro 2.

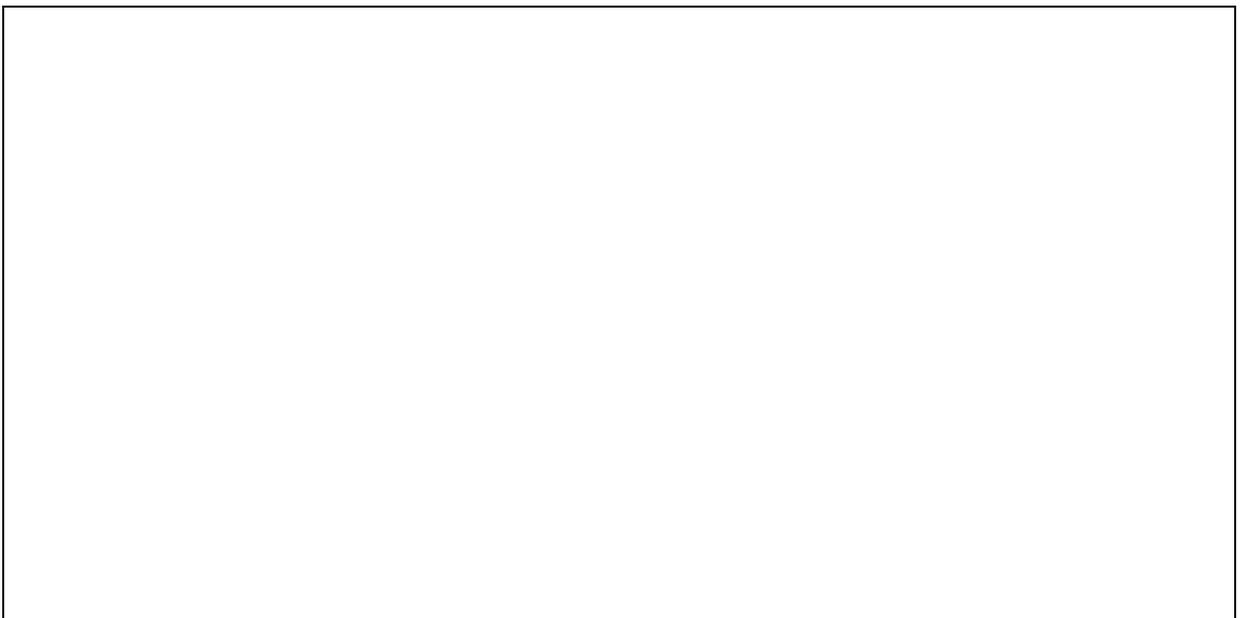
Quadro 1 – Foto sem o uso de filtro



Quadro 2 – Foto com o uso de filtro Escolha uma cor



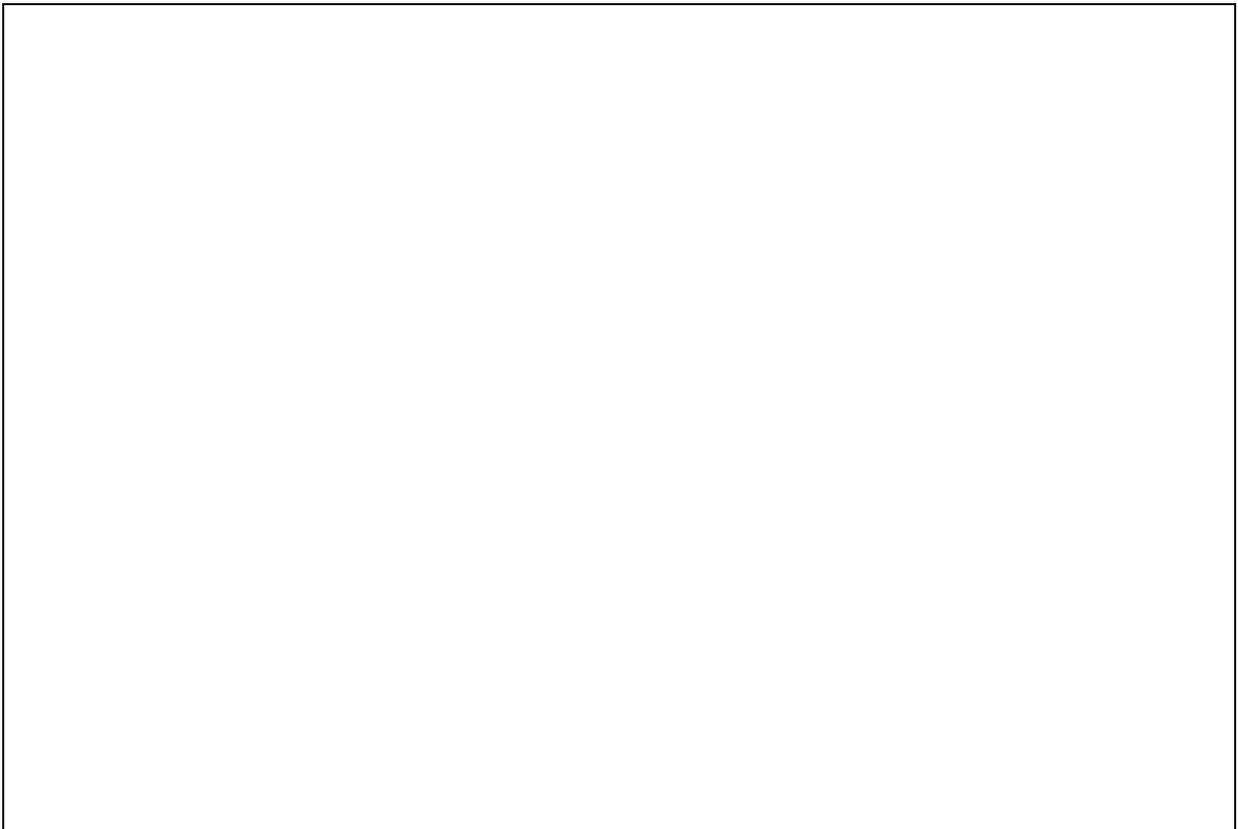
QE1.1) Explique o motivo para a diferença de cores observadas nas fotos.



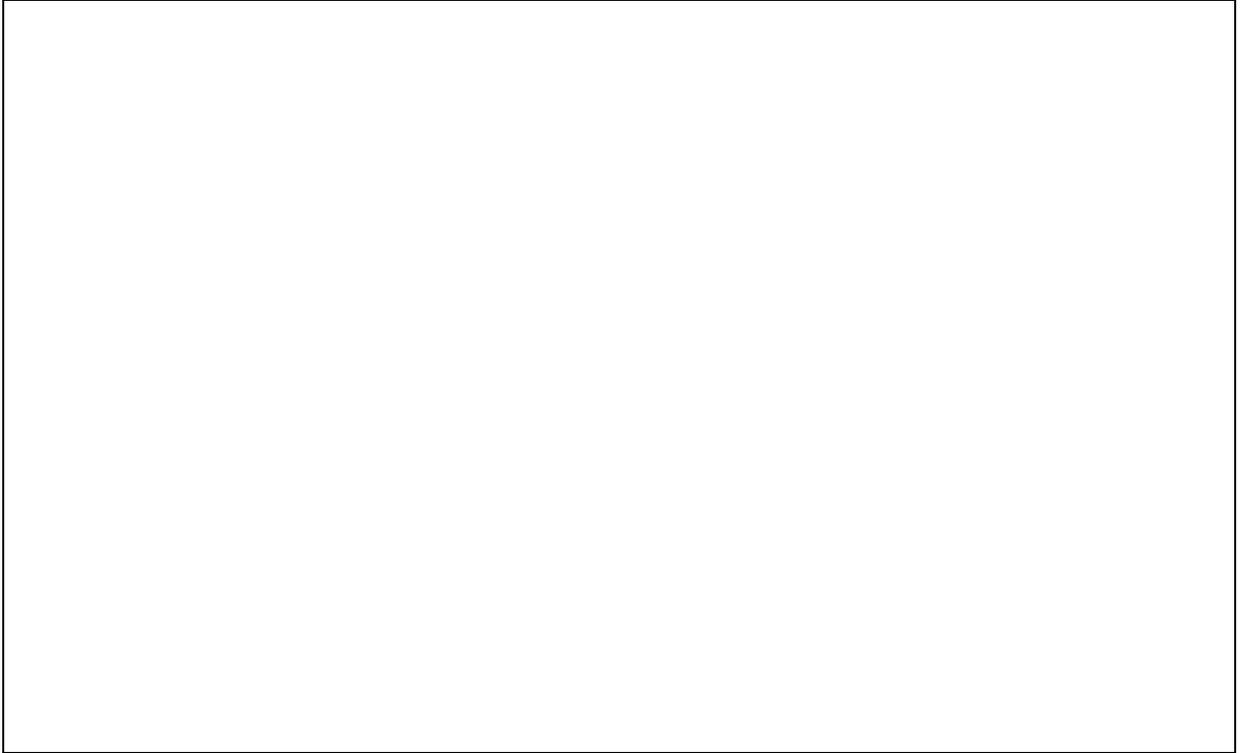
2ª parte – fotografando objetos com luzes coloridas

1. Em um ambiente completamente escuro posicione objetos de cores distintas sobre uma superfície branca ou preta.
2. Com a luz de uma lanterna ou de uma lâmpada comum (luz branca), ilumine os objetos e tire uma foto deles. Coloque a fotografia (com no máximo 300 Kb) no quadro 3.
3. Agora, você deve iluminar esses objetos com luz colorida (de preferência vermelha, azul ou verde). Para isso, cubra a lanterna com o papel celofane colorido. Uma outra opção é usar a luz colorida do seu celular ou *tablet* (acesse o link <http://www.androidpit.com.br/pt/android/market/apps/app/ch.smalltech.ledflashlight.free/Lanterna-LED-HD-Flashlight> e baixe gratuitamente o aplicativo Lanterna LED HD Flashlight para seu equipamento).
4. Tire uma foto dos objetos iluminados com luz colorida e no quadro 2 (com no máximo 300 Kb).

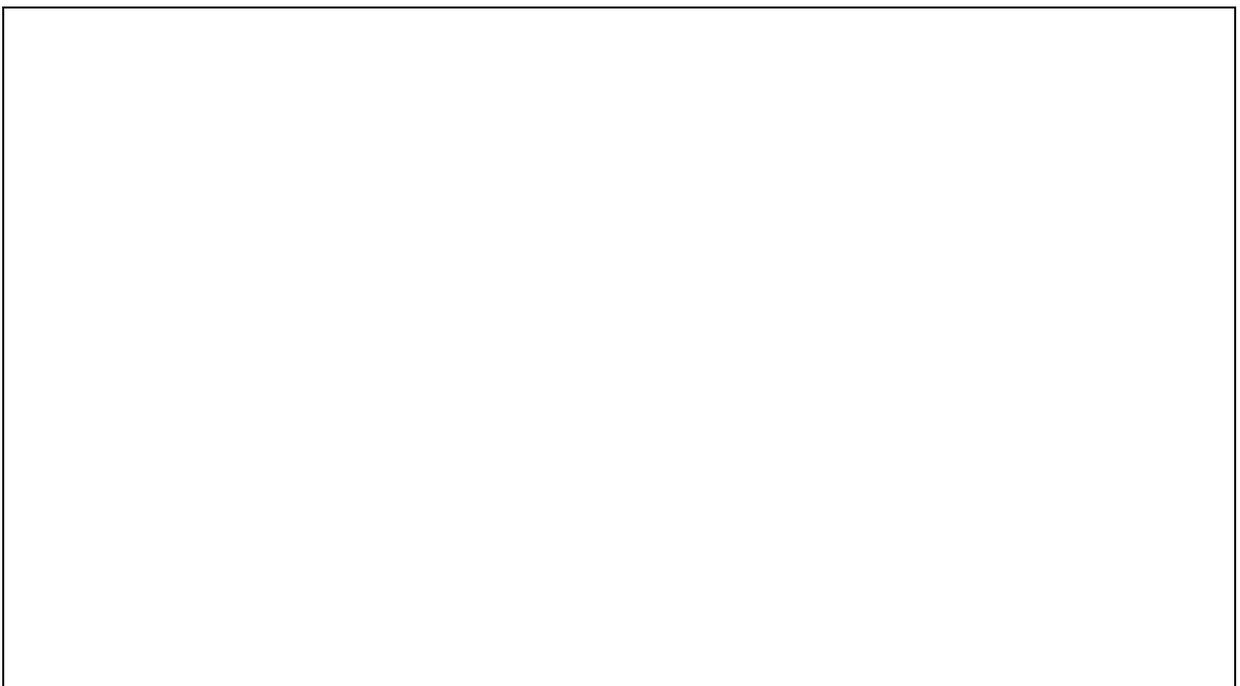
Quadro 3 – Foto com luz branca



Quadro 4 – Foto com luz Escolha uma cor



QE2.1) Explique o motivo para a diferença de cores observadas nas fotos.



B.4 - Roteiro 4: Cores (parte II)



FÍSICA
4º ROTEIRO DE ATIVIDADES
CORES

Aplicação: Escola _____
____ª série do Ensino Médio | Prof. _____
Responsável pelo projeto: prof. Elio Molisani
Contato: eliomolisani@gmail.com
São Paulo
Setembro de 2014

Cores

Nome da equipe:

Série: Turma: Data: ___ / ___ / ___

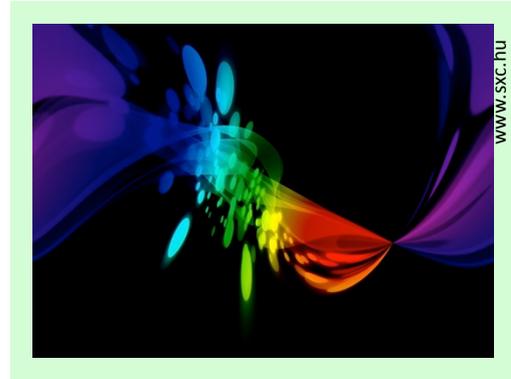
Membros da Equipe:

Nome: nº

Nome: nº

Nome: nº

Nome: nº



Pensando um pouco...

