



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

HERNANI BATISTA DA CRUZ

**CONSTRUÇÃO DE TELA INTERATIVA, USANDO CONTROLE DE NINTENDO
WII®, E SUA UTILIZAÇÃO POR PROFESSORES E ALUNOS DA REDE DE
ENSINO**

**PONTA GROSSA
2016**

HERNANI BATISTA DA CRUZ

**CONSTRUÇÃO DE TELA INTERATIVA, USANDO CONTROLE DE NINTENDO
WII®, E SUA UTILIZAÇÃO POR PROFESSORES E ALUNOS DA REDE DE
ENSINO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), apresentada para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física na Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes.
Coorientador: Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva.

PONTA GROSSA
2016

Ficha Catalográfica

Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

C957 Cruz, Hernani Batista da
Construção de tela interativa, usando controle de nintendo Wii®, e sua utilização por professores e alunos da rede de ensino/ Hernani Batista da Cruz. Ponta Grossa, 2016.
179f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física - Área de Concentração: Física na Educação Básica), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes.

Coorientador: Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva.

1.Ensino de Física. 2.Tela interativa. 3.Caderno pedagógico. I.Bernardes, Luiz Antônio Bastos. II. Silva, Silvio Luiz Rutz da. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado Profissional em Ensino de Física. IV. T.

CDD: 530.01

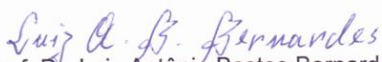
TERMO DE APROVAÇÃO

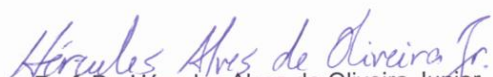
HERNANI BATISTA CRUZ

“CONSTRUÇÃO DE TELA INTERATIVA, USANDO CONTROLE DE NINTENDO WII®, E SUA UTILIZAÇÃO POR PROFESSORES E ALUNOS DA REDE DE ENSINO”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Polo 35 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pela seguinte banca examinadora.

Orientador:


Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes
Departamento de Física – UEPG/PR


Prof. Dr. Hércules Alves de Oliveira Júnior
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR


Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira
Departamento de Física – UEPG/PR

Ponta Grossa, 20 de setembro de 2016

DEDICATÓRIA

Uma dedicatória em trabalho como este pode ser injusta, pois em cada fase da elaboração, dos produtos, ou da própria Dissertação, houve alguém que contribuiu para a sua completa elaboração. Mesmo assim, faço as dedicatórias a seguir.

A minha família que sempre esteve ao meu lado, entendendo minhas ausências e minhas escolhas durante estes dois últimos anos do Mestrado.

Ao meu irmão João Alexandre que em 2011 apresentou o link do projeto da tela interativa com controle de Nintendo Wii®.

In memoriam Loriz Ziemer Cruz, minha Avó, que me auxiliou muito durante os últimos anos.

A Minha Tia Elza, que, durante o último ano e meio, auxiliou de maneira que nunca esquecerei em minhas passagens por Jaguaraiáva.

E, de maneira muito especial, ao meu orientador Prof Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes, o qual me orienta há anos, passando pela iniciação científica, TCC e agora o Mestrado, contribuindo muito com seu conhecimento e sugestões, o meu muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela Vida e suas muitas oportunidades de crescimento.

À minha esposa, pelo seu carinho e apoio.

Ao Professor Silvio Luiz Rutz da Silva, na escolha do tema da presente Dissertação.

Aos professores e colegas do MNPEF, pelos ensinamentos e convivência.

A minha equipe de trabalho nas disciplinas do MNPEF, Wanderley Veronez e Luiz Alberto Clabonde, que, além de colegas de turma, foram grandes amigos durante estes dois anos de Mestrado.

Aos meus ex-alunos do Colégio SESI em Jaguariaíva que participaram das oficinas relacionadas com a Dissertação e aos demais que participaram em cada projeto que foram desenvolvidos no Colégio.

Não posso deixar de fora o meu amigo e Professor do SENAI Tarciso Ladera, que alguns meses depois da realização da primeira oficina faleceu.

À CAPES, pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro de gigantes.
Isaac Newton(1642-1727)

RESUMO

CRUZ, Hernani Batista da. **Construção de tela interativa, usando controle de Nintendo Wii®, e sua utilização por professores e alunos da rede de ensino.** 2016, 170 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2016.

De maneira geral, os alunos do Ensino Médio apresentam dificuldades em utilizar os princípios da Física para explicar situações da vida cotidiana, fenômenos naturais e o funcionamento de aparelhos tecnológicos. Na maioria das aulas de Física, o conteúdo programático é apresentado através do uso de quadro e giz. Alguns assuntos de Física são bastante complexos e abstratos, e, para que o aluno possa compreendê-los, faz-se necessário algum desenho. De maneira geral, os professores do Ensino Médio têm uma carga horária grande, e muitas vezes necessitam de reproduzir a mesma aula em mais de uma turma no mesmo dia. Para diminuir o tempo de elaboração de imagens e focar na aprendizagem, pode-se recorrer à tecnologia disponível. Um recurso tecnológico já presente há alguns anos no Ensino Médio é a tela interativa. Em grande parte dos colégios é usada de maneira parcial, além de terem poucas unidades disponíveis nos colégios. Deste modo, a presente Dissertação utilizou como motivação para o uso da tela interativa com alunos do Ensino Médio, as discussões de conteúdos como ondas eletromagnéticas e espectro eletromagnético, diodos e dopagem, circuitos elétricos, associação em série e paralelo, e pressão em prensas hidráulicas. Estas discussões foram divididas em duas oficinas. Na primeira oficina foi construída uma caneta emissora de infravermelho, a qual foi calibrada com um computador e um controle de Nintendo Wii®. O processo de calibração é a utilização de um programa que ajusta e determina cada ponto clicado na tela projetada com o computador. Deste modo, o conjunto (caneta e controle calibrados) tornou-se uma tela interativa de baixo custo. Na segunda oficina, a tela interativa construída foi utilizada pelo mestrando e alunos do Ensino Médio para executar as atividades de um caderno pedagógico de iniciação em programação e robótica, com algumas aplicações em Física (para explicar, por exemplo, o funcionamento de uma prensa hidráulica automática). Nas atividades realizadas, para se conseguir uma aprendizagem eficiente, foi utilizada a teoria sociointeracionista de Lev Vygotsky e a aprendizagem significativa de David Ausubel.

Palavras-chave: Ensino de Física, Tela Interativa, Caderno Pedagógico.

ABSTRACT

CRUZ, Hernani Batista da. **Interactive screen construction, using Nintendo Wii® control, and its use by teachers and students in the school network.** 2016, 170 f. Dissertation (Master's Degree in Physics Teaching). State University of Ponta Grossa, 2016.

In general, the students of High School present difficulties in using the principles of Physics to explain situations of daily life, natural phenomena and the operation of technological devices. In most physics classes, programmatic content is presented through the use of chalkboard and chalk. Some subjects of Physics are quite complex and abstract, and in order for the student to understand them, some drawing is necessary. In general, high school teachers have a large workload, and often need to play the same class in more than one class on the same day. To reduce the time of imaging and focus on learning, one can draw on available technology. A technological resource already present a few years ago in High School is the interactive screen. In most colleges it is used in a partial way, in addition to having few units available in colleges. Thus, the present dissertation used as a motivation for the use of the interactive screen with high school students, discussions of contents such as electromagnetic waves and electromagnetic spectrum, diodes and doping, electric circuits, serial and parallel association, and pressure in hydraulic presses. These discussions were divided into two workshops. In the first workshop was built an infrared emitting pen, which was calibrated with a computer and a Nintendo Wii® controller. The calibration process is the use of a program that adjusts and determines each point clicked on the projected screen with the computer. In this way, the set (calibrated pen and control) has become an interactive low cost screen. In the second workshop, the constructed interactive screen was used by the master's and high school students to carry out the activities of a pedagogical book of initiation in programming and robotics, with some applications in Physics (to explain, for example, the operation of a hydraulic press Automatic). In the activities performed, in order to achieve an efficient learning, the socio-interactionist theory of Lev Vygotsky and the significant learning of David Ausubel was used.

Keywords: Physical education, interactive screen, pedagogical book.

Lista de figuras

Figura 1: Imagem do aplicativo Open Sankoré, que é utilizado para elaborar nota de aula, como a mostrada no centro da figura . A função de navegação entre as notas de aula pode ser observada no lado esquerdo da figura acima. No lado direito pode ser criado um banco de imagens, vídeos, animações, áudios.....	17
Figura 2: Espectro eletromagnético indicando os valores de cada frequência e seus comprimentos de onda.....	25
Figura 3: Campo elétrico e magnético. Figura adaptada do site http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/imagem1.JPG . Uma onda eletromagnética representada por um comprimento do onda λ	26
Figura 4: Um elemento da corda quando uma onda senoidal transversal se propaga em uma corda.....	27
Figura 5: A força na extremidade direita do elemento está dirigida ao longo de uma reta tangente ao lado direito do elemento.....	28
Figura 6: Imagem obtida através do simulador Bending Light disponível no site phet.colorado.edu	31
Figura 7: Bandas de energia de um isolante, os níveis ocupados são mostrados em vermelho e os níveis desocupados em cinza claro.....	34
Figura 8: Bandas de energia de um metal. O nível mais alto ocupado, chamado nível de Fermi, fica perto do meio de uma banda. Como existem níveis vazios disponíveis dentro da banda, os elétrons podem ser transferidos para estes níveis, e então o material conduz corrente elétrica.....	36
Figura 9: Bandas de energia de um semicondutor. Situação é semelhante à de um isolante, exceto pelo fato de que nos semicondutores o valor de E_g é muito menor, assim, os elétrons, graças à agitação térmica, têm uma probabilidade razoável de passar para uma banda vazia. 37	37
Figura 10: Variação da resistividade com a temperatura para três condutores. a) metal; b) supercondutor; c) semicondutor. Figura obtida no Livro Física 3 Eletricidade e Magnetismo página 597, adaptada.....	41
Figura 11: A densidade de corrente é uniforme sobre qualquer seção reta e o campo elétrico é constante ao longo do comprimento. Figura adaptada do site http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAesYoAI-31.jpg	42
Figura 12: Esquema mostrando três resistores ligados em série.....	43
Figura 13: Representação da resistência equivalente da Figura 12.....	44
Figura 14: Três resistores associados em paralelo.....	45
Figura 15: Pilha padrão de 3V utilizada para ligar os LEDs durante a motivação da oficina..	53
Figura 16: Oficina de construção da caneta emissora de infravermelho. Explicando como funciona o LED	54
Figura 17: Circuito constituído por um LED que emite no amarelo, um botão, fios de conexão e uma pilha de 3V.....	55
Figura 18: Alunas montando o circuito para testar o LED.....	56
Figura 19: A imagem acima mostra os alunos participantes da oficina, removendo o conteúdo de tubos de pincel atômico para uso posterior na transposição do circuito montado no protoboard.....	56
Figura 20: Foto da oficina de construção da caneta emissora de infravermelho realizada no Colégio SESI de Jaguariáiva – PR.....	57
Figura 21: Momento onde o circuito montado por um aluno é avaliado pelo professor.....	58

Figura 22: Com o auxílio do professor do curso de Automação do SENAI foi mostrado aos alunos como transpor o circuito montando no protoboard para o interior de um tubo de pincel atômico.....	59
Figura 23: Primeira versão do Tutorial de construção da tela interativa, diagramada com LibreOffice.....	60
Figura 24: Distribuição dos alunos participantes na oficina de utilização do caderno pedagógico.....	63
Figura 25: Imagem do computador de um dos alunos participantes da oficina de aplicação do caderno pedagógico.....	64
Figura 26: Um dos alunos participantes da oficina respondendo uma atividade proposta no caderno pedagógico para que os demais participantes verificassem a resolução.....	64
Figura 27: Ilustração do layout da sala e da posição do controle de Nintendo Wii em relação a área de projeção.....	68

SUMÁRIO

Capítulo 1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Motivação.....	13
O Ensino de Física sempre foi interpretado por muitos como um desafio difícil, pois requer abstração dos alunos para a compreensão dos assuntos e das equações apresentadas, tendo em vista que estas equações representam um modelo mental que explica os fenômenos físicos e faz algumas previsões sobre o comportamento de partículas, objetos, etc.....	
1.2 Objetivos e hipóteses.....	15
1.3 Justificativa.....	16
1.4 Descrição dos produtos.....	18
1.5 Breve resumo dos conteúdos dos capítulos 2, 3, 4, 5 e 6.....	21
1.6 Descrição dos anexos.....	22
Capítulo 2 A FÍSICA DA TELA INTERATIVA.....	24
2.1 Espectro Eletromagnético.....	24
2.2 As Equações de Maxwell.....	29
2.2.1 Lei de Gauss para a eletricidade.....	29
2.2.2 Lei de Gauss para o magnetismo.....	29
2.2.3 Lei de Ampère-Maxwell.....	30
2.2.4 Lei de Faraday.....	30
2.3 Reflexão e refração.....	30
2.4 Condução de Eletricidade nos Sólidos.....	32
2.4.1 Propriedades Elétricas dos Sólidos.....	32
2.4.2 Isolantes.....	34
2.4.3 Metais.....	35
2.4.4 Semicondutores.....	37
2.4.5 Semicondutores dopados.....	37
2.4.6 A junção p-n.....	38
2.4.7 O diodo Emissor de Luz (LED).....	39
2.7 Corrente e Resistência.....	39
2.7.1 Corrente.....	40
2.7.2 Resistividade.....	41
2.7.3 Resistência.....	41
2.8 Associações de Resistores.....	43
2.8.1 Série.....	43
2.8.2 Paralelo.....	44
Capítulo 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA. .	47
3.1 Revisão bibliográfica.....	47
3.2 Fundamentação teórica.....	50

Capítulo 4 CONSTRUÇÃO E CALIBRAÇÃO DE UMA TELA INTERATIVA COM CONTROLE DE NINTENDO Wii®.....	53
4.1 Procedimento experimental.....	53
4.2 Descrição do Tutorial.....	60
Capítulo 5 APLICAÇÃO DA TELA INTERATIVA NO ENSINO DE ROBÓTICA E PROGRAMAÇÃO, COM APLICAÇÕES DE FÍSICA, PARA ALUNOS DA PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO, NO COLÉGIO SESI DE JAGUARIAÍVA – PR.....	62
Capítulo 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
REFERÊNCIAS.....	70
Anexo A Tutorial “Tela interativa com controle de Nintendo Wii”	74
Anexo B Caderno Pedagógico “Iniciação em robótica e programação com algumas aplicações em Física”	122
Anexo C Trabalho apresentado no IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia.....	161
Anexo D Trabalho apresentado na XVIII Semana de Física e I Simpósio de Pesquisa e Ensino de Física dos Campos Gerais.....	168
Anexo E Resumo Expandido enviado para o 14º CONEX - UEPG.....	170
Anexo F Resumo enviado e aceito no 2º WCPE.....	177

Capítulo 1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

O Ensino de Física sempre foi interpretado por muitos como um desafio difícil, pois requer abstração dos alunos para a compreensão dos assuntos e das equações apresentadas, tendo em vista que estas equações representam um modelo mental que explica os fenômenos físicos e faz algumas previsões sobre o comportamento de partículas, objetos, etc.

Entretanto, muitas vezes os alunos são submetidos apenas a uma abordagem teórica. Ainda que benéfica para alguns, mas não motiva os alunos que não compreenderam os conceitos. Da mesma forma, muitos alunos apresentam dificuldade em fazer uma ligação com a realidade dos fenômenos naturais, das situações cotidianas e dos aparelhos tecnológicos.

Outra situação que é muito frequente nos colégios é a falta de um Laboratório de Física, onde o aluno possa testar o conhecimento obtido teoricamente, fazendo suas próprias descobertas.

Durante as aulas, professores já contam com algumas TIC's (Tecnologias da Informação e Comunicação) como projetores multimídia, TV pendrive, entre outros equipamentos. No entanto, esses aparelhos geralmente são utilizados apenas como meios para ministrar aulas expositivas com conteúdos que muitas vezes não permitem que o aluno possa fazer o que a ciência nos proporciona todos os dias, ou seja, essas aulas não possibilitam aos alunos a observação dos fenômenos naturais e a elaboração de modelos para explicá-los de tal modo que eles possam descobrir como estes fenômenos ocorrem e possam sentir a mesma emoção que os físicos tiveram quando estavam trabalhando em suas teorias.

A utilização de recursos como quadro e giz apresenta algumas limitações como, por exemplo, um desenho sobre o campo elétrico que o professor utilize num primeiro momento em sua aula permanece sempre em exibição. Desse modo, esse desenho ocupa um espaço no quadro que poderia ser utilizado para outros exemplos ou atividades. Por outro lado, quando o professor faz a síntese

integradora, podem surgir dúvidas sobre uma figura, ou a equação apresentada no início da aula, mas já apagadas do quadro.

Uma alternativa à falta de laboratório e às dúvidas que os alunos possam apresentar é a utilização de recursos didáticos que sejam utilizados em ensino, os quais permitam que o professor possa retornar ao ponto em que houve a dúvida, inserindo, por exemplo, imagens e vídeos que contribuam para a melhor compreensão do conteúdo apresentado. A tela interativa é um desses recursos e é considerado uma TIC.

A maioria das escolas particulares e parte das escolas públicas, no Estado do Paraná, já possuem um exemplar desse equipamento. No entanto, é pouco utilizado. O pouco uso pode ser atribuído ao medo inicial que o recurso desperta no professor, pois torna uma simples superfície branca em um ambiente em que ele pode adicionar e remover objetos, escrever como um quadro de giz, fazer recortes de uma cena de filme, quando nela está presente um conceito que está sendo tratado em aula e precisa ser mais bem explorado.

Essa ferramenta permite ao professor construir ao longo do tempo um material didático de suas aulas que estará sempre em constante evolução. Cada nova descoberta da ciência pode ser incorporada ao seu caderno de anotações digital. Dessa maneira, o material utilizado na aula estará sempre em construção, e atualizado com as novas descobertas, além de permitir que o professor possa retornar páginas e esclarecer eventuais dúvidas que os alunos venham a demonstrar. Além disso, o professor pode explorar dúvidas surgidas em uma turma, incorporando-as em suas notas de aula digitais e usando-as como questões de motivação em aulas para outras turmas.

A tela interativa também pode ser usada como uma extensão de nosso computador e mãos, assim como o mouse. Desse modo, ela pode ser usada facilmente como grande aliada na realização de tarefas cotidianas tais como elaboração de textos, edição de imagens e navegação na internet. Por outro lado, o uso da tela interativa permite que o professor esteja em frente aos alunos, e não escondido atrás de um monitor, e pode tornar a sua interação com a turma bem mais dinâmica e proveitosa.

Tendo em vista o que foi apresentado nos parágrafos anteriores, a seguir serão apresentados os problemas que motivaram a escolha desta dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física.

1.2 Objetivos e hipóteses

De maneira geral, quando estamos bem familiarizados com algum dispositivo, por exemplo, celular, projetor ou computador, nosso desempenho torna-se muito mais fácil e com resultados mais rápidos. O uso se torna mais eficiente se estivermos mais familiarizados com sua aplicabilidade. A tela interativa é um recurso relativamente novo disponível na educação. Professores das mais diversas áreas demonstram receio na sua utilização. Desse modo, é comum observar que, para a maioria dos professores, a tela interativa torna-se apenas uma ferramenta para passar apresentações de Slide; ou melhor, todas as possibilidades de uso da tela interativa para tornar a aula mais dinâmica e produtiva não são exploradas.

Em face dessas considerações, podemos elencar os seguintes problemas:

- A construção e calibração de uma tela interativa, como tema gerador pode contribuir para o processo de aprendizagem de alunos do Ensino Médio, além de torná-los mais motivados e participativos nas aulas?
- A utilização da tela interativa pelos professores em suas aulas pode contribuir para tornar o processo de aprendizagem dos alunos mais eficiente e significativo?

Ao tentar solucionar os problemas apresentados, os seguintes objetivos foram traçados para a presente Dissertação:

- Construir e utilizar a tela interativa de baixo custo pode ser um agente facilitador da abordagem sociointeracionista associada à aprendizagem significativa no Ensino de Física;
- Usar recursos tecnológicos como tema gerador pode auxiliar na aquisição e apropriação de novos conhecimentos por parte do aprendiz.

As hipóteses que foram testadas através dos dois produtos desta Dissertação (o tutorial e o caderno pedagógico) foram as seguintes:

- O uso da tela interativa pode ser um agente facilitador da abordagem sociointeracionista associada à aprendizagem significativa no ensino de física;

- O uso de recursos tecnológicos pode auxiliar na aquisição e apropriação de novos conhecimentos por parte do aprendiz.

1.3 Justificativa

Em muitos Colégios, já existe uma tela interativa mas, na grande maioria das vezes, ela não é utilizada ou é utilizada apenas para apresentar *Slide* porque o professor não conhece todas as possibilidades de uso deste tipo de tela.

Usando uma tela interativa, com o auxílio de um projetor e uma superfície lisa para projeção, o professor e/o aluno podem interagir facilmente com a imagem projetada. Essa interação pode ser realizada através de um aplicativo que simula um quadro branco (aplicativo *Open Sankoré*) e que permite fazer anotações sobre uma imagem congelada de um vídeo. Dessa maneira, o professor pode realizar demonstrações e explicações ao lado. O vídeo, as demonstrações e explicações poderão ser visualizadas pelos alunos através da tela interativa. O professor também pode anotar as perguntas e respostas feitas pelos alunos. Tudo que tiver sido escrito poderá ser arquivado pelo professor e utilizado em outras aulas. A Figura 1 abaixo mostra uma tela do aplicativo *Open Sankoré*, o qual permite que as notas de aula possam ser salvas, além de editadas, e, conforme a necessidade, pode-se realizar várias inserções de conteúdo para tornar as notas de aula mais atualizadas e interessantes. Através desse mesmo aplicativo pode-se navegar entre as páginas geradas.

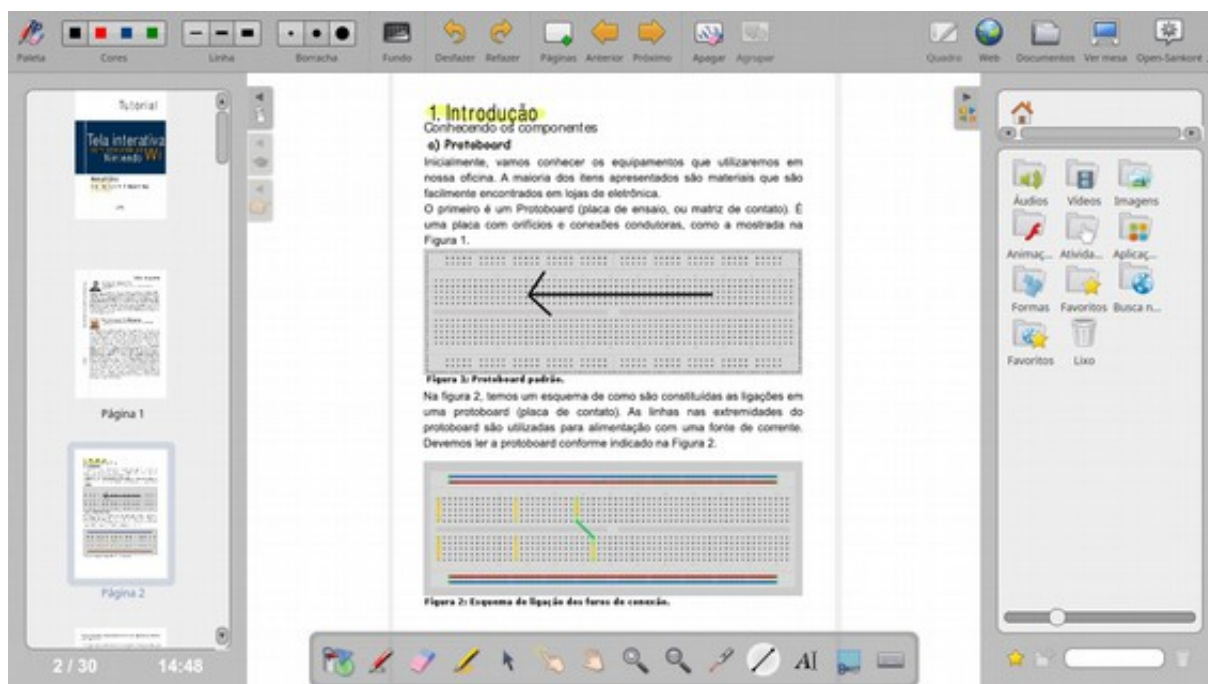


Figura 1: Imagem do aplicativo Open Sankoré, que é utilizado para elaborar nota de aula, como a mostrada no centro da figura. A função de navegação entre as notas de aula pode ser observada no lado esquerdo da figura acima. No lado direito pode ser criado um banco de imagens, vídeos, animações, áudios.

A tela interativa construída, calibrada e utilizada na presente dissertação está baseada no projeto de Johnny Chung Lee. Nesse projeto, a tela interativa é formada por uma caneta emissora de infravermelho, um controle de Nintendo Wii® e um projetor multimídia. Além disso, o projeto utiliza uma biblioteca (.dll) para que o controle de Nintendo Wii® seja reconhecido pelo computador com sistema operacional Windows, e um software intitulado WiimoteWhiteboard que permite realizar a calibração da tela, disponível no site <<http://johnnylee.net/projects/wii/WiimoteWhiteboardv02.zip>>, acesso em 18 mar. 2016.

A construção da caneta emissora de infravermelho, apesar de ser simples para quem tem familiaridade com as aplicações da eletrônica, torna-se difícil para muitos professores e alunos do Ensino Médio. Tendo em vista a dificuldade desses professores e alunos, foi elaborado um tutorial que mostra detalhadamente como construir e instalar a tela interativa. Esse tutorial é o primeiro produto da presente Dissertação. Também foi elaborado um caderno pedagógico, com atividades de uma oficina sobre iniciação à programação e à robótica, com algumas aplicações destes temas em Física. Essas atividades, além de testarem as hipóteses da presente

dissertação, apresentam maneiras simples e criativas de usar a tela interativa com alunos do Ensino Médio.

No parágrafo seguinte, serão descritos os produtos da presente dissertação.

1.4 Descrição dos produtos

Os produtos desenvolvidos durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física são um caderno pedagógico intitulado **“Iniciação em Robótica e Programação, com algumas aplicações em Física”** e o **“Tutorial Tela Interativa com controle do Nintendo Wii®”**.

Cada capítulo do caderno pedagógico inicia com um texto e um link para vídeo o qual apresenta uma motivação para o estudo daquele capítulo.

O caderno pedagógico foi elaborado para testar a utilização da tela interativa construída e calibrada pelos alunos, com o uso do Tutorial. Esse caderno tem várias ilustrações, tais como charges e figuras, as quais ilustram seus conteúdos. Em cada capítulo, os alunos devem responder no caderno pedagógico a resposta adequada à atividade proposta. Também há atividades que os alunos devem resolver utilizando a tela interativa. Em seguida, eles retornam ao caderno pedagógico e, no campo adequado, elaboram um texto em que comparam a realização da atividade no caderno pedagógico com a elaboração da atividade na tela interativa.

O primeiro capítulo do caderno pedagógico trata de algoritmos. Neste capítulo, os alunos são convidados a solucionar várias questões de lógica. Em seguida, há um capítulo em que os alunos são motivados a calcular, com o auxílio do BASIC 256, a distância entre a Terra e o Sol. Para isso, é fornecido alguns dados para que os alunos encontrem a distância entre Terra e o Sol. Assim, usando a velocidade da Luz (3×10^8 m/s) e o tempo gasto para a Luz chegar à Terra (aproximadamente 8,3 minutos), os alunos têm condições de obter o valor da distância entre a Terra e o Sol.

Para encontrar o valor da distância entre a Terra e o Sol, foi necessário que eles elaborassem um algoritmo que transformava o valor de 8,3 minutos em segundos. Na sequência, através do uso de variáveis, e com base na equação para obtenção da velocidade

$$v = \frac{d}{t} ,$$

e isolando “d” na equação acima, os alunos obtêm o valor da distância entre a Terra e o Sol, que é

$$d = v \cdot t$$

Em um outro capítulo, um dos cuidados na elaboração das atividades deste caderno pedagógico, “Iniciação em Programação e Robótica, com algumas aplicações em Física”, é fazer com que os alunos sejam colocados na situação de engenheiros, buscando solução para proteção de operadores de máquinas. Alguns alunos do Colégio SESI de Jaguariaíva-PR (onde foi aplicado o caderno didático) têm membros na família que já sofreram acidente em uma das empresas da cidade. A cidade possui uma grande quantidade de empresas madeireiras, e estas utilizam ferramentas de corte. Infelizmente, muitos funcionários destas empresas sofrem acidentes. Aproveitando esta situação, foi proposta no caderno pedagógico uma atividade em que os alunos pudessem vivenciar uma situação de empresa madeireira. Nessa atividade eles seriam os responsáveis por desenvolver e implementar a programação de um dispositivo simulando uma prensa hidráulica e a segurança do usuário do equipamento, o que dependeria da correta programação dos sensores.