Na atividade anterior começamos uma discussão sobre cores. Ainda sobre esse tema, é muito provável que você já tenha feito algumas experiências com misturas de tintas em casa ou nas aulas de Arte, ou que já tenha ouvido falar em cores primárias. Se você quiser produzir tinta verde, saberia que outras cores misturar?

E luz, você acha que é possível misturar luzes coloridas da mesma forma que misturamos as tintas? Obteremos os mesmos resultados???

Descubra as respostas resolvendo as atividades desse roteiro.

Bom trabalho!!!

Objetivos

Ao final dessa atividade espera-se que você consiga:

- ✓ diferenciar cor-luz de cor-pigmento;
- ✓ identificar as cores primárias e secundárias para luz e pigmentos;
- ✓ compreender o funcionamento dos sistemas de misturas de cores RGB e CMYK;

Material

- ✓ 1 computador com acesso à internet;
- ✓ 1 Arduino Duemilanove ou similar;
- ✓ Kit com caixa de luzes (caixa com LED RGB de alto brilho) para Arduino;
- ✓ Tinta vermelha, verde, azul, ciano, magenta e amarela;
- ✓ Copos descartáveis para efetuar a mistura das tintas;
- ✓ Folha de papel sulfite branca;

Procedimento

Atividade 1 – Mistura de luzes coloridas (sistema RGB)

Pegue a Caixa de Luzes e conecte ao Arduino de acordo com o esquema de montagem apresentado no quadro abaixo.

QP1.1) De acordo com as instruções do professor, abra o programa *Processing* (veja o item operando o *Processing*) para controlar o LED RGB. Em seguida preencha a tabela abaixo:

Tabela 1.1 – Sistema RGB (cor-luz)

VERMELHO (100%)	+	VERDE (100%)	=		
VERMELHO (100%)	+	AZUL (100%)	=		
VERDE (100%)	+	AZUL (100%)	=		
VERMELHO	+	VERDE	+	AZUL	=

Esquema de montagem da Caixa de Luzes com o Arduino

Conexão do LED com o Arduino

- ✓ Fio vermelho na porta digital 11
- ✓ Fio verde na porta digital 12
- ✓ Fio verde na porta digital 13
- ✓ Fio preto na porta GND

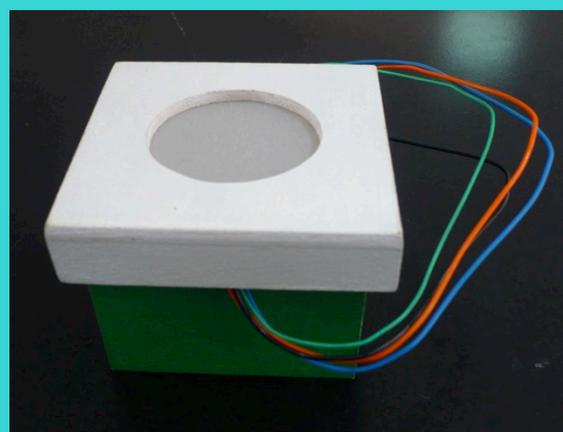


Figura 1.1: Caixa de Luzes com LED RGB para a composição de cores por adição. Observe que existem quatro fios que partem do LED contido na caixa (preto, vermelho, verde e azul).

Operando o Arduino

1. Faça a conexão entre o computador e o Arduino com o cabo USB.
2. Clique duas vezes sobre o ícone do Arduino que aparece no *desktop*.
3. Abra o programa Caixa de Luzes, para isso clique em:
File / Sketchbook / Caixa_de_Luzes
4. Verifique se o programa irá se conectar corretamente com a placa Arduino Duemilanove, clicando em:
Tools / Board / Arduino Duemilanove or Nano w / ATmega328
5. Verifique se o programa se conectará corretamente com a porta serial clicando em
Tools / Serial Port / escolha o número da porta (geralmente o maior número)
6. Faça o *upload* do programa para o Arduino clicando no ícone para *upload* que aparece na parte superior da tela:



Obs.: se não conseguir fazer o *upload*, o problema pode ser com a porta serial. Repita o passo 5 escolhendo uma outra porta.

Operando o Processing

1. Clique duas vezes sobre o ícone do Processing que aparece no *desktop*.
2. Abra o programa Caixa de Luzes, para isso clique em:
File / Sketchbook / Caixa_de_Luzes
3. Execute o programa clicando sobre o ícone *Run* que aparece no canto superior esquerdo da tela:



Atividade 2 – Mistura de pigmentos (sistema CMYK)

Para esta atividade você precisará de tinta nas cores vermelha, verde, azul, ciano, magenta e amarela.

QP2.1) Em copinhos descartáveis distintos, faça as misturas das tintas coloridas indicadas na tabela abaixo, e complete-a com os resultados obtidos.

Tabela 2.1 – Mistura de pigmentos coloridos

Pigmento VERMELHO	+	Pigmento VERDE	=		
Pigmento VERMELHO	+	Pigmento AZUL	=		
Pigmento VERDE	+	Pigmento AZUL	=		
Pigmento VERMELHO	+	Pigmento VERDE	+	Pigmento AZUL	=

QP2.2) Comparando os resultados obtidos nos experimentos anteriores, o que você pode afirmar sobre a mistura de pigmentos e de luzes coloridas?

QP2.3) Em copinhos descartáveis distintos, faça as misturas das tintas coloridas indicadas na tabela abaixo, e complete-a com os resultados obtidos.

Tabela 2.1 – Sistema CMYK (cor-pigmento)

CIANO	+	MAGENTA	=		
CIANO	+	AMARELO	=		
MAGENTA	+	AMARELO	=		
CIANO	+	MAGENTA	+	AMARELO	=

Um pouco de teoria

Geralmente aparelhos como televisores e computadores adotam sistemas de misturas de cores conhecidos por RGB enquanto que as impressoras usam o sistema CMYK. Mas o que isso significa?

O Sistema RGB, que é uma abreviação em inglês para *Red* (vermelho), *Green* (verde) e *Blue* (azul), realiza uma combinação de cores por adição (Figura 2.1). Esse sistema é válido para mistura de luz.

Já o sistema CMYK, que é uma abreviação em inglês para *Cyan* (ciano), *Magenta* (magenta), *Yellow* (amarelo) e *black* (preto), realiza uma combinação de cores por subtração (Figura 2.2), sendo válido para mistura de pigmentos. Note que a mistura em proporções adequadas de ciano, magenta e amarelo, resultará em preto, no entanto, até por uma questão de economia de tinta, as impressoras tem um cartucho especialmente preto. Outro motivo, é que para o setor gráfico a ausência de cor é representada pela mistura dessas cores. Então, por exemplo, quando o preto representado pela mistura de magenta, ciano e amarelo é enviado para uma impressora, ela interpreta esse resultado como ausência de cor e não pinta a folha. Já o preto representado por K é interpretado pela impressora como pintar a folha com a tinta preta.

Síntese Aditiva (luz)

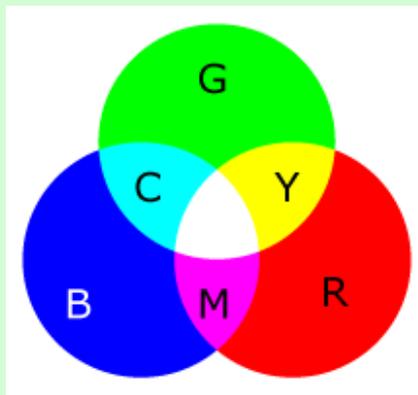


Figura 2.1: Pode ser observada através da mistura equivalente de luzes nas cores vermelha, verde e azul, também conhecida por padrão de cores RGB

Síntese Subtrativa (pigmento)

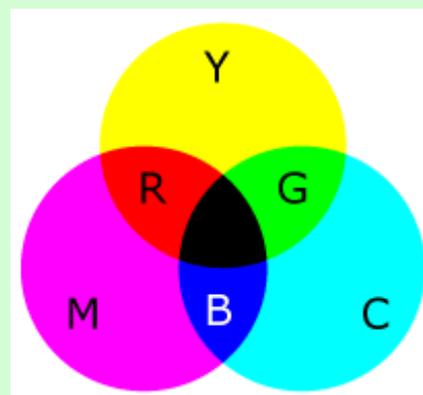


Figura 2.2: Ocorre a partir da mistura equivalente de pigmentos nas cores ciano, magenta e amarelo, também conhecida por padrão de cores CMYK.

Se você reparar, existem impressoras que adotam cartuchos de tinta coloridos separados. Estes cartuchos são vendidos nas cores ciano, amarelo, magenta e preto (Figura 2.3). Mesmo as impressoras que utilizam um único cartucho de tinta colorida, você pode notar que em sua embalagem (Figura 2.4) aparecem escrito e pintado as três cores do sistema CMYK, pois, internamente o cartucho é dividido em compartimentos para o armazenamento de cada uma das cores separadamente.

Sistema de cores CMYK observado em cartuchos de tinta para



Fotos: Elio Molisani

Figura 2.3: Cartuchos individuais de tinta para impressoras com as cores do sistema CMYK. No detalhe, os cartuchos instalados na impressora.



Fotos: Elio Molisani

Figura 2.4: Cartucho com as tintas coloridas ciano, magenta e amarela, em um único invólucro. A tinta preta vem em um cartucho separado.

Mas na prática, como devemos interpretar esses dois sistemas?

Suponha que um objeto seja pintado com tinta magenta (cor-pigmento primária). Ao levarmos esse objeto para um ambiente com luz branca, enxergamos esse objeto com cor magenta, pois ele é capaz de refletir simultaneamente as cores-luz azul e vermelha, absorvendo a verde.

Então, se esse objeto for iluminado apenas com luz verde será percebido como preto.

Se esse objeto for iluminado com luz policromática amarela (formada pelas cores-luz vermelha e verde), será observado na cor vermelha, pois ele absorve o verde e reflete o vermelho.

Será que você entendeu???

Teste seu conhecimento resolvendo os exercícios abaixo.

QR01) Um objeto é pintado de ciano é iluminado com luz branca. Qual(is) cor(es)-luz ele está refletindo? E qual(is) está absorvendo?

QR02) Se esse objeto ciano for iluminado com luz policromática amarela, com qual cor será observado?

QR03) Para que esse objeto ciano seja observado preto, deve ser iluminado com luz de qual cor?

Testando um mais um pouco...

Você pode testar outras misturas de cor através de um simulador. Para isso clique na figura abaixo com a tecla Ctrl pressionada, ou insira no seu navegador de internet o link <http://pion.sbfisica.org.br/pdc/index.php/por/Multimedia/Simulacoes/Optica/Visao-colorida>.



QE01) Para se observar a cor rosa, quais cores-luz (e quanto aproximadamente de cada) devem ser misturadas?

QE01) E para produzir a cor marrom, quais cores-luz (e quanto aproximadamente de cada) devem ser misturadas?

APÊNDICE C

Material de apoio ao professor

C.1 - Circuito elétrico para construir a “caixa de cores”

O experimento “caixa de cores” (Figura C.1: **Experimento “caixa de cores”**.) é constituído por uma câmara que possui em seu interior LEDs de alto brilho nas cores vermelha, verde, azul e branca e podem ser acionados individualmente por interruptores presentes do lado externo da caixa e estão cobertos com papel vegetal para difundir a luz. A alimentação é feita por duas pilhas pequenas de 1,5 V ligadas em série, totalizando uma tensão de 3V. Como essa tensão é muito elevada para o LED vermelho, faz-se necessário uma ligação em série com uma resistência de $100\ \Omega$ para garantir seu perfeito funcionamento. É importante verificar o manual do fabricante e as especificações técnicas dos LEDs antes de construir sua câmara, a fim de determinar a necessidade de um resistor acoplado ao circuito elétrico (Figura C.2: **Esquema elétrico da "caixa de cores"**).

Um detalhe importante é cobrir os LEDs com papel vegetal com a finalidade de difundir a luz uniformemente dentro da caixa, ou então usar LEDs difusos no lugar de transparentes. Note que um dos lados da câmara existe um orifício para visualizar as figuras coloridas que são colocadas do lado oposto, em seu interior.



Figura C.1: Experimento “caixa de cores”.

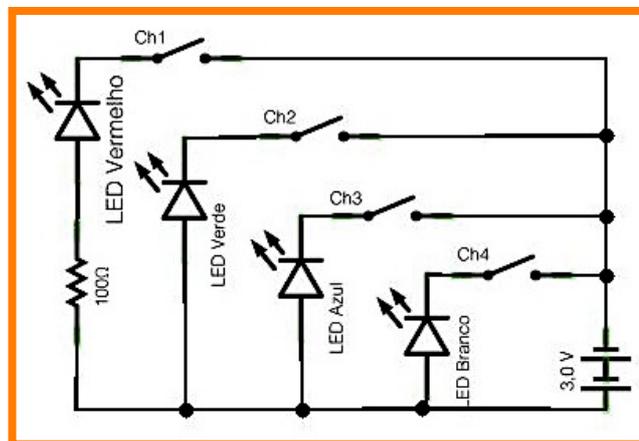


Figura C.2: Esquema elétrico da "caixa de cores".

C.2 - Intensidade luminosa em função da resistência elétrica de um LDR

A resistência elétrica de um LDR é inversamente proporcional à intensidade luminosa que incide sobre ele.

Em uma escala logarítmica, o gráfico da resistência (R) em função da intensidade luminosa (L) pode ser considerado linear para intensidades luminosas entre 10 lx e 100 lx (Figura C.3).

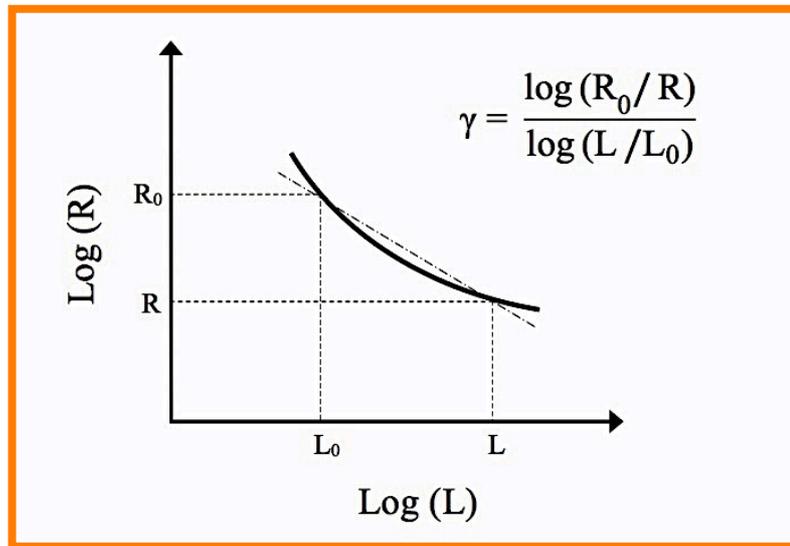


Figura C.3: Gráfico em escala logarítmica da resistência de um LDR em função da luminosidade incidente sobre ele.

De modo que a taxa de variação, γ , pode ser definida como,

$$\gamma = \frac{\log R_0 - \log R}{\log L - \log L_0}$$

Ao ser desenvolvida,

$$\gamma = \frac{\log(R_0/R)}{\log L - \log L_0}$$

$$\log L - \log L_0 = \frac{\log(R_0/R)}{\gamma}$$

$$\log L = \frac{\log(R_0/R)}{\gamma} + \log L_0$$

Resulta em,

$$L = 10^{\left[\frac{\log(R_0/R)}{\gamma} + \log L_0 \right]}$$

De acordo com as informações fornecidas pelo fabricante (vide ANEXO B – Informações sobre os fotoresistores), para o modelo de LDR usado nos experimentos, $L_0 = 10$ lx e $R_0 = 7 \text{ k}\Omega$, $\gamma = 0,7$.

Assim, com boa aproximação, a função $L_{(R)}$ é dada por

$$L_{(R)} = 161,17 \cdot R^{\left(-\frac{10}{7}\right)},$$

onde L é medido em lux (lx) e R em $\text{k}\Omega$.

C.3 - Esquema do circuito elétrico para a construção do “sensor de luz”

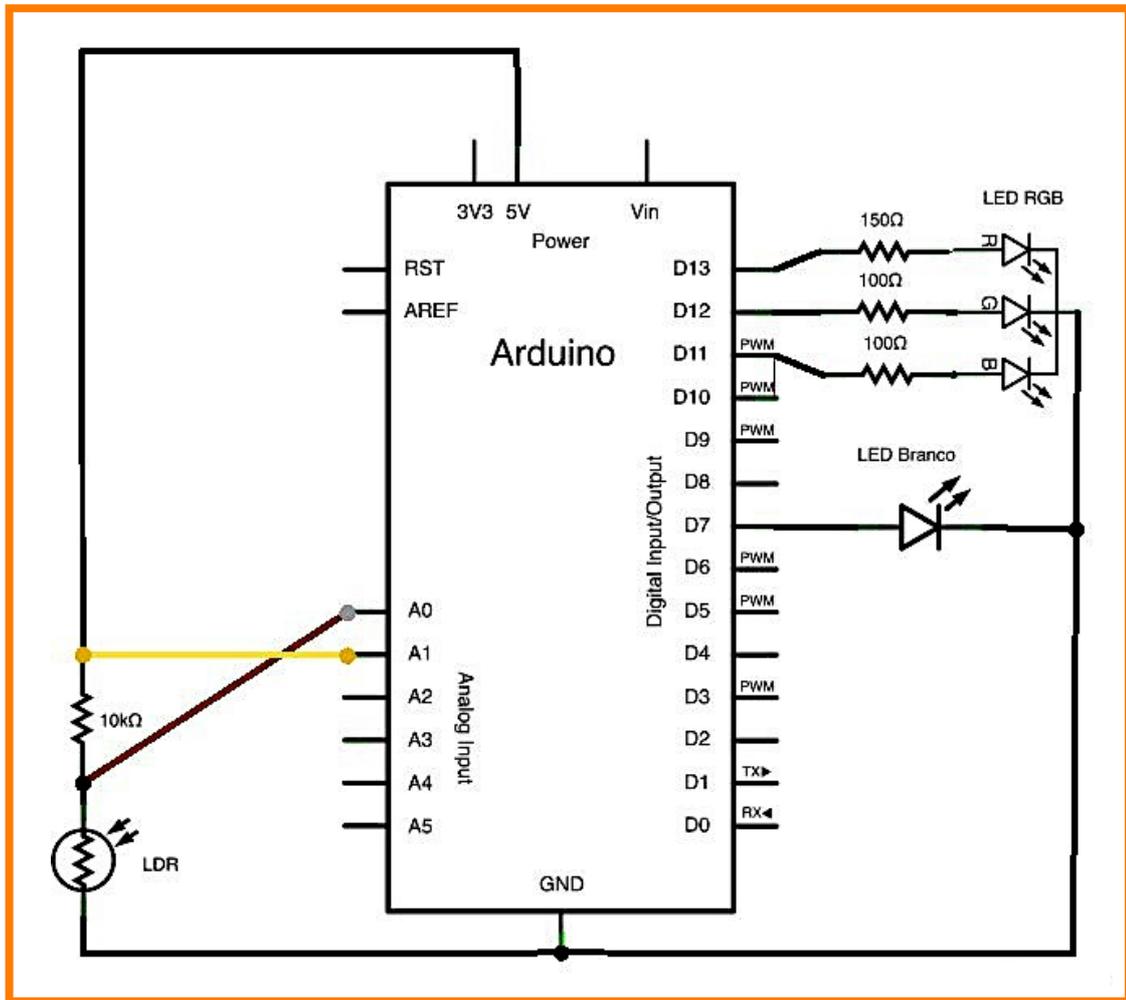


Figura C.4: Esquema do circuito elétrico do “sensor de luz”.

É importante verificar os valores de tensão (U_{LED}) e corrente (i_{LED}) elétricas nominais dos LEDs para determinar o valor da resistência elétrica (R) que ver ser ligada em série, lembrando que ambos estão submetidos a uma tensão total (U_T) de aproximadamente 5V, que é fornecida pelo *Arduino*.

A corrente elétrica dos LED utilizados na construção do “sensor de luz” deste trabalho apresenta valor nominal de 20 mA. A tensão elétrica nominal é de 3 V para os LEDs verde e azul e de 2 V para o LED vermelho. Portanto, basta desenvolver a equação $U_T = U_R + U_{LED}$, para determinar o valor da resistência R .

$$\text{Para o LED vermelho, temos: } 5 = R \cdot 0,020 + 2 \rightarrow \mathbf{R = 150 \Omega}$$

$$\text{Para os LEDs verde e azul, temos: } 5 = R \cdot 0,020 + 3 \rightarrow \mathbf{R = 100 \Omega}$$

C.4 - Código fonte para medir a taxa de reflexão luminosa da luz branca

```
// Copie o código abaixo e cole na IDE do Arduino
// Código fonte para medir a taxa de reflexao luminosa da luz branca
//Autor: Elio Molisani

float LDR; //declara a variavel LDR (em bits)
unsigned long tempo; // variavel de tempo, somente numeros positivos
char leitura; //define a variavel leitura que corresponde a uma letra o teclado
int branca = 13; // define o pino em que o led branco está ligado (fio branco)
int estadobranca; // variavel definida para o estado do led branco (1 aceso, 0 apagado)
float branca0, branca1; // variavel para armazenar dados de leitura do LDR
float percbranca; // percentual de reflexao da luz branca
float base, expo, base1, expo1;
float RT, RV, RF;// variaveis para armazenar valores de tensao
float RVbranca0, RVbranca1, LVbranca0, LVbranca1;
int n = 0;
void setup(){
pinMode(A0, INPUT); // define que o pino A0 será uma entrada(fio branco/marrom )
pinMode(A1, INPUT); // define que o pino A1 será uma entrada(fio amarelo)
pinMode(branca, OUTPUT); //define que o pino 13 (LED branco) será uma saída
Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
leitura = Serial.read(); // a variavel leitura sera obtida atraves do teclado
tempo= millis(); // base de tempo para a coleta em microssegundos
RF = 2200; // valor, em ohms, da resistencia fixa que foi ligada ao LDR

if(n==0) {
Serial.print("Tampe a caixa vazia e digite 1 para calibrar o sistema."); // mensagem para o usuario
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
n = n+1;
}

if (leitura =='1') {
n = 2;
Serial.print("Processo de calibração do sistema iniciado."); //mensagem para o usuario
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
estadobranca=HIGH;
digitalWrite(branca, estadobranca); //acende o led branco
Serial.print("LED branco aceso."); // mensagem para o usuario
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
delay(1000);
LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
branca0 = LDR;
RT = analogRead(A1); // obtem o valor da tensao total em bits (LDR + RFixa)
RVbranca0 =(( RF*branca0)/(RT-branca0)) ;//calcula a resistencia do LDR
expo = (-10.00000/7.00000);
base = RVbranca0/1000.000;
base = pow(base, expo);
LVbranca0 = 161.17*base; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
delay(1000);
estadobranca=LOW;
digitalWrite(branca, estadobranca); //apaga o led branco
Serial.print("LED branco apagado."); // mensagem para o usuario
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
delay(1000);
}
```

```

Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("O processo de calibraçao foi finalizado."); // mensagem para o usuario
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Coloque a amostra na caixa e tampe a mesma."); // mensagem para o usuario
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.println("Tecele 2 e pressione enter para iniciar o processo de analise da amostra");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
}

else if (leitura == '2') {
  n = 3;
  estadobranca=HIGH;
  digitalWrite(branca, estadobranca); //acende o led branco
  Serial.println("LED branco aceso."); //mensagem para o usuario
  delay(1000);
  LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
  branca1 = LDR;
  RT = analogRead(A1); // obtem, em bits, o valor R total (LDR + RFixa)
  RVbranca1 = (( RF*branca1)/(RT-branca1)) ;//calcula a resistencia do LDR
  expo1 = (-10.00000/7.00000);
  base1 = RVbranca1/1000.000;
  base1 = pow(base1, expo1);
  LVbranca1 = 161.17*base1; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
  delay(500);
  estadobranca=LOW;
  digitalWrite(branca, estadobranca); //apaga o led branco
  Serial.println("LED branco apagado."); //mensagem para o usuario
  delay(1000);
  percbranca = (RVbranca0/RVbranca1)*100;
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  Serial.print("O processo de analise foi finalizado."); //mensagem para o usuario
  delay(1000);
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  Serial.print("Resultado:"); //mensagem para o usuario
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  delay(1000);
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  Serial.print("Luz Branca - Taxa de reflexao: "); //mensagem para o usuario
  Serial.print(percbranca,1);
  Serial.println(" %");
  delay(2000);
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  Serial.print("Troque a amostra contida na caixa por outra."); //mensagem para o usuario
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  Serial.print("Digite 2 e pressione enter para iniciar o processo de analise da amostra");
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
}
}
}