O kit de programação da LEGO® apresenta uma grande quantidade de sensores. No caderno pedagógico, os alunos devem construir e programar, com auxílio do NXT LEGO®, um sistema que controle um motor através do acionamento de alguns sensores.

Na elaboração desta atividade, inicialmente os alunos escrevem um algoritmo que permita que o motor só comece a girar após ser apertado um sensor de toque. Em seguida, o motor só pode iniciar o movimento quando dois sensores de toque sejam pressionados simultaneamente. Para terminar a atividade, um terceiro sensor é adicionado ao sistema, o sensor ultrassônico, responsável por medir a distância entre o aluno e o motor.

Os conteúdos que são utilizados no caderno pedagógico vão desde conceitos de matemática básica, como ordem de operações, até cálculos computacionais sobre astronomia, pressão, força e utilização de sensor ultrassônico para obter distâncias.

O segundo produto é o “Tutorial Tela Interativa com controle do Nintendo Wii®”. Nesse tutorial são abordados os conhecimentos prévios de Física necessários para entender e efetuar a montagem da caneta emissora de infravermelho e, também, é descrito detalhadamente o processo de montagem e calibração desta caneta.

O capítulo de introdução do tutorial explica o funcionamento dos componentes necessários para montagem do circuito, como por exemplo, o *protoboard*. Nessa etapa, a partir de uma imagem do equipamento, é mostrado como estão divididas as suas trilhas para conexão dos componentes eletrônicos. Em seguida, é necessário explicar a associação de resistores. Isto é muito importante, pois uma pessoa que queira reproduzir a montagem da caneta pode enfrentar alguma dificuldade na hora de encontrar os resistores adequados. Para isso, são apresentados o diagrama e as propriedades de associação em série e paralelo, bem como a equação para obtenção da resistência equivalente. Outro componente importante é o LED. Um LED comum de emissão de infravermelho possui uma tensão de trabalho entre 1,2 a 1,5V. Para o funcionamento pode-se utilizar tanto uma pilha AAA de 1,5V como uma pilha de controle remoto que possui 12V. Para a montagem com a pilha de 1,5V não há necessidade de associar um resistor em série com o circuito, porém caso seja feito a escolha por alimentar o circuito com uma pilha de 12V, um resistor adequado deve ser ligado em série com o LED. O valor do resistor pode ser obtido através da relação:

$$R = \frac{V_{entrada} - V_{LED}}{I_{max}}$$

em que,

$V_{entrada} \rightarrow$ é o valor da tensão da pilha (12 V);

$V_{LED} \rightarrow$ é o valor de tensão que é consumida pelo LED (1,5V);

$I_{max} \rightarrow$ é a corrente máxima que o LED necessita (60mA).

Com os dados acima, o resistor (R) apropriado que deve ser inserido em série com o LED é igual a 175Ω. Buscando nos valores tabelados de resistores, podemos verificar que os valores comerciais ficam entre 160 e 180Ω.

O capítulo 2 do Tutorial foi dedicado a apresentar os equipamentos necessários para o processo de soldar os componentes eletrônicos.

No capítulo 3, inicia-se o processo de montagem do circuito no *protoboard*. Foi utilizado o programa *Fritzing*.

A transposição do circuito montado no capítulo 3 é mostrada no capítulo 4. Cada etapa da montagem da caneta emissora de infravermelho é acompanhada de uma fotografia que ilustra o procedimento que necessita ser realizado.

No capítulo 5 o usuário do Tutorial encontra os arquivos para download, necessários para a configuração do computador com o controle de Nintendo Wii® e os procedimentos para instalação dos arquivos de calibração.

Os conteúdos necessários para compreender a Física envolvida na Tela Interativa são os seguintes: espectro eletromagnético, Equações de Maxwell, Lei de Gauss, Lei de Gauss para o magnetismo, Lei de Ampère, Lei de Faraday, Reflexão e refração, Condução de Eletricidade nos Sólidos, Propriedades Elétricas dos Sólidos, Isolantes, Metais, Semicondutores, Semicondutores dopados, A junção p-n, Diodo Emissor de Luz (LED), Corrente e Resistência, Corrente, Resistividade, Resistência, Associações de Resistores, Série, Paralelo. Estes conteúdos serão tratados no Capítulo 2 da presente dissertação.

No item seguinte, será apresentado um breve resumo dos conteúdos dos capítulos restantes da presente Dissertação.

1.5 Breve resumo dos conteúdos dos capítulos 2, 3, 4, 5 e 6

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica e a fundamentação teórica da Dissertação.

O capítulo 3 descreve a metodologia e o procedimento experimental utilizado na construção e calibração da tela interativa.

O capítulo 4 aborda a aplicação do caderno pedagógico “Iniciação em Robótica e Programação, com aplicações em Física”. O caderno foi utilizado durante o período de 4 tardes, duas em novembro e duas tardes em dezembro de 2015, em uma oficina para alunos do Ensino Médio, no Colégio SESI de Jaguariaíva-PR.

No capítulo 5, são apresentados os resultados obtidos, tanto na construção e calibração da caneta emissora de infravermelho, como na aplicação do caderno pedagógico com alunos do Colégio SESI de Jaguariaíva.

No capítulo 6, estão as discussões dos resultados e a conclusão.

1.6 Descrição dos anexos

Da presente Dissertação constam 6 anexos. A seguir será apresentado um pequeno resumo de cada Anexo.

Anexo A – Tutorial “Tela interativa com controle de Nintendo Wii”, foi inicialmente diagramada com o auxílio do aplicativo Libre Office 5.0 e finalizado com o aplicativo Scribus 1.4.2. Logo no capítulo “Introdução”, foi necessário a utilização do aplicativo Fritzing (disponível para download pelo link <http://fritzing.org/home/>). Através deste aplicativo foram geradas as imagens do protoboard e as conexões necessárias para realizar a montagem de um LED infravermelho, um botão de clique, fios de conexão e uma pilha. Ainda no mesmo capítulo, foi utilizado o aplicativo Oregano 0.7 para montar os diagramas de associações de resistores em série e paralelo.

Anexo B - Caderno Pedagógico “Iniciação em robótica e programação com algumas aplicações em Física”. Diagramado inicialmente com o uso do Libre Office 5.0 (disponível para download no site <https://pt-br.libreoffice.org/>) e finalizado no aplicativo Scribus 1.4.2 Open Source (disponível para download no site <https://www.scribus.net/>). Outro aplicativo utilizado para realizar os recortes necessários nas imagens foi o aplicativo Gimp (disponível para download no link <https://www.gimp.org/>). No capítulo “Estruturas de programação” foi necessário a utilização do aplicativo Basic 256 (disponível para download através do link http://www.basic256.org/index_en), necessário para apresentar o conceito de variáveis, e método de execução de um algoritmo. No capítulo “Estruturas de repetição” fez-se necessário a utilização do aplicativo MINDSTORMS NXT 2.0 (disponível através do link <http://www.lego.com/en-us/mindstorms/downloads/nxt-software-download>), necessário para a programação do Lego Mindstorms. Neste aplicativo foi efetuado a programação para simulação de uma prensa hidráulica, e na qual o movimento do motor só poderia ser efetuado, caso as condições de segurança que foram apresentados no problema sugerido fossem atendidos.

Anexo C - Neste anexo está um artigo completo publicado nos anais do SINECT (IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia) 2014 - *CONSTRUÇÃO DE UMA TELA INTERATIVA DE BAIXO CUSTO USANDO CONTROLE DO NINTENDO WII E A FICIENCIAS 2013*, que aconteceu entre os

dias 27 e 29 de 2014, na UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) de Ponta Grossa. Pode ser acessado através do link <<http://sinect.com.br/anais2014/anais2014/artigos/ensino-de-fisica/01410202278.pdf>>. Para a participação neste evento, foi elaborado um artigo, apresentando os resultados obtidos com 3 alunas do Colégio Estadual Júlio Teodorico e a Professora delas, na II FiCiências (A Feira de Inovação das Ciências e Engenharias).

Anexo D – No ano de 2015 foi apresentado um Pôster na Semana da Física da UEPG. Neste Pôster foram mostrados os resultados de um trabalho realizado com 3 alunas do Colégio Júlio Teodorico em Ponta Grossa - PR, bem como as atividades que estavam sendo desenvolvidas da aplicação dos produtos da presente dissertação no Colégio SESI em Jaguariaíva-PR.

Anexo E – Resumo expandido publicado nos anais do CONEX 14, realizado na UEPG em 2016. Neste evento de extensão foram apresentados os resultados da relação entre as atividades da presente Dissertação e o Projeto de Extensão “Física-da Universidade à Comunidade”.

Anexo F – Em maio de 2016, foi enviado um Resumo da apresentação oral para o 2WCPE - 2nd World Conference on Physics Education, realizado em São Paulo entre os dias 10 e 15 de Julho de 2016. A apresentação oral dos resultados da presente Dissertação foi realizada neste evento em 11 de Julho de 2016.

No capítulo a seguir, será apresentada a Física presente na tela interativa.

Capítulo 2 A FÍSICA DA TELA INTERATIVA

2.1 Espectro Eletromagnético

Hoje em dia é comum trocarmos o canal da TV através do auxílio de um controle remoto. Mas já teve a curiosidade de observar o LED (sigla em inglês que significa Light Emitting Diode e em português Diodo emissor de Luz) do controle remoto? Quando você pressiona um botão correspondente a um canal, qual é a “cor” emitida pelo LED?

O controle remoto é um dispositivo que fascina muito, pois, quando trocamos um canal, ou apertamos algum botão referente ao volume ou configurações, não vemos o LED acender com alguma “cor” visível. Como veremos adiante, existem “cores” que podemos visualizar, ou seja, que dentro do espectro eletromagnético estão dentro da região do visível. Também vamos ver, por exemplo, que a Luz, ondas de rádio e ondas usadas na comunicação por celular são tipos de ondas eletromagnéticas. Cada uma tem uma frequência bem definida, e isto faz com que algumas estejam dentro da faixa do visível.

No presente tópico, baseado nos conteúdos de Halliday, Resnick e Walker (2009, v. 3), tem por objetivo apresentar o que é um espectro eletromagnético e a Física que explica o comportamento de ondas eletromagnéticas.

Foi James Clerk Maxwell que mostrou que um raio luminoso é uma onda progressiva de campos magnéticos, e que a óptica, o estudo da luz visível, é um ramo do eletromagnetismo.

Na época de Maxwell a luz visível e as radiações infravermelha e ultravioleta eram as únicas ondas eletromagnéticas conhecidas. Através das previsões de Maxwell, Heinrich Hertz descobriu o que chamamos hoje de ondas de rádio, e que estas ondas também se propagam com a velocidade igual à das ondas de luz visível.

Hoje conhecemos um espectro muito amplo denominado espectro eletromagnético, como o apresentado na Figura 2 abaixo.

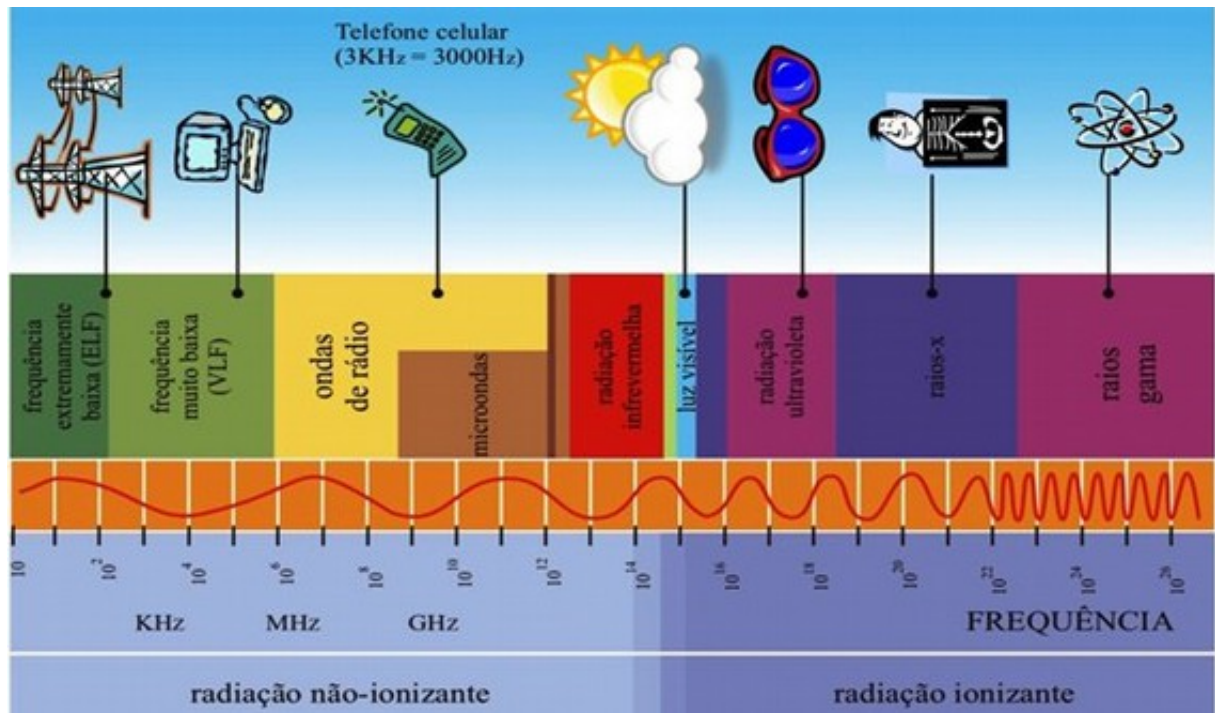


Figura 2: Espectro eletromagnético indicando os valores de cada frequência e seus comprimentos de onda.

Fontes de ondas eletromagnéticas estão presentes em todos os ambientes que estamos. Temos o Sol como uma grande fonte de ondas eletromagnéticas. Algumas são muito importantes para o nosso organismo (realizando síntese, por exemplo, de vitamina D), outros comprimentos de ondas são fundamentais para produção de energia (através de efeito fotoelétrico) ou para as várias modernas tecnologias de informação e comunicação.

Todas as ondas eletromagnéticas, incluindo a Luz visível, se propagam no vácuo com a mesma velocidade c , dada pela equação 1:

$$c = \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0} \quad (1),$$

em que

μ_0 = permeabilidade do vácuo e

ϵ_0 = Permissividade do vácuo.

Uma onda eletromagnética é formada por campos elétricos e magnéticos variáveis. Uma onda eletromagnética se propagando na direção do eixo x possui um campo elétrico E e um campo magnético B. Seus módulos dependem de x e t:

$$E = E_m \sin(kx - \omega t) \quad (2),$$

$$B = B_m \sin(kx - \omega t) \quad (3).$$

onde E_m e B_m são as amplitudes dos campos e, ω e κ são a frequência angular e o número de onda, respectivamente.

A velocidade c e as amplitudes de propagação dos campos elétrico e magnético estão relacionados através da equação:

$$\frac{E_m}{B_m} = c \quad (4).$$

A Figura 3 mostra os vetores campo elétrico e campo magnético em um “instantâneo” da onda tomando em um certo momento.

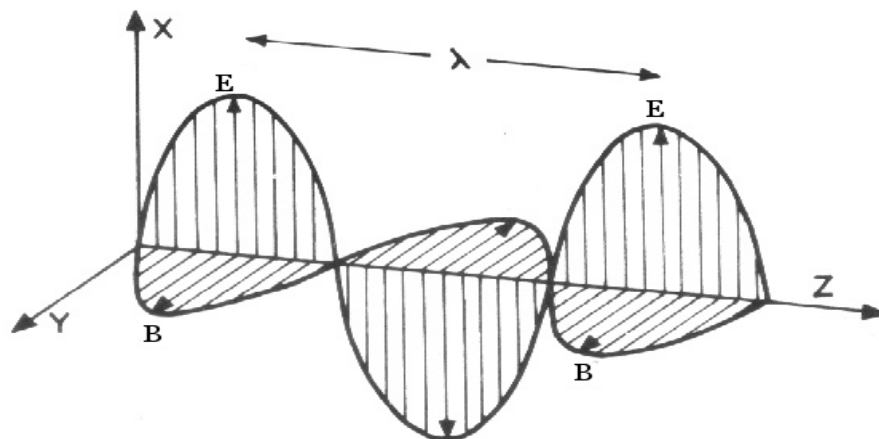


Figura 3: Campo elétrico e magnético. Figura adaptada do site <http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/imagem1.JPG>. Uma onda eletromagnética representada por um comprimento de onda λ .

Quando uma onda passa por elemento de uma corda esticada, o elemento se movimenta perpendicularmente à direção de propagação da onda. Ao aplicar a segunda lei de Newton ao movimento deste elemento, podemos encontrar uma equação diferencial geral, chamada de “*equação de onda*”, que governa a propagação de ondas de qualquer tipo. A Figura 4, abaixo, mostra um instantâneo

de um elemento de corda dm e comprimento l quando uma onda se propaga em uma corda.

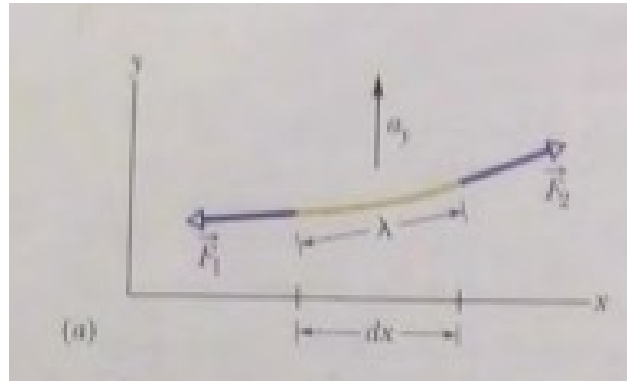


Figura 4: Um elemento da corda quando uma onda senoidal transversal se propaga em uma corda.

Aplicando a segunda lei de Newton às componentes y ($F_{\text{res},y} = ma_y$), obtemos:

$$F_{2y} - F_{1y} = dm \cdot a_y \quad (5).$$

Observando a equação (5), podemos analisar os seguintes dados:

- A massa dm do elemento da corda, pode ser escrita em termos da massa específica μ da corda e do comprimento l como $dm = \mu l$. Como a onda ao passar pela corda provoca uma pequena elevação em y , então $l \approx dx$, conforme observamos na Figura 5, temos:

$$dm = \mu dx \quad (6).$$

- A aceleração a_y é a derivada segunda do deslocamento y em relação ao tempo:

$$a_y = \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (7).$$

- Na Figura 5, podemos verificar que a força F_2 é tangente à corda na extremidade direita do elemento. Assim podemos relacionar as componentes da força à inclinação através da seguinte relação:

$$\frac{F_{2y}}{F_{2x}} = S_2 \quad (8).$$

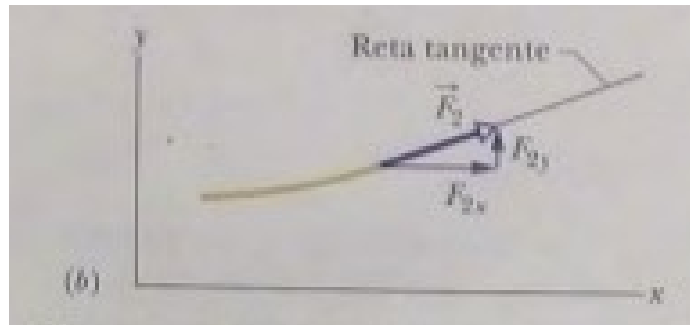


Figura 5: A força na extremidade direita do elemento está dirigida ao longo de uma reta tangente ao lado direito do elemento.

Podemos obter o módulo de F_2 ($=\tau$):

$$F = \sqrt{F_{2x}^2 + F_{2y}^2} \quad (9),$$

ou

$$\tau = \sqrt{F_{2x}^2 + F_{2y}^2} \quad (10).$$

Mas, estamos supondo que $F_{2y} \ll F_{2x}$, portanto, a equação 8 se torna

$$\tau = F_{2x} \quad (11).$$

Substituindo a equação (11) na equação (8) e explicitando F_{2y} , obtemos:

$$F_{2y} = \tau S_2 \quad (12).$$

Fazendo uma análise semelhante na extremidade esquerda, obtemos:

$$F_{1y} = \tau S_1 \quad (13).$$

Substituindo as equações (12), (13) na equação (5), obtemos:

$$\tau S_2 - \tau S_1 = (\mu dx) \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (14),$$

ou,

$$\frac{S_2 - S_1}{dx} = \frac{\mu}{\tau} \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (15).$$

Como o elemento de corda é curto, as inclinações S_2 e S_1 são infinitesimais:

$$S = \frac{dy}{dx} \quad (16).$$

Assim, podemos obter:

$$\frac{dS}{dx} = \frac{\mu}{\tau} \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (17),$$

$$d \frac{(dy/dx)}{dx} = \frac{\mu}{\tau} \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (18),$$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{\mu}{\tau} \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (19).$$

Finalmente, como $v = \sqrt{\tau/\mu}$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{1}{v^2} \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (20).$$

A equação diferencial geral (20) governa a propagação de ondas de todos os tipos.

2.2 As Equações de Maxwell

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2009, v. 3), não foi Maxwell que obteve todas as equações, no entanto, foi ele que percebeu a relação entre elas, usando-as para obter a equação de uma onda eletromagnética. Ele também mostrou que a Luz é uma onda eletromagnética.

As equações são as apresentadas nos subtópicos abaixo.

2.2.1 Lei de Gauss para a eletricidade

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad (21)$$

$\vec{E}$ é o campo elétrico gerado por uma fonte que esteja no interior de uma região delimitada por uma área A ou fora dela. O lado esquerdo da Eq. 21 é o fluxo elétrico φ_E que atravessa a região de área A. A é a área de uma superfície fechada, denominada superfície Gaussiana. Do lado direito da Eq. 21, a variável Q é a quantidade de carga elétrica total que se encontra no interior da região de área A e ϵ_0 é a permissividade no vácuo e seu valor é $\epsilon_0 \approx 8,854187817 \times 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2}$.

2.2.2 Lei de Gauss para o magnetismo

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \quad (22)$$

A Lei de Gauss para o magnetismo diz que o fluxo do campo magnético através de uma superfície fechada é nulo. Isto é, as linhas de força do campo magnético $\vec{B}$ são fechadas, e, portanto, não existe monopolo magnético.

2.2.3 Lei de Ampère-Maxwell

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left(i_c + \frac{\varepsilon_0 d\varphi_E}{dt} \right) \quad (23)$$

O lado esquerdo da Eq. 23 é uma integral de linha, ao longo de um circuito fechado. A lei de Ampère-Maxwell leva a duas considerações importantes: a primeira é que um campo magnético pode ser gerado através de uma corrente de condução i_c , e, a segunda é que um campo elétrico que varie com o tempo também é uma fonte de campo magnético.

2.2.4 Lei de Faraday

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \left(-\frac{d\varphi_B}{dt} \right) \quad (24)$$

Pela Eq. 24, pode-se verificar que a variação de um campo magnético (lado direito da Eq.24) produz um campo elétrico.

2.3 Reflexão e refração

Que fenômeno físico devemos utilizar para posicionar o controle de Nintendo Wii®?

Antes de mais nada, vamos compreender o que é reflexão e refração.

Reflexão é o fenômeno que permite que a Luz, após incidir sobre uma superfície de separação entre dois meios, volte a se propagar no meio de origem. Vamos chamar o raio que está atingindo a superfície separadora como raio incidente, e de raio refletido a Luz que volta a se propagar no mesmo meio.

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2009, v 4), considerando a luz emitida por uma fonte luminosa, sua radiação eletromagnética é emitida em todas as direções radialmente em relação ao ponto de emissão. Escolhendo um único raio emitido por esta fonte luminosa, podemos ver que o ângulo do raio incidente é igual ao ângulo do raio refletido. Na Figura 6 abaixo podemos verificar os ângulos incidentes e refletidos.

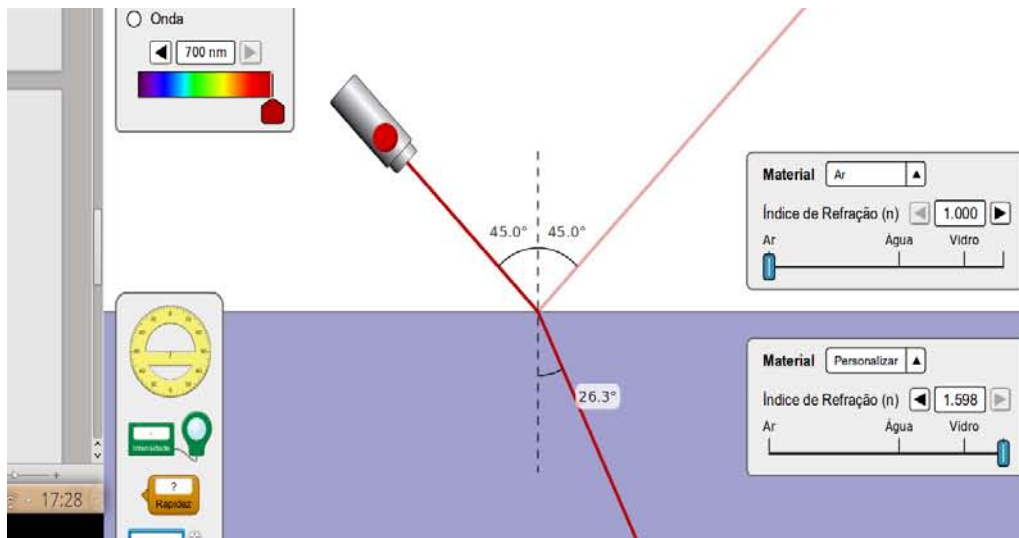


Figura 6: Imagem obtida através do simulador *Bending Light* disponível no site phet.colorado.edu.

Desse modo,

$$\theta_i = \theta_R \quad (25),$$

em que

$\theta_i \rightarrow$ ângulo incidente,

$\theta_R \rightarrow$ ângulo refletido.

O raio incidente é o feixe de Luz que está sendo emitido pelo laser, e o raio refletido é o feixe de Luz que está sendo desviado em relação à normal. Na reflexão, tanto a frequência quanto a velocidade de propagação da onda são conservadas

O conceito de reflexão é importante para o produto desta dissertação, pois, através dele, é escolhido o local apropriado para que o controle de Nintendo Wii® seja posicionado.

Já o fenômeno da refração é quando a Luz passa de um meio para outro. Nesta situação, a frequência é conservada, porém, ocorre uma mudança na velocidade da Luz durante a passagem no meio. Quando a Luz passa de um meio com índice de refração n_1 para um outro meio n_2 , podemos relacionar o comportamento da Luz através da Lei de Snell:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (26).$$

O índice de refração pode ser obtido através da relação:

$$n = \frac{c}{v} \quad (27),$$

em que

$n \rightarrow$ índice de refração;

$v \rightarrow$ velocidade da Luz no meio material;

$c \rightarrow$ velocidade da Luz no vácuo, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

2.4 Condução de Eletricidade nos Sólidos

Quais são os mecanismos que permitem a condução de eletricidade?

O que são materiais isolantes, condutores e semicondutores?

O que diferencia um isolante de um semicondutor?

O que é e como funciona um LED?

2.4.1 Propriedades Elétricas dos Sólidos

Os conteúdos do tópico 2.4 estão baseados em Halliday, Resnick, Walker (2009, v.3).

Vamos abordar apenas sólidos cristalinos, ou seja, sólidos que apresentam uma disposição periódica tridimensional conhecida como **rede cristalina**.

Do ponto de vista elétrico, podemos classificar os sólidos de acordo com três propriedades básicas:

1. A **resistividade** ρ à temperatura ambiente, cuja unidade no SI é o ohm-metro ($\Omega \cdot \text{m}$).
2. O **coeficiente de temperatura da resistividade** α , definido através da relação $\alpha = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dT}$, cuja unidade no SI é o inverso do Kelvin (K^{-1}) representado pela variável T.
3. A **concentração de portadores de carga** n , definida como o número de portadores de carga por unidade de volume, cuja unidade no SI é o inverso do metro cúbico (m^{-3}).

Medindo as resistividades de diferentes materiais à temperatura ambiente, podemos verificar que existem alguns materiais, chamados de **isolantes**, que, para

todos os efeitos práticos, não conduzem eletricidade. Um exemplo de material isolante é o diamante, que possui uma resistividade de 10^{24} vezes maior que a do cobre.

Com isso, podemos usar as medidas de ρ , α e n para dividir os materiais que não são isolantes em duas categorias principais: **metais** e **semicondutores**. Os semicondutores possuem uma resistividade ρ bem maior que a dos metais. O coeficiente de temperatura de resistividade α dos semicondutores é negativo e maior que o dos metais, enquanto o dos metais é positivo. Em outras palavras, a resistividade de um semicondutor **diminui** quando a temperatura aumenta, enquanto a dos metais **aumenta** quando a temperatura aumenta. A seguir, na Tabela 1, são mostradas algumas propriedades elétricas de dois materiais, cobre e silício. O primeiro é um metal e o segundo um semicondutor.