```

C.5 - Código fonte para medir a taxa de transmissão luminosa da luz branca

```
// Copie o código abaixo e cole na IDE do Arduino
// Código fonte para medir a taxa de transmissão luminosa da luz branca por filtros
// Autor: Elio Molisani

float LDR; //declara a variavel LDR (em bits)
unsigned long tempo; // variavel de tempo longo, somente numeros positivos
char leitura; //define a variavel leitura que corresponde a uma letra o teclado
int branca = 13; // define o pino em que o led red está ligado (fio branco)
int estadobranca; // definindo variavel para o estado do led red 1 aceso, 0 apagado
float branca0, branca1; // variavel para armazenar dados de leitura do LDR para o led vermelho
float percbranca; // percentual de reflexao da luz branca
float base, expo, base1, expo1; // variaveis para calculo em Lux
float RT, RV, RF; // variaveis para armazenar valores de resistencia
float RVbranca0, RVbranca1, LVbranca0, LVbranca1;
int n = 0;
void setup(){
pinMode(A0, INPUT); // define que o pino A0 será uma entrada(fio branco/marrom)
pinMode(A1, INPUT); // define que o pino A1 será uma entrada(fio amarelo)
pinMode(branca, OUTPUT); //define que o pino 13 (LED branco) será uma saída
Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
leitura = Serial.read(); // a variavel leitura sera obtida atraves do teclado
tempo= millis(); // base de tempo para a coleta em microssegundos
RF = 2200;

if(n==0) {
Serial.print("Tampe a caixa vazia e digite 1 para calibrar o sistema.");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
n = n+1;
}

if (leitura =='1') {
n = 2;
Serial.print("Processo de calibração do sistema iniciado."); // informa na tela
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
estadobranca=HIGH;
digitalWrite(branca, estadobranca); //acende o led vermelho
Serial.print("LED branco aceso."); // informa na tela
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
delay(1000);
LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
branca0 = LDR;
RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
RVbranca0 =(( RF*branca0)/(RT-branca0)) ;//calcula a resistencia do LDR
expo = (-10.00000/7.00000);
base = RVbranca0/1000.000;
base = pow(base, expo);
LVbranca0 = 161.17*base; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
delay(1000);
estadobranca=LOW;
digitalWrite(branca, estadobranca); //apaga o led vermelho
Serial.print("LED branco apagado."); // informa na tela
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
delay(1000);
}
```

```

Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("O processo de calibração foi finalizado."); // informa na tela
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Coloque a amostra na caixa e tampe a mesma."); // informa na tela
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.println("Tecele 2 e pressione enter para iniciar o processo de análise da amostra"); // informa na tela
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
}

else if (leitura == '2') {
  n = 3;
  estadobranca=HIGH;
  digitalWrite(branca, estadobranca); //acende o led branco
  Serial.println("LED branco aceso."); // informa na tela
  delay(1000);
  LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
  branca1 = LDR;
  RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
  RVbranca1 = (( RF*branca1)/(RT-branca1)) ;//calcula a resistencia do LDR
  expo1 = (-10.00000/7.00000);
  base1 = RVbranca1/1000.000;
  base1 = pow(base1, expo1);
  LVbranca1 = 161.17*base1; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
  delay(500);
  estadobranca=LOW;
  digitalWrite(branca, estadobranca); //apaga o led branco
  Serial.println("LED branco apagado."); // informa na tela
  delay(1000);
  percbranca = (LVbranca1/LVbranca0)*100; // calcula o percentual de luz transmitida
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  Serial.print("O processo de análise foi finalizado."); // informa na tela
  delay(1000);
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  Serial.print("Resultado:"); // informa na tela
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  delay(1000);
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  Serial.print("Luz Branca - Taxa de transmissao: "); // informa na tela
  Serial.print(percbranca,1);
  Serial.println(" %");
  delay(2000);
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  Serial.print("Troque a amostra contida na caixa por outra."); // informa na tela
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  Serial.print("Digite 2 e pressione enter para iniciar o processo de análise da amostra"); // informa na tela
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
}
}
}

```

C.6 - Código fonte para medir a taxa de reflexão luminosa das luzes de cores vermelha, verde e azul, individualmente

```
// Copie o código abaixo e cole na IDE do Arduino
// Código fonte para medir a taxa de transmissão luminosa da luz colorida (vermelha, verde e azul) por filtros
// Autor: Elio Molisani
```

```
float LDR; //declara a variável LDR (em bits)
unsigned long tempo; // float tempo;
char leitura; //define a variável leitura que corresponde a uma letra o teclado

int red = 11; // define o pino em que o led red está ligado
int green = 12; // define o pino em que o led green está ligado
int blue = 13; // define o pino em que o led blue está ligado
int estadored; // definindo variável para o estado do led red 1 aceso, 0 apagado
int estadogreen; // definindo variável para o estado do led green 1 aceso, 0 apagado
int estadoblue; // definindo variável para o estado do led blue 1 aceso, 0 apagado
float red0, red1; // variável para armazenar dados de leitura do LDR para o led vermelho
float green0, green1; // variável para armazenar dados de leitura do LDR para o led verde
float blue0, blue1; // variável para armazenar dados de leitura do LDR para o led azul
float percred, percgreen, percblue;
float basered0, basered1, baseblue0, baseblue1, basegreen0, basegreen1;
float expored0, expored1, expogreen0, expogreen1, expoblue0, expoblue1;
float RT, RF;
float RTred0, RTred1, RVred0, RVred1;
float RTgreen0, RTgreen1, RVgreen0, RVgreen1;
float RTblue0, RTblue1, RVblue0, RVblue1;
float LVred0, LVred1, LVgreen0, LVgreen1, LVblue0, LVblue1;
int n = 0;

void setup() {
  pinMode(A0, INPUT); // define que o pino A0 será uma entrada
  pinMode(A1, INPUT); // define que o pino A1 será uma entrada
  pinMode(red, OUTPUT); //define que o pino 13 (red) será uma saída
  pinMode(green, OUTPUT); //define que o pino 11 (green) será uma saída
  pinMode(blue, OUTPUT); //define que o pino 8 (blue) será uma saída
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  leitura = Serial.read(); // a variável leitura será obtida através do teclado
  tempo = millis(); // base de tempo para a coleta em microssegundos
  RF = 10000;

  if(n==0) {
    Serial.print("Tampe a caixa vazia e digite 1 para calibrar o sistema.");
    Serial.println(); // pula para a linha de baixo
    n = n+1;
  }

  if (leitura == '1') {
    n = 2;
    Serial.print("Processo de calibração do sistema iniciado.");
    Serial.println(); // pula para a linha de baixo
    estadored=HIGH;
    digitalWrite(red, estadored); //acende o led vermelho
    Serial.print("LED vermelho aceso.");
    Serial.println(); // pula para a linha de baixo
```

```

delay(1000);
LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
red0 = LDR;
RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
RVred0 = (RF*red0)/(RT-red0);
expored0 = (-10.00000/7.00000);
basered0 = RVred0/1000.000;
basered0 = pow(basered0,expored0);
LVred0 = 161.17*basered0;
delay(1000);
estadored=LOW;
digitalWrite(red, estadored); //apaga o led vermelho
Serial.print("LED vermelho apagado.");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
delay(1000);
estadogreen=HIGH;
digitalWrite(green, estadogreen); //acende o led verde
Serial.print("LED verde aceso.");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
delay(1000);
LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
green0 = LDR;
RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
RVgreen0 = (RF*green0)/(RT-green0);
expogreen0 = (-10.00000/7.00000);
basegreen0 = RVgreen0/1000.000;
basegreen0 = pow(basegreen0,expogreen0);
LVgreen0 = 161.17*basegreen0; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
delay(1000);
estadogreen=LOW;
digitalWrite(green, estadogreen); //apaga o led verde
Serial.println("LED verde apagado.");
delay(1000);
estadoblue=HIGH;
digitalWrite(blue, estadoblue); //acende o led azul
Serial.print("LED azul aceso.");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
delay(1000);
LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
blue0 = LDR;
RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
RVblue0 = (RF*blue0)/(RT-blue0);
expoblue0 = (-10.00000/7.00000);
baseblue0 = RVblue0/1000.000;
baseblue0 = pow(baseblue0,expoblue0);
LVblue0 = 161.17*baseblue0; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
delay(1000);
estadoblue=LOW;
digitalWrite(blue, estadoblue); //apaga o led vermelho
Serial.println("LED azul apagado.");
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("O processo de calibracao foi finalizado.");
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Coloque a amostra na caixa e tampe a mesma.");
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.println("Tecla 2 e pressione enter para iniciar o processo de analise da amostra");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo

```

```

}

else if (leitura == '2') {
  n = 3;
  estadored=HIGH;
  digitalWrite(red, estadored); //acende o led vermelho
  Serial.println("LED vermelho aceso.");
  delay(1000);
  LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
  red1 = LDR;
  RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
  RVred1 = (RF*red1)/(RT-red1);
  expored1 = (-10.00000/7.00000);
  basered1 = RVred1/1000.000;
  basered1 = pow(based1,expored1);
  LVred1 = 161.17*based1; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
  delay(500);
  estadored=LOW;
  digitalWrite(red, estadored); //apaga o led vermelho
  Serial.println("LED vermelho apagado.");
  delay(1000);
  estadogreen=HIGH;
  digitalWrite(green, estadogreen); //acende o led verde
  Serial.println("LED verde aceso.");
  delay(1000);
  LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
  green1 = LDR;
  RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
  RVgreen1 = (RF*green1)/(RT-green1);
  expogreen1 = (-10.00000/7.00000);
  basegreen1 = RVgreen1/1000.000;
  basegreen1 = pow(basegreen1,expogreen1);
  LVgreen1 = 161.17*basegreen1; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
  delay(500);
  estadogreen=LOW;
  digitalWrite(green, estadogreen); //apaga o led verde
  Serial.println("LED verde apagado.");
  delay(1000);
  estadoblue=HIGH;
  digitalWrite(blue, estadoblue); //acende o led azul
  Serial.print("LED azul aceso.");
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  delay(1000);
  LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
  blue1 = LDR;
  RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
  RVblue1 = (RF*blue1)/(RT-blue1);
  expoblue1 = (-10.00000/7.00000);
  baseblue1 = RVblue1/1000.000;
  baseblue1 = pow(baseblue1,expoblue1);
  LVblue1 = 161.17*baseblue1; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
  delay(500);
  estadoblue=LOW;
  digitalWrite(blue, estadoblue); //apaga o led vermelho
  Serial.println("LED azul apagado.");
  delay(1000);
  percred = (RVred0/RVred1)*100;
  percgreen = (RVgreen0/RVgreen1)*100;
  percblue = (RVblue0/RVblue1)*100;
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo

```

```

Serial.print("O processo de analise foi finalizado.");
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Resultados:");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Luz vermelha - Taxa de Reflexao: ");
Serial.print(percred,1);
Serial.println(" %");
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Luz verde - Taxa de Reflexao: ");
Serial.print(percgreen,1);
Serial.println(" %");
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Luz azul - Taxa de Reflexao: ");
Serial.print(percblue,1);
Serial.println(" %");
delay(2000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Troque a amostra contida na caixa por outra.");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Digite 2 e pressione enter para iniciar o processo de analise da amostra");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
}
}

```

C.7 - Código fonte para medir a taxa de transmissão luminosa das luzes de cores vermelha, verde e azul, individualmente

```
// Copie o código abaixo e cole na IDE do Arduino
// Código fonte para medir a taxa de transmissão luminosa da luz colorida (vermelha, verde e azul) por filtros
// Autor: Elio Molisani
```

```
float LDR; //declara a variavel LDR (em bits)
unsigned long tempo; // variavel de tempo longo, somente numeros positivos
char leitura; //define a variavel leitura que corresponde a uma letra o teclado
int red = 11; // define o pino em que o led red está ligado
int green = 12; // define o pino em que o led green está ligado
int blue = 13; // define o pino em que o led blue está ligado
int estadored; // definindo variavel para o estado do led red 1 aceso, 0 apagado
int estadogreen; // definindo variavel para o estado do led green 1 aceso, 0 apagado
int estadoblue; // definindo variavel para o estado do led blue 1 aceso, 0 apagado
float red0, red1; // variavel para armazenar dados de leitura do LDR para o led vermelho
float green0, green1; // variavel para armazenar dados de leitura do LDR para o led verde
float blue0, blue1; // variavel para armazenar dados de leitura do LDR para o led azul
float percred, percgreen, percblue;
float basered0, basered1, baseblue0, baseblue1, basegreen0, basegreen1;
float expored0, expored1, expogreen0, expogreen1, expoblue0, expoblue1;
float RT, RF;
float RTred0, RTred1, RVred0, RVred1;
float RTgreen0, RTgreen1, RVgreen0, RVgreen1;
float RTblue0, RTblue1, RVblue0, RVblue1;
float LVred0, LVred1, LVgreen0, LVgreen1, LVblue0, LVblue1;
int n = 0;

void setup() {
  pinMode(A0, INPUT); // define que o pino A0 será uma entrada
  pinMode(A1, INPUT); // define que o pino A1 será uma entrada
  pinMode(red, OUTPUT); //define que o pino 13 (red) será uma saída
  pinMode(green, OUTPUT); //define que o pino 11 (green) será uma saída
  pinMode(blue, OUTPUT); //define que o pino 8 (blue) será uma saída
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  leitura = Serial.read(); // a variavel leitura sera obtida atraves do teclado
  tempo = millis(); // base de tempo para a coleta em microssegundos
  RF = 10000;

  if(n==0) {
    Serial.print("Tampe a caixa vazia e digite 1 para calibrar o sistema.");
    Serial.println(); // pula para a linha de baixo
    n = n+1;
  }

  if (leitura == '1') {
    n = 2;
    Serial.print("Processo de calibração do sistema iniciado.");
    Serial.println(); // pula para a linha de baixo
    estadored=HIGH;
    digitalWrite(red, estadored); //acende o led vermelho
    Serial.print("LED vermelho aceso.");
    Serial.println(); // pula para a linha de baixo
```

```

delay(1000);
LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
red0 = LDR;
RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
RVred0 = (RF*red0)/(RT-red0);
expored0 = (-10.00000/7.00000);
basered0 = RVred0/1000.000;
basered0 = pow(basered0,expored0);
LVred0 = 161.17*basered0;
delay(1000);
estadored=LOW;
digitalWrite(red, estadored); //apaga o led vermelho
Serial.print("LED vermelho apagado.");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
delay(1000);
estadogreen=HIGH;
digitalWrite(green, estadogreen); //acende o led verde
Serial.print("LED verde aceso.");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
delay(1000);
LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
green0 = LDR;
RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
RVgreen0 = (RF*green0)/(RT-green0);
expogreen0 = (-10.00000/7.00000);
basegreen0 = RVgreen0/1000.000;
basegreen0 = pow(basegreen0,expogreen0);
LVgreen0 = 161.17*basegreen0; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
delay(1000);
estadogreen=LOW;
digitalWrite(green, estadogreen); //apaga o led verde
Serial.println("LED verde apagado.");
delay(1000);
estadoblue=HIGH;
digitalWrite(blue, estadoblue); //acende o led azul
Serial.print("LED azul aceso.");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
delay(1000);
LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
blue0 = LDR;
RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
RVblue0 = (RF*blue0)/(RT-blue0);
expoblue0 = (-10.00000/7.00000);
baseblue0 = RVblue0/1000.000;
baseblue0 = pow(baseblue0,expoblue0);
LVblue0 = 161.17*baseblue0; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
delay(1000);
estadoblue=LOW;
digitalWrite(blue, estadoblue); //apaga o led vermelho
Serial.println("LED azul apagado.");
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("O processo de calibracao foi finalizado.");
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Coloque a amostra na caixa e tampe a mesma.");
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.println("Tecla 2 e pressione enter para iniciar o processo de analise da amostra");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo

```

```

}

else if (leitura == '2') {
  n = 3;
  estadored=HIGH;
  digitalWrite(red, estadored); //acende o led vermelho
  Serial.println("LED vermelho aceso.");
  delay(1000);
  LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
  red1 = LDR;
  RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
  RVred1 = (RF*red1)/(RT-red1);
  expored1 = (-10.00000/7.00000);
  basered1 = RVred1/1000.000;
  basered1 = pow(based1,expored1);
  LVred1 = 161.17*based1; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
  delay(500);
  estadored=LOW;
  digitalWrite(red, estadored); //apaga o led vermelho
  Serial.println("LED vermelho apagado.");
  delay(1000);
  estadogreen=HIGH;
  digitalWrite(green, estadogreen); //acende o led verde
  Serial.println("LED verde aceso.");
  delay(1000);
  LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
  green1 = LDR;
  RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
  RVgreen1 = (RF*green1)/(RT-green1);
  expogreen1 = (-10.00000/7.00000);
  basegreen1 = RVgreen1/1000.000;
  basegreen1 = pow(basegreen1,expogreen1);
  LVgreen1 = 161.17*basegreen1; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
  delay(500);
  estadogreen=LOW;
  digitalWrite(green, estadogreen); //apaga o led verde
  Serial.println("LED verde apagado.");
  delay(1000);
  estadoblue=HIGH;
  digitalWrite(blue, estadoblue); //acende o led azul
  Serial.print("LED azul aceso.");
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo
  delay(1000);
  LDR = analogRead(A0); // obtem o valor do LDR
  blue1 = LDR;
  RT = analogRead(A1); // obtem o valor U total (LDR + RFixa)
  RVblue1 = (RF*blue1)/(RT-blue1);
  expoblue1 = (-10.00000/7.00000);
  baseblue1 = RVblue1/1000.000;
  baseblue1 = pow(baseblue1,expoblue1);
  LVblue1 = 161.17*baseblue1; // calculo da transmissao luminosa em Lux: L=161,17 x R exp(-10/7)
  delay(500);
  estadoblue=LOW;
  digitalWrite(blue, estadoblue); //apaga o led vermelho
  Serial.println("LED azul apagado.");
  delay(1000);
  percred = (LVred1/LVred0)*100;
  percgreen = (LVgreen1/LVgreen0)*100;
  percblue = (LVblue1/LVblue0)*100;
  Serial.println(); // pula para a linha de baixo

```

```

Serial.print("O processo de analise foi finalizado.");
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Resultados:");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Luz vermelha - Taxa de transmissao: ");
Serial.print(percred,1);
Serial.println(" %");
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Luz verde - Taxa de transmissao: ");
Serial.print(percgreen,1);
Serial.println(" %");
delay(1000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Luz azul - Taxa de transmissao: ");
Serial.print(perblue,1);
Serial.println(" %");
delay(2000);
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Troque a amostra contida na caixa por outra.");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
Serial.print("Digite 2 e pressione enter para iniciar o processo de analise da amostra");
Serial.println(); // pula para a linha de baixo
}
}

```


C.9 - Código fonte para medir a temperatura de dois termômetros

```
// Copie o código abaixo e cole na IDE do Arduino
// Código fonte para medir a temperatura de dois termômetros (LM35DZ) e imprimir os valores encontrados na
// tela do computador e no painel de LCD
// Autor: Elio Molisani

#define sensorPreto 0
#define sensorBranco 1
#include <LiquidCrystal.h> // o download desta biblioteca pode ser feita através do link
http://playground.arduino.cc/Main/LiquidCrystal
unsigned long time;
int i = 0;
float somaPreto = 0; // variável que soma os valores da temperatura do lado preto
float somaBranco = 0; // variável que soma os valores da temperatura do lado branco
float mediaPreto = 0; // variável que calcula a media de temperatura do lado preto
float mediaBranco = 0; // variável que calcula a media de temperatura do lado branco
/* Biblioteca com funcoes para uso de um LCD baseado no Hitachi HD 44780 */
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
/* Define os pinos de ligacao do LCD ao arduino com esta ordem LiquidCrystal(rs, enable, d4, d5, d6, d7) */
float temperatura1=0;
float temperatura2=0;
float Preto=0;
float Branco=0;

void setup(){
  /*lcd.begin(cols, rows) */
  lcd.begin(16, 2); /* Tipo de LCD usado no meu caso de 16 colunas por 2 linhas */

  Serial.begin(9600); // estabelece comunicação com a porta serial na taxa de 9600 bps
}

void loop(){
  byte a[8] = { B01110, B01010, B01010, B001110, B00000, B00000, B00000, B00000}; // Caractere
criado
  lcd.createChar(0,a); // define nosso caractere ° como uma variável
  time = millis();
  time = time/1000;

  i = 0;
  somaPreto = 0;
  somaBranco = 0;

  while(i < 10){ //faz dez leituras de temperatura de cada termômetro
    Preto=analogRead(sensorPreto); /* Lê tensao do LM35 do lado preto */
    temperatura1=(Preto*5*100)/1024; /* Conversao do valor lido */
    somaPreto = (somaPreto + temperatura1); // armazena o resultado
    Branco=analogRead(sensorBranco); /* Lê tensao do LM35 do lado branco*/
    temperatura2=(Branco*5*100)/1024; /* Conversao do valor lido */
    somaBranco = (somaBranco + temperatura2); // armazena o resultado
    i++; // soma uma unidade na variável i
    delay(200); /* Espera 200 mili segundos antes de prosseguir para a próxima medição*/
  }

  mediaPreto = somaPreto/10; // calcula a média da temperatura no lado preto
  mediaBranco = somaBranco/10; // calcula a média da temperatura no lado branco

  Serial.print("Time: ");
  Serial.print(time);
  Serial.print(" ");
```

```
Serial.print("Preto: ");
Serial.print(mediaPreto,1);
Serial.print(" ");
Serial.print("Branco: ");
Serial.println(mediaBranco,1);

lcd.setCursor(0, 0); /* O Cursor iniciara na coluna zero linha 1 */
lcd.print("Pto=");
lcd.print(mediaPreto,1); // imprime no LCD o conteúdo da variável temperatura
lcd.write((byte)0); // Imprime ° na tela do LCD
lcd.print("C Time");

lcd.setCursor(0, 1); /* O Cursor iniciara na coluna zero linha 1 */
lcd.print("Bco=");
lcd.print(mediaBranco,1); // imprime no LCD o conteúdo da variável temperatura
lcd.write((byte)0); // Imprime ° na tela do LCD
lcd.print("C ");
lcd.print(time);

delay(600);
}
```

C.10 - Esquema do circuito elétrico para a construção da “caixa de luzes”

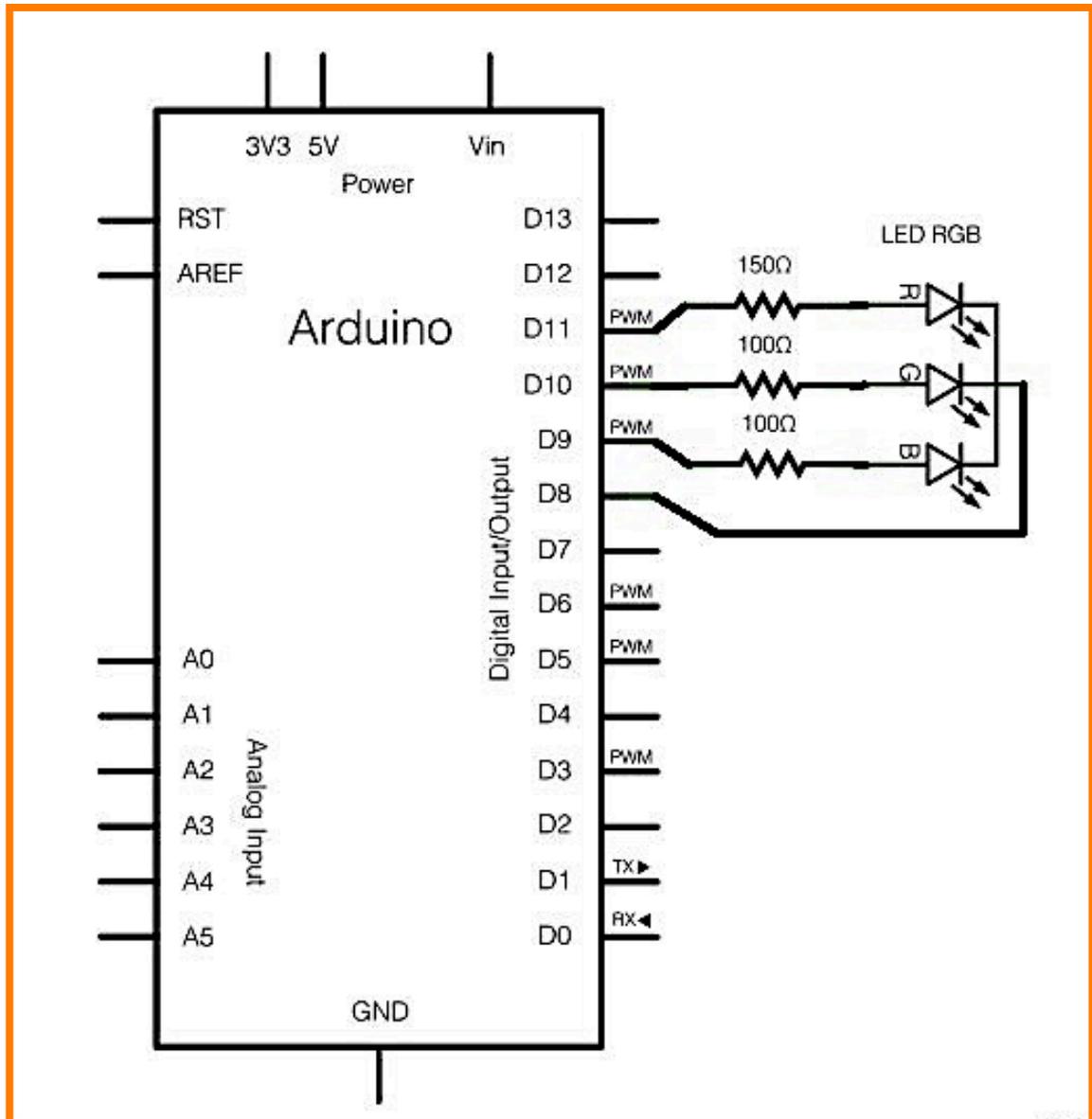


Figura C.7: Esquema elétrico para a ligação de um LED RGB no *Arduino*.

C.11 - Código fonte a ser instalado no *Arduino* para controlar a intensidade luminosa das cores de um LED RGB

```
// Copie o código abaixo e cole na IDE do Arduino
// Código fonte para medir a taxa de transmissão luminosa da luz branca por filtros
// Autor: Elio Molisani
void setup()
{
  // declara a porta serial com taxa de transmissão de 9600 bps
  Serial.begin(9600);
  // pinos de saída das portas digitais
  pinMode(9, OUTPUT); // LED azul
  pinMode(10, OUTPUT); // LED verde
  pinMode(11, OUTPUT); // LED vermelho
  // pino digital usado como GND
  pinMode(8, OUTPUT);
  digitalWrite(8, LOW);
}

void loop()
{
  // retorna o valor da função GetFromSerial()
  switch(GetFromSerial())
  {
    case 'R':
      analogWrite(11, GetFromSerial());
      break;
    case 'G':
      analogWrite(10, GetFromSerial());
      break;
    case 'B':
      analogWrite(9, GetFromSerial());
      break;
  }
}

// le a porta serial
int GetFromSerial()
{
  while (Serial.available()<=0) {
  }
  return Serial.read();
}
```

C.12 - Código fonte a ser instalado no *Processing* para controlar a intensidade luminosa das cores de um LED RGB

```
/*
Copie o código abaixo e cole na IDE do Processing
Código fonte para criar um seletor de cores deslizante para um LED RGB
Autor: Elio Molisani
baseado no código disponibilizado no site www.guilhermemartins.net
*/
import processing.serial.*;
Serial port;
barraRGB R, G, B;
color cor;

void setup() {
  size(500, 500);
  println("Available serial ports:");
  println(Serial.list());
  //verifica qual porta serial está disponível para o Arduino
  port = new Serial(this, Serial.list()[0], 9600);
  // cria três instâncias da classe RGB, em outras palavras, cria um seletor deslizante para cada cor
  R = new barraRGB(100, 100, 90, 255, #FF0000);
  G = new barraRGB(200, 100, 90, 255, #03FF00);
  B = new barraRGB(300, 100, 90, 255, #009BFF);
}

void draw() {
  background(0);
  R.render();
  G.render();
  B.render();
  // envia o caractere associado
  // envia o valor desejado
  port.write('R');
  port.write(R.p);
  port.write('G');
  port.write(G.p);
  port.write('B');
  port.write(B.p);
}

class barraRGB {
  int x, y, w, h, p;
  color cor;
  boolean barra;
  barraRGB (int _x, int _y, int _w, int _h, color _cor) {
    x = _x;
    y = _y;
    w = _w;
    h = _h;
    p = 0;
    cor = _cor;
    barra = true;
  }

  void render() {
    fill(cor);
    rect(x-1, y-4, w, h+10);
    noStroke();
  }
}
```

```

fill(0);
rect(x, h-p+y-5, w-2, 13);
fill(255);
text(p*100/255 + "%", x+2, h-p+y+6);
if (barra==true && mousePressed==true && mouseX<x+w && mouseX>x){
  if ((mouseY<=y+h+150) && (mouseY>=y-150)) {
    p = h-(mouseY-y);
    if (p<0) {
      p=0;
    }
    else if (p>h) {
      p=h;
    }
  }
}
}
}
}
}

```

APÊNDICE D

**Dados relacionados à análise estatística dos resultados da implementação
da proposta didática**

D.1 - Tabela de resultados individuais do questionário sobre conhecimentos de informática

Na Tabela D.1 a seguir são apresentados os resultados obtidos na aplicação do questionário ao grupo de 31 alunos de 2ª série do Ensino Médio nos anos letivos de 2013 e 2014.