Tabela 1 – Algumas propriedades Elétricas de dois Materiais

Propriedade	Unidade	Material	
		Cobre	Silício
Tipo de condutor		Metal	Semicondutor
Resistividade, ρ	$\Omega.m$	2×10^{-8}	3×10^3
Coeficiente de temperatura da resistividade, α	K^{-1}	$+4 \times 10^{-3}$	-70×10^{-3}
Concentração de portadores de carga, n	m^{-3}	9×10^{28}	1×10^{16}

2.4.2 Isolantes

Dizemos que um material é isolante quando a corrente elétrica é nula mesmo quando aplicamos uma diferença de potencial às extremidades de um bloco feito do material. Em um isolante a banda de maior energia que contém elétrons está totalmente ocupada e o princípio de exclusão de Pauli impede que elétrons sejam transferidos para níveis já ocupados. A Figura 7 mostra a diferença as bandas de energia de dois materiais, um é isolante e outro é metal. Podemos observar que no material isolante, entre a última banda ocupada e a primeira banda livre, existe uma

região proibida. Já para um metal, existe uma região com níveis que podem ser ocupados na banda de condução.

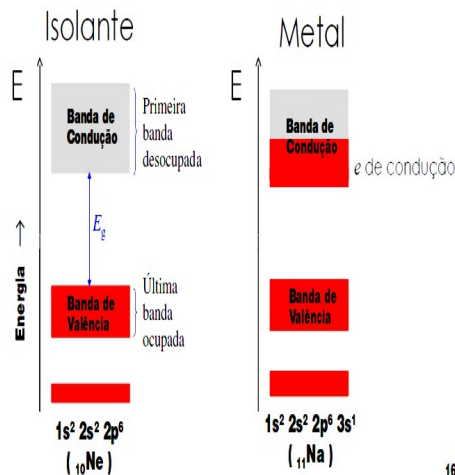


Figura 7: Bandas de energia de um isolante, os níveis ocupados são mostrados em vermelho e os níveis desocupados em cinza claro.

Podemos estimar a probabilidade de que, à temperatura ambiente (300K), um elétron da extremidade superior da última banda ocupada do diamante (um isolante) passe para a extremidade inferior da primeira banda desocupada, separada da primeira por uma energia E_g . Para o diamante, $E_g = 5,5\text{eV}$.

Para realizarmos esta estimativa, vamos utilizar a equação:

$$\frac{N_x}{N_0} = e^{-(E_x - E_0)/kT}$$

Figura 7: Eq. 18,

em que, N_x é a população de átomos do nível de energia E_x , N_0 é a população do nível E_0 . Os átomos fazem parte de um sistema em equilíbrio térmico à temperatura T (em Kelvins); k é a constante de Boltzmann ($8,2 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$). A ideia fundamental é encontrar a probabilidade aproximada P de que um elétron em um isolante transponha a barreira de energia $E_x - E_0$ igual a E_g . Suponhamos então que a probabilidade P seja aproximadamente igual à razão N_x/N_0 .

Para o diamante, o expoente da Eq. 18 é

$$\frac{-E_g}{kT} = \frac{-(5,5 \text{ eV})}{(8,62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}) \cdot (300 \text{ K})} .$$

Portanto, a probabilidade é

$$P = \frac{N_x}{N_0} = e^{-(E_x - E_0)/kT} = e^{-213} \approx 3 \times 10^{-93} .$$

Analisando o resultado acima, podemos ver que 3 elétrons em cada 10^{93} conseguem passar para a banda de cima. Como os maiores diamantes conhecidos têm menos de 10^{23} elétrons, a probabilidade de que este salto ocorra é extremamente pequena. Por isso o diamante é um excelente isolante.

2.4.3 Metais

O que define um metal é que o nível de energia mais alto ocupado pelos elétrons está no meio de uma banda de energia permitida. Quando aplicamos uma diferença de potencial às extremidades de um bloco metálico, produzimos uma corrente no material, já que existem muitos estados com uma energia ligeiramente maior para os quais os elétrons podem ser transferidos por ação da diferença de potencial. Na Figura 8, podemos observar que o último nível ocupado dentro de uma banda de valência fica no meio da banda, e existem níveis superiores que podem ser ocupados.



Figura 8: Bandas de energia de um metal. O nível mais alto ocupado, chamado nível de Fermi, fica perto do meio de uma banda. Como existem níveis vazios disponíveis dentro da banda, os elétrons podem ser transferidos para estes níveis, e então o material conduz corrente elétrica.

Para termos uma ideia de quantos elétrons de condução existem em um cubo de magnésio com um volume de $2,00 \times 10^6 \text{ m}^3$, precisamos das seguintes ideias fundamentais:

1. Como os átomos de magnésio são divalentes, cada átomo de magnésio contribui com dois elétrons de condução.
2. O número de elétrons de condução existentes no cubo é igual ao número de átomos da amostra multiplicado pelo número de elétrons de valência por átomo.
3. Podemos determinar o número de átomos usando a Equação abaixo e os dados conhecidos a respeito do volume do cubo e das propriedades do magnésio.

$$\frac{N_x}{N_0} = e^{-(E_x - E_0)/kT}$$

Considerando a densidade do magnésio de $1,738 \text{ g/cm}^3$ ($= 1,738 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$) e uma massa molar de $24,312 \text{ g/mol}$ ($= 24,312 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$):

$$\text{Assim, } (\text{número de átomos da amostra}) = \frac{(2,0926 \times 10^{21} \text{ kg/mol})}{24,312 \times 10^{-3}},$$

$$(\text{número de átomos da amostra}) = 8,61 \times 10^{22}.$$

Lembrando que cada átomo de magnésio é divalente, obtemos finalmente

$$(\text{número de átomos da amostra}) = 1,72 \times 10^{23} \frac{\text{elétrons}}{\text{átomo}}.$$

2.4.4 Semicondutores

Comparando as bandas de um semicondutor com as de um isolante, podemos observar que são parecidas. A diferença é que, nos semicondutores, a distância E_g entre o nível mais alto da última banda ocupada e o nível mais baixo da primeira banda desocupada é muito menor que nos isolantes. Por exemplo, o silício tem $E_g = 1,1 \text{ eV}$, e é um semicondutor; enquanto o diamante possui $E_g = 5,5 \text{ eV}$, e é um isolante. A Figura 9 mostra as bandas de energia de um semicondutor. Podemos notar uma certa semelhança com as bandas de um material isolante. Porém a região proibida nos materiais semicondutores é bem menor que nos materiais isolantes.

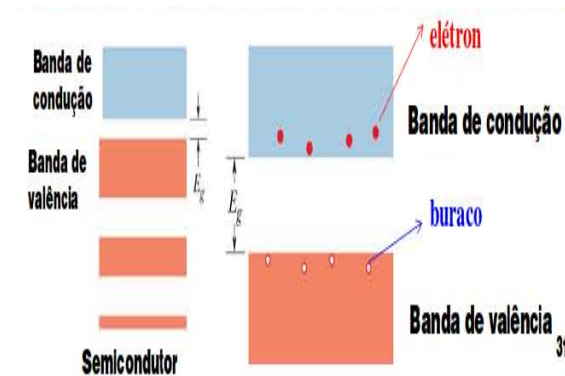


Figura 9: Bandas de energia de um semicondutor. Situação é semelhante à de um isolante, exceto pelo fato de que nos semicondutores o valor de E_g é muito menor; assim, os elétrons, graças à agitação térmica, têm uma probabilidade razoável de passar para uma banda vazia.

2.4.5 Semicondutores dopados

A versatilidade dos semicondutores pode ser grandemente aumentada se introduzirmos um número de átomos (chamados de impurezas) na rede cristalina. Este processo é conhecido como **dopagem**. Tipicamente, em um semicondutor dopado apenas 1 átomo de silício em cada 10^7 é substituído por uma impureza. Quase todos os dispositivos modernos utilizam semicondutores dopados. Os semicondutores podem ser de dois tipos: **tipo n** e **tipo p**.

Os elétrons de um átomo isolado de silício ($n=14$) estão distribuídos em subcamadas de acordo com o seguinte esquema:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2.$$

Cada átomo de silício forma ligações covalentes com seus vizinhos (ligação covalente é a ligação química na qual dois átomos compartilham elétrons). Estes elétrons que participam da ligação covalente são os átomos da camada de valência. Na dopagem tipo n um elétron da rede cristalina é substituído por um átomo de fósforo (valência igual a 5).

Quatro dos elétrons do fósforo formam a ligação covalente entre a vizinhança de silício. O quinto elétron fica fracamente ligado ao núcleo de fósforo. O átomo de fósforo é chamado de átomo doador, já que pode doar elétrons para a banda de condução. Os semicondutores dopados com átomos doadores são chamados de

semicondutores tipo n; o n vem de negativo, para indicar que os portadores de cargas negativas (elétrons) da banda de condução são mais numerosos que os buracos da banda de valência.

Os **semicondutores tipo p** são materiais no qual um elétron de silício(valência igual a 4) é substituído por um átomo de alumínio (valência 3). Cada átomo de alumínio pode formar 3 ligações covalentes com os átomos vizinhos de silício. Portanto, fica um **buraco**, que, por sua vez, pode ser preenchido por um elétron de outra ligação covalente.

O átomo de alumínio é chamado de átomo **aceitador**, já que pode aceitar elétrons de ligações covalentes, isto é, da banda de valência. Nos **semicondutores tipo p**, o p vem de positivo, para indicar que os portadores de cargas positivas (buracos) da banda de valência são mais numerosos que os elétrons da banda de condução.

2.4.6 A junção p-n

É um cristal semiconductor que foi dopado em uma região com uma impureza doadora e em outra região com uma impureza aceitadora. Este tipo de junção está presente em praticamente todos os dispositivos semicondutores.

2.4.7 O diodo Emissor de Luz (LED)

Hoje em dia, os mostradores digitais estão em toda parte, dos relógios de cabeceira aos fornos de micro-ondas. De maneira geral, a Luz é emitida por uma junção p-n funcionando como um **diodo emissor de Luz** (LED, do inglês Light-Emitting Diode).

Considere primeiro um semiconductor simples. Quando um elétron da extremidade inferior da banda de condução preenche um buraco na extremidade superior da banda de valência (um fenômeno conhecido como **recombinação**), uma energia E_g igual à diferença entre os dois níveis se manifesta na forma de vibração da rede cristalina.

Em alguns semicondutores, porém, como o arseneto de gálio, a energia pode ser emitida como um fóton de energia hf , cujo comprimento de onda é dado por:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{c}{E_g/h} = \frac{hc}{E_g} \quad \text{Eq. 19.}$$

Para que um semicondutor emita uma quantidade razoável de luz, é preciso que haja um grande número de recombinações. Isto não acontece em um semicondutor puro, à temperatura ambiente.

Precisamos então de um semicondutor no qual elétrons e buracos estejam presentes em grande número na mesma região. Podemos obter um dispositivo com esta propriedade polarizando diretamente uma junção p-n fortemente dopada.

Os LEDS comerciais projetados para emitir luz visível em geral são feitos de arsenieto de gálio (lado n) e arsenieto fosfeto de gálio (lado p). Um arranjo no qual no lado p existem 60 átomos de arsênio e 40 átomos de fósforo para cada 100 átomos de gálio resulta em uma energia E_g de 1,8V, que corresponde à luz vermelha. Variando as porções de arsênio e fósforo e outros elementos, como o alumínio, é possível fabricar LEDs que emitem luz de praticamente qualquer cor.

Os conhecimentos apresentados acima permitiram mostrar aos alunos a diferença entre um simples diodo e um LED, e explicar como a inserção de impurezas (processo de dopagem) aumenta a condutividade nos semicondutores.

2.7 Corrente e Resistência

Como podemos medir a corrente máxima de uma bateria ou pilha?

A resistência varia com a temperatura?

2.7.1 Corrente

De acordo com Sears, Zemansky e Yong (2003), define-se a corrente através de uma área como a *carga flutuante que flui através da área por unidade de tempo*. Chamamos a carga resultante de ΔQ e o tempo como Δt . Assim, a corrente i será:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (28).$$

Podemos determinar a carga que passa através de uma área num intervalo de tempo que se estende de 0 até t por integração:

$$q = \int dq = \int_0^t i dt \quad (29).$$

Vale lembrar que a corrente elétrica é uma grandeza escalar. A unidade no S.I. de um Coulomb por um segundo é chamada de Ampère.

Em metais, as cargas em movimento são os elétrons (negativos), enquanto num gás ionizado são elétrons e íons positivamente carregados. Em semicondutores, como o germânio ou o silício, a condução se dá tanto nos portadores de cargas negativas(elétrons), quanto nas vacâncias ou buracos (portadores de carga positiva).

A *corrente por unidade de área transversal* é chamada de *densidade de corrente*, J :

$$J = \frac{i}{A} = \sum n q v \quad (30),$$

em que,

$n \rightarrow$ número de partículas por unidade de volume;

$q \rightarrow$ carga da partícula;

$v \rightarrow$ velocidade de arrastamento.

2.7.2 Resistividade

A densidade de corrente $\mathbf{J}$ em um condutor depende do campo elétrico $\mathbf{E}$ e da natureza do condutor. Assim, definimos **resistividade** ρ de um material como a razão entre a intensidade do campo elétrico e a densidade de corrente:

$$\rho = \frac{E}{J} \quad (31).$$

A resistividade de todos os condutores metálicos cresce com o *aumento* da temperatura.

$$\rho_T = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (32),$$

em que ρ_0 é a resistividade de referência, T_0 (em geral 0° ou 20°). O fator α é chamado de coeficiente de *temperatura da resistividade*. Na figura 10 estão mostrados os gráficos de resistividade versus temperatura, para metal, supercondutor e semicondutor.

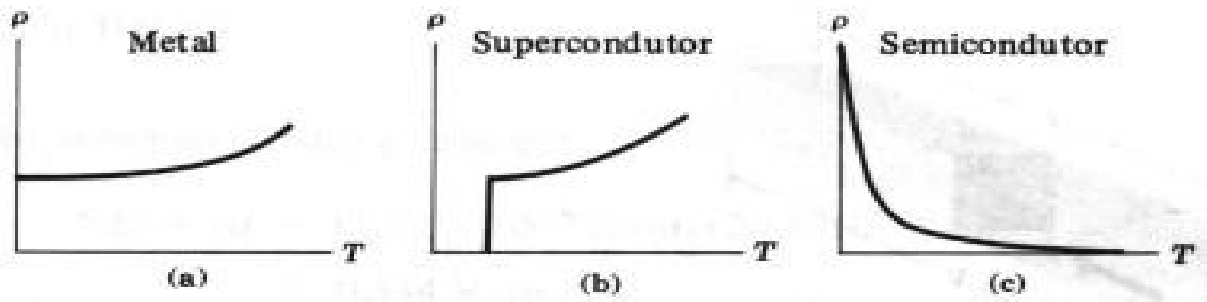


Figura 10: Variação da resistividade com a temperatura para três condutores. a) metal; b) supercondutor; c) semicondutor. Figura obtida no Livro Física 3 Eletricidade e Magnetismo página 597, adaptada.

2.7.3 Resistência

Em geral, é difícil medir E e J diretamente, de modo que é conveniente escrever esta equação em termos de grandezas que podem ser medidas mais facilmente, como tensão e corrente. Considere um condutor de seção reta A e comprimento L , conforme mostrado na Figura 11. Voltamos na equação da densidade de corrente:

$$J = \frac{i}{A} \quad (33),$$

e isolamos i , assim obtemos:

$$i = J A \quad (34).$$

A diferença de potencial V , entre as suas extremidades é:

$$V = E L \quad (35).$$

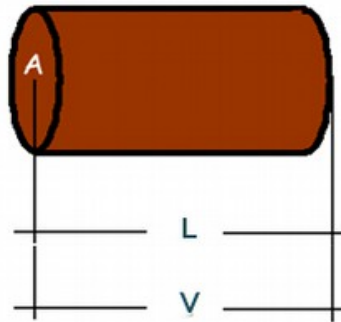


Figura 11: A densidade de corrente é uniforme sobre qualquer seção reta e o campo elétrico é constante ao longo do comprimento. Figura adaptada do site <http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAesYoAI-31.jpg>.

Resolvendo estas equações para J e E , respectivamente, e substituindo-se na equação da resistividade $E = \rho J$, obtemos:

$$\frac{V}{L} = \frac{\rho L}{A} \quad (36).$$

A grandeza $\frac{\rho L}{A}$, para uma amostra particular é chamada de *resistência* R :

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (37).$$

Assim obtemos a relação entre tensão, corrente e resistência dada por:

$$V = R i \quad (38).$$

2.8 Associações de Resistores

Como é possível relacionar dois resistores de 100Ω e obtermos 50Ω ?

Na maioria das vezes quando construímos um circuito, há a necessidade de controlar o valor de tensão que cada componente ou sensor necessita para seu funcionamento sem causar danos a ele. Outra barreira que muitas vezes aparece é a limitação de valores de resistências tabelados comercializados. Para resolver esta limitação, podemos conectar os resistores de maneira a obter o valor desejado. Em Física chamamos de associação de resistores. Podemos conectar os resistores em dois tipos de associação: em série e em paralelo. A seguir, serão apresentados as principais características de cada tipo.

2.8.1 Série

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2009, v. 4), dizemos que temos uma associação de resistências em série quando a diferença de potencial aplicada através da combinação é a soma das diferenças de potencial resultantes através de cada uma das resistências. A Figura 12 mostra três resistências ligadas em série a uma bateria ideal.

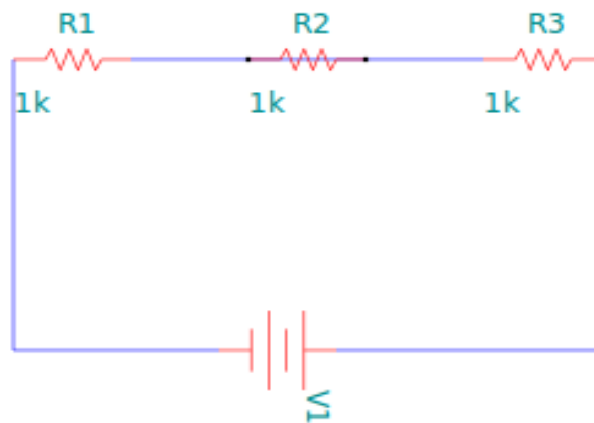


Figura 12: Esquema mostrando três resistores ligados em série.

Equivale a dizer que as correntes através das resistências são iguais. Procuramos uma resistência única, ou resistência equivalente R_{eq} . Corresponde a uma resistência que se remover os três resistores e substituir por R_{eq} obtemos o mesmo efeito no circuito. Na Figura 13 abaixo é mostrado a R_{eq} de um circuito simples.

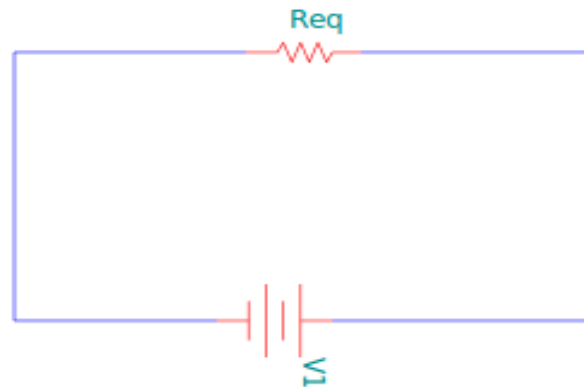


Figura 13: Representação da resistência equivalente da Figura 12.

Para a resistência equivalente da Figura 12 podemos obter o valor da corrente através da equação:

$$i = \frac{V}{R_{eq}} \quad \text{Eq. 31.}$$

Para o circuito temos que a resistência equivalente é dada por:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \quad \text{Eq. 32.}$$

Podemos generalizar a equação acima para n resistores como:

$$R_{eq} = \sum_{j=1}^n R_j \quad \text{Eq. 33.}$$

2.8.2 Paralelo

A Figura 14 mostra três resistores ligados em paralelo a uma bateria de diferença de potencial igual a V.

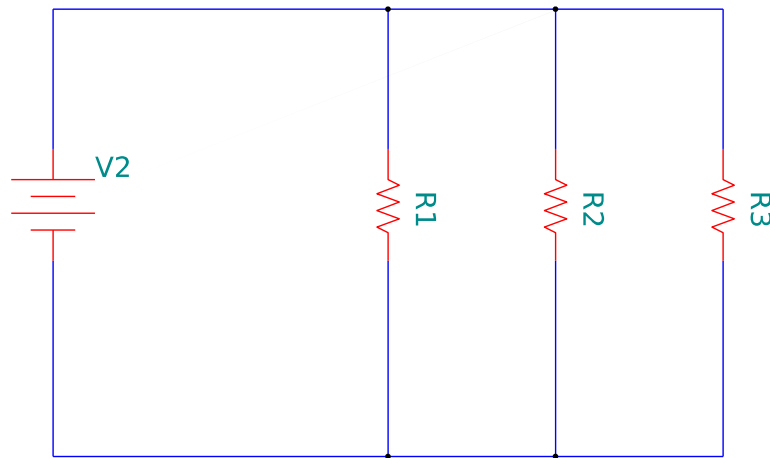


Figura 14: Três resistores associados em paralelo.

Dizemos que uma combinação de resistências está em paralelo quando a diferença de potencial resultante através de cada uma das resistências é igual à diferença de potencial aplicada através da combinação.

Procuramos uma resistência equivalente. As correntes nos três ramos da Figura 14 são:

$$i_1 = \frac{V}{R_1} \quad , \quad i_2 = \frac{V}{R_2} \quad \text{e} \quad i_3 = \frac{V}{R_3} \quad .$$

Aplicando-se a regra dos nós encontramos:

$$i = i_1 + i_2 + i_3 = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad \text{Eq. 34.}$$

Substituindo-se a combinação em paralelo pela resistência equivalente R_{eq} temos:

$$i = \frac{V}{R_{eq}} \quad \text{Eq. 35.}$$

Assim obtemos

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \text{Eq. 36.}$$

Estendendo o resultado acima para n resistências obtemos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j} \quad \text{Eq. 37.}$$

Nas montagens de circuitos realizadas no Tutorial foram utilizados os conceitos e leis explicados nos tópicos 2.7 e 2.8.

No capítulo a seguir, apresentamos a revisão bibliográfica e a fundamentação teórica desta dissertação.

Capítulo 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Revisão bibliográfica

Na atual sociedade em que vivemos, cada vez mais tecnológica, o uso cotidiano das TICs tem aumentado muito a interação entre as pessoas. Conforme Oliveira (2013, p.1)

a evolução tecnológica tem se caracterizado pela crescente velocidade e constante atualização das informações. A proliferação de dispositivos digitais na atual sociedade da informação, como MP3, celulares, câmeras fotográficas, palmtops, visual phones, dentre outros, visam oferecer maior mobilidade, personalização e conectividade aos usuários.

Pery (2013,p.1), em seu artigo sobre o uso de jogos educativos no ensino das séries iniciais, afirma que:

As tecnologias de informação e comunicação (TICs), agora já presentes nos cenários escolares, vem transformando a vida humana e interferindo na maneira como nos relacionamos em sociedade e como adquirimos conhecimento, instituindo um novo estado de cultura, a “cibercultura”

O trabalho de Santos, Varaschini e Martins (2013) se refere à influência da informática nas formas de raciocínio das pessoas que a utilizam:

a informática tem possibilitado uma nova extensão da memória que alterou, de modo significativo, a linearidade do raciocínio, com o uso de simulações, experimentações e uma nova linguagem que envolve escrita, oralidade, imagens e comunicação instantânea.

Hoje em dia, nesta sociedade da “cibercultura” e dos raciocínios muitas vezes não-lineares, informações são geradas em grande escala e o uso das TIC's permite fácil acesso a elas; porém o acesso e o uso das mesmas em sala de aula deve ser mediado pelo professor. O professor deve ensinar aos alunos onde e como pesquisar os conteúdos de uma aula e, também, deve procurar desenvolver nos estudantes o discernimento e o senso crítico para que eles mesmos saibam verificar a qualidade e a veracidade das informações obtidas na internet. Atualmente, muitos alunos têm suas redes sociais, canais de vídeos, blogs, em que publicam temas que lhes interessam ou em que consultam alguma referência. Esses recursos podem ser utilizados pelos professores para interagir com seus alunos de maneira mais intensa e criativa.

Essa tecnologia, em constante transformação, hoje é parte fundamental do Ensino, pois tem auxiliado bastante o professor na sua prática docente. A utilização

das TIC's pode tornar as aulas de Ciência e, em especial, de Física, bem mais dinâmicas e criativas, intensificando e melhorando a interação entre o professor e seus alunos. Nas aulas de Física podem ser usadas simulações computacionais e ferramentas de programação encontradas em aplicativos e websites tais como:

- Blender - aplicativo de modelagem em 3D;
- Modellus - aplicativo que utiliza equações matemáticas para gerar tabelas, gráficos e animações;
- PhET – Website fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de Matemática e Ciências (Física, Química e Biologia);
- Tracker – ferramenta de modelagem e análise de vídeo;
- Celestia - aplicativo que realiza simulações computacionais em Astronomia, permitindo a visualização de características de planetas, sistemas solares e galáxias;
- Stellarium - aplicativo que funciona como um planetário, fornecendo o céu do dia em qualquer parte de planetas do sistema solar;
- Lego Mindstorms – ferramenta de programação para o kit educacional Lego Mindstorms;
- Youtube - website que permite que os seus usuários carreguem e compartilhem vídeos em formato digital; alguns vídeos de Física muito interessantes desse site são, por exemplo, “O mundo de Beakman”, “Mini bobina de Tesla”, “A História da Eletricidade parte 2”, “Construção de lunetas com PVC”, etc.

Outro recurso que pode ser utilizado nas aulas são as apresentações de Power Point e Prezi. O Prezi é o website que realiza apresentações dinâmicas on-line. Também podem ser explorados os recursos de um Tablet ou de um celular. Por exemplo, em aulas de Física podem ser usados seus sensores, tais como, o magnetômetro, o acelerômetro, o decibelímetro, o GPS, o de luminosidade e o de temperatura. Além disso, um tablet ou um celular conectado com um projetor multimídia, pode ser utilizado como uma tela interativa para expor, por exemplo, gráficos, figuras e equações disponíveis em um livro didático. Também, como será

mostrado no Capítulo 3 da presente Dissertação, a câmera fotográfica de um celular pode ser utilizada para testar o brilho de um LED (Light Emitting Diode, que, em português, significa Diodo Emissor de Luz) infravermelho.

Uma outra TIC que pode ser extremamente útil em aulas como recurso didático em aulas de Ciência é a tela interativa. Melo e Gitirana (2014, p.5) apresentam a seguinte definição para tela interativa:

A Lousa Digital (quadro interativo, e-board, whiteboard, lousa eletrônica) trata-se de um dispositivo em que as imagens do computador são projetadas em um quadro, e o usuário interage com o computador por meio de ações diretas na imagem projetada. Nesta projeção, é possível interagir com todos os recursos disponíveis no computador apenas com um toque de caneta ou dos dedos, dependendo da versão disponível.

Conforme Oliveira (2013, p.2), a tela interativa permite a interação entre professor e alunos, através de atividades associadas às Teorias de aprendizagem:

este recurso pedagógico e inovador é um instrumento que proporciona a inserção da linguagem audiovisual no contexto escolar, ou seja, uma ferramenta tecnológica interativa que possibilita a elaboração de atividades pedagógicas associadas à Teoria dos Estilos de Aprendizagem. Com isso, a lousa digital incorpora os recursos que o computador oferece, mas com o diferencial de permitir a interação entre o professor e os alunos, favorecendo a construção coletiva do conhecimento.

Em Almeida (2015), é analisado o uso da tela interativa no Ensino de Física, através do curso de formação para professores de Física da rede pública estadual da região Norte do Paraná. Essa análise detectou três perfis de docentes em relação ao uso efetivo da tela interativa em suas aulas: os interessados, os parcialmente interessados e os docentes pouco interessados.