Tabela D.1: Respostas individuais dos estudantes ao questionário sobre conhecimentos de informática.

	Estudante	Série	1. Equipamentos						2. Uso do computador		3. Sistema operacional			
			Celular sem câmera digital	Celular com câmera digital	Câmera digital	Computador	Notebook	Netbook	Tablet	Dias na semana	Horas por dia	Linux	windows	Mac OS
Turma de 2013	1	2ª		X	X	X	X			4	1		X	
	2	2ª		X	X	X	X	X		2	2		X	
	3	2ª		X	X	X	X			7	2		X	
	4	2ª		X	X	X	X			7	4		X	
	5	2ª		X	X	X				2	2	X	X	
	6	2ª		X	X	X	X		X	7	1		X	
	7	2ª		X			X			6	3		X	
	8	2ª	X		X		X			4	2		X	
	9	2ª		X	X		X			7	2		X	
	10	2ª		X	X		X			7	2		X	
	11	2ª		X			X			6	2		X	
Turma de 2014	12	2ª		X	X	X	X			4	2		X	
	13	2ª		X	X	X	X			7	5		X	
	14	2ª		X	X	X	X		X	5	5		X	
	15	2ª		X			X			7	7		X	
	16	2ª		X		X				7	6		X	
	17	2ª		X	X	X			X	7	5		X	
	18	2ª		X	X	X	X		X	5	1		X	
	19	2ª		X	X	X	X			7	5		X	
	20	2ª			X		X		X	7	9		X	
	21	2ª		X		X	X			7	7		X	
	22	2ª		X		X				5	2		X	
	23	2ª		X	X	X				7	8		X	
	24	2ª		X	X	X	X		X	7	3		X	X
	25	2ª		X		X			X	7	4		X	
	26	2ª		X	X		X			5	3			X
	27	2ª		X	X	X			X	7	8		X	
	28	2ª		X	X	X				7	4		X	X
29	2ª	X		X	X	X		X	6	3		X		
30	2ª		X	X	X	X			7	6		X		
31	2ª		X		X				5	4		X		

Tabela D.1: Respostas individuais dos estudantes ao questionário sobre conhecimentos de informática.
(continuação)

		4. Domínio de ferramentas									5. Acesso à internet				
Estudante	Série	Editores de texto	Planilhas de dados	Apresentações de slides	Ferramentas de desenho	Tratamento de imagem	Editores de áudio	Editores de vídeo	Banco de dados	Computador de casa	Computador da Escola	Computador da <i>lan house</i>	Celular		
		Turma de 2013		1	2 ^a	5	2	5	5	2	1	5	1	4	3
		2	2 ^a	3	3	3	4	2	1	3	1	3	1	1	5
		3	2 ^a	3	2	4	4	3	2	2	2	4	2	2	3
		4	2 ^a	4	2	4	4	3	1	1	1	5	2	1	5
		5	2 ^a	2	3	3	2	1	1	1	3	4	1	3	1
		6	2 ^a	4	2	3	4	2	2	3	2	5	2	1	4
		7	2 ^a	4	2	3	2	1	1	1	2	5	1	1	3
		8	2 ^a	3	1	4	3	2	1	3	1	5	3	3	1
		9	2 ^a	3	2	3	1	1	1	2	1	5	1	1	2
		10	2 ^a	3	2	3	2	2	2	3	1	5	2	1	5
		11	2 ^a	4	3	4	2	2	2	2	2	5	2	1	1
Turma de 2014		12	2 ^a	3	2	3	2	1	1	1	2	4	1	1	3
		13	2 ^a	4	2	4	3	4	2	4	1	5	2	1	4
		14	2 ^a	3	2	4	2	1	1	1	1	5	2	1	4
		15	2 ^a	4	1	4	4	1	1	3	1	5	2	1	1
		16	2 ^a	4	3	4	3	3	2	3	1	5	2	1	5
		17	2 ^a	4	2	3	3	4	2	3	2	5	3	1	4
		18	2 ^a	4	3	4	3	4	1	1	1	5	1	1	3
		19	2 ^a	3	2	3	2	1	2	2	1	5	3	1	3
		20	2 ^a	4	2	3	3	1	1	2	1	5	2	1	1
		21	2 ^a	5	3	5	4	2	1	4	3	5	3	1	5
		22	2 ^a	2	1	1	2	1	1	1	1	5	2	1	1
		23	2 ^a	5	2	4	3	1	1	4	1	5	3	2	1
		24	2 ^a	4	4	4	5	3	2	3	3	5	2	1	4
		25	2 ^a	4	2	4	4	1	1	4	2	4	4	1	5
		26	2 ^a	4	2	4	3	2	1	4	1	5	3	1	5
		27	2 ^a	4	3	4	5	5	4	4	3	5	1	1	3
		28	2 ^a	3	2	4	3	4	3	4	1	5	3	1	5
		29	2 ^a	3	2	3	5	4	1	2	1	5	1	1	1
		30	2 ^a	4	3	4	4	3	1	4	1	5	3	1	4
		31	2 ^a	3	1	1	2	1	1	2	1	5	3	1	3
		1 = nenhum; 2 = pouco; 3 = intermediário; 4 = bastante; 5 = total									1 = nunca; 2 = raramente; 3 = poucas vezes; 4 = muitas vezes; 5 = quase sempre				

Tabela D.1: Respostas individuais dos estudantes ao questionário sobre conhecimentos de informática.
(continuação)

Estudante	Série	6. Uso da internet													7. Outros cursos			
		e-mail	redes sociais	pesquisas escolares	noticias	upload e download de arquivos	jogos	comunicação por mensagem / vídeo	aplicativos educacionais	compartilhamento de arquivos	armazenamento de arquivos	criar blogs	criar sites	outros	robótica	eletrônica	programação	outros
Turma de 2013	1	2ª	X	X	X	X	X	X	X	X								
	2	2ª	X	X	X		X											
	3	2ª		X	X	X	X	X										
	4	2ª	X	X	X	X	X									X		
	5	2ª	X	X	X	X	X		X		X							
	6	2ª		X	X	X	X	X		X								
	7	2ª	X	X	X	X			X									
	8	2ª		X	X	X	X			X								
	9	2ª		X	X			X										
	10	2ª	X	X	X	X	X		X									
	11	2ª	X	X	X	X	X								X			
Turma de 2014	12	2ª		X	X	X		X	X	X								
	13	2ª		X		X	X	X	X									
	14	2ª		X	X	X	X				X							
	15	2ª	X	X	X			X							leitura			
	16	2ª	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
	17	2ª	X	X	X	X	X	X	X									Computação gráfica
	18	2ª	X	X	X	X	X	X	X									
	19	2ª	X	X	X	X	X											
	20	2ª		X	X	X	X											
	21	2ª		X	X		X		X				X		X			
	22	2ª		X	X			X										
	23	2ª	X	X	X	X	X	X	X									
	24	2ª		X	X	X	X	X										
	25	2ª	X	X	X	X	X		X						X			
	26	2ª	X	X	X		X				X		X					
	27	2ª	X	X	X	X	X	X	X				X				X	
	28	2ª		X	X	X	X	X	X				X					
	29	2ª	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X					
	30	2ª	X	X	X	X	X	X										
	31	2ª	X	X			X											

D.2 - Resultados individuais do pré-teste.

Na Tabela D.2 são apresentadas as respostas dadas pelos estudantes a cada uma das questões do pré-teste. As respostas corretas têm o fundo de suas células pintadas de verde, e as incorretas de vermelho.

Tabela D.2: Respostas individuais dos estudantes no pré-teste.

	Estudante	Questões/Alternativas													Acertos	Acertos (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Turma de 2013	1	c	c	a	b	a	b	c	b	b	a	c	a	a	5	38
	2	b	a	c	b	a	c	b	a	a	c	a	b	c	5	38
	3	a	b	c	c	a	c	b	b	a	c	b	c	a	4	31
	4	b	c	c	a	a	c	b	b	b	c	c	a	a	3	23
	5	a	c	a	b	c	c	b	c	c	b	c	b	c	9	69
	6	a	c	b	c	c	c	b	c	c	c	b	b	a	5	38
	7	b	c	a	b	a	c	c	a	b	a	b	c	c	6	46
	8	b	a	b	a	c	c	b	b	c	a	c	b	c	3	23
	9	c	c	c	b	a	b	c	c	a	a	c	b	a	5	38
	10	b	b	c	a	a	b	c	c	b	b	a	c	b	6	46
	11	b	b	c	a	b	b	b	c	c	a	a	b	b	5	38
Turma de 2014	12	b	b	a	a	a	c	b	b	a	c	c	c	b	4	31
	13	a	c	a	b	a	c	b	c	c	b	c	c	b	10	77
	14	b	c	c	b	a	c	b	c	b	c	a	c	a	7	54
	15	a	c	a	b	a	b	c	c	c	b	b	c	c	11	85
	16	a	c	a	c	a	b	c	c	b	a	b	a	c	7	54
	17	c	c	a	b	a	c	b	c	c	b	c	b	c	9	69
	18	b	a	a	b	a	c	b	a	b	b	c	c	c	7	54
	19	b	c	c	b	a	c	b	c	c	b	a	c	c	10	77
	20	a	c	a	b	c	b	b	b	c	a	a	b	c	9	69
	21	b	c	c	b	a	b	b	a	a	b	c	c	a	7	54
	22	b	b	c	c	c	b	a	b	c	a	c	c	c	4	31
	23	b	c	a	b	a	b	b	c	c	b	c	c	a	10	77
	24	b	a	c	b	c	a	b	c	c	b	a	b	c	7	54
	25	a	b	a	b	a	c	b	c	b	b	c	b	a	7	54
	26	a	b	b	b	a	c	c	c	b	a	b	b	a	4	31
	27	a	c	a	b	a	b	c	b	a	a	a	b	c	8	62
	28	b	b	c	c	a	c	a	b	a	b	c	c	b	3	23
	29	a	c	c	b	a	b	b	c	c	b	a	c	c	12	92
	30	a	c	a	b	a	c	b	c	c	a	c	c	a	9	69
	31	a	a	c	a	a	c	b	c	b	c	c	b	c	5	38
Acertos	13	18	14	20	24	12	21	18	14	13	9	15	15			
Acertos (%)	41,9	58,1	45,2	64,5	77,4	38,7	67,7	58,1	45,2	41,9	29,0	48,4	48,4			

D.3 - Resultados individuais do pós-teste.

Na Tabela D.3 são apresentadas as respostas dadas pelos estudantes a cada uma das questões do pós-teste. As respostas corretas têm o fundo de suas células pintadas de verde, e as incorretas de vermelho.

Tabela D.3: Respostas individuais dos estudantes no pós-teste.

	Estudante	Questões/Alternativas													Acertos	Acertos (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Turma de 2013	1	a	c	a	b	a	a	a	c	c	b	a	c	a	10	77
	2	b	c	a	b	c	a	a	c	c	b	c	b	c	9	69
	3	a	b	c	a	a	a	b	c	b	a	a	b	c	5	38
	4	c	c	a	b	a	a	c	b	c	b	c	b	c	8	62
	5	a	c	a	b	c	a	c	c	c	b	a	b	c	12	92
	6	a	c	a	b	c	a	c	c	c	a	a	b	a	10	77
	7	a	c	a	c	b	b	b	a	c	b	a	c	c	8	62
	8	a	b	c	b	a	a	c	c	a	c	a	b	a	6	46
	9	a	c	c	b	c	a	a	a	a	a	a	b	b	6	46
	10	a	b	b	a	c	a	b	c	a	b	c	b	b	5	38
	11	a	c	c	c	a	a	a	c	c	b	a	c	c	9	69
Turma de 2014	12	a	b	c	b	a	b	a	b	b	c	b	a	c	3	23
	13	a	a	a	b	c	a	c	c	c	b	a	c	c	12	92
	14	a	c	a	b	c	a	c	c	c	a	a	b	b	10	77
	15	a	c	a	b	c	a	c	c	c	b	a	c	c	13	100
	16	a	c	a	b	c	a	c	c	c	b	a	b	c	12	92
	17	a	c	a	b	a	a	a	c	a	b	a	b	c	9	69
	18	a	c	a	b	c	b	c	c	b	b	a	b	a	9	69
	19	b	c	a	b	a	a	c	b	c	b	a	c	c	10	77
	20	a	c	a	b	c	a	c	c	c	b	a	c	c	13	100
	21	a	c	c	b	c	a	c	c	b	a	c	b	a	7	54
	22	b	b	b	a	c	a	a	b	b	b	a	b	c	5	38
	23	a	c	a	b	a	a	c	c	c	b	a	c	a	11	85
	24	a	b	a	b	c	b	c	c	c	b	a	b	c	10	77
	25	a	c	c	c	c	b	c	b	b	b	a	c	c	8	62
	26	b	c	c	b	b	a	b	c	b	a	c	b	a	4	31
	27	a	c	a	b	c	a	c	c	c	b	a	b	c	12	92
	28	a	c	c	b	c	a	c	b	a	b	a	b	c	9	69
	29	a	c	b	b	c	a	c	c	c	b	a	c	c	12	92
	30	a	c	a	b	c	a	c	c	c	b	a	b	b	11	85
	31	a	b	a	a	a	a	a	c	a	a	a	c	c	7	54
Total de acertos		26	23	19	24	10	5	4	23	18	22	25	11	20		
Percentual de acerto		83,9	74,2	61,3	77,4	32,3	16,1	12,9	74,2	58,1	71,0	80,6	35,5	64,5		

D.4 - Comparação entre os escores totais do pré e do pós-teste.