A construção, calibração e utilização de uma tela interativa pode se tornar uma excelente fonte de aprendizagem significativa para alunos do Ensino Médio. Em Griebeler, Bernardes e Cruz (2014), há um relato detalhado de como três estudantes do Ensino Médio Inovador do Colégio Estadual Professor Júlio Teodorico, em Ponta Grossa – PR, em 2013, participaram da construção, calibração e do uso de uma tela interativa de baixo custo (formada com um sensor por Bluetooth e um projetor multimídia). Inicialmente, a professora discutiu com as estudantes alguns conceitos básicos de Física Moderna e suas aplicações tecnológicas, em uma perspectiva histórica. Em seguida, as estudantes, no laboratório de informática e através de livros e revistas de divulgação científica, realizaram pesquisas sobre os temas

Comunicação, História dos Computadores, os “notebooks” e as telas interativas, identificando os conceitos da Física Modernas envolvidas nestes instrumentos. A seguir, as estudantes, orientadas por um professor, participaram de todas as etapas de construção do sensor por Bluetooth (caneta emissora de infravermelho e controle de Nintendo Wii®) e seu acoplamento ao projetor multimídia, para formar uma tela interativa de baixo custo, conforme orientação do site <nouigroups.com/touch/lb>. Usando a tela, elas traçaram figuras e trabalharam com programas educativos (Celestia, Stelarium, Série Educacional Gcompris – Educação Infantil). Após o trabalho realizado, as estudantes foram capazes de explicar como funciona a tela interativa mencionada acima e algumas de suas aplicações com programas educativos, durante a II FICiencias (Feira de Inovação das Ciências e Engenharias, em Foz do Iguaçu – PR, em Novembro de 2013).

A seguir, será apresentada a fundamentação teórica utilizada na presente dissertação.

3.2 Fundamentação teórica

Durante vários anos fui submetido a um processo de ensino-aprendizagem comportamentalista, com ênfase na resolução de listas e avaliações de aprendizagem através de notas em provas tradicionais. O modelo comportamentalista pode auxiliar na formação e treino do aluno, no entanto, não permite que o aluno possa fazer relação entre o conteúdo aprendido e a natureza.

Na presente dissertação, foram desenvolvidos dois produtos (um tutorial e um caderno pedagógico) com atividades que se baseiam em duas Teorias de Aprendizagem - a sociointeracionista de Lev Vygotsky e a aprendizagem significativa de David Ausubel.

Vygotsky enfatizava o processo histórico-social e o papel da linguagem no desenvolvimento do indivíduo. Podemos observar no texto de Präss (2012,p.19),

Sua questão central é a aquisição de conhecimentos pela interação do sujeito com o meio. O sujeito é interativo, pois adquire conhecimentos a partir de relações intra e interpessoais e de troca com o meio, a partir de um processo denominado mediação.

Na prática, segundo Präss (2012, p.20)

a teoria de Vygotsky aparece nas aulas onde se favorece a interação social, onde os professores falam com as crianças e utilizam a linguagem para

expressar aquilo que aprendem, onde se estimula as crianças para que expressem oralmente e por escrito e nas classes onde se favorece e se valoriza o diálogo entre os membros do grupo.

A teoria de Vigotsky também apresenta o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), segundo a qual não se pode considerar o indivíduo como um ser isolado do seu meio. O desenvolvimento do indivíduo se dá devido as suas interações com outros indivíduos, portadores de mensagens de cultura. No livro Coleção Educadores do Ministério da Educação (2010, p.15) é apresentada uma definição de que o indivíduo é geneticamente social:

Para Vygotsky, o ser humano se caracteriza por uma sociabilidade primária. A mesma ideia foi expressa por Henri Wallon, de um modo mais categórico: ele [o indivíduo] é geneticamente social.

Da mesma Coleção Educadores, também podemos citar a seguinte afirmação:

Isto significa, simplesmente, que certas categorias de funções mentais superiores (atenção voluntária, memória lógica, pensamento verbal e conceptual, emoções complexas, etc.) não poderiam emergir e se constituir no processo de desenvolvimento sem o aporte construtivo das interações sociais.

Também, essa Coleção descreve a importância da linguagem na apropriação da cultura:

O papel dos adultos, como representantes da cultura no processo de aquisição da linguagem pela criança e de apropriação por ela dá uma parte da cultura – a língua –, conduz à descrição de um novo tipo de interação que é de importância capital na teoria de Vygotsky.

Dar significado à aprendizagem, para que ela não seja constituída apenas de conceitos vazios, mas que sejam conceitos capazes de transformar o educando. Este é um dos grandes desafios dos professores. Podemos verificar a importância da aprendizagem significativa no texto abaixo:

O ensino de Física vem deixando de concentrar - se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média. (PCN...,199?)

Segundo Moreira, Caballero, e Rodríguez, (1997), aprendizagem significativa é

é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito.

Para Ausubel, citado por Moreira e Caballero (2016) “a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento”.

No capítulo a seguir, descrevemos a construção e calibração da tela interativa.

Capítulo 4 CONSTRUÇÃO E CALIBRAÇÃO DE UMA TELA INTERATIVA COM CONTROLE DE NINTENDO Wii®

4.1 Procedimento experimental

Em 2015, o projeto de construção e calibração da tela interativa de baixo custo foi apresentado através de uma oficina, com atividades teóricas e experimentais, a alunos da rede de Ensino Médio do Colégio SESI de Jaguariaíva-PR. Os participantes da primeira oficina eram 4 alunos, sendo dois meninos e duas meninas, com 15 anos de idade

Dentro da metodologia do Colégio SESI, não há separação entre os alunos do primeiro, segundo ou terceiro anos. Porém, alunos do segundo e terceiro ano do Ensino Médio cursam paralelamente um curso técnico. Por isso, apenas alunos pertencentes ao primeiro ano do Colégio teriam a tarde livre para participar da oficina de construção da caneta emissora de infravermelho, bem como sua calibração com o aplicativo.

A construção da caneta com o LED emissor de infravermelho foi realizada por 4 alunos do Colégio SESI de Jaguariaíva – PR, durante duas tardes, nos dias 01 e 08 de Julho de 2015.

Inicialmente, foi apresentado aos alunos um LED emissor na região do visível. Este foi ligado através de uma pilha de 3V, mostrada na Figura 15 abaixo. Através de uma conversa, foi explicado o que significa a sigla LED.



Figura 15: Pilha padrão de 3V utilizada para ligar os LEDS durante a motivação da oficina.

Em seguida, o primeiro LED foi substituído por outro, previamente selecionado. Porém, ao se conectar esse novo LED a pilha, o mesmo não apresentou emissão de luz. Foi efetuado um pequeno comentário por parte do professor, “será que está queimado”? As respostas obtidas através deste questionamento foram que sim, o LED deveria estar queimado. Mas o professor fez um novo comentário: mas no controle de televisão, quando tem um botão pressionado para mudar de canal ou modificar o volume, também não é verificada a emissão de Luz no visível. Como explicar isso? A Figura 16 mostra o instante em que foi discutido com os alunos o que aconteceu com o LED. Neste ponto, procuram-se situações cotidianas que eles possam relacionar com algo parecido com o fenômeno observado. Uma situação semelhante à apresentada ocorre com o controle remoto de TV, e, na maioria das vezes, não é levantada pelos alunos. XXX



Figura 16: Oficina de construção da caneta emissora de infravermelho. Explicando como funciona o LED.

Houve um pequeno debate entre os alunos, até que um dos alunos lembrou que viu em algum site na internet que, para testar um controle de televisão, bastava abrir o aplicativo da câmera do celular e apontar o LED do controle para a câmera e clicar em algum dos botões.

Com base nisso, foi solicitado que os alunos pegassem seus celulares e apontassem para o LED. Verificaram que o mesmo estava aceso e que, com a câmera do celular, podiam observar que seu brilho era bastante forte, e que apresentava uma cor branca ou roxa, dependendo do aparelho celular. Após esta constatação, o professor explicou que os softwares dos celulares substituem a frequência emitida pelo infravermelho por uma outra frequência na região do visível. Neste momento, foi apresentado o espectro eletromagnético e mostrado que tudo o que conhecemos como luz visível pertence a uma pequena parte deste espectro. Existem outras regiões, bem numerosas do espectro, que compreendem micro-ondas, radar, infravermelho, raios X, etc.

Em seguida, os alunos foram motivados a construir um circuito que fosse capaz de ligar um LED que emitia na região do visível, utilizando um *protoboard*, fios de conexão, um botão e uma pilha de 1,5V.

Foi discutido o significado de circuito (caminho fechado), e com isso, os alunos foram desafiados a construir um circuito com os elementos apresentados. Conforme as dúvidas foram surgindo, foram explicadas e os alunos efetuavam a correção e seguiam na montagem do circuito, como indicado na Figura 17, abaixo.

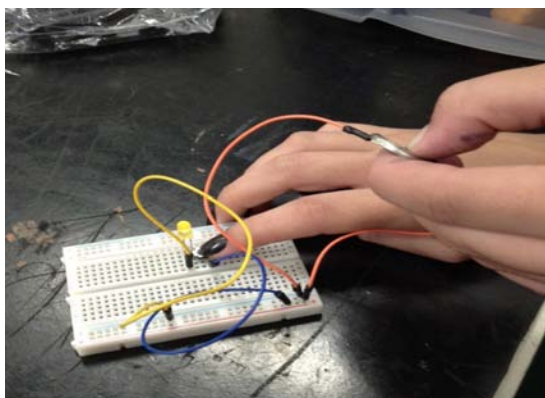


Figura 17: Circuito constituído por um LED que emite no amarelo, um botão, fios de conexão e uma pilha de 3V.

Na sequência, a fim de verificar o aprendizado, o professor removia o circuito montado por cada um dos alunos, e escolhia lugares no *protoboard* onde conectava o LED e o botão. Se o aluno havia compreendido realmente o conceito de circuito, seria capaz de conectar os componentes e fazer com que, ao se pressionar o botão de clique, o LED acendesse. A Figura 18 mostra, os alunos e alunas participantes da

Oficina conversando para entender como um circuito elétrico deve ser construído.
XXX



Figura 18: Alunas montando o circuito para testar o LED.

Na Figura 19, os alunos participantes da Oficina desmontaram os tubos de pincel atômico para que, na sequência, fossem utilizados para transpor o circuito construído para o seu interior.



Figura 19: A imagem acima mostra os alunos participantes da oficina, removendo o conteúdo de tubos de pincel atômico para uso posterior na transposição do circuito montado no protoboard.

Também, foi possível verificar que todos os quatro alunos foram capazes de realizar a montagem experimental. A Figura 20 mostra os alunos encontrando os componentes necessários para a montagem do circuito no *protoboard*. Neste ponto, foram inseridos novas situações tais como: o professor escolheu regiões diferentes no *protoboard* e colocou o botão e o LED em lugares diferentes e pediu que os alunos montassem novamente o circuito. Se tivessem compreendido como funcionava circuito elétrico, estes teriam facilidade em resolver o novo problema.

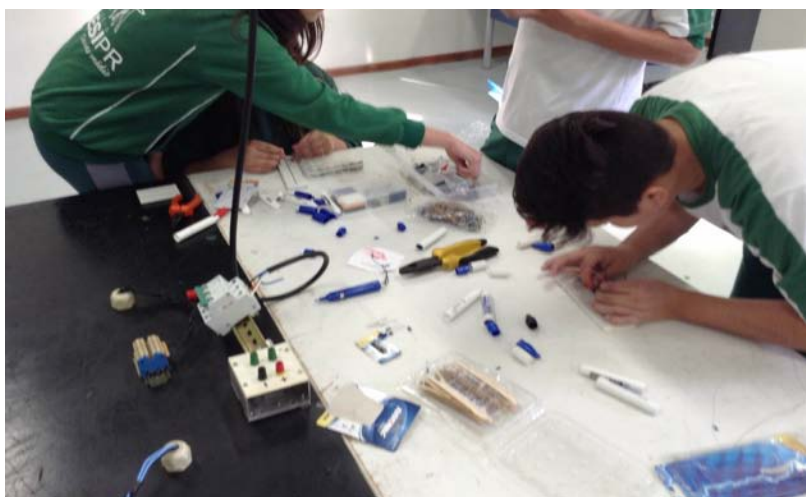


Figura 20: Foto da oficina de construção da caneta emissora de infravermelho realizada no Colégio SESI de Jaguariaíva – PR.

Foi observado que todos os alunos conseguiram montar o novo circuito e explicaram as escolhas que realizaram na montagem do circuito. A Figura 21 abaixo mostra o instante em que um aluno apresenta o seu circuito para o professor verificar a solução utilizada para montá-lo.



Figura 21: Momento onde o circuito montado por um aluno é avaliado pelo professor.

Em um momento posterior, o professor do SENAI do curso de automação foi convidado a demonstrar aos alunos os procedimentos e cuidados necessários para transpor o circuito construído pelos alunos para o interior do tubo de pincel atômico, como mostrado na Figura 22. Entre as técnicas apresentadas pode se destacar como dimensionar os fios que serão utilizados e soldados aos componentes eletrônicos.

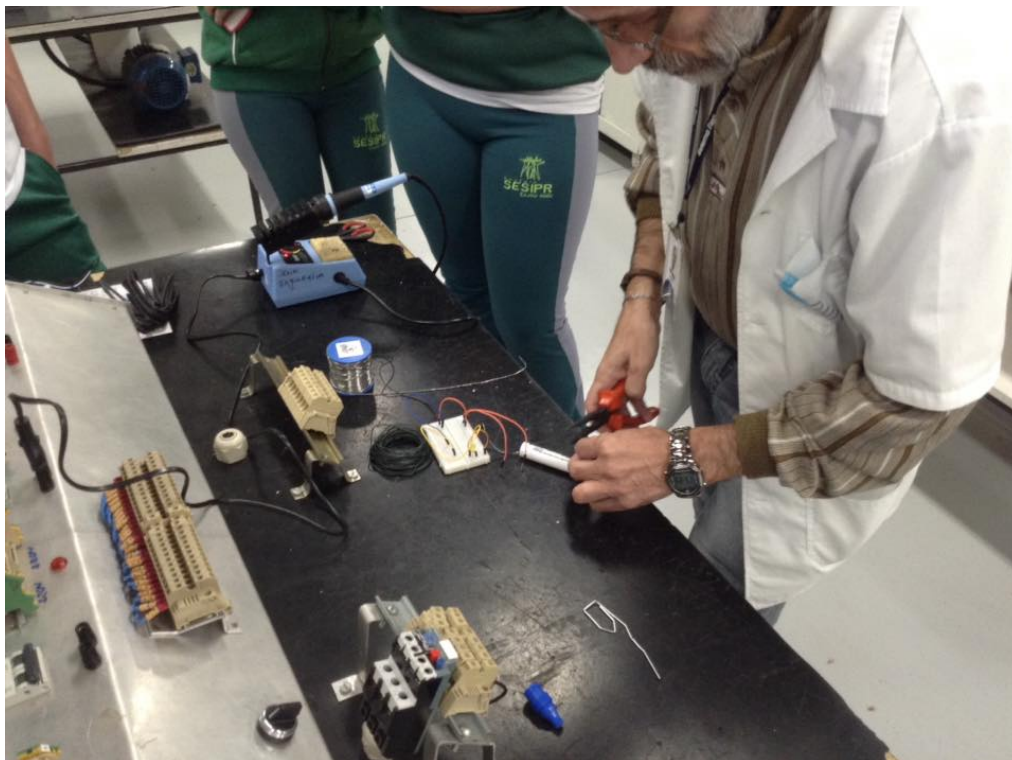


Figura 22: Com o auxílio do professor do curso de Automação do SENAI foi mostrado aos alunos como transpor o circuito montando no protoboard para o interior de um tubo de pincel atômico.

Em seguida, com o circuito construído e inserido no interior do tubo de pincel atômico, foi efetuado o processo de calibração da caneta. Nesse processo, é realizado o pareamento do controle de Nintendo Wii® com o computador.

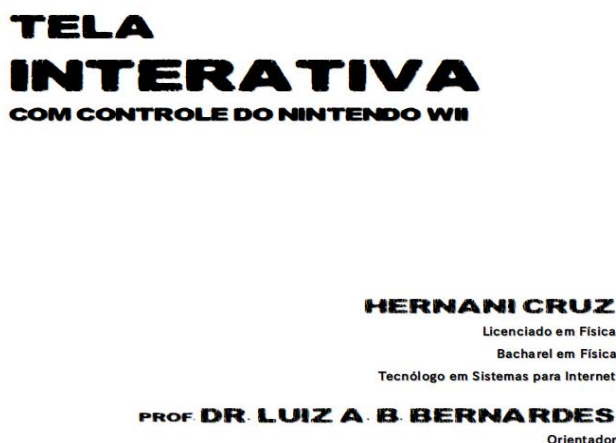
Cada dispositivo eletrônico que queremos conectar com o computador deve ser conectado com o recurso apropriado. O controle de Nintendo Wii® é um dispositivo que pode ser conectado ao computador através de uma conexão Bluetooth. Este procedimento é chamado de parear. No computador, no Painel de Configurações, existe uma pasta chamada Dispositivos. Nela deve-se clicar em adicionar novo dispositivo. Após o controle de Nintendo Wii® ser pareado com o computador, pode-se iniciar o procedimento de calibração da tela.

Calibrar a tela é definir a área de projeção. Lembrando aqui que nossa tela interativa é composta de uma caneta emissora de infravermelho, um receptor que é o controle de Nintendo wii® e um projetor multimídia. Toda nossa interação acontecerá na área onde estamos projetando nossa tela do computador. Para isto, faz-se necessário que cada clique efetuado em um ponto na área projetada seja

correspondente ao mesmo ponto na tela do computador. Isto é realizado com o programa WiimoteWhiteboard v0.2.exe.

4.2 Descrição do Tutorial

Para a construção da caneta emissora de infravermelho, foi utilizada uma primeira versão do tutorial “Tela interativa com controle de Nintendo Wii®” diagramada através do aplicativo Libre Office. A Figura 23 apresenta a capa da primeira versão diagramada com Libre Office.



2015

Figura 23: Primeira versão do Tutorial de construção da tela interativa, diagramada com LibreOffice.

O Tutorial “Tela interativa com controle de Nintendo Wii®” foi diagramado com o auxílio do aplicativo *Scribus 1.4.2*.

Os capítulos 1 e 2 apresentam informações básicas sobre LED, associações de resistores em série e paralelo, e equipamentos e componentes necessários para a construção da caneta emissora de infravermelho.

O capítulo 3 inicia com a montagem do circuito que estará dentro do tubo de pincel atômico. Esta montagem é acompanhada dos passos simulados através do aplicativo Fritzing. Para cada passo que o usuário deve realizar no *protoboard*, há uma figura descritiva de como o circuito deve ficar. Estes passos servem para que a

pessoa que realize a montagem do circuito compreenda e visualize como o circuito deve se comportar dentro da caneta. Este passo é importante para que a pessoa que utilizará o tutorial tenha familiaridade com o circuito e seja capaz de encontrar defeitos ou mal funcionamento.

O capítulo 4 trata da transposição do circuito montado no *protoboard* para o interior de um tubo de pincel atômico. Possui cinco passos que devem ser seguidos a fim de poupar tempo e procedimentos desnecessários. Durante a elaboração deste capítulo, foram realizadas vários ensaios de qual seria a melhor forma de passar os fios de conexão, local para furo do botão de clique e isolamento dos terminais do LED, e demais conectores.

O capítulo 5 descreve os passos necessários para a instalação do driver usado na calibração da tela interativa. Este driver é o responsável por fazer com que o computador com sistema operacional Windows seja capaz de utilizar o controle de Nintendo Wii® como sensor de movimento da caneta emissora de infravermelho. Este capítulo também está dividido através de 8 passos.

Os detalhes fornecidos em cada capítulo do tutorial visam fornecer o máximo de informação e descrição para que qualquer pessoa, conhecedora ou não de eletrônica, seja capaz de construir e calibrar a tela interativa.

No capítulo a seguir, descrevemos a utilização da tela interativa em uma oficina de iniciação à programação e à robótica, com aplicações em Física, para alunos do Ensino Médio.

Capítulo 5 APLICAÇÃO DA TELA INTERATIVA NO ENSINO DE ROBÓTICA E PROGRAMAÇÃO, COM APLICAÇÕES DE FÍSICA, PARA ALUNOS DA PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO, NO COLÉGIO SESI DE JAGUARIAÍVA – PR.

A aplicação do **Caderno Pedagógico Iniciação em robótica e programação com algumas aplicações em Física** ocorreu entre o final do mês de novembro e dezembro de 2015, no Colégio SESI de Jaguariaíva-PR.

O Colégio SESI têm uma metodologia de trabalho em que os alunos participam de Oficinas de Aprendizagem. Cada Oficina tem a participação de 5 alunos, distribuídos entre as três faixas de aprendizagem do Ensino Médio. Outra característica do Colégio SESI é que, a partir do segundo ano de curso, eles optam em matricular-se em um curso técnico no período da tarde. A unidade do Colégio SESI em Jaguariaíva é nova, e, por isso, o número de alunos que estavam cursando o primeiro ano de aprendizagem era relativamente pequeno.

Quando a aplicação do caderno foi programada, ela foi ofertada em cada Oficina de Aprendizagem. Houve um interesse grande na participação, porém, a grande maioria dos interessados em participar estariam em curso técnico no período da tarde. Não era possível realizar esta oficina no período noturno, pois o prédio onde funciona o Colégio SESI é o mesmo do SENAI, e, desse modo, todas as salas eram reservadas e destinadas aos alunos do SENAI neste período.

Mesmo com as limitações impostas em relação à utilização de salas, foi possível realizar a oficina com a participação de 5 alunos. Na Figura 24 podemos observar a distribuição dos alunos participantes da oficina de utilização do caderno pedagógico. Cada aluno tinha uma cópia da primeira versão do caderno pedagógico, diagramado no Libre Office Writer e um computador.



Figura 24: Distribuição dos alunos participantes na oficina de utilização do caderno pedagógico.

Para cada dia foi previsto que as atividades do caderno seriam realizadas num intervalo máximo de 2 horas diárias, começando às 14:00 e terminando às 16:00hrs, em cada tarde. Porém, durante todo o ano que passei como professor no Colégio Sesi, realizamos atividades de programação. As atividades previstas em cada capítulo eram executadas rapidamente, o que permitiu que o caderno fosse aplicado em quatro dias. A Figura 25 mostra a foto de um dos computadores dos participantes da oficina, com a programação com o LEGO Mindstorm.



Figura 25: Imagem do computador de um dos alunos participantes da oficina de aplicação do caderno pedagógico.

Na Figura 26, um dos alunos participantes da oficina está respondendo uma das atividades propostas no caderno pedagógico com auxílio da tela interativa, para que sua resposta fosse apresentada aos demais participantes.

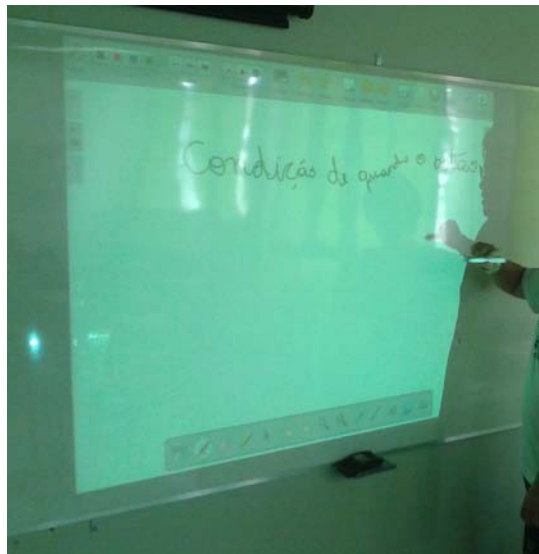


Figura 26: Um dos alunos participantes da oficina respondendo uma atividade proposta no caderno pedagógico para que os demais participantes verificassem a resolução.

De maneira geral, todas as atividades foram executadas. Apenas a atividade “Como fazer meu próprio robô” não foi executada, pois precisaria de mais dois dias para sua construção. Esta atividade necessitava de motores simples de carrinhos de controle remoto, ou similares, e, também, dependeria do uso de outro laboratório,

pois seria necessário o uso de ferro de soldar. Infelizmente, o professor que auxiliaria nesta etapa faleceu alguns meses antes da aplicação da oficina.

Capítulo 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas oficinas realizadas neste trabalho resultaram em dois produtos que podem ser utilizados em atividades pedagógicas com alunos do Ensino Médio. O primeiro produto é um caderno pedagógico para o ensino de iniciação em programação e robótica, com aplicações em Física, utilizando uma tela interativa. O segundo produto é um tutorial que mostra como construir uma tela interativa combinando uma caneta com LED emissor de infravermelho e um controle de Nintendo Wii®.

Nas duas oficinas, como recomenda a teoria sociointeracionista de Vigotsky, em todas as atividades houve intensa interação entre o professor e os alunos, tornando as atividades bastante interessantes e divertidas. Através dessa interação, os alunos, ao mesmo tempo que aprenderam a construir objetos tecnológicos, como uma tela interativa e um robô com peças de Lego para simular o funcionamento de uma prensa hidráulica, também verificaram como estes objetos podem ser utilizados para melhorar a qualidade da aprendizagem de alunos no Ensino Médio. E os alunos também verificaram como a programação e a robótica podem ser usadas para ensinar conteúdos tais como, astronomia, força, pressão e conversão de unidades.

É possível encontrar a teoria de Vigotski nas atividades que envolveram situações cotidianas do parque industrial da cidade, e também, em cada atividade do caderno que pedia a interação entre eles, discutindo as respostas, ou apresentando os conteúdos na tela interativa.

A teoria de Ausubel aparece nas respostas que os alunos apresentaram nas oficinas. É possível observar que os conteúdos apresentados ampliaram ou reconfiguraram ideias já existentes, possibilitando que os alunos fizessem conexões entre os temas associados nas atividades com outras situações ou fatos, ou seja, os conteúdos ensinados passaram a ter mais significado para os alunos, pois estavam diretamente ligados a experiência de vida deles.

Os alunos do Ensino Médio que utilizaram a tela interativa na oficina sobre iniciação em programação e robótica indicaram as seguintes vantagens ao usá-la: a tela interativa facilita a interação entre os alunos e a execução de tarefas em grupo,

permite a visualização do problema ou situação que está sendo discutida, e facilita a descoberta de soluções alternativas para o problema em discussão.

As atividades propostas eram desenvolvidas com tempo de execução bastante curto, quando os participantes procuravam uma solução em conjunto. Cada proposta de solução era discutida entre os participantes, além da participação do professor propondo links para visualização ou indicando vídeos que poderiam auxiliar na compreensão de novos conhecimentos em Física e robótica.

Por meio da robótica e programação, foi possível explorar vários cálculos e alguns conceitos importantes para o Ensino de Física. Por exemplo, os alunos aprenderam como utilizar programação para realizar contas mais complexas, construindo Algoritmos de conversão de unidades, cálculos de astronomia, força e pressão.

Durante as aulas que foram ministradas nas turmas sobre óptica, antes da primeira oficina, foi utilizado o simulador do site Phet Simulações “Curvando a Luz”. Na época, foram apresentados os conceitos de raio incidente, raio refletido e lei de Snell e que os ângulos incidente e refletido em relação a normal seriam iguais. Na primeira oficina, foi mostrada aos alunos uma aplicação prática desses conceitos sobre reflexão da luz : os alunos verificaram que a posição do controle de Nintendo Wii® devia ser ajustada levando-se em conta o ângulo com que o usuário da caneta a utilizaria no quadro. A Figura 27 abaixo, ilustra o arranjo que deve ser observado na posição do controle de Nintendo Wii.

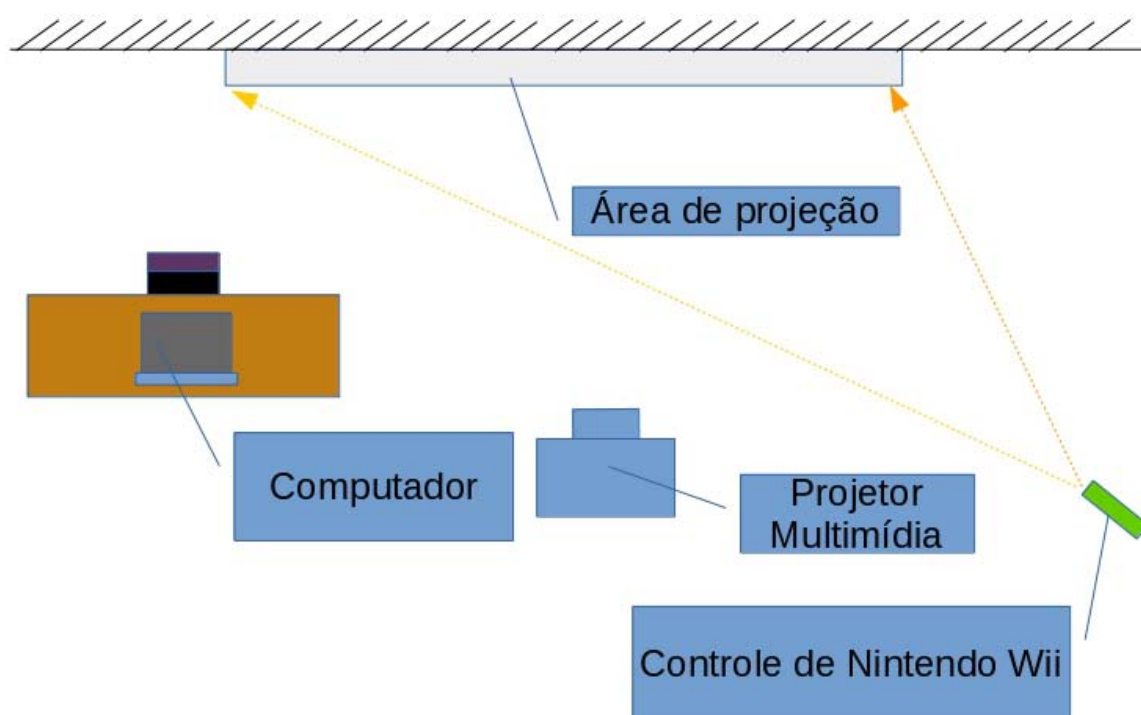


Figura 27: Ilustração do layout da sala e da posição do controle de Nintendo Wii em relação a área de projeção.