Na Tabela D.4 é apresentado o número total de acertos de cada estudante no pré e pós-teste. Os testes com mais de 50% de acerto estão destacados em verde, e abaixo disso em vermelho.

Tabela D.4: Número de acertos de cada estudante no pré e pós-teste.

Estudante	Pré-teste		Pós-teste		
	número de acertos	acertos (%)	número de acertos	acertos (%)	
Turma de 2013	1	5	38%	10	77%
	2	5	38%	9	69%
	3	4	31%	5	38%
	4	3	23%	8	62%
	5	9	69%	12	92%
	6	5	38%	10	77%
	7	6	46%	8	62%
	8	3	23%	6	46%
	9	5	38%	6	46%
	10	6	46%	5	38%
	11	5	38%	9	69%
Turma de 2014	12	4	31%	3	23%
	13	10	77%	12	92%
	14	7	54%	10	77%
	15	11	85%	13	100%
	16	7	54%	12	92%
	17	9	69%	9	69%
	18	7	54%	9	69%
	19	10	77%	10	77%
	20	9	69%	13	100%
	21	7	54%	7	54%
	22	4	31%	5	38%
	23	10	77%	11	85%
	24	7	54%	10	77%
	25	7	54%	8	62%
	26	4	31%	4	31%
	27	8	62%	12	92%
	28	3	23%	9	69%
	29	12	92%	12	92%
	30	9	69%	11	85%
	31	5	38%	7	54%

APÊNDICE E

Publicações e/ou apresentações associadas ao trabalho de dissertação e afins

Este trabalho de dissertação de mestrado foi parcialmente apresentado e/ou publicado conforme as referências abaixo:

Publicação em periódico com árbitro

- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. **Física com Arduino para Iniciantes**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 33, n. 4, 4503, dez. 2011.

Apresentação em Eventos do programa de Pós-graduação em Ensino de Física, UFRGS: apresentação oral

- Elio Molisani Ferreira Santos. **Arduino: uma ferramenta para aquisição automática de dados em laboratórios didáticos de Física**. Apresentação realizada na VII Jornada de Trabalho do Mestrado Profissional em Ensino de Física, realizado na UFRGS, RS, 12 de agosto de 2011.
- Elio Molisani Ferreira Santos. **Arduino: uma ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experimentos em laboratórios didáticos de Física**. Apresentação realizada na VIII Jornada de Trabalho do Mestrado Profissional em Ensino de Física, realizado na UFRGS, RS, 10 de agosto de 2012.

Apresentação em eventos nacionais: apresentação oral

- Elio Molisani, Rejane Maria Ribeiro Teixeira e Marisa Almeida Cavalcante. **Arduino e ferramentas da WEB 2.0: um exemplo de aplicação em aulas de óptica**. Apresentação com publicação na seção CO08-03 – Tecnologia da Informação e Comunicação do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado no Instituto de Física da USP em São Paulo, SP, 21 a 25 de janeiro de 2013.
- Marisa Almeida Cavalcante, Cristiane Tavoraro e Elio Molisani. **Potencialidades do Arduino na aprendizagem por projetos**. Apresentação com publicação na seção CO08-01 – Tecnologia da Informação e Comunicação do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado na USP em São Paulo, SP, 21 a 25 de janeiro de 2013.

ANEXOS

ANEXO A – Infraestrutura das escolas públicas

Neste anexo são transcritos alguns dados do Centro de Estudos sobre Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC)¹⁰ relativos à infraestrutura das escolas públicas e a formação de professores frente as TIC.

D - INFRAESTRUTURA DE TIC DA ESCOLA

◀ Anterior ▲ Início Próximo ▶

D2A - PROPORÇÃO DE ESCOLAS COM COMPUTADOR

Percentual sobre o total de escolas¹

Percentual (%)		Sim	Não
TOTAL		99	1
REGIÃO	Norte / Centro-Oeste	100	0
	Nordeste	98	2
	Sudeste	99	1
	Sul	100	0
DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	Pública Municipal	99	1
	Pública Estadual	99	1
	Total — Públicas	99	1
	Particular	99	1
COMPUTADOR INSTALADO NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	100	0
	Não tem	95	5
INTERNET INSTALADA NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	100	0
	Não tem	97	3

¹ Base: 831 escolas. Dados coletados entre setembro e dezembro de 2012.
Fonte: NIC.br - set/dez 2012

D - INFRAESTRUTURA DE TIC DA ESCOLA

◀ Anterior ▲ Início Próximo ▶

D3 - PROPORÇÃO DE ESCOLAS POR TIPO DE COMPUTADOR

Percentual sobre o total de escolas que possuem computador¹

Percentual (%)		Computador de mesa	Computador portátil (notebook, laptop, netbook)	Tablet	Computador de mão / palmtop
TOTAL		100	71	4	1
REGIÃO	Norte / Centro-Oeste	98	65	0	0
	Nordeste	100	59	4	1
	Sudeste	100	78	6	2
	Sul	100	82	1	0
DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	Pública Municipal	100	67	2	0
	Pública Estadual	100	82	2	1
	Total — Públicas	100	74	2	0
	Particular	99	64	7	4
COMPUTADOR INSTALADO NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	100	74	4	1
	Não tem	99	59	1	1
INTERNET INSTALADA NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	100	74	5	1
	Não tem	99	65	1	1

¹ Base: 823 escolas que possuem computador. Respostas múltiplas e estimuladas. Dados coletados entre setembro e dezembro de 2012.
Fonte: NIC.br - set/dez 2012

¹⁰ Busca realizada no site: <http://www.cetic.br/educacao/2012/index.htm>, em 2013.

D - INFRAESTRUTURA DE TIC DA ESCOLA

◀ Anterior ▲ Início Próximo ▶

D10 - PROPORÇÃO DE ESCOLAS COM ACESSO À INTERNET

Percentual sobre o total de escolas¹

Percentual (%)		Sim	Não/Ainda não
TOTAL		92	8
REGIÃO	Norte / Centro-Oeste	96	4
	Nordeste	90	10
	Sudeste	90	10
	Sul	96	4
DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	Pública Municipal	85	15
	Pública Estadual	93	7
	Total — Públicas	89	11
	Particular	97	3
COMPUTADOR INSTALADO NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	95	5
	Não tem	76	24
INTERNET INSTALADA NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	100	0
	Não tem	69	31

¹ Base: 823 escolas que possuem computador. Dados coletados entre setembro e dezembro de 2012.
Fonte: NIC.br - set/dez 2012

TIC EDUCAÇÃO 2012 - Escolas

Fonte: NIC.br - set/dez 2012

D - INFRAESTRUTURA DE TIC DA ESCOLA

◀ Anterior ▲ Início Próximo ▶

D26 - PROPORÇÃO DE ESCOLAS COM CONEXÃO À INTERNET SEM FIO

Percentual sobre o total de escolas que possuem conexão à Internet¹

Percentual (%)		Sim	Não	Não sabe
TOTAL		62	37	1
REGIÃO	Norte / Centro-Oeste	70	26	3
	Nordeste	52	48	0
	Sudeste	60	39	1
	Sul	76	23	1
DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	Pública Municipal	57	42	1
	Pública Estadual	56	42	2
	Total — Públicas	57	42	1
	Particular	73	27	0
COMPUTADOR INSTALADO NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	64	35	1
	Não tem	49	51	0
INTERNET INSTALADA NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	67	32	1
	Não tem	42	57	1

¹ Base: 643 escolas que possuem conexão à Internet. Dados coletados entre setembro e dezembro de 2012.
Fonte: NIC.br - set/dez 2012

D - INFRAESTRUTURA DE TIC DA ESCOLA

Anterior Início Próximo

D13 - PROPORÇÃO DE ESCOLAS POR DIAS DE FUNCIONAMENTO DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DO COMPUTADOR
 Percentual sobre o total de escolas que possuem computador instalado na escola por local de instalação¹

Percentual (%)	Laboratório de Informática ²			Biblioteca ou sala de estudos ³			Sala de aula ⁴			Sala dos professores ou de reunião ⁵			Sala do coordenador pedagógico ou do diretor ⁶			Outros ⁷			
	Apenas nos dias úteis	Apenas nos finais de semana	Dias úteis e finais de semana	Apenas nos dias úteis	Apenas nos finais de semana	Dias úteis e finais de semana	Apenas nos dias úteis	Apenas nos finais de semana	Dias úteis e finais de semana	Apenas nos dias úteis	Apenas nos finais de semana	Dias úteis e finais de semana	Apenas nos dias úteis	Apenas nos finais de semana	Dias úteis e finais de semana	Apenas nos dias úteis	Apenas nos finais de semana	Dias úteis e finais de semana	
TOTAL	89	1	10	92	1	7	89	2	9	91	3	7	91	2	7	91	2	7	
REGIÃO	Norte / Centro-Oeste	93	2	5	93	0	8	94	0	8	95	1	3	95	1	3	95	1	3
	Nordeste	84	3	14	91	0	9	90	0	10	82	10	9	86	5	9	86	7	7
	Sudeste	87	0	12	90	2	7	88	4	9	91	1	8	91	2	8	92	0	7
	Sul	94	1	5	97	1	2	90	0	10	97	0	3	94	1	5	93	1	6
DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	Pública Municipal	91	1	8	97	1	2	100	0	0	93	6	1	95	4	1	94	5	2
	Pública Estadual	87	1	12	91	1	8	76	0	24	91	0	9	89	2	10	88	1	12
	Total — Públicas	89	1	10	94	1	5	92	0	8	92	3	5	91	3	6	91	3	7
	Particular	87	2	11	88	2	9	87	4	9	88	2	10	89	1	10	92	1	7
COMPUTADOR INSTALADO NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	88	1	10	91	2	7	88	3	9	93	1	7	91	2	7	92	1	8
	Não tem	-	-	-	98	0	2	99	0	1	81	13	6	88	4	7	90	9	1
INTERNET INSTALADA NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	89	1	10	92	1	8	92	0	8	93	0	7	91	1	7	92	1	7
	Não tem	84	7	10	93	5	1	77	12	11	84	11	4	89	5	6	88	7	5

¹ Dados coletados entre setembro e dezembro de 2012.
² Base: 671 escolas que possuem computador instalado no laboratório de Informática. Respostas estimuladas.
³ Base: 384 escolas que possuem computador instalado na biblioteca ou sala de estudos para os alunos. Respostas estimuladas.
⁴ Base: 102 escolas que possuem computador instalado na sala de aula. Respostas estimuladas.
⁵ Base: 636 escolas que possuem computador instalado na sala dos professores ou sala de reunião. Respostas estimuladas.
⁶ Base: 712 escolas que possuem computador instalado na sala do coordenador pedagógico ou diretor. Respostas estimuladas.
⁷ Base: 336 escolas que possuem computador instalado em outros locais da escola. Respostas estimuladas.
 Fonte: NIC.br - set/dez 2012

D - INFRAESTRUTURA DE TIC DA ESCOLA

Anterior Início Próximo

D11 - PROPORÇÃO DE ESCOLAS POR LOCAL DE ACESSO À INTERNET
 Percentual sobre o total de escolas que possuem acesso à Internet e computador instalado na escola por local de instalação¹

Percentual (%)	Laboratório de Informática ²	Biblioteca ou sala de estudos ³	Sala de aula ⁴	Sala dos professores ou de reunião ⁵	Sala do coordenador pedagógico ou do diretor ⁶	Outros ⁷
TOTAL	94	88	94	91	95	91
REGIÃO	Norte / Centro-Oeste	95	84	99	96	92
	Nordeste	89	79	89	80	85
	Sudeste	94	90	92	92	90
	Sul	100	94	98	98	99
DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	Pública Municipal	93	89	100	86	96
	Pública Estadual	94	84	73	93	91
	Total — Públicas	94	86	89	90	93
	Particular	94	90	96	94	97
COMPUTADOR INSTALADO NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	94	89	94	92	90
	Não tem	-	77	93	86	93
INTERNET INSTALADA NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	100	91	96	93	90
	Não tem	0	65	77	81	95

¹ Dados coletados entre setembro e dezembro de 2012.
² Base: 638 escolas que possuem acesso à Internet e computador instalado no laboratório de Informática. Respostas estimuladas. Cada item apresentado se refere apenas aos resultados da alternativa "sim".
³ Base: 359 escolas que possuem acesso à Internet e computador instalado na biblioteca ou sala de estudos para os alunos. Respostas estimuladas. Cada item apresentado se refere apenas aos resultados da alternativa "sim".
⁴ Base: 94 escolas que possuem acesso à Internet e computador instalado na sala de aula. Cada item apresentado se refere apenas aos resultados da alternativa "sim".
⁵ Base: 492 escolas que possuem acesso à Internet e computador instalado na sala dos professores ou sala de reunião. Respostas estimuladas. Cada item apresentado se refere apenas aos resultados da alternativa "sim".
⁶ Base: 656 escolas que possuem acesso à Internet e computador instalado na sala do coordenador pedagógico ou diretor. Respostas estimuladas. Cada item apresentado se refere apenas aos resultados da alternativa "sim".
⁷ Base: 308 escolas que possuem acesso à Internet e computador instalado em outros locais da escola. Respostas estimuladas. Cada item apresentado se refere apenas aos resultados da alternativa "sim".
 Fonte: NIC.br - set/dez 2012