Na primeira oficina, a construção da caneta permitiu discutir na prática circuitos elétricos, associação de resistores e espectro eletromagnético. Notou-se que os alunos tornaram-se mais participativos e motivados nas aulas. A utilização da tela interativa contribuiu para tornar o processo de aprendizagem dos alunos mais eficiente e significativo.

Com base nos resultados obtidos nas duas oficinas, pode-se concluir que os objetivos da presente Dissertação foram atingidos. O processo de construção da tela interativa foi um agente facilitador da abordagem sociointeracionista, bem como o uso de recursos tecnológicos permitiu que os alunos participantes tivessem uma aprendizagem significativa.

Durante estes dois anos de atividades do Mestrado, os conteúdos e resultados desta Dissertação foram submetidos e aceitos em 5 eventos, conforme os anexos constantes no final deste trabalho.

Também deve-se destacar que para 2016 ainda estão previstas duas ações: submeter um artigo para o SINECT 2016 da UTFPR e enviar um artigo para a Revista de Brasileira Ensino de Física.

Os dois produtos elaborados permitem que professores interessados em utilizar ferramentas computacionais em suas aulas possam construir seu próprio kit de tela interativa, e utilizá-la em colégios que não tenham tal recurso, ou o tenham, mas em quantidade limitada. Desse modo, suas notas de aula poderão estar sempre atualizadas. Além disso, o caderno de tutorial pode ser usado para tratar a Física da Tela interativa, conforme os tópicos tratados no Capítulo 2 da presente Dissertação.

O caderno pedagógico “Iniciação em Robótica e programação com aplicações em Física” permite que o professor interessado em utilizar a tela interativa possa ter uma referência em como criar material didático e utilizá-lo.

Durante todo o ano de 2015 foram promovidas atividades que despertasse o interesse das três turmas do Colégio SESI em Ciências. Através dessas atividades os alunos descobriram que Física não é só conta e fórmulas, mas que através dela podem ser explicados muitos fenômenos naturais, situações cotidianos e aparelhos de alta tecnologia, de uma maneira interessante e divertida.

Para finalizar, devem-se registrar o agradecimento ao professor de Automação do Colégio SENAI (Serviço Nacional da Indústria) de Jaguariaíva, Tarcísio Ladera, e aos alunos do Colégio SESI de Jaguariaíva que participaram das oficinas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Dilza da Silva. **UM ESTUDO SOBRE O USO DA LOUSA DIGITAL INTERATIVA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA**. Dissertação – Universidade Tecnológica do Paraná, Londrina, 2015.

BARBOSA, Tatiane Alves Maciel. **ANÁLISE DE GÊNEROS DISCURSIVOS NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM ENA INSERÇÃO DE SUJEITOS NAS PRÁTICAS SOCIAIS EM ESCOLAS UBERLANDENSES**. Disponível em: <http://www.ileel.ufu.br/anaisdosilel/wp-content/uploads/2014/04/silel2013_938.pdf>. Acesso em: 16 Mai. 2016.

BASIC-256. An easy to use Basic language. Disponível em: <http://www.basic256.org/index_en>. Acesso em: 21 mar. 2016.

BLENDER. Disponível em: <<https://www.blender.org/>>. Acesso em 18 jun. 2016.

CELESTIA. Disponível em: <<http://www.shatters.net/celestia/>>. Acesso em 18 jun. 2016.

ELETRICAMENTE FALANDO. Disponível em: <<http://eletricamentefalando.blogspot.com.br/2011/08/valores-comerciais-de-resistores.html>>. Acesso em: 13 jul. 2016.

FRITZING. Disponível em: <<http://fritzing.org/home/>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

GIMP. Disponível em: <<https://www.gimp.org/>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

HALLIDAY, David. **FUNDAMENTOS DA FÍSICA**. Volume 3: eletricidade e eletromagnetismo. David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker: Tradução Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro. LTC, 2009.

HALLIDAY, David. **FUNDAMENTOS DA FÍSICA**. Volume 4: óptica e física moderna. David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker: Tradução Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro. LTC, 2009.

JOHNNY CHUNG LEE. Disponível em: < <http://johnnylee.net/projects/>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

LEGO MINDSTORMS. Disponível em: <<http://www.lego.com/en-us/mindstorms/downloads>>. Acesso em 18 jun. 2016;

LÉVY, Pierre. **AS TECNOLOGIAS DA INTELIGÊNCIA:** o Futuro do Pensamento na era da Informática. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/franciscovargas/files/2015/03/LEVY-Pierre-1998-Tecnologias-da-Intelig%C3%Aancia.pdf>>. Acesso em: 10 Fev. 2016.

LIBRE OFFICE 5.0. Disponível em: <<https://pt-br.libreoffice.org/>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

MELO, Pablo Charles de Oliveira. **A LOUSA DIGITAL NO ENSINO DE RAZÃO E PROPORÇÃO:** uma análise das interações. Dissertação – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

MINDSTORMS NXT 2.0. Disponível em: <<http://www.lego.com/en-us/mindstorms/downloads/nxt-software-download>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

MODELLUS. Disponível em: <<http://modellus.co/index.php?lang=pt>>. Acesso em 18 jun. 2016.

MOREIRA, Marco A.; CABALLERO, M. C. **APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA:** um conceito subjacente. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>. Acesso em: 16 de jun. 2016.

OLIVEIRA, Carlos Alexandre Rodrigues de; DUARTE, Aline Fernanda Firmino. **DO QUADRO NEGRO A LOUSA DIGITAL:** possibilidades interativas sobre as telas. Disponível em: <<http://artefactum.rafrom.com.br/index.php?journal=artefactum&page=article&op=download&path%5B%5D=221&path%5B%5D=233>>. Acesso em: 10 Fev. 2016.

OPEN SANKORÉ. Disponível em: < <http://open-sankore.org/>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

PCN+ - Ensino Médio Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais FÍSICA. [199?] Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2016.

PERY, Liliana Cristina; CARDOSO, Sheila Pressentin; NUNES, Wallace Vallory. **JOGOS EDUCATIVOS DIGITAIS:** ludicidade e interatividade no ensino nas séries iniciais. Disponível em: <<http://www.tise.cl/volumen6/TISE2010/Documento16.pdf>>. Acesso em 10 fev. 2016.

PhET. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em: 18 jun. 2016.

PREZI. Disponível em: <<https://prezi.com/>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

SANTOS, Leila Maria Araújo; VARASCHINI, Patrícia Luiz; MARTINS, Sandro Luiz Moresco. **LOUSA DIGITAL:** mapeamento de recursos para utilização em sala de aula. Disponível em: <<http://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/8201/pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

Scribus 1.4.2 Open Source. Disponível em: <<https://www.scribus.net/>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

SEARS, Francis; ZEAMSKY, Mark; YONG, Hugh. **Física 3:** Eletricidade e Magnetismo. Ed 2. Rio de Janeiro. LTC, 2003.

STELLARIUM. Disponível em: <<http://www.stellarium.org/pt/>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

TRACKER. Disponível em: <<http://physlets.org/tracker/>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

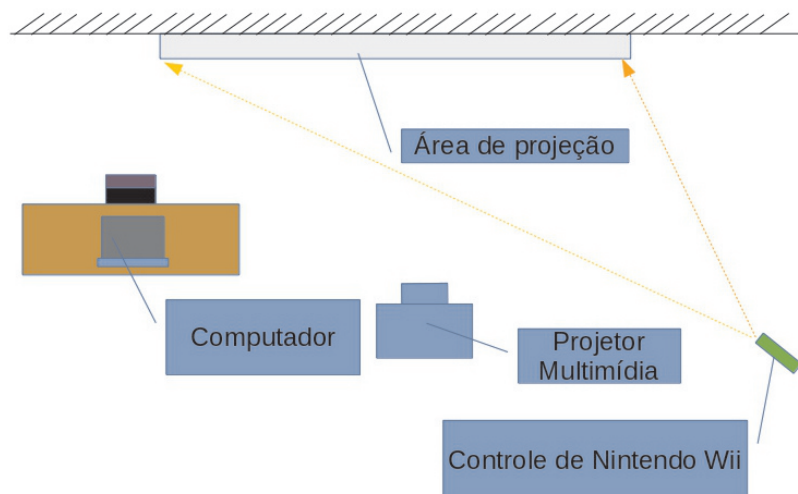
YOUTUBE - website que permite que os seus usuários carreguem e compartilhem vídeos em formato digital, disponível no endereço <<https://www.youtube.com/>>; alguns vídeos de Física muito interessantes desse site são, por exemplo, “O mundo de Beakman”, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=1UIXmbatul8>>; “Mini bobina de Tesla”, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=mbCspvNM7Hw>>; “A História da Eletricidade parte 2”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8NN880JDP8M&list=PL2eEIJ39MxGfW6G7oq_7VXTZbhoHLuaX1>; “Construção

de lunetas com PVC”, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=quP7pOORCv0>>; etc.

Anexo A Tutorial “Tela interativa com controle de Nintendo Wii”

Tutorial

Tela interativa com controle do Nintendo Wii



Hernani Cruz
Mestre

Prof. Dr. Luiz A. B. Bernardes
Orientador

Prof. Silvio Luiz Rutz da Silva
Co-orientador

2016

SOBRE OS AUTORES



Hernani Batista da Cruz

Currículo Lattes <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4268229E5>

MESTRE

Graduado em Tecnologia em Sistemas para Internet pela Faculdade UNIÃO - Faculdade Educacional de Ponta Grossa; Graduação em Bacharelado em Física pela UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa; Licenciatura em Física Através do PROFOP UTFPR, Ponta Grossa. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - SBF/UEPG (Sociedade Brasileira de Física). Formação Técnica em Papel e Celulose e Eletrotécnica ambas pelo SENAI/PR - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Professor do Ensino Médio na disciplina de Física.



Prof Dr Luiz Antnio Bastos Bernardes

Currículo Lattes <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4786951E4>
Orientador

Luiz Antônio Bastos Bernardes graduou-se em Engenharia Mecânica em 1982 pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), e concluiu o Mestrado em Física na mesma instituição, em 1985. Após uma rápida passagem pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), como aluno de doutorado em Física Espacial de 1985 a 1986, trabalhou como Engenheiro na Embraer de 1986 a 1989. Doutorou-se em Física no Instituto de Física da USP, Campus de São Carlos, em 1995. É professor do Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no Paraná, desde 1994, tornando-se professor associado em agosto de 2011. Nesta Universidade, tem realizado atividades de ensino, pesquisa e extensão, procurando suas inter-relações. Suas pesquisas são relacionadas às áreas de Mecânica Estatística, Sistemas Complexos, Teoria de Percolação Aplicada à Física dos Solos, e Metodologias de Ensino de Física através de Atividades de Extensão. Já orientou vários alunos em Trabalhos de Conclusão de Curso, Iniciação Científica, Especialização em Ensino de Física e PDE. Foi coordenador dos Cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física, nos períodos de 1997 a 2001 e 2005 a 2007. Coordena desde 2008 o Projeto de Extensão "Física - da Universidade à Comunidade", o qual já apresentou experimentos de Física em lugares públicos de 30 cidades no Estado do Paraná, atendendo cerca de 150.000 pessoas. Desde 2014 é professor e orientador do MNPEF - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo de Ponta Grossa - PR.



Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva

Currículo Lattes <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4728536Z6>

Co-orientador

Silvio Luiz Rutz Da Silva é graduado em Ciências - Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa em 1987. Concluiu o Mestrado em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos em 1993 e o Doutorado em Ciências dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 2001. Atualmente é Professor no Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa e Assessor da Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Culturais da UEPG. Atua na Área de Materiais, com ênfase em propriedades mecânicas e tribológicas de superfícies modificadas por feixe de íons e ou imersão em plasma. Desenvolve pesquisa sobre Ensino de Ciências e atividades de Extensão que envolvem divulgação científica além de participar da equipe do Projeto Rondon da UEPG. Professor do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física - Pólo UEPG do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

SOBRE O TUTORIAL

Caro professor(a)

Os passos que são apresentados no presente tutorial, é fruto das participações em projetos escolares que iniciaram-se em 2011, quando fui convidado para falar sobre Física Moderna no Ensino Médio pela Professora Eneri Márcia Czerwonka Griebeler, que cursava o PDE, e seu orientador Professor Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes. Naquela época, apenas foi apresentado o uso da tela interativa para alunos do 3º ano noturno do Colégio Estadual Professor Júlio Teodorico. Dois anos depois, em parceria com a Professora Eneri e o Professor Bastos, a construção e uso da tela interativa foi realizado na forma de projeto para Alunas do Ensino Médio Inovador do mesmo Colégio. Este projeto foi inscrito na II FiCiências em Foz do Iguaçu em 2013. Para a realização do projeto, houve várias etapas, entre pesquisas na internet, biblioteca e psicólogo. Durante o processo de construção da tela interativa e seu uso com aplicativos educacionais, surgiram várias necessidades de explicar fenômenos e como determinados equipamentos funcionavam. Por exemplo, onde devia ser posicionado o controle de Nintendo Wii? Para explicar como posicioná-lo foi utilizado o conceito físico de reflexão da luz. O ângulo que vamos escrever com a caneta emissora de infravermelho no quadro, deve estar de acordo com a localização do controle de Nintendo para que esteja no campo de visão do referido controle. Cada dificuldade encontrada durante o projeto foi considerada na elaboração do tutorial. O tutorial tem por objetivo, permitir que o professor possa utilizar recursos computacionais em suas aulas, de maneira mais interativa. Dessa maneira, deixamos de utilizar o computador apenas como um equipamento de reprodução de vídeos ou de Power Point, e passamos a utilizar programas diversos interagindo, não escondido atrás de um teclado, mas na mesma posição que utilizamos o quadro-negro. Quando temos um equipamento que conhecemos bem seu funcionamento, sua utilização torna-se muito mais eficiente e proveitosa. É o que geralmente acontece com nossos celulares. Seu uso contínuo e diário, nos torna mais ágeis em sua utilização. Este tutorial, tem por objetivo fazer com que o professor conheça em detalhes cada parte da construção da caneta emissora de infravermelho, configuração do computador e seu uso. Explore, construa, desmonte, teste. Não tenha medo de utilizar recursos novos, cada desafio que enfrentamos nos fortalecem. O tutorial tem por objetivo tornar o professor conhecedor da tecnologia que utiliza, e, com isso, permitir que tenha total controle do recurso.

Ensinando Física através da tela interativa

O tutorial foi desenvolvido baseado em duas teorias de aprendizagem: a teoria sociointeracionista de Vigotsky e a aprendizagem significativa de Ausubel. As etapas presentes em cada etapa do tutorial procuram desenvolver o trabalho de maneira que cada professor que utilize o material possa desenvolver para uso próprio, bem como em forma de oficina. Para isto, os conteúdos necessários para compreender a construção e funcionamento necessitam dos seguintes conteúdos de Física, que devem ser abordados durante a execução das etapas: reflexão da Luz, associação de resistores, circuitos elétricos, espectro eletromagnético, física de um LED e ondulatória.

Em ordem de conteúdos, primeiro aborde circuitos elétricos, como potencial, associação de resistores e quedas de tensão. Estes conceitos serão úteis para compreender como o circuito simples funciona, e também, com o auxílio de um multímetro, pode-se mostrar os valores como tensão, corrente e resistência. Pode-se utilizar um diodo simples para mostrar polaridade, e na sequência, introduzir um LED no circuito, e pedir para que os alunos observem que o LED tem um comportamento semelhante ao de um diodo. Depois disso, pode-se explorar os fenômenos necessários para que o LED emita Luz. Aqui pode-se trabalhar o conceito de espectro eletromagnético. Na oficina realizada com os alunos, durante a elaboração do tutorial, utilizei um controle remoto de projetor multimídia, para questioná-los sobre porque não observamos a Luz emitida quando pressionamos algum botão. Em seguida, utilize uma câmera de celular com o aplicativo câmera ligada, e posicione-a em direção ao LED. Muitas discussões acontecerão. Daí vem a importância de utilizar o LED emitindo em infravermelho.

Na sequência, vai surgir o momento onde precisamos conectar o controle de Nintendo Wii com o computador. Não utilizaremos nenhum cabo. Os dados são emitidos através de bluetooth. Aqui a ondulatória é apresentada aos alunos, como sabemos um equipamento bluetooth emite dados em uma determinada frequência, isso vai interferir no alcance do dispositivo.

Por fim, o controle de Nintendo Wii deve ser posicionado de maneira a ter campo de visão adequado em relação a caneta emissora de infravermelho. Neste ponto é importante discutir o conceito de reflexão e refração da Luz.

Professor, conforme apresentado nos parágrafos anteriores, cada etapa de construção da tela interativa permite, se aplicada com alunos, um grande aplicabilidade de conceitos de Física. Além da interação entre professor e aluno que surge, pois, é na prática que nossos alunos verificarão os conceitos apresentados, e com certeza, o aprendizado se tornará mais significativo.

Índice

Introdução	1
a) protoboard	1
b) Associação de resistores	2
c) LED	4
2. Definições que serão utilizadas na oficina	6
a) Ferro de soldar	6
b) Estanho	7
c) LED infravermelho	8
d) Botão	9
e) Tubos de pincel atômico	9
f) Fios de conexão	9
3. Montagem inicial da caneta no protoboard - Oficina	10
4. Montagem do circuito dentro do tubo de pincel atômico	13
5. Instalação do driver para conexão do Wii com o notebook e o aplicativo Open Sankoré	17
6. A Física da Tela interativa	24

1. Introdução

Conhecendo os componentes

a) Protoboard

Inicialmente, vamos conhecer os equipamentos que utilizaremos em nossa oficina. A maioria dos itens apresentados são materiais que são facilmente encontrados em lojas de eletrônica.

O primeiro é um Protoboard (placa de ensaio, ou matriz de contato). É uma placa com orifícios e conexões condutoras, como a mostrada na Figura 1.

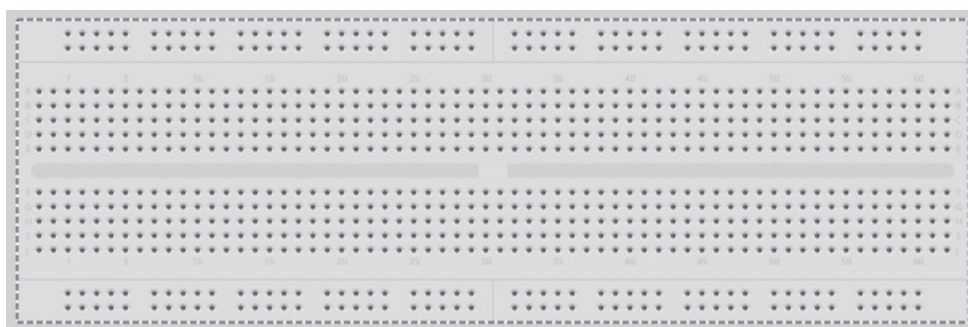


Figura 1: Protoboard padrão.

Na figura 2, temos um esquema de como são constituídas as ligações em uma protoboard (placa de contato). As linhas nas extremidades do protoboard são utilizadas para alimentação com uma fonte de corrente. Devemos ler a protoboard conforme indicado na Figura 2.

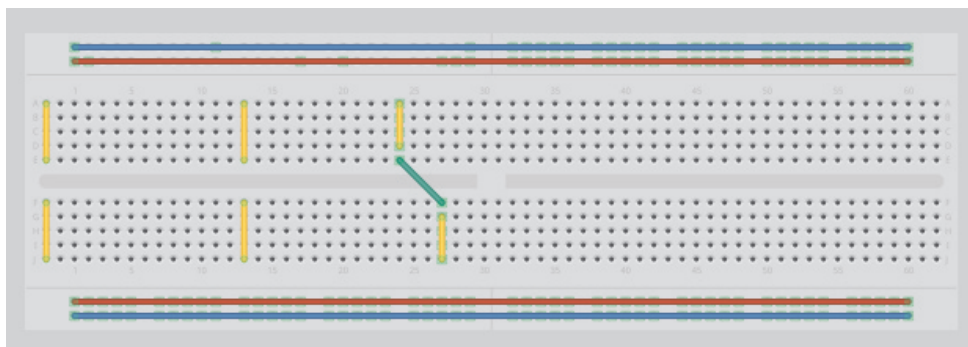


Figura 2: Esquema de ligação dos furos de conexão.

Abaixo, explicamos detalhadamente como estão dispostas as conexões em uma protoboard.

1. As linhas azuis representam filamentos metálicos ligados em série, com polaridade negativa, e as linhas vermelhas representam filamentos metálicos ligados em série, com polaridade positiva.

2. A parte interna da protoboard apresenta conexões em série, indicadas pelas linhas amarelas verticais na figura 2 . Cada linha amarela possui 5 pontos conectados.

3. No centro da protoboard há uma separação entre as partes A e B. Geralmente, as ligações entre essas duas partes são realizadas através de um fio de conexão ou jumper (fio verde) ou através de circuitos integrados (CIs), barras pretas numeradas, como indicado na figura 2.

b) Associações de resistores

Para um circuito ligado em série, temos as seguintes características:

- resistências associadas em sequência são percorridas pela mesma corrente;
- a queda de tensão obtida na associação em série é a soma das tensões dissipadas em cada um dos resistores;
- a resistência equivalente é dada pela relação $R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$



Figura 3: Exemplo de ligação em série.

Para um circuito ligado em paralelo, temos as seguintes características:

- há mais de um caminho para a corrente elétrica;
- a corrente elétrica se divide entre os componentes do circuito;
- a corrente total que circula na associação é o somatório das correntes de cada resistor;
- o funcionamento de cada resistor é independente dos demais;
- a diferença de potencial é a mesma em todos os resistores;
- o resistor de menor resistência será aquele que dissipa a maior potência;
- a resistência equivalente é dada pela relação

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

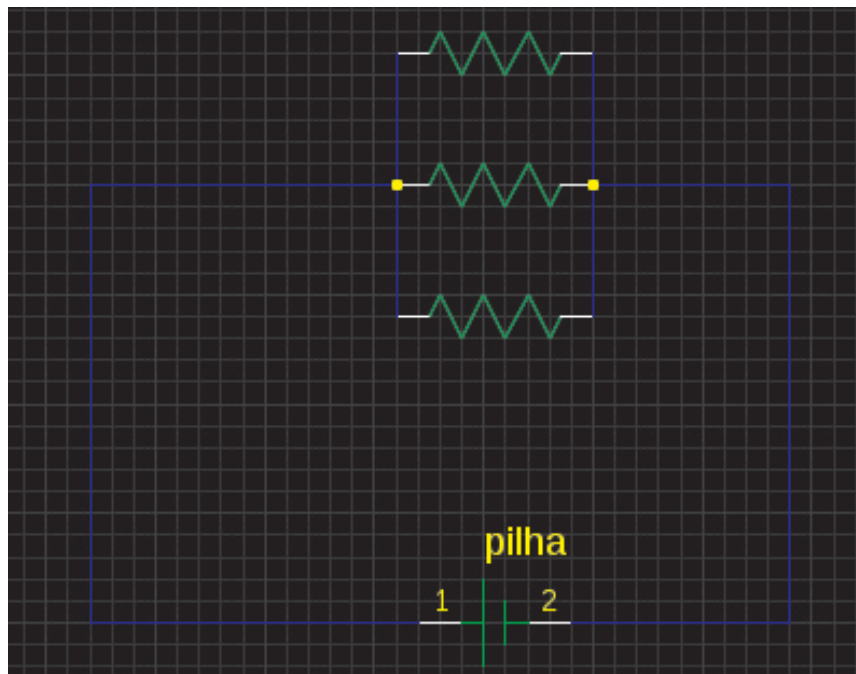


Figura 4: Exemplo de ligação em paralelo.

c) LED

O LED (Light Emitting Diode), ou diodo emissor de luz, é especialmente utilizado em microeletrônica como sinalizador de avisos. É um semicondutor com uma junção do tipo P-N, como indicado na figura 5. Para nossa oficina de construção de uma tela interativa, será de especial utilidade um LED que emita na região do infravermelho, isto é, numa parte da região não visível do espectro eletromagnético.



Figura 5: Representação do LED.

Cálculo do dimensionamento do resistor em função do LED

Em nossa caneta, utilizaremos uma pilha AA de 12 V. O LED infravermelho consome apenas 1,5V. Se ligarmos em série o LED com a nossa pilha, teremos um brilho bastante forte, porém logo em seguida o LED queima. Não é isso que desejamos, mas que a cada clique tenhamos o melhor brilho de nosso LED e assim mais eficiência na utilização da tela interativa.

A resistência R a ser colocada no circuito, necessária para evitar a queima do LED, pode ser obtida através da seguinte relação:

$$R = \frac{V_{ent} - V_{LED}}{I_{Max}}$$

em que:

R → resistor que será colocado em série;

V_{ent} → valor da tensão da pilha;

V_{LED} → valor de tensão que o LED consome;

I_{max} → corrente máxima obtida no circuito.

Pergunta



Como obter, experimentalmente, o valor de I_{max} utilizado no cálculo de R?

Espectro eletromagnético

A Figura 6 apresenta o espectro eletromagnético, delimitando as regiões deste espectro em que aparecem determinados tipos de ondas e destacando seus comprimentos e frequências característicos.

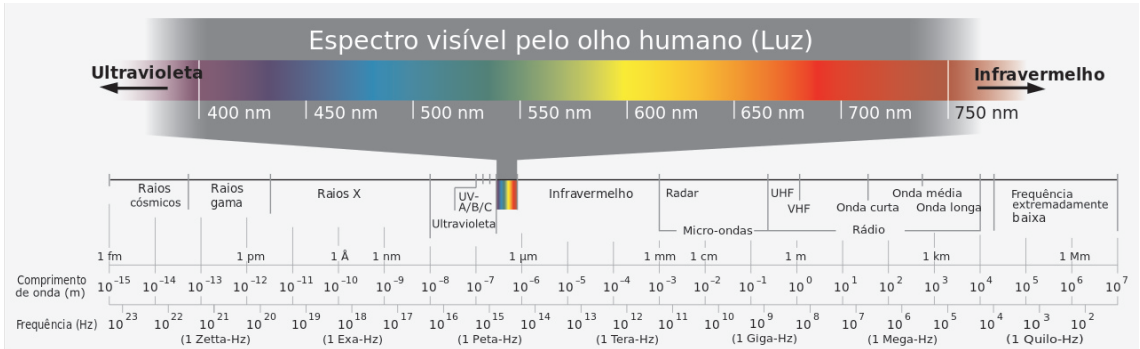


Figura 6: Espectro eletromagnético

2. Definições que serão utilizadas na oficina

Os equipamentos e materiais que serão utilizados são descritos a seguir.

a) Ferro de soldar

O Ferro de soldar é o equipamento que utilizaremos para derreter o estanho (ver tópico seguinte). Equipamento indispensável para pequenos reparos eletrônicos como os que são feitos em ponteiros de cabos P10 ou P2 para instrumentos musicais (conector P10 é a ponteira que encontramos nos mais comuns tipos de cabos de áudio e é muito comum entre músicos para conexão de seus instrumentos e os amplificadores de áudio; já o conector P2 é comum em fones de ouvido).

Existem diversos tipos e modelos de ferro de soldar, os quais variam de acordo com o tipo de solda que se deseja realizar. A potência desses aparelhos também varia de acordo com o material que deverá ser derretido na liga metálica.

Na presente oficina, o estanho é a liga metálica que utilizaremos para as conexões. Nesse caso, o ferro de soldar deve ter uma potência (colocar valor da potência), a qual será capaz de produzir um aquecimento igual ou superior a uma temperatura de 505,08 K (232,08 °C¹). Na Figura 7² abaixo temos uma imagem de um ferro de soldar convencional.



Figura 7: Ferro de soldar convencional. Esse modelo funciona com uma temperatura fixa de soldagem e não é acompanhado de uma esponja úmida.

Para um correto e seguro uso do ferro de soldar, é importante que o soldador utilize óculos de proteção. Também, quando for necessário o uso do ferro de soldar, deve-se ligá-lo antecipadamente e aguardar até que ele esteja bem aquecido. Antes de se iniciar a soldagem, uma ponta de um fio de estanho deve ser encostada na ponta do ferro de soldar; se ocorrer um derretimento rápido da ponta de estanho, o ferro de soldar poderá ser utilizado, caso contrário, deve-se aguardar mais alguns instantes, até que ocorra o derretimento rápido da ponta de estanho.



Uma outra prática bastante importante é deixar ao lado do ferro de soldar uma esponja úmida. Há alguns ferros de soldar que já vêm da fábrica com essa esponja, conforme pode-se ver na Figura 8³. A esponja úmida permite que, após cada solda, o operador do ferro de soldar possa limpar sua ponteira, evitando que nela fiquem acumulados excessos de estanho, melhorando assim a qualidade da nova solda.

Figura 8: Modelo de ferro de soldar não convencional. Nesse modelo, a temperatura de soldagem pode ser controlada através de um potenciômetro (caixa azul). A caixa azul do potenciômetro contém uma esponja branca.

b) Estanho

O estanho (veja sua localização na tabela periódica, mostrada na Figura 9), elemento químico de símbolo Sn, número atômico 50, massa atômica de 118,7u, é um metal prateado maleável, sólido em temperatura ambiente, resistente à corrosão. Esse material é utilizado para produzir a liga metálica de união entre fios e placas de circuito, e, também, para recobrir outros materiais, protegendo-os da corrosão. Um exemplo de sua utilização é na fabricação de “folhas de flandres”⁴.



Figura 9: Elemento químico estanho.

Comercialmente, podem-se encontrar fios de estanho enrolados conforme a Figura 10. O fio de estanho pode ser comprado em pequenas quantidades ou por quilo.



Figura 10: Algumas das formas comercializadas do fio de estanho para aplicações em eletrônica. Na figura, temos pequenas quantidades de estanho (imagem da esquerda e do centro), e, também, rolos com maiores quantidades do material (imagem da direita).

c) LED infravermelho

Existem disponíveis vários modelos e tipos de LED infravermelho. Durante os testes iniciais para esta oficina, foram realizados testes com vários tipos disponíveis nas lojas de eletrônica em Ponta Grossa – PR. Os LEDs adquiridos foram montados em um protoboard de maneira que cada um pudesse ser testado individualmente. Esse teste serviu para determinar a qualidade da luz emitida por cada um dos exemplares testados.

O modelo de LED mais encontrado nas lojas de eletrônica em Ponta Grossa – PR está mostrado na Figura 11. A iluminação oferecida por esse LED é boa quando ele está voltado diretamente para o controle do Nintendo Wii, no entanto, a sua iluminação lateral não é boa. Mas a iluminação lateral também deve ser boa porque, se isto não ocorrer, o controle de Nintendo Wii não consegue detectar a emissão de luz infravermelha do LED. Desse modo, os LEDs deverão ser adquiridos em lojas de Curitiba ou em lojas virtuais.

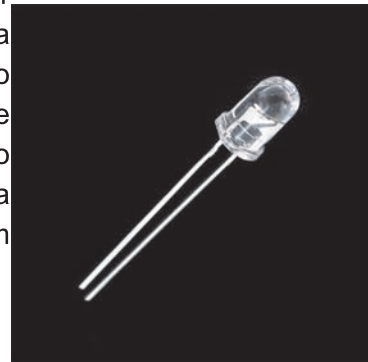


Figura 11: LED infravermelho padrão.

As características do LED infravermelho padrão da Figura 11 são as seguintes:

- Comprimento de onda: 940nm,
- Corrente reversa máxima: 10uA,
- Potência: 12-15mW,
- Cor do invólucro: transparente,
- Cor de luz emitida: IR / IV (infravermelha),
- Tensão de trabalho: 1.27V~1.4V.

Com o valor de potência entre 12-15 mW, o problema encontrado com o modelo padrão da Figura 11 é que ele apresenta brilho máximo apenas quando encontra-se apontado diretamente para o receptor Nintendo Wii. Para a utilização desse LED, faz-se necessário utilizar algum material que ajude a refletir o infravermelho. Dessa maneira, o brilho do LED seria aumentado quando ele estivesse disposto lateralmente em relação ao controle do Nintendo Wii.

d) Botão

Durante os testes para montagem do tutorial, foram testados alguns tipos de botões. Observou-se o tempo de resposta que cada um apresentou. O botão se mostrou mais indicado para o uso com tela interativa foi o botão de mouse. O tempo de retorno desse botão ao estado normal (sem clicar) foi o mais rápido entre os testados. No entanto, o processo de retirar o botão de mouse é bastante trabalhoso e não haveria tempo suficiente para executá-lo numa oficina de poucos dias. Desse modo, optou-se por utilizar neste tutorial um modelo simples de botão, o qual pode ser adquirido em lojas de componentes eletrônicos.

e) Tubo de pincel atômico

Utilizaremos tubos vazios de pincel atômico para quadro branco na construção de um apontador, no qual será inserido o circuito para ascender o LED infravermelho. Existem vários modelos e formas de pincel atômico, nesta Oficina, foi utilizado o modelo indicado na Figura 12.



Figura 12: Tubo de pincel atômico para quadro branco.

f) Fios para conexão

Em lojas de eletrônica e componentes, podem-se adquirir Jumper/fios Macho Macho P/ Protoboard ou Arduino. Esses Jumper/fios estão mostrados na Figura 13.

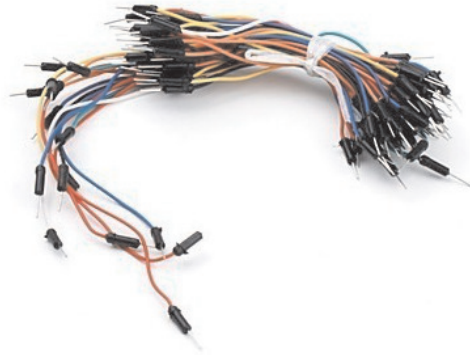


Figura 13: Jumper/fios Macho Macho P/ Protoboard ou Arduino.

3. Montagem inicial da caneta no protoboard - Oficina

Nos capítulos anteriores, apresentamos os componentes eletrônicos e demais materiais necessários para a construção da tela interativa. No presente capítulo, serão descritas as atividades que serão realizadas na Oficina. Inicialmente, será mostrado como devem ser feitas a construção e a calibração da caneta, a qual será utilizada como apontador para a tela interativa.

Em seguida, será mostrado como fazer a instalação do driver de conexão com o controle do Nintendo Wii. Após, serão mostrados os passos necessários para a instalação do aplicativo Open Sankoré, que poderá ser utilizado como notas de aula pelos professores.

Em todas essas etapas, serão verificadas as dificuldades e as dúvidas dos professores participantes da Oficina. As respostas para as perguntas que surgirem serão colocadas, no formato de um apêndice, na versão final do presente tutorial. Inicialmente, a montagem da caneta será efetuada em um protoboard. Em seguida, o circuito da caneta montada será transferida para o tubo de pincel atômico.

Obs: Caso o usuário deste tutorial não tenha muito conhecimento sobre eletrônica, leia os capítulos iniciais em que foram apresentados os componentes e demais materiais necessários para a construção da tela interativa. Deste ponto em diante, utilizaremos os termos apresentados anteriormente.

Passo I:

O primeiro material que utilizaremos é o protoboard. Coloque-o na posição indicada na Figura 12 abaixo.

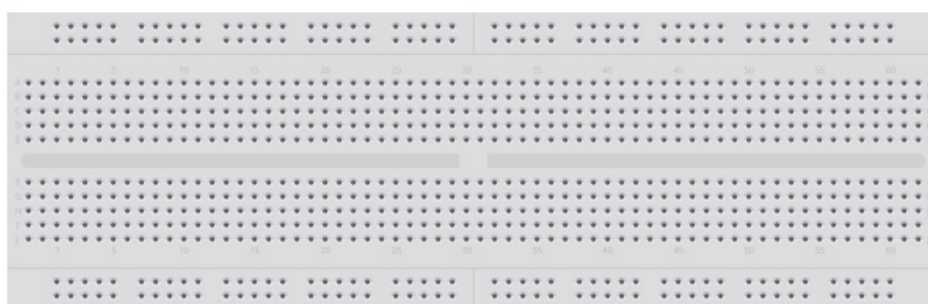


Figura 12: Posição na qual o protoboard deve permanecer para a construção do circuito da caneta.

Passo 2:

O próximo componente que utilizaremos é o LED infravermelho. Deve ser disposto conforme apresentado na Figura 13.

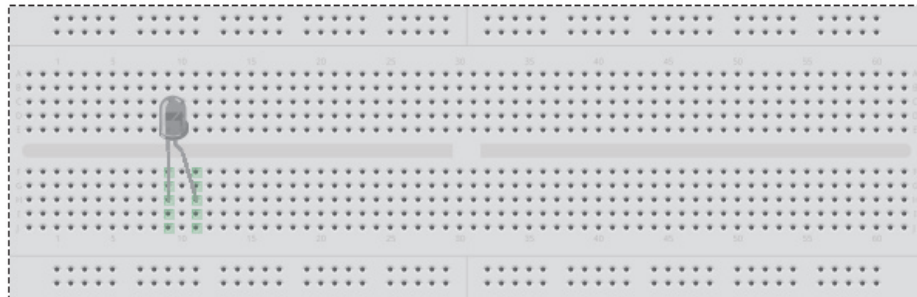


Figura 13: Local indicado para inserção do LED, primeiro item a ser inserido no protoboard.

Passo 3:

O próximo componente a ser instalado no protoboard é o resistor de 220Ω . Atenção: uma das pernas do resistor deve estar conectada na mesma linha da perna do LED infravermelho, conforme mostrado na Figura 14 abaixo.

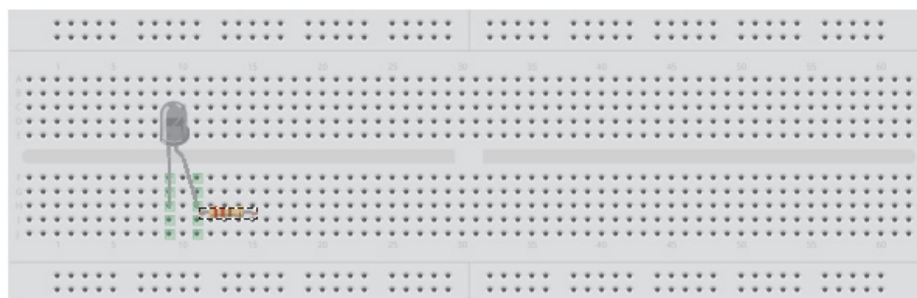


Figura 14: Inserção do resistor de 220 Ohms em série com o LED infravermelho.

Passo 4:

Nessa etapa, realizamos a inserção do botão que liga e desliga o LED infravermelho, conforme indicado na Figura 15. Atenção: observe que o mesmo não se encontra diretamente em série com o resistor.

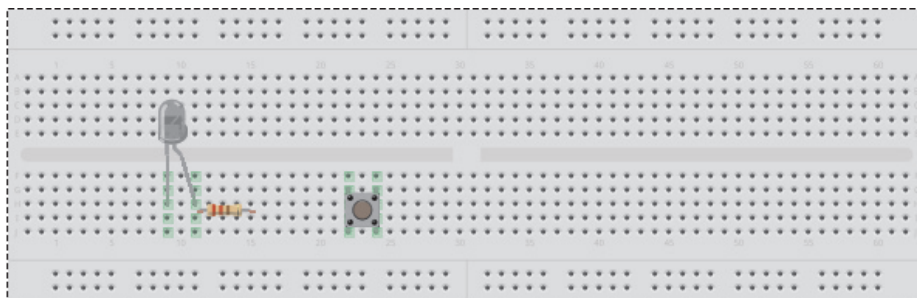


Figura 15: Posição do botão no protoboard.

Passo 5:

Nesse passo, utilizamos os fios de conexão. Na Figura 16, o fio azul representa o polo negativo da pilha que será ligada no protoboard, o fio vermelho representa o polo positivo da mesma pilha e o fio preto será utilizado para fazer a ligação em série entre o botão e o resistor.

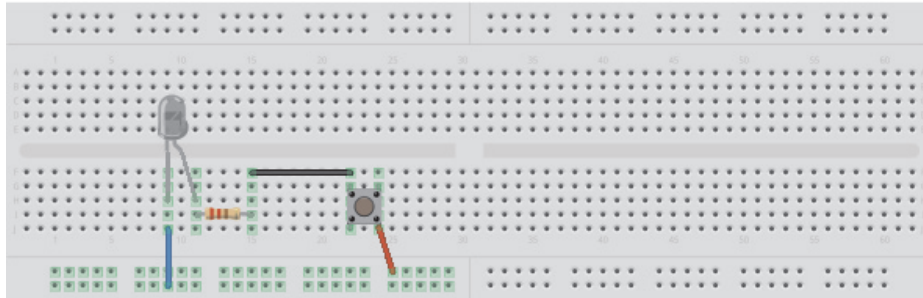


Figura 16: Conexão com fios entre os terminais do circuito e os componentes (botão - pólo positivo, LED – pólo negativo, botão - resistor).

Passo 6:

Para finalizar a montagem do circuito (da caneta no protoboard), ligamos a pilha nos pólos do protoboard. O fio vermelho da pilha (pólo positivo) é ligado ao pólo positivo do protoboard, e o fio preto da pilha (pólo negativo) é ligado ao pólo negativo do protoboard, conforme indicado na Figura 17.

Obs.: No aplicativo utilizado para o desenvolvimento dos diagramas usados na construção do esquema do protoboard, eram usadas, no mínimo, duas pilhas. Na montagem do circuito da Figura 17 foi utilizada apenas uma pilha porque ela é suficiente para fazer alimentação deste circuito.

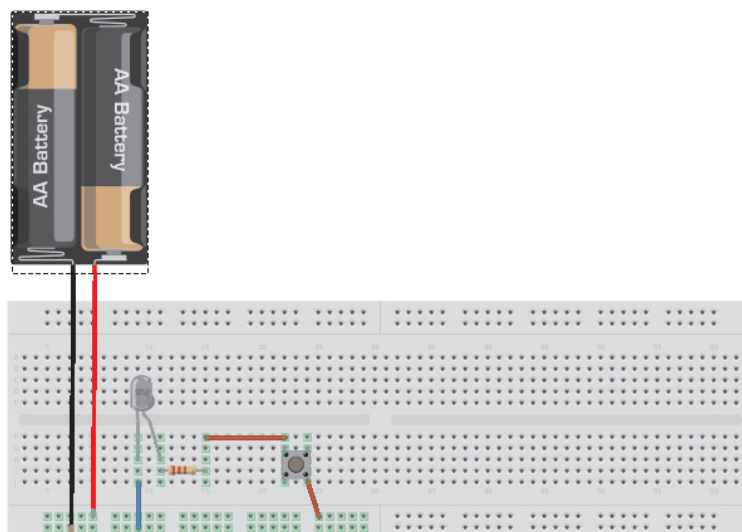


Figura 17: Esquema de alimentação do circuito.

4. Montagem do circuito dentro do tubo de pincel atômico

No capítulo anterior, foi apresentada uma descrição detalhada da montagem do circuito através de um protoboard. No presente capítulo, será mostrado, passo a passo, como deve ser feita a transposição do circuito montado no protoboard para o tubo de pincel atômico.

Passo I:

Selecione um tubo de pincel atômico como o mostrado nas Figuras 18 e 19. Retire a ponta que é utilizada para escrever, utilizando um alicate ou uma ferramenta similar, e, em seguida, retire a espuma impregnada de tinta do interior do tubo. Procure deixar o tubo de maneira que seja possível acessar todo o seu interior, conforme mostrado na Figura 20 abaixo.



Figura 18: Tubo de pincel atômico original sem carga útil.



Figura 19: Vista do tubo de pincel atômico sem carga útil, mostrando a sua ponta, que deve ser retirada.



Figura 20: Nesta figura observamos que todas as partes móveis do tubo de pincel atômico foram removidas.

Passo 2:

A Figura 21 mostra os itens que serão utilizados nos passos 2, 3 e 4. Os itens são os seguintes: tubo de pincel atômico vazio, LED infravermelho, pilha, botão para clique, fios para conexão, alicate, ferro de soldar e estanho.



Figura 21: Relação dos itens utilizados nos passos 2, 3 e 4: tubo de pincel atômico vazio, fios para conexão, pilha, alicate, botão para clique, ferro de soldar e estanho.

Ligue o ferro de soldar e espere seu aquecimento. Faça um furo no tubo de pincel atômico utilizando o ferro de soldar. Esse furo, mostrado na Figura 22, é o local onde ficará o botão de clique que acenderá o LED. Ajuste a posição do furo de maneira que fique confortável clicar o botão.



Figura 22: Furo onde será colocado o botão para o clique.

Passo 3:

Nesse passo, é mostrado como fazer a preparação do LED infravermelho. Inicialmente, as suas pernas devem ser cortadas para que elas sejam inseridas no furo onde estava a ponta de escrever do tubo de pincel atômico. Na Figura 23 é mostrado o LED com as suas pernas no tamanho original, e, também, o LED com suas pernas já cortadas.

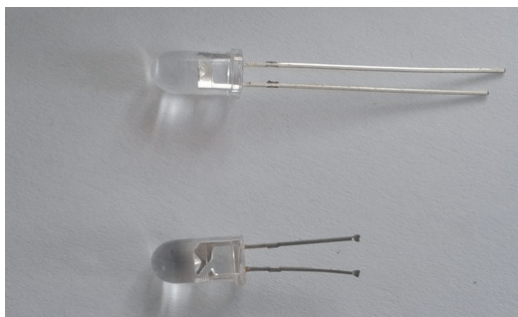


Figura 23: O LED infravermelho, quando adquirido em lojas de eletrônica, tem as pernas compridas. Essas pernas devem ser cortadas para que sejam inseridas no furo do tubo de pincel atômico.

Passo 4:

Nesse passo, será feito o processo de solda dos fios de contato com o LED infravermelho, conforme está mostrado nas Figuras 24 e 25.

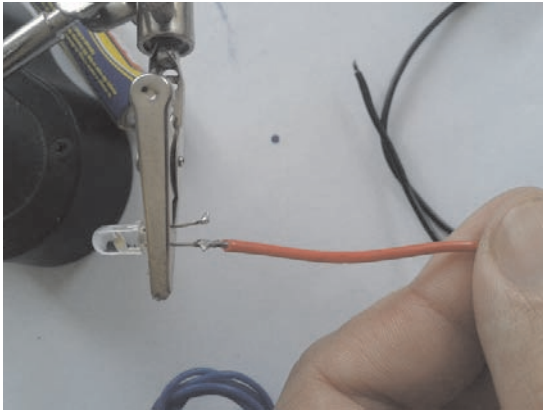


Figura 24: Processo de soldar o primeiro fio de contato ao LED infravermelho.

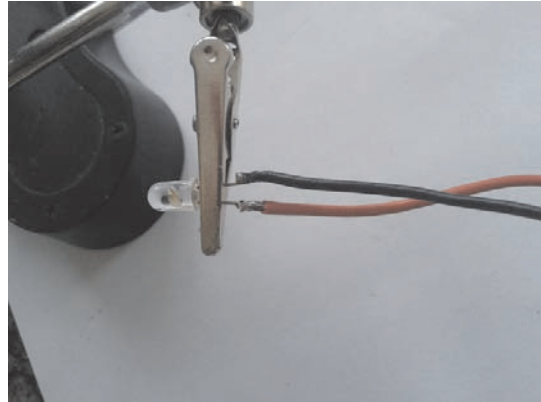


Figura 25: No final do processo de soldagem, os dois fios estão soldados ao LED infravermelho.

Passo 5:

No passo atual, será efetuado a soldagem do botão para o clique. Para isso, posicione o LED já soldado na ponta do pincel atômico, como é mostrado na Figura 26. Em seguida, corte as pernas do botão de clique, deixando-as do tamanho mostrado na Figura 27. Devem-se soldar as duas extremidades das pernas do botão de clique com os fios vermelhos já inseridos dentro do pincel atômico, conforme mostrado na Figuras 28. A Figura 29 mostra a caneta com o LED e o botão devidamente fixados.



Figura 26: Preparação para soldagem do botão para clique.

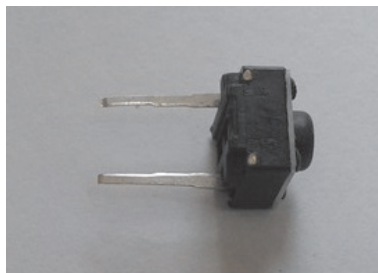


Figura 27: Pernas do botão de clique já cortadas.



Figura 28: Soldagem das pernas do botão de clique nos fios que já estão inseridos dentro do pincel atômico.



Figura 29: Caneta com o botão de clique e o LED devidamente soldados.

5. Instalação do driver para conexão do Wii com o notebook e o aplicativo Open Sankore

Agora, para que possamos utilizar o controle do Nintendo Wii com o notebook, precisamos fazer os downloads dos programas que farão a conexão do controle do Nintendo Wii com o notebook e do aplicativo Open Sankore que será utilizado como quadro branco.

Os links para os programas para conexão e para o aplicativo encontram-se no site <http://tanamao.org/tela-interativa/>. Faça os downloads dos programas e do aplicativo, através dos links informados, e siga os passos abaixo para as instalações. Os passos indicados abaixo foram testados em computadores com os seguintes sistemas operacionais: Windows XP e Windows 7. Também foi testada a instalação do driver WiimoteWhiteboardv, nos sistemas Windows 8 e Windows 8.1, porém sem sucesso.

Passo I:

No site <http://tanamao.org/tela-interativa/> selecione o link WiimoteWhiteboardv, mostrado na Figura 26, para realizar o download de um arquivo compactado com o nome WiimoteWhiteboardv02.zip. Preste atenção em qual pasta será colocada este arquivo compactado. De preferência, coloque-o em uma pasta de fácil acesso.



Figura 30: Página em que está o link WiimoteWhiteboardv através do qual pode ser feito o download do driver e do programa para quadro branco.

Passo 2:

O arquivo WiimoteWhiteboardv02.zip está compactado. Então, primeiramente, ele tem que ser descompactado de acordo com o seguinte procedimento. Clique com o botão direito do mouse sobre o arquivo e selecione a opção extrair tudo, a qual está destacada na Figura 27. Após esse clique, será automaticamente criada uma pasta com o nome WiimoteWhiteboardv. Nessa nova pasta encontram-se os arquivos já descompactados.

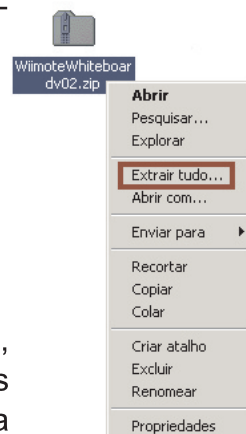


Figura 31: A opção Extrair tudo, após ser clicada, criará uma pasta com o nome WiimoteWhitheboard, contendo os arquivos descompactados.

Clique duas vezes, com o botão esquerdo do mouse, na pasta WiimoteWhitheboard, que contém os arquivos descompactados. Um dos arquivos descompactados será a pasta bin, mostrada na Figura 28. Clique duas vezes, com o botão esquerdo do mouse, nessa pasta.



Figura 32: Arquivos que compõem a pasta WiimoteWhitheboard descompactada.

Passo 4:

Após abrir a pasta bin, estarão disponíveis duas novas pastas: CVS e windowsexp, indicadas na Figura 29. Clique duas vezes, com o botão esquerdo, sobre a pasta windowsexp.



Figura 33: Pastas que compõem a pasta bin.

Passo 5:

Na pasta windowsxp, encontram-se três arquivos - READ ME FIRST.txt, WiimoteLib.dll e WiimoteWhiteboard.exe - e a pasta CVS. Serão utilizados apenas dois arquivos: WiimoteLib.dll e WiimoteWhiteboard.exe.



Figura 34: Arquivos da pasta windowsxp.

Passo 6:

Clique uma vez, com o botão direito, sobre o arquivo WiimoteLib.dll. Aparecerá o menu indicado na Figura 31. Selecione a opção Copiar desse menu. Em seguida, o menu desaparecerá da tela do computador. Abra o aplicativo Meu Computador, cuja tela esta mostrada na Figura 32. Na parte superior dessa tela, há um ícone Pastas indicado por uma seta branca. Clique, uma vez, nesse ícone com o botão esquerdo do mouse. Aparecerão na tela do computador as opções de navegação de pastas do Windows, indicadas na Figura 33. Clique uma vez, com o botão esquerdo do mouse, na opção de navegação Meu computador. Aparecerá na tela do computador a opção de navegação Disco Local (C:), indicada na Figura 34. Clique uma vez, com o botão esquerdo do mouse, na opção Disco Local (C:). Aparecerão na tela do computador as opções de navegação indicadas na Figura 35. Clique uma vez, com o botão esquerdo do mouse, na opção WINDOWS.

Se for a primeira vez que a opção WINDOWS estiver sendo acessada, aparecerá na tela o seguinte aviso: Estes arquivos estão ocultos. Esta pasta contém arquivos que mantêm o sistema funcionando corretamente. Não modifique seu conteúdo. Mostrar o conteúdo desta pasta. Clique na parte do aviso em que esta escrito "Mostrar o conteúdo desta pasta". Após feito isso, serão mostrados todos os arquivos e pastas disponíveis na pasta WINDOWS. Clique uma vez, com o botão esquerdo do mouse, na pasta system32. Aparecerão na tela do computador todos os arquivos e pastas que estão contidos na pasta system32. Com o botão direito do mouse, clique uma vez, no lado direito da tela numa região em que não haja nenhum ícone. Selecione a opção colar e clique uma vez nessa opção com o botão esquerdo do mouse.

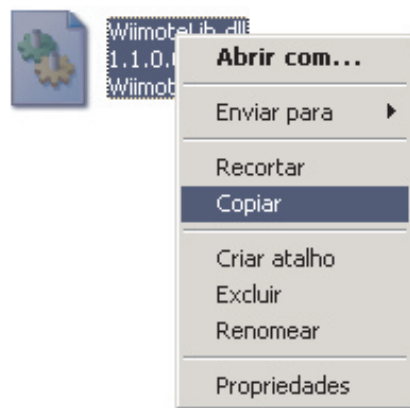


Figura 35: Menu obtido após o clique sobre o arquivo WiimoteLib.dll.

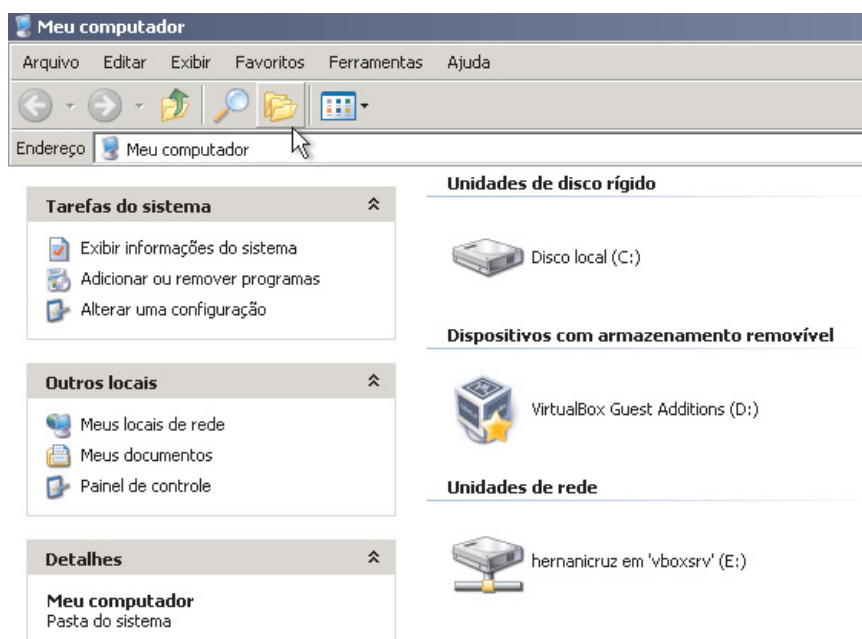


Figura 36: Tela do aplicativo Meu computador.

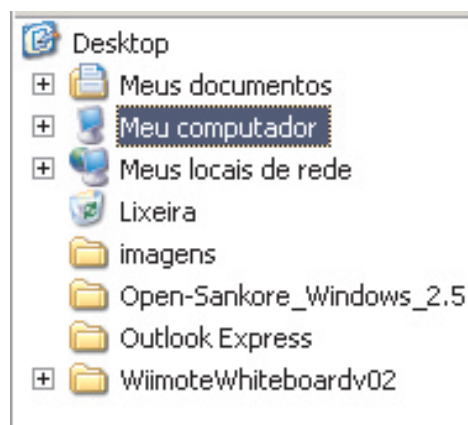


Figura 37: Tela do aplicativo Meu computador, obtida após ser clicado o ícone Pastas.