C - PROJETO DE CAPACITAÇÃO PARA PROFESSORES

◀ Anterior ▲ Início Próximo ▶

C2 - PROPORÇÃO DE ESCOLAS POR PROJETO DE CAPACITAÇÃO PARA PROFESSORES		Sim	Não/ Ainda não
Percentual (%)			
TOTAL		43	57
REGIÃO	Norte / Centro-Oeste	48	52
	Nordeste	35	65
	Sudeste	47	53
	Sul	43	57
DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	Pública Municipal	45	55
	Pública Estadual	41	59
	Total — Públicas	43	57
	Particular	43	57
COMPUTADOR INSTALADO NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	49	51
	Não tem	20	80
INTERNET INSTALADA NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	50	50
	Não tem	26	74

¹ Base: 831 escolas. Dados coletados entre setembro e dezembro de 2012.
Fonte: NIC.br - set/dez 2012

C - PROJETO DE CAPACITAÇÃO PARA PROFESSORES

◀ Anterior ▲ Início Próximo ▶

C3 - PROPORÇÃO DE ESCOLAS POR INSTITUIÇÃO RESPONSÁVEL PELO PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO DOS PROFESSORES							
Percentual sobre o total de escolas em que há projeto ou programa de capacitação dos professores ¹							
Percentual (%)		A própria escola	O governo Municipal/ Prefeitura	O governo Estadual	O governo Federal	A iniciativa privada	Por uma organização não governamental (ONG)
TOTAL		30	28	28	16	9	4
REGIÃO	Norte / Centro-Oeste	34	17	29	24	11	2
	Nordeste	26	37	18	26	10	1
	Sudeste	32	30	30	6	9	8
	Sul	26	22	38	20	7	0
DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	Pública Municipal	6	76	6	26	0	10
	Pública Estadual	17	4	76	16	1	1
	Total — Públicas	12	40	40	21	1	5
	Particular	72	0	0	2	30	1
COMPUTADOR INSTALADO NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	30	28	29	16	8	4
	Não tem	31	27	21	8	18	2
INTERNET INSTALADA NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Tem	32	28	27	16	9	5
	Não tem	17	31	32	16	12	1

¹ Base: 358 escolas em que há projeto ou programa de capacitação dos professores. Respostas múltiplas e estimuladas. Dados coletados entre setembro e dezembro de 2012.
Fonte: NIC.br - set/dez 2012

CDS Light-Dependent Photoresistors

Light-Dependent Photoresistors for Sensor Applications

▶ Preview

The cadmium sulfide (CdS) or light dependent resistor (LDR) whose resistance is inversely dependent on the amount of light falling on it, is known by many names including the photo resistor, photoresistor, photoconductor, photoconductive cell, or simply the photocell.

A typical structure for a photoresistor uses an active semiconductor layer that is deposited on an insulating substrate. The semiconductor is normally lightly doped to enable it to have the required level of conductivity. Contacts are then placed either side of the exposed area.

The photo-resistor, CdS, or LDR finds many uses as a low cost photo sensitive element and was used for many years in photographic light meters as well as in other applications such as smoke, flame and burglar detectors, card readers and lighting controls for street lamps.

Providing design engineers with an economical CdS or LDR with high quality performance, Token Electronics now offers commercial grade PGM photoresistor. Designated the PGM Series, the photoresistors are available in 5mm, 12mm and 20mm sizes, the conformally epoxy or hermetical package offer high quality performance for applications that require quick response and good characteristic of spectrum.

Token has been designing and manufacturing high performance light dependent resistors for decades. Our product offerings are extensive and our experience with custom photoresistor is equally extensive. Contact us with your specific needs.

▶ Features

- Quick Response
- Reliable Performance
- Epoxy or hermetical package
- Good Characteristic of Spectrum

▶ Applications

- Photoswitch
- Photoelectric Control
- Auto Flash for Camera
- Electronic Toys, Industrial Control



Terminology

- **Light Resistance :**

Measured at 10 lux with standard light A (2854K-color temperature) and 2hr. preillumination at 400-600 lux prior testing.

- **Dark Resistance :**

Measured at 10th seconds after closing 10 lux.

- **Gamma characteristic :**

Under 10 lux and 100 lux and given by $\gamma = \log(R_{10}/R_{100}) / \log(100/10) = \log(R_{10}/R_{100})$
 R10, R100: resistance at 10 lux and 100 lux.
 The tolerance of γ is ± 0.1 .

- **Pmax :**

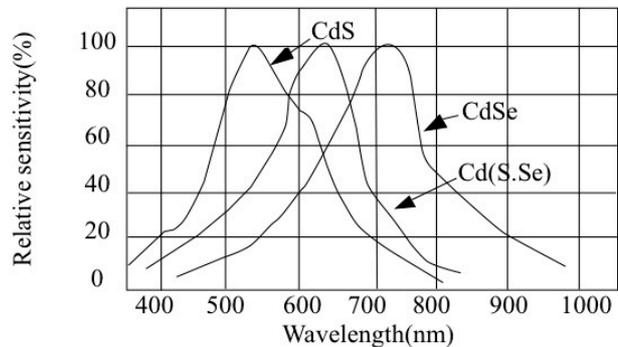
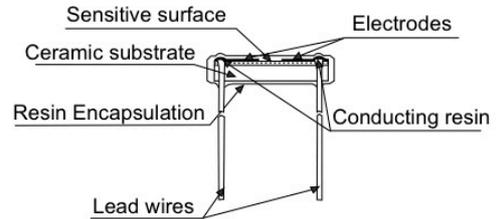
Max. power dissipation at ambient temperature of 25°C. At higher ambient temperature, the maximum power permissible may be lowered.

- **Vmax :**

Max. voltage in darkness that may be applied to the device continuously.

- **Spectral peak :**

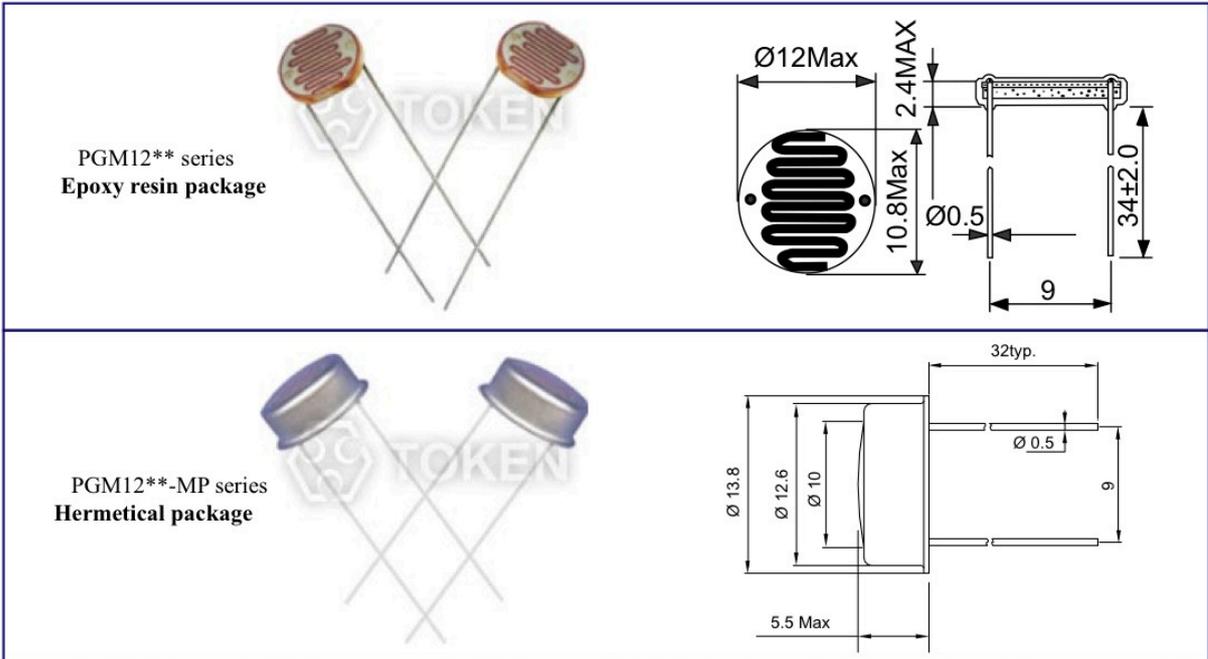
Spectral sensitivity of photoresistors depends on the wavelength of light they are exposed to and in accordance with figure 'Spectral Response'.
 The tolerance of spectral peak is $\pm 50\text{nm}$.



Physical and Environmental Characteristics

ITEM	CONDITIONS	PERFORMANCE
Solderability	Put the terminals into welding tank at temp. 230±5°C for 2±0.5s (terminal roots are 5mm away from the tin surface).	wetting>95%
Temperature Changing	Change of temperature in accordance with: TA: -40°C TB: +60°C Number of cycles: 5 Exposure duration: 30min	Drift of R10 = ± 20% No visible damage
Constant humidity and heat	1. Put the device in test box at Temperature: 60±5° CHumidity: 90-95% Illumination: 0lux Duration: 100h 2. Take the device and measure after 24h at normal temperature and humidity.	Drift of R10 = ± 30% No visible damage
Constant load Temperature	At 25±5°C Illumination: 150lux at rated power Duration: 600h	No visible damage
Wire Terminals Strength	Bend the wire terminal at its root to 90 degree, and then bend it to a opposite direction.	No visible damage
Vibration	Frequency: 50Hz Swing: 1.5mm with Directions: parallel to ceramic substrate normal to ceramic substrate. Duration: 2h	No visible dam

Configurations & Dimensions



Note: All dimensions are in mm and NTS.

(PGM12**) Electronics Characteristics

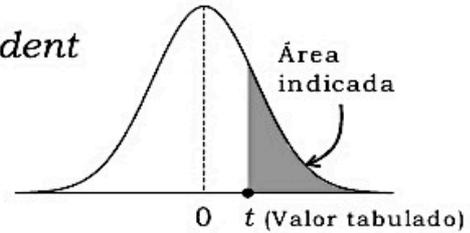
Model	V _{max} (VDC)	P _{max} (mW)	Ambient Temp (°C)	Spectral Peak (nm)	Photo Resistance (10Lx) (KΩ)	Dark Resistance (MΩ)min	γ _{min}	Response Time (ms)	
								Rise	Decay
PGM1200	250	250	-30 ~ +70	560	2~5	1.0	0.6	30	40
PGM1201	250	250	-30 ~ +70	560	4~10	2.0	0.7	30	30
PGM1202	250	250	-30 ~ +70	560	8~20	5.0	0.7	30	30
PGM1203	250	250	-30 ~ +70	560	18~50	10	0.8	30	30
PGM1204	250	250	-30 ~ +70	560	45~150	20	0.8	30	30
PGM1205	250	250	-30 ~ +70	560	140~300	20	0.8	30	30

(PGM12**-MP) Electronics Characteristics

Model	V _{max} (VDC)	P _{max} (mW)	Ambient Temp (°C)	Spectral Peak (nm)	Photo Resistance (10Lx) (KΩ)	Dark Resistance (MΩ)min	γ _{min}	Response Time (ms)	
								Rise	Decay
PGM1200-MP	250	250	-30 ~ +70	560	2~5	1.0	0.6	30	40
PGM1201-MP	250	250	-30 ~ +70	560	4~10	2.0	0.7	30	30
PGM1202-MP	250	250	-30 ~ +70	560	8~20	5.0	0.7	30	30
PGM1203-MP	250	250	-30 ~ +70	560	18~50	10	0.8	30	30
PGM1204-MP	250	250	-30 ~ +70	560	45~150	20	0.8	30	30
PGM1205-MP	250	250	-30 ~ +70	560	140~300	20	0.8	30	30

ANEXO C – Distribuição t de Student

Distribuição *t* de Student



<i>gl</i>	Área na cauda superior								
	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0025	0,001	0,0005
1	1,000	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	127,3	318,3	636,6
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	14,09	22,33	31,60
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	7,453	10,21	12,92
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	5,598	7,173	8,610
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	4,773	5,894	6,869
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	4,317	5,208	5,959
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,029	4,785	5,408
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	3,833	4,501	5,041
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	3,690	4,297	4,781
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	3,581	4,144	4,587
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	3,497	4,025	4,437
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,428	3,930	4,318
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,372	3,852	4,221
14	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,326	3,787	4,140
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,286	3,733	4,073
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,252	3,686	4,015
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,222	3,646	3,965
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,197	3,610	3,922
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,174	3,579	3,883
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,153	3,552	3,850
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,135	3,527	3,819
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,119	3,505	3,792
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,104	3,485	3,768
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,091	3,467	3,745
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,078	3,450	3,725
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,067	3,435	3,707
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,057	3,421	3,689
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,047	3,408	3,674
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,038	3,396	3,660
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,030	3,385	3,646
35	0,682	1,306	1,690	2,030	2,438	2,724	2,996	3,340	3,591
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	2,971	3,307	3,551
45	0,680	1,301	1,679	2,014	2,412	2,690	2,952	3,281	3,520
50	0,679	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678	2,937	3,261	3,496
z	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	2,807	3,090	3,291

Nota: A coluna em destaque é a mais usada.