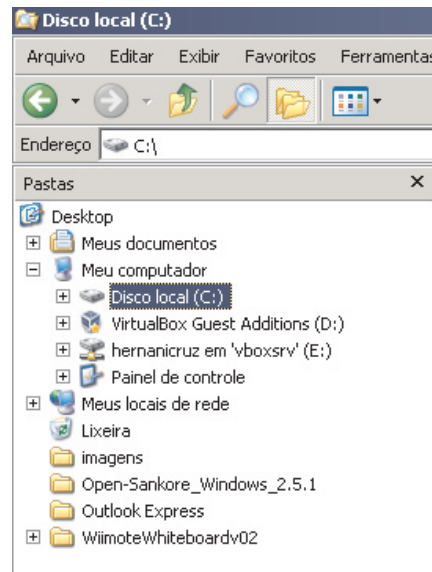


Figura 38: Tela de navegação com a opção Disco Local (C:)

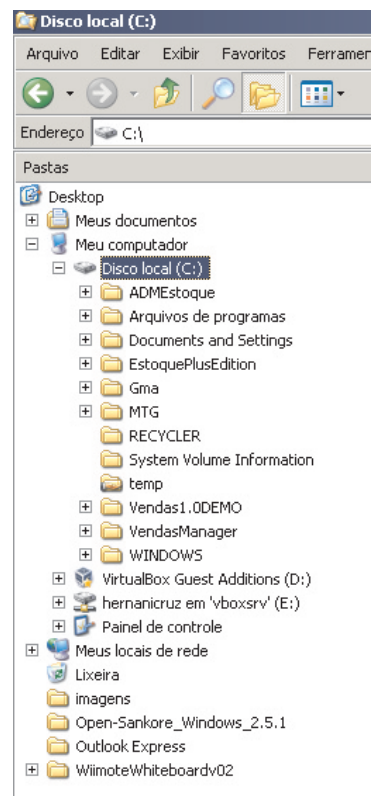


Figura 39: Tela contendo a opção de navegação WINDOWS.

Estes arquivos estão ocultos.

Esta pasta contém arquivos que mantêm o sistema funcionando corretamente. Não modifique seu conteúdo.

[Mostrar o conteúdo desta pasta](#)

Figura 40: Mensagem exibida para proteção quando nunca houve acesso na pasta WINDOWS.

Passo 7:

Nesse passo, feche todos os aplicativos abertos e reinicie seu computador. Após a reinicialização, abra a pasta na qual foram baixados os arquivos do site www.tanamao/tela-interativa/, e clique duas vezes, com o botão direito do mouse sobre o arquivo `WiimoteWhiteboard.exe` para efetuar o procedimento de calibração da tela.

Passo 8:

Nesse passo, será instalado o aplicativo Open-sankore. Esse arquivo encontra-se compactado. Clique uma vez, com o botão direito do mouse, sobre o arquivo e escolha a opção **Extrair tudo**, conforme mostrado na

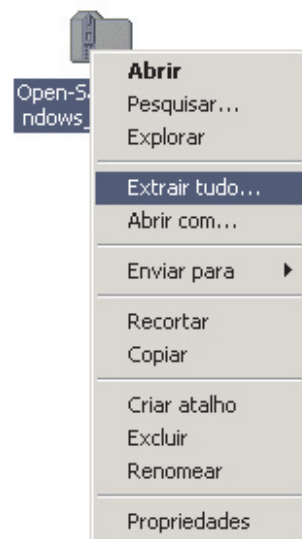


Figura 41: Com o botão direito do seleccione a opção Extrair Tudo.

Acesse a pasta criada automaticamente com o mesmo nome do arquivo descompactado.

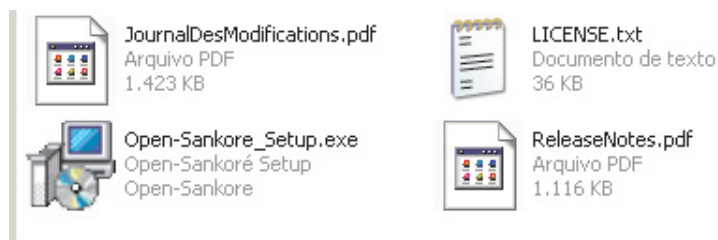


Figura 42: Lista de arquivos descompactado do arquivo Open-sankore

Clique duas vezes, com o botão esquerdo do mouse no arquivo `Open-sankore_Setup.exe` para a instalação do aplicativo. Durante a instalação clique com o botão esquerdo do mouse em **Avançar** para cada mensagem que aparecer.

Links

Tabela periódica completa:

<http://www.tabelaperiodicacompleta.com/>

Tutorial de procedimentos para soldar:

https://www.youtube.com/watch?v=dXUq_V_H8xI

Estanho:

<http://www.tabelaperiodicacompleta.com/elemento-quimico/estanho>

A Física da Tela interativa

A natureza da Luz

Se a Luz que vem do Sol é branca, porque o Sol não nos parece branco, mas sim amarelado, e até avermelhado?

De acordo com SAMPAIO(2005), na época dos filósofos gregos antigos, questões sobre a Luz os intrigavam, como, por exemplo, qual a sua natureza e sua velocidade.

Vamos tentar explicar primeiramente a velocidade. Acreditava-se que a velocidade da Luz deveria ser muito grande. Um exemplo que os levava a pensar nisso é o raio. Algum tempo depois ao se ver a Luz emitida pelo raio é que escutamos o trovão. Portanto, a velocidade da Luz deve ser maior do que a do som.

Você sabia que Galilei em 1635, tentou medir essa velocidade?

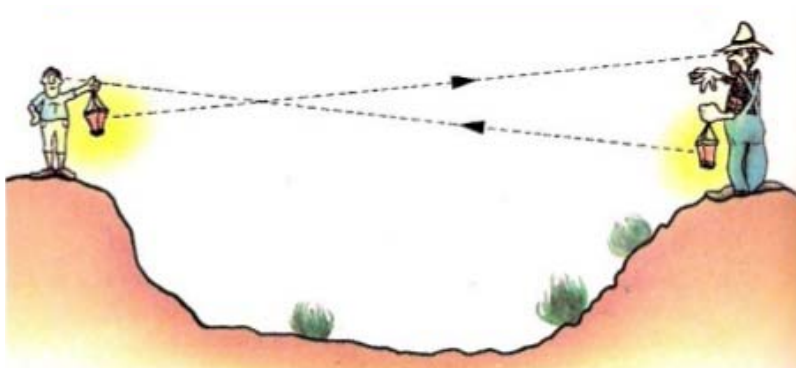


Figura 1: Medindo a velocidade da Luz.

<http://image.slidesharecdn.com/introduopticageomtrica-110303131252-phpapp02/95/introduo-ptica-geomtrica-12-728.jpg?cb=1299158036> adaptada

Galileu e um auxiliar subiram em morros, cujas distâncias um do outro eram de 1km, cada um de posse de uma lanterna, como na Figura 1 acima. Galileu havia combinado que num certo instante ele destamparia sua lanterna e assim que seu auxiliar visse a Luz destamparia a sua também. Deste modo, Galileu mediria o tempo total Δt entre o instante que ele destampou sua lanterna e de seu auxiliar. A distância total percorrida pela Luz nesta experiência seria de 2 km.

Desse modo, a velocidade da Luz seria dada por:

$$v = \frac{d}{\Delta t} \rightarrow v = \frac{2 \text{ km}}{?} \quad (1).$$

Como calcular o intervalo de tempo Δt da equação (1) acima? Esse intervalo pode ser calculado, por exemplo, através do algoritmo em Basic 256 da Figura 2 abaixo.

```
#Código em Basic 256

# velocidade da luz em m/s
c = 3 * 10^8

#distância em metros
d = 2000

t = d/c

#tempo em segundos
print t
```

Figura 2: Algoritmo em Basic 256 para o cálculo do intervalo de tempo Δt .

Como é possível verificar através do Basic 256, o tempo que a luz demora para percorrer 2km é muito pequeno (aproximadamente, $6,7 \times 10^{-6}$ s). O tempo de reação de uma pessoa em condições normais é muito maior do que esse tempo. Obviamente, Galileu não obteve êxito em sua experiência, pois não tinha um relógio que lhe permitisse medir um tempo tão pequeno de maneira precisa.

Como já mencionamos anteriormente, foram os filósofos gregos antigos que se preocuparam inicialmente com a natureza da Luz. Durante mais de 2000 anos, não houve progresso significativo sobre esse assunto. No século XVII é que essa questão foi retomada através de duas teorias e dividiram os cientistas dos séculos seguintes: a teoria corpuscular da Luz, defendida por Isaac Newton, e a teoria ondulatória da Luz, proposta por Christiaan Huygens. A polêmica entre essas duas teorias científicas teve como resultado o sucesso temporário da teoria corpuscular no século XVIII, devido à autoridade científica de Newton, e da ondulatória durante o século XIX até a década de 1870.

Segundo Newton, a Luz é formada por *corpúsculos materiais*. Esses corpúsculos se comportam como pequenas esferas que colidem elasticamente com as superfícies sobre as quais a Luz incide. Também, segundo essa teoria corpuscular, a velocidade da luz seria mais rápida em meios mais densos. Esta afirmação, não seria possível de ser verificada na época. A Figura 3 abaixo apresenta o arranjo que Isaac Newton utilizou para verificar a dispersão da luz branca através de um prisma. Conforme ROSA(2012), desde a divulgação da teoria em 1672 e 1675, a teoria de Newton foi muito criticada, principalmente por Huygens e Hooke.



Figura 3: Ilustração da experiência realizada por Isaac Newton, fazendo a luz branca que entra na sala através de um pequeno orifício passar por um prisma. Disponível em: <http://www.escuelapedia.com/el-arco-iris/>.

Para Christiaan Huygens, físico e matemático, a luz era uma onda e, o que explicava de maneira satisfatória refração, a reflexão e a propagação linear da Luz. Ele apresentou sua teoria em seu *Traité de la Lumière*, de 1690. Ele sustentava que o movimento ondulatório do éter é que transportava a luz. A luz se propaga por ondas esféricas de choques, de acordo com o meio (quanto mais denso, mais lentamente seria a velocidade da luz). Os raios de propagação seriam longitudinais, e não perpendiculares ou transversais, como afirmado por Hooke e confirmado por Fresnel. A Figura 4, é um retrato de Christiaan Huygens.



Figura 4: Retrato de Christiaan Huygens, disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Christiaan_Huygens.jpg

Em meados do século XIX, segundo ROCHA(2011), as pesquisas mais importantes sobre a luz estavam sendo realizadas na Alemanha. É nesta época que surge o trabalho de J. C. Maxwell. Físico-matemático, fez grandes contribuições para o Eletromagnetismo, Termodinâmica e Mecânica Estatística. Ele escreveu o tratado sobre Eletricidade e Magnetismo, onde fez uma formulação matemática unificada das leis de Coulomb, Oersted, Ampère e Savart, Faraday e Lenz, e expressou essas leis na forma do que hoje conhecemos como as *equações de Maxwell*. De maneira resumida, as quatro leis são as seguintes:

1) Lei de Gauss para a eletricidade

Foi proposta originalmente pelo matemático alemão Friedrich Gauss (1777-1855), e é o equivalente à lei de Coulomb. Relaciona os campos elétricos e suas fontes.

2) Lei de Gauss para o magnetismo

Esta lei evidencia que não existem monopolos magnéticos (não existem separadamente polo norte e polo sul isolados).

3) Lei de Ampère

A lei de Ampère estabelece a relação entre o campo magnético e a corrente elétrica que o origina.

4) Lei de Faraday

Descreve as características do campo elétrico originado por um fluxo magnético variável.

A partir das equações 1), 2) e 4) e da equação 3) modificada (incluiu-se nesta equação um termo extra, indicando que um fluxo elétrico variável gera um campo magnético), Maxwell escreveu o conjunto de equações integrais (que também podem ser colocadas na forma de equações diferenciais) que ficaram conhecidas como **Equações de Maxwell**, e, utilizando-as, obteve a equação de uma onda eletromagnética. Essa onda, como indicado na figura 5, é formada por dois campos, um magnético e um elétrico, que variam no tempo e vibram ao longo de direções perpendiculares entre si, com a mesma frequência. A velocidade de propagação dessa onda é perpendicular às direções de vibração dos campos que a formam, portanto, essa é uma onda transversal. Maxwell também mostrou que a velocidade de propagação da onda eletromagnética no vácuo, aproximadamente $3,0 \cdot 10^8$ m/s, é igual à velocidade da luz neste meio, e propôs que a luz é uma onda eletromagnética. Desse modo, na década de 1870, através da teoria eletromagnética, ele consegue explicar, usando o conceito de campo e as equações de Maxwell, os fenômenos elétricos, magnéticos e ópticos, conhecidos até esta época, realizando uma grande síntese. Para mais informações, e para conhecer a forma matemática das quatro equações, consulte o link <http://www.ime.unicamp.br/~vaz/maxwell.htm>. Na Figura 6 temos um retrato de Maxwell.

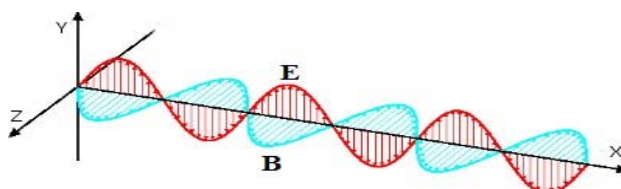


Figura 5: Uma onda eletromagnética formada por um campo elétrico **E** que vibra no plano formado pelos eixos X e Y, e um campo magnético **B** que vibra no plano formado pelos eixos X e Z. Disponível através do link modificado <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/o-que-sao-ondas-eletromagneticas.htm>

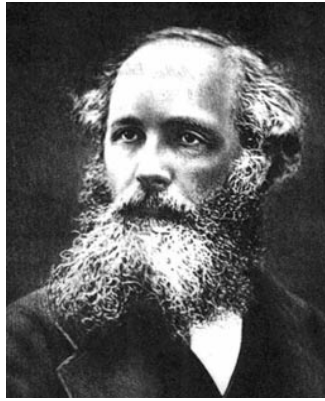


Figura 6: Retrato do físico-matemático Mawell, disponível no endereço http://www.biographyonline.net/wp-content/uploads/2014/05/James_clerk_maxwell4.jpg.

Em 14 de dezembro 1900, segundo ROCHA(2011), o físico alemão Max Karl Ernest Planck escreveu seu nome na história, ao apresentar a solução para o problema da radiação de corpo negro. Ele concluiu que a radiação deveria ser emitida na forma de pequenos pacotes de energia, chamados de *quanta* de energia. Planck era um físico clássico, e foi difícil para ele aceitar que a radiação eletromagnética, que era um evento típico ondulatório, se comportasse daquela maneira. Deste modo, ele concluiu que a radiação eletromagnética, com frequência f , é constituída de um número inteiro de pacotes (quanta), e cada um possui energia igual a $E=h.f$, onde h ficou denominada de constante de Planck, e seu valor é $6,63 \times 10^{-34}$ J.s. Porém, em 1905, um ano chamado de “ano “miraculoso”, um dos mais notáveis físicos do século XX fez grandes contribuições. Seu nome é Albert Einstein, alemão de origem judia. Einstein acreditava na teoria de Planck, e, em 1905, lançou a hipótese que a luz se propagava na forma de quanta de energia em seu trabalho sobre o efeito fotoelétrico. Para ele, a luz se propagava como partículas. Com esta hipótese, Einstein chamou as partículas de *fótons*. As ideias de Einstein começaram a ganhar apoio, após testes realizados pelo físico norte-americano Robert Millikan, em 1916, que reproduziram de maneira satisfatória as previsões de Einstein. Uma contribuição importante foi dada por A. H. Compton, em 1923, pois, com a descoberta do efeito Compton, foi demonstrado o efeito de espalhamento de um feixe de luz. No entanto, através do trabalho de Einstein, verificou-se que o caráter ondulatório da luz não poderia ser descartado, e deste modo, ele reconhecia os trabalhos de Thomas Young e Augustin Fresnel. A teoria de Einstein carregava um caráter dual, ou seja, a luz apresentava comportamentos tanto de onda quanto de partículas. Isso fez com que Einstein em 1924 afirmasse que existiam duas teorias para a luz, ambas indispensáveis, porém sem conexão lógica. A Figura 7 mostra um retrato de Einstein em 1921, por F Schmutzer.

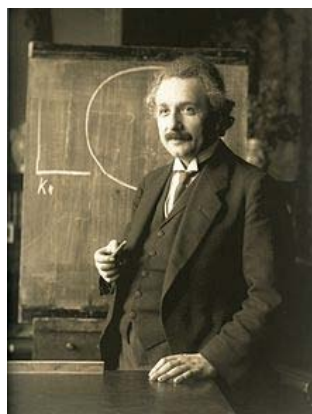


Figura 7: Retrato de Albert Einstein em 1921, disponível em https://en.wikipedia.org/wiki/File:Einstein_1921_by_F_Schmutzer_-_restoration.jpg.

Que fenômeno físico devemos utilizar para posicionar o controle de Nintendo Wii®?

Antes de mais nada, vamos compreender o que é reflexão e refração.

Reflexão é o fenômeno que permite que a Luz, após incidir sobre uma superfície de separação entre dois meios, volte a se propagar no meio de origem. Vamos chamar o raio que está atingindo a superfície separadora como raio incidente, e de raio refletido a Luz que volta a se propagar no mesmo meio.

De acordo com Halliday (2009), considerando a luz emitida por uma fonte luminosa, sua radiação eletromagnética é emitida em todas as direções radialmente em relação ao ponto de emissão. Escolhendo um único raio emitido por esta fonte luminosa, podemos ver que o ângulo do raio incidente é igual ao ângulo do raio refletido. Na Figura 7 abaixo podemos verificar os ângulos incidentes e refletidos.

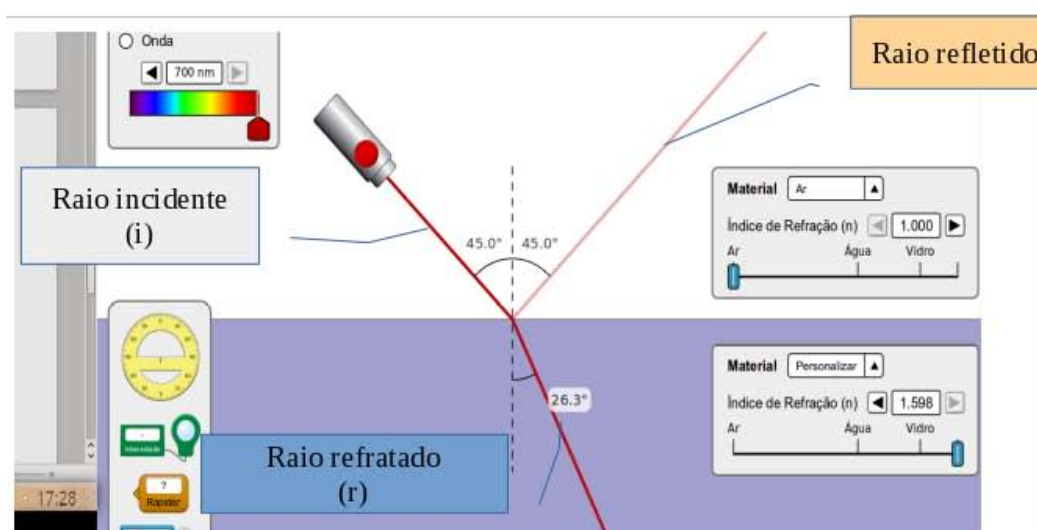


Figura 7: Imagem obtida através do simulador Bending Light disponível no site phet.colorado.edu.

Desse modo,

$$\theta_i = \theta_R \quad ,$$

em que

$\theta_i \rightarrow$ ângulo incidente,

$\theta_R \rightarrow$ ângulo refletido.

O raio incidente é o feixe de Luz que está sendo emitido pelo laser, e o raio refletido é o feixe de Luz que está sendo desviado em relação à normal. Na reflexão, tanto a frequência quanto a velocidade de propagação da onda são conservadas

O conceito de reflexão é importante para o produto desta dissertação, pois, através dele, é escolhido o local apropriado para que o controle de Nintendo Wii® seja posicionado.

Já o fenômeno da refração é quando a Luz passa de um meio para outro. Nesta situação, a frequência é conservada, porém, ocorre uma mudança na velocidade da Luz durante a passagem no meio. Quando a Luz passa de um meio com índice de refração n_1 para um outro meio n_2 , podemos relacionar o comportamento da Luz através da Lei de Snell:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (3).$$

O índice de refração pode ser obtido através da relação:

$$n = \frac{c}{v} \quad (4),$$

em que

$n \rightarrow$ índice de refração;

$v \rightarrow$ velocidade da Luz no meio material;

$c \rightarrow$ velocidade da Luz no vácuo, $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$.

Condução de Eletricidade nos Sólidos

Quais são os mecanismos que permitem a condução de eletricidade?

O que são materiais isolantes, condutores e semicondutores?

O que diferencia um isolante de um semicondutor?

O que é e como funciona um LED?

Propriedades Elétricas dos Sólidos

De acordo com HALLIDAY(2009), vamos abordar apenas sólidos cristalinos, ou seja, sólidos que apresentam uma disposição periódica tridimensional conhecida como **rede cristalina**.

Do ponto de vista elétrico, podemos classificar os sólidos de acordo com três propriedades básicas:

1. A **resistividade** ρ à temperatura ambiente, cuja unidade no SI é o ohm-metro ($\Omega \cdot m$).
2. O **coeficiente de temperatura da resistividade** α , definido através da relação $\alpha = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dT}$, cuja unidade no SI é o inverso do Kelvin (K^{-1}) representado pela variável T.
3. A **concentração de portadores de carga** n , definida como o número de portadores de carga por unidade de volume, cuja unidade no SI é o inverso do metro cúbico (m^{-3}).

Medindo as resistividades de diferentes materiais à temperatura ambiente, podemos verificar que existem alguns materiais, chamados de **isolantes**, que, para todos os efeitos práticos, não conduzem eletricidade. Um exemplo de material isolante é o diamante, que possui uma resistividade de 10^{24} vezes maior que a do cobre.

Com isso, podemos usar as medidas de ρ , α e n para dividir os materiais que não são isolantes em duas categorias principais: **metais** e **semicondutores**. Os semicondutores possuem uma resistividade ρ bem maior que a dos metais. O coeficiente de temperatura de resistividade α dos semicondutores é negativo e maior que o dos metais, enquanto o dos metais é positivo. Em outras palavras, a resistividade de um semicondutor **diminui** quando a temperatura aumenta, enquanto a dos metais **aumenta** quando a temperatura aumenta. A seguir, na Tabela 1, são mostradas algumas propriedades elétricas de dois materiais, cobre e silício. O primeiro é um metal e o segundo um semicondutor.

Tabela 1 – Algumas propriedades Elétricas de dois Materiais

Propriedade	Material		
	Unidade	Cobre	Silício
Tipo de condutor		Metal	Semicondutor
Resistividade, ρ	$\Omega \cdot m$	2×10^{-8}	3×10^3
Coeficiente de temperatura da resistividade, α	K^{-1}	$+4 \times 10^{-3}$	-70×10^{-3}
Concentração de portadores de carga, n	m^{-3}	9×10^{28}	1×10^{16}

Isolantes

Dizemos que um material é isolante quando a corrente elétrica é nula mesmo quando aplicamos uma diferença de potencial às extremidades de um bloco feito do material. Em um isolante a banda de maior energia que contém elétrons está totalmente ocupada e o princípio de

exclusão de Pauli impede que elétrons sejam transferidos para níveis já ocupados. A Figura 8 mostra a diferença as bandas de energia de dois materiais, um é isolante e outro é metal. Podemos observar que no material isolante, entre a última banda ocupada e a primeira banda livre, existe uma região proibida. Já para um metal, existe uma região com níveis que podem ser ocupados na banda de condução.

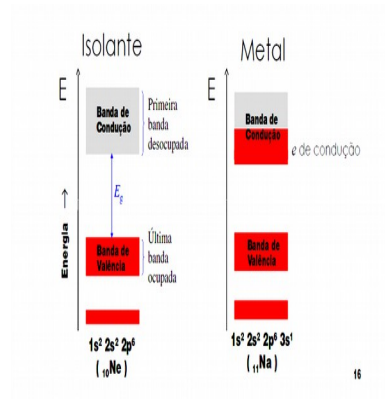


Figura 8: Bandas de energia de um isolante, os níveis ocupados são mostrados em vermelho e os níveis desocupados em cinza claro.

Podemos estimar a probabilidade de que, à temperatura ambiente (300K), um elétron da extremidade superior da última banda ocupada do diamante (um isolante) passe para a extremidade inferior da primeira banda desocupada, separada da primeira por uma energia E_g . Para o diamante, $E_g = 5,5\text{eV}$.

Para realizarmos esta estimativa, vamos utilizar a equação:

$$\frac{N_x}{N_0} = e^{-(E_x - E_0)/kT} \quad (5),$$

em que, N_x é a população de átomos do nível de energia E_x , N_0 é a população do nível E_0 . Os átomos fazem parte de um sistema em equilíbrio térmico à temperatura T (em Kelvins); k é a constante de Boltzmann ($8,2 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$). A ideia fundamental é encontrar a probabilidade aproximada P de que um elétron em um isolante transponha a barreira de energia $E_x - E_0$ igual a E_g . Suponhamos então que a probabilidade P seja aproximadamente igual à razão N_x/N_0 .

Para o diamante, o expoente da Eq. (5) é

$$\frac{-E_g}{kT} = \frac{-(5,5\text{eV})}{(8,62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}) \cdot (300 \text{ K})} \quad (6).$$

Portanto, a probabilidade é

$$P = \frac{N_x}{N_0} = e^{-(E_x - E_0)/kT} = e^{-213} \approx 3 \times 10^{-93} \quad (7).$$

Analisando o resultado acima, podemos ver que 3 elétrons em cada 10^{23} conseguem passar para a banda de cima. Como os maiores diamantes conhecidos têm menos de 10^{23} elétrons, a probabilidade de que este salto ocorra é extremamente pequena. Por isso o diamante é um excelente isolante.

Metais

O que define um metal é que o nível de energia mais alto ocupado pelos elétrons está no meio de uma banda de energia permitida. Quando aplicamos uma diferença de potencial às extremidades de um bloco metálico, produzimos uma corrente no material, já que existem muitos estados com uma energia ligeiramente maior para os quais os elétrons podem ser transferidos por ação da diferença de potencial. Na Figura 9, podemos observar que o último nível ocupado dentro de uma banda de valência fica no meio da banda, e existem níveis superiores que podem ser ocupados.



Figura 9: Bandas de energia de um metal. O nível mais alto ocupado, chamado nível de Fermi, fica perto do meio de uma banda. Como existem níveis vazios disponíveis dentro da banda, os elétrons podem ser transferidos para estes níveis, e então o material conduz corrente elétrica.

Para termos uma ideia de quantos elétrons de condução existem em um cubo de magnésio com um volume de $2,00 \times 10^6 \text{ m}^3$, precisamos das seguintes ideias fundamentais:

1. Como os átomos de magnésio são divalentes, cada átomo de magnésio contribui com dois elétrons de condução.
2. O número de elétrons de condução existentes no cubo é igual ao número de átomos da amostra multiplicado pelo número de elétrons de valência por átomo.
3. Podemos determinar o número de átomos usando a Equação abaixo e os dados conhecidos a

respeito do volume do cubo e das propriedades do magnésio.

$$\frac{N_x}{N_0} = e^{-(E_x - E_0)/kT} \quad (8).$$

Considerando a densidade do magnésio de $1,738 \text{ g/cm}^3$ ($= 1,738 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$) e uma massa molar de $24,312 \text{ g/mol}$ ($= 24,312 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$):

$$\text{Assim, } (\text{número de átomos da amostra}) = \frac{(2,0926 \times 10^{21} \text{ kg/mol})}{24,312 \times 10^{-3}},$$

$$(\text{número de átomos da amostra}) = 8,61 \times 10^{22}.$$

Lembrando que cada átomo de magnésio é divalente, obtemos finalmente

$$(\text{número de átomos da amostra}) = 1,72 \times 10^{23} \frac{\text{elétrons}}{\text{átomo}}.$$

Semicondutores

Comparando as bandas de um semicondutor com as de um isolante, podemos observar que são parecidas. A diferença é que, nos semicondutores, a distância E_g entre o nível mais alto da última banda ocupada e o nível mais baixo da primeira banda desocupada é muito menor que nos isolantes. Por exemplo, o silício tem $E_g = 1,1 \text{ eV}$, e é um semicondutor; enquanto o diamante possui $E_g = 5,5 \text{ eV}$, e é um isolante. A Figura 10 mostra as bandas de energia de um semicondutor. Podemos notar uma certa semelhança com as bandas de um material isolante. Porém a região proibida nos materiais semicondutores é bem menor que nos materiais isolantes.

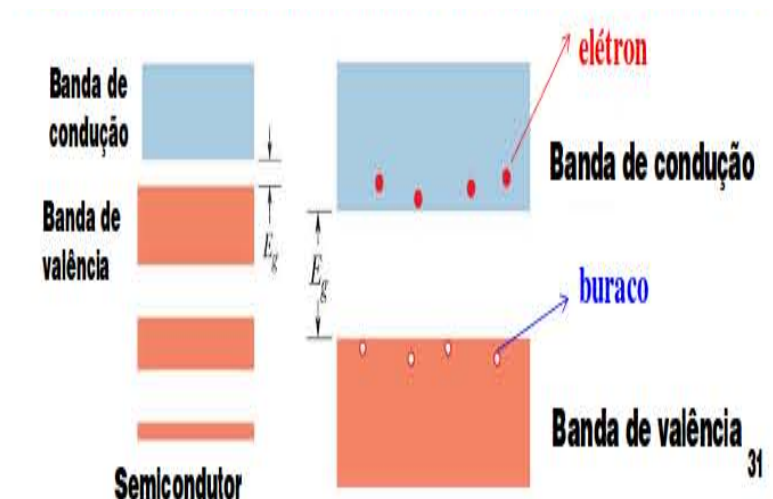
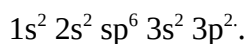


Figura 10: Bandas de energia de um semicondutor. Situação é semelhante à de um isolante, exceto pelo fato de que nos semicondutores o valor de E_g é muito menor, assim, os elétrons, graças à agitação térmica, têm uma probabilidade razoável de passar para uma banda vazia.

Semicondutores dopados

A versatilidade dos semicondutores pode ser grandemente aumentada se introduzirmos um número de átomos (chamados de impurezas) na rede cristalina. Este processo é conhecido como **dopagem**. Tipicamente, em um semicondutor dopado apenas 1 átomo de silício em cada 10^7 é substituído por uma impureza. Quase todos os dispositivos modernos utilizam semicondutores dopados. Os semicondutores podem ser de dois tipos: **tipo n** e **tipo p**.

Os elétrons de um átomo isolado de silício($n=14$) estão distribuídos em subcamadas de acordo com o seguinte esquema:



Cada átomo de silício forma ligações covalentes com seus vizinhos (ligação covalente é a ligação química na qual dois átomos compartilham elétrons). Estes elétrons que participam da ligação covalente são os átomos da camada de valência. Na dopagem tipo n um elétron da rede cristalina é substituído por um átomo de fósforo (valência igual a 5).

Quatro dos elétrons do fósforo formam a ligação covalente entre a vizinhança de silício. O quinto elétron fica fracamente ligado ao núcleo de fósforo. O átomo de fósforo é chamado de átomo doador, já que pode doar elétrons para a banda de condução. Os semicondutores dopados com átomos doadores são chamados de **semicondutores tipo n**; o n vem de negativo, para indicar que os portadores de cargas negativas (elétrons) da banda de condução são mais numerosos que os buracos da banda de valência.

Os **semicondutores tipo p** são materiais no qual um elétron de silício(valência igual a 4) é substituído por um átomo de alumínio (valência 3). Cada átomo de alumínio pode formar 3 ligações covalentes com os átomos vizinhos de silício. Portanto, fica um **buraco**, que, por sua vez, pode ser preenchido por um elétron de outra ligação covalente.

O átomo de alumínio é chamado de átomo **aceitador**, já que pode aceitar elétrons de ligações covalentes, isto é, da banda de valência. Nos **semicondutores tipo p**, o p vem de positivo, para indicar que os portadores de cargas positivas (buracos) da banda de valência são mais numerosos que os elétrons da banda de condução.

A junção p-n

É um cristal semicondutor que foi dopado em uma região com uma impureza doadora e em outra região com uma impureza aceitadora. Este tipo de junção está presente em praticamente todos os dispositivos semicondutores.

O diodo Emissor de Luz (LED)

Hoje em dia, os mostradores digitais estão em toda parte, dos relógios de cabeceira aos fornos de micro-ondas. De maneira geral, a Luz é emitida por uma junção p-n funcionando como um **diodo emissor de Luz** (LED, do inglês Light-Emitting Diode).

Considere primeiro um semicondutor simples. Quando um elétron da extremidade inferior da banda de condução preenche um buraco na extremidade superior da banda de valência (um fenômeno conhecido como **recombinação**), uma energia E_g igual à diferença entre os dois níveis se manifesta na forma de vibração da rede cristalina.

Em alguns semicondutores, porém, como o arsenieto de gálio, a energia pode ser emitida como um fóton de energia hf , cujo comprimento de onda é dado por:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{c}{E_g/h} = \frac{hc}{E_g} \quad (9).$$

Para que um semicondutor emita uma quantidade razoável de luz, é preciso que haja um grande número de recombinações. Isto não acontece em um semicondutor puro, à temperatura ambiente.

Precisamos então de um semicondutor no qual elétrons e buracos estejam presentes em grande número na mesma região. Podemos obter um dispositivo com esta propriedade polarizando diretamente uma junção p-n fortemente dopada.

Os LEDs comerciais projetados para emitir luz visível em geral são feitos de arsenieto de gálio (lado n) e arsenieto fosfato de gálio (lado p). Um arranjo no qual no lado p existem 60 átomos de arsênio e 40 átomos de fósforo para cada 100 átomos de gálio resulta em uma energia E_g de 1,8V, que corresponde à luz vermelha. Variando as porções de arsênio e fósforo e outros elementos, como o alumínio, é possível fabricar LEDs que emitem luz de praticamente qualquer cor.

Os conhecimentos apresentados acima permitiram mostrar aos alunos a diferença entre um simples diodo e um LED, e explicar como a inserção de impurezas (processo de dopagem) aumenta a condutividade nos semicondutores.

Corrente e Resistência

Como podemos medir a corrente máxima de uma bateria ou pilha?

A resistência varia com a temperatura?

Corrente

De acordo com SEARS(2003), define-se a corrente através de uma área como a *carga fluente que flui através da área por unidade de tempo*. Chamamos a carga resultante de ΔQ e o tempo como Δt . Assim, a corrente i será:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (10).$$

Podemos determinar a carga que passa através de uma área num intervalo de tempo que se estende de 0 até t por integração:

$$q = \int dq = \int_0^t i dt \quad (11).$$

Vale lembrar que a corrente elétrica é uma grandeza escalar. A unidade no S.I. de um Coulomb por um segundo é chamada de Ampère.

Em metais, as cargas em movimento são os elétrons (negativos), enquanto num gás ionizado são elétrons e íons positivamente carregados. Em semicondutores, como o germânio ou o silício, a condução se dá tanto nos portadores de cargas negativas (elétrons), quanto nas vacâncias ou buracos (portadores de carga positiva).

A corrente por unidade de área transversal é chamada de *densidade de corrente*, J :

$$J = \frac{i}{A} = \sum n q v \quad (12),$$

em que,

$n \rightarrow$ número de partículas por unidade de volume;

$q \rightarrow$ carga da partícula;

$v \rightarrow$ velocidade de arrastamento.

Resistividade

A densidade de corrente $\mathbf{J}$ em um condutor depende do campo elétrico $\mathbf{E}$ e da natureza do condutor. Assim, definimos **resistividade** ρ de um material como a razão entre a intensidade do campo elétrico e a densidade de corrente:

$$\rho = \frac{E}{J} \quad (13).$$

A resistividade de todos os condutores metálicos cresce com o *aumento* da temperatura.

$$\rho_T = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (14),$$

em que ρ_0 é a resistividade de referência, T_0 (em geral 0° ou 20°). O fator α é chamado de coeficiente de *temperatura da resistividade*. Na figura 11 estão mostrados os gráficos de resistividade versus temperatura, para metal, supercondutor e semicondutor.

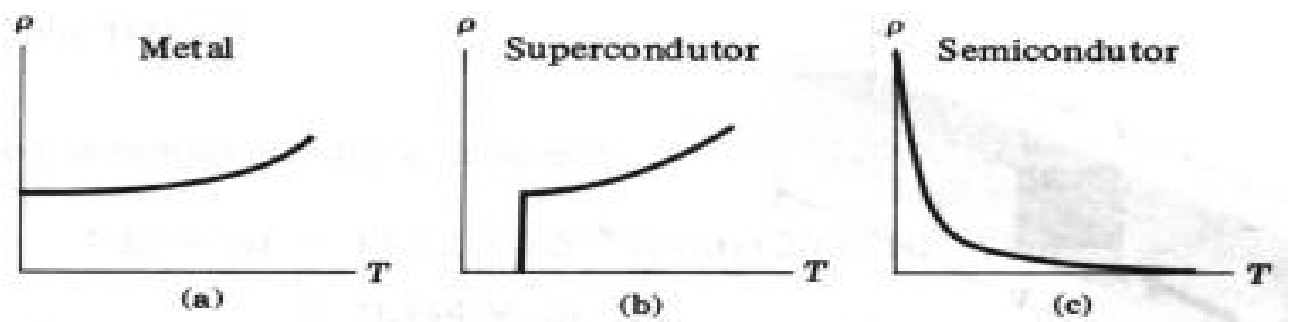


Figura 11: Variação da resistividade com a temperatura para três condutores. a) metal; b)

supercondutor; c) semicondutor. Figura obtida no Livro Física 3 Eletricidade e Magnetismo página 597, adaptada.

Resistência

Em geral, é difícil medir E e J diretamente, de modo que é conveniente escrever esta equação em termos de grandezas que podem ser medidas mais facilmente, como tensão e corrente. Considere um condutor de seção reta A e comprimento L , conforme mostrado na Figura 12. Voltamos na equação da densidade de corrente:

$$J = \frac{i}{A} \quad (15),$$

e isolamos i , assim obtemos:

$$i = J A \quad (16).$$

A diferença de potencial V , entre as suas extremidades é:

$$V = E L \quad (17).$$

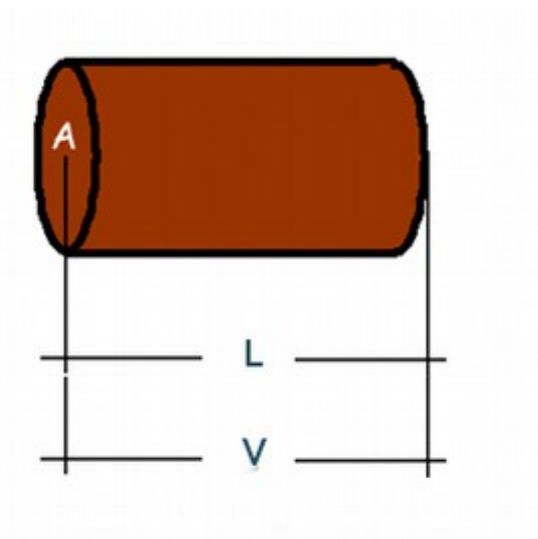


Figura 12: A densidade de corrente é uniforme sobre qualquer seção reta e o campo elétrico é constante ao longo do comprimento. Figura adaptada do site <http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAAesYoAI-31.jpg>.

Resolvendo estas equações para J e E , respectivamente, e substituindo-se na equação da resistividade $E = \rho J$, obtemos:

$$\frac{V}{L} = \frac{\rho L}{A} \quad (18).$$

A grandeza $\frac{\rho L}{A}$, para uma amostra particular é chamada de *resistência* R :

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (19).$$

Assim obtemos a relação entre tensão, corrente e resistência dada por:

$$V = R \cdot i \quad (20).$$

Associações de Resistores

Como é possível relacionar dois resistores de 100Ω e obtermos 50Ω ?

Na maioria das vezes quando construímos um circuito, há a necessidade de controlar o valor de tensão que cada componente ou sensor necessita para seu funcionamento sem causar danos a ele. Outra barreira que muitas vezes aparece é a limitação de valores de resistências tabelados comercializados. Para resolver esta limitação, podemos conectar os resistores de maneira a obter o valor desejado. Em Física chamamos de associação de resistores. Podemos conectar os resistores em dois tipos de associação: em série e em paralelo. A seguir, serão apresentados as principais características de cada tipo.

Série

Segundo o HALLIDAY, RESNICK, WALKER; Fundamentos da Física, Vol. 3, 8ª Edição, LTC, 2009, dizemos que temos uma associação de resistências em série quando a diferença de potencial aplicada através da combinação é a soma das diferenças de potencial resultantes através de cada uma das resistências. A Figura 13 mostra três resistências ligadas em série a uma bateria ideal.

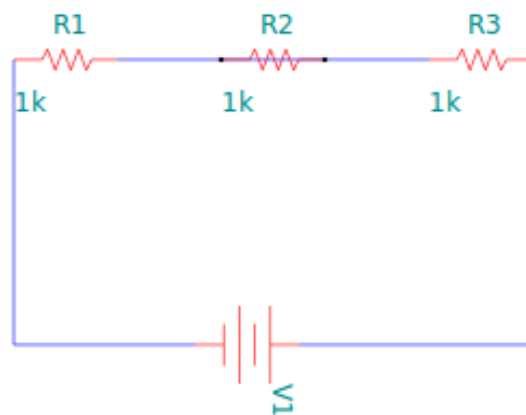


Figura 13: Esquema mostrando três resistores ligados em série.

Equivale a dizer que as correntes através das resistências são iguais. Procuramos uma resistência única, ou resistência equivalente R_{eq} . Corresponde a uma resistência que se remover os três resistores e substituir por R_{eq} obtemos o mesmo efeito no circuito. Na Figura 14 abaixo é mostrado a R_{eq} de um circuito simples.

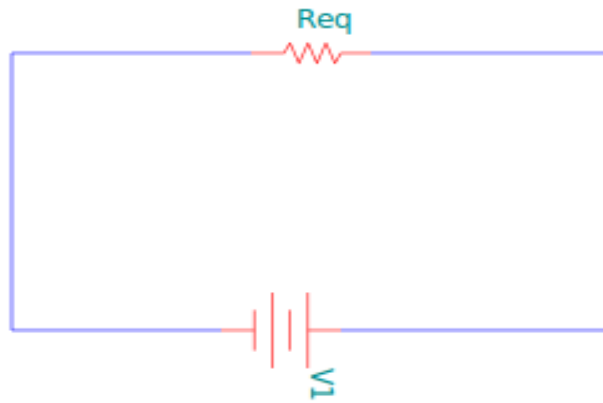


Figura 14: Representação da resistência equivalente da Figura 12.

Para a resistência equivalente da Figura 12 podemos obter o valor da corrente através da equação:

$$i = \frac{V}{R_{eq}} \quad (21).$$

Para o circuito temos que a resistência equivalente é dada por:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (22).$$

Podemos generalizar a equação acima para n resistores como:

$$R_{eq} = \sum_{j=1}^n R_j \quad (23).$$

Paralelo

A Figura 15 mostra três resistores ligados em paralelo a uma bateria de diferença de potencial igual a V.

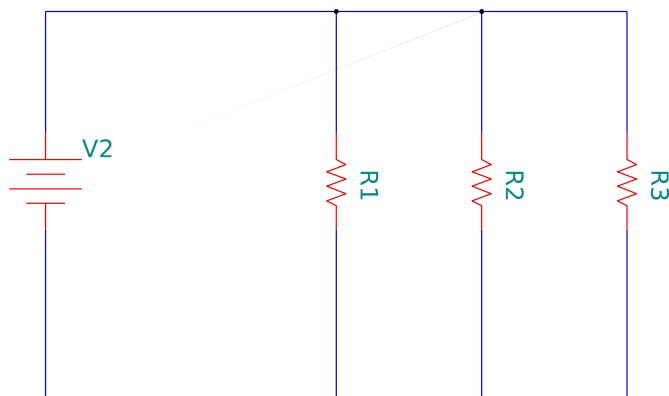


Figura 15: Três resistores associados em paralelo.

Dizemos que uma combinação de resistências está em paralelo quando a diferença de potencial resultante através de cada uma das resistências é igual à diferença de potencial aplicada

através da combinação.

Procuramos uma resistência equivalente. As correntes nos três ramos da Figura 13 são:

$$i_1 = \frac{V}{R_1} \quad , \quad i_2 = \frac{V}{R_2} \quad \text{e} \quad i_3 = \frac{V}{R_3} \quad .$$

Aplicando-se a regra dos nós encontramos:

$$i = i_1 + i_2 + i_3 = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad (24).$$

Substituindo-se a combinação em paralelo pela resistência equivalente R_{eq} temos:

$$i = \frac{V}{R_{eq}} \quad (25).$$

Assim obtemos

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (26).$$

Estendendo o resultado acima para n resistências obtemos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j} \quad (27).$$

Referências

BASIC-256. An easy to use BASIC language. Disponível em: <http://www.basic256.org/index_en>. Acesso em: 21 março. 2016.

HALLIDAY, David. Fundamentos de física, volume 3: óptica e física moderna. David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker: Tradução Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro. LTC, 2009.

HALLIDAY, David. Fundamentos de física, volume 4: óptica e física moderna. David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker: Tradução Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro. LTC, 2009.

Lego Mindstorms Disponível em: <<http://www.lego.com/en-us/mindstorms/downloads>>. Acesso em 18 junho. 2016;

PhET. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>, Acesso em 18 junho. 2016;

CALÇADA, José Luiz; Caio Sérgio. Universo da física 2: hidrostática, termologia, óptica. 2 ed. São Paulo. Atual, 2005.

SEARS, Francis; ZEMANSKY, Mark; YONG, Hugh. Física 3 Eletricidade e Magnetismo. Ed 2. Rio de Janeiro. LTC, 2000.

ROCHA, José Fernando M. (2011). Origens e evolução das ideias da física (Salvador: LTC - Livros Técnicos e Científicos).

ROSA, Carlos Augusto de Proença. História da Ciência: a ciência moderna. 2ª Ed. Vol. II, Tomo I. Brasília: FUNAG, 2012

**Anexo B Caderno
Pedagógico “Iniciação em
robótica e programação
com algumas aplicações
em Física”.**

Iniciação em

Robótica

e programação com algumas
aplicações em

Física

Hernani Batista da Cruz
Mestre

Prof. Dr. Luiz A. B. Bernardes
Orientador

Prof. Silvio Luiz Rutz da Silva
Co-orientador

2016

SOBRE OS AUTORES



Hernani Batista da Cruz

Currículo Lattes <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4268229E5>

MESTRE

Graduado em Tecnologia em Sistemas para Internet pela Faculdade UNIÃO - Faculdade Educacional de Ponta Grossa; Graduação em Bacharelado em Física pela UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa; Licenciatura em Física Através do PROFOP UTFPR, Ponta Grossa. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - SBF/UEPG (Sociedade Brasileira de Física). Formação Técnica em Papel e Celulose e Eletrotécnica ambas pelo SENAI/PR - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Professor do Ensino Médio na disciplina de Física.



Prof Dr Luiz Antnio Bastos Bernardes

Currículo Lattes <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4786951E4>

Orientador

Luiz Antônio Bastos Bernardes graduou-se em Engenharia Mecânica em 1982 pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), e concluiu o Mestrado em Física na mesma instituição, em 1985. Após uma rápida passagem pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), como aluno de doutorado em Física Espacial de 1985 a 1986, trabalhou como Engenheiro na Embraer de 1986 a 1989. Doutorou-se em Física no Instituto de Física da USP, Campus de São Carlos, em 1995. É professor do Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no Paraná, desde 1994, tornando-se professor associado em agosto de 2011. Nesta Universidade, tem realizado atividades de ensino, pesquisa e extensão, procurando suas inter-relações. Suas pesquisas são relacionadas às áreas de Mecânica Estatística, Sistemas Complexos, Teoria de Percolação Aplicada à Física dos Solos, e Metodologias de Ensino de Física através de Atividades de Extensão. Já orientou vários alunos em Trabalhos de Conclusão de Curso, Iniciação Científica, Especialização em Ensino de Física e PDE. Foi coordenador dos Cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física, nos períodos de 1997 a 2001 e 2005 a 2007. Coordena desde 2008 o Projeto de Extensão "Física - da Universidade à Comunidade", o qual já apresentou experimentos de Física em lugares públicos de 30 cidades no Estado do Paraná, atendendo cerca de 150.000 pessoas. Desde 2014 é professor e orientador do MNPEF - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo de Ponta Grossa - PR.



Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva

Currículo Lattes <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4728536Z6>

Co-orientador

Silvio Luiz Rutz Da Silva é graduado em Ciências - Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa em 1987. Concluiu o Mestrado em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos em 1993 e o Doutorado em Ciências dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 2001. Atualmente é Professor no Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa e Assessor da Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Culturais da UEPG. Atua na Área de Materiais, com ênfase em propriedades mecânicas e tribológicas de superfícies modificadas por feixe de íons e ou imersão em plasma. Desenvolve pesquisa sobre Ensino de Ciências e atividades de Extensão que envolvem divulgação científica além de participar da equipe do Projeto Rondon da UEPG. Professor do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física - Pólo UEPG do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

SOBRE O MATERIAL

Caro professor(a)

O caderno pedagógico, Iniciação em programação e robótica com aplicações em Física, tem por objetivo mostrar aos alunos que as ciências podem ser estudadas juntamente. Aprender Física através da informática. Mostrar como utilizar o computador para realizar cálculos de Física utilizando linguagem de programação. Construir um robô para explorar soluções que os alunos fornecem para determinada situação. Fornecer textos de apoio e vídeos para que possam fazer ligação dos conteúdos apresentados com o seu dia a dia. As atividades constantes no caderno pedagógico foram elaboradas pensando em promover sempre a interação entre aluno-aluno e aluno-professor. Atividades que, deveriam ser realizadas buscando a interação no modo mais amplo. Os desafios propostos permitiram aos alunos buscar solução em conjunto, não ficando restritos aos próprios monitores de seus computadores, mas participando expondo suas soluções na tela interativa. O caderno pedagógico foi elaborado como um modelo do que você professor(a) pode desenvolver. Utilize suas notas de aula como referência na elaboração de conteúdos digitais. É sabido que muitas escolas têm dificuldade na quantidade e qualidade dos computadores. Porém, existe uma grande quantidade de programas, simulações e sites que permitem fazer download de recursos que podem ser utilizados em sala, e, que podem fornecer aos nossos alunos uma visão mais ampla de ciência. Podendo fazer links com outras áreas do conhecimento. Fazer com que o ambiente de aprendizagem torna-se mais cativante, e principalmente, significativo. Professor, utilize este caderno como referência na elaboração, ouse, diversifique suas práticas, não tenha medo de tentar.

Ensinando Física através da robótica e programação

É comum nos dias atuais, que nossos alunos estejam conectados a redes sociais, utilizando tanto computadores quanto seus celulares. O computador, além de permitir navegar na internet, e digitar trabalhos escolares, de maneira geral, é subutilizado.

O mesmo se aplica aos celulares. A maioria dos estudantes não tem ideia da quantidade de sensores que seus celulares possuem, tais como o acelerômetro, o gps, o sensor de temperatura, o sensor de umidade e magnetômetro. Carregamos um grande laboratório portátil em nossas mãos. Este caderno pedagógico tem por objetivo, despertar os estudantes para explorar recursos computacionais resolvendo questões de Física. As atividades que foram elaboradas, foram baseadas na teoria sociointeracionista de Vigotsky e na aprendizagem significativa de Ausubel. Desse modo, os tópicos elaborados no caderno pedagógico estão estruturados da seguinte maneira.

O primeiro capítulo trata de algoritmos. Foram utilizados imagens ilustrativas que mostram o que é um algoritmo. Na Física, inúmeras vezes precisamos utilizar uma sequência para testarmos nossas hipóteses. Também foram utilizados atividades que precisam que os alunos aprendam a observar problemas em mais de um ângulo. É o caso da Atividade 1. Na atividade 2 e três, não há resposta errada. Nela pode-se observar como os alunos constroem as etapas necessárias para resolver problemas. As atividades 3 e 4, tem por objetivo explorar a lógica na resolução das situações-problema mostradas. Como pode observar, o primeiro capítulo foi desenvolvido para que o aluno procure um novo ponto de vista dos problemas apresentados.

No capítulo 2, o objetivo elaborado é permitir que o aluno reconheça as sequências lógicas que o computador executa. É o caso da Atividade 4. Nela você pode identificar se os alunos possuem alguma formação deficiente nas operações básicas. Erros comuns que muitos alunos apresentam. Na Atividade 5, com o auxílio do programa Basic 256, é apresentado conceito de variáveis, como número e texto. Durante esta aula, utilizei sistemas de equação para mostrar aos alunos uma relação entre matemática e programação. Na Atividade 7, o programa Basic 256 foi utilizado para realizar cálculo Físico.

O Capítulo 3 foi elaborado para dar sentido ao fato que, em muitas situações, precisamos realizar uma operação matemática que necessita ser repetidas várias vezes. Uma situação que pode acontecer é termos os dados fornecidos em uma determinada unidade, por exemplo pés. Porém, não é uma unidade usual para nós. Assim, montamos um programa que automatiza estas conversões.

O capítulo 4, utilizará os sensores como botão e ultrassom para abordar uma situação hipotética de segurança de um equipamento como uma prensa hidráulica. Neste capítulo, os alunos precisaram utilizar os conceitos dos capítulos anteriores. A Física explorada aqui foi o funcionamento do sensor ultrassônico. Como ele obtém a distância de um objeto.

O capítulo 5, foi elaborado após uma busca na internet por montagem de robôs utilizando recursos simples. Boa parte dos conteúdos, foram elaborados utilizando a tecnologia LEGO, disponível no colégio onde foram testados os produtos. Pensando nisso, o capítulo 5 é uma atividade onde os alunos são convidados a construir um robô, seguindo os passos do vídeo, e os componentes e materiais podem ser obtidos facilmente nas lojas de eletrônica. O robô é uma barata que “desvia de obstáculos”. Porém, conforme poderá observar, na realidade o robô não desvia, mas desliga um dos motores quando uma das antenas é pressionada. A pergunta fundamental aqui, foi pedir para os alunos explicarem o como o robô “escolhe” para qual lado virar. Aqui eles colocaram a mão na massa, soldando componentes.

O caderno pedagógico no formato .pdf foi importado no programa Open Sankoré, e utilizado como nota de aula. Os alunos eram convidados a responder as atividades na tela interativa, e assim, interagindo mais com a tecnologia e com os colegas. O caderno é um modelo do que pode ser construído.

Índice

O que é algoritmo?	1
Estrutura de programação	8
Estruturas de programação	15
Códigos para programar robôs e funcionamento de sensores	22
Atividades com robô que se desvia de obstáculos.....	29
Calculando a velocidade da Luz	33

O que é algoritmo?

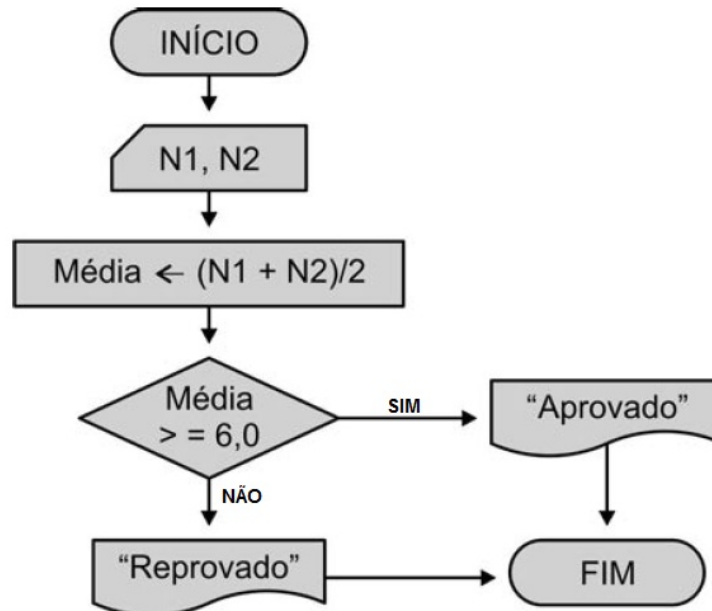


Figura 1: Sequência de caminhos que pode ser utilizada na solução de um determinado problema.

Retirado de [http://4.bp.blogspot.com/-tlIV-](http://4.bp.blogspot.com/-tlIV-axob0w/U2wOtBTsw9I/AAAAAAAAAK0/pqh3ld76UQo/s1600/fluxo310.png)

[axob0w/U2wOtBTsw9I/AAAAAAAAAK0/pqh3ld76UQo/s1600/fluxo310.png](http://4.bp.blogspot.com/-tlIV-axob0w/U2wOtBTsw9I/AAAAAAAAAK0/pqh3ld76UQo/s1600/fluxo310.png)

Por que todos deveriam aprender a programar? Vamos ver o que os principais programadores falam sobre a importância de aprender a programar! Assista o vídeo abaixo, em que vários programadores comentam sobre a importância de aprender a programar. Nesse vídeo, aparece algum programador da rede social que você utiliza? Discuta com seus colegas as opiniões dos programadores sobre a importância de programar.

<https://www.youtube.com/watch?v=mHW1Hsqlp6A>

1 - O que é algoritmo?



Vamos analisar o esquema de problema mostrado na Figura 2.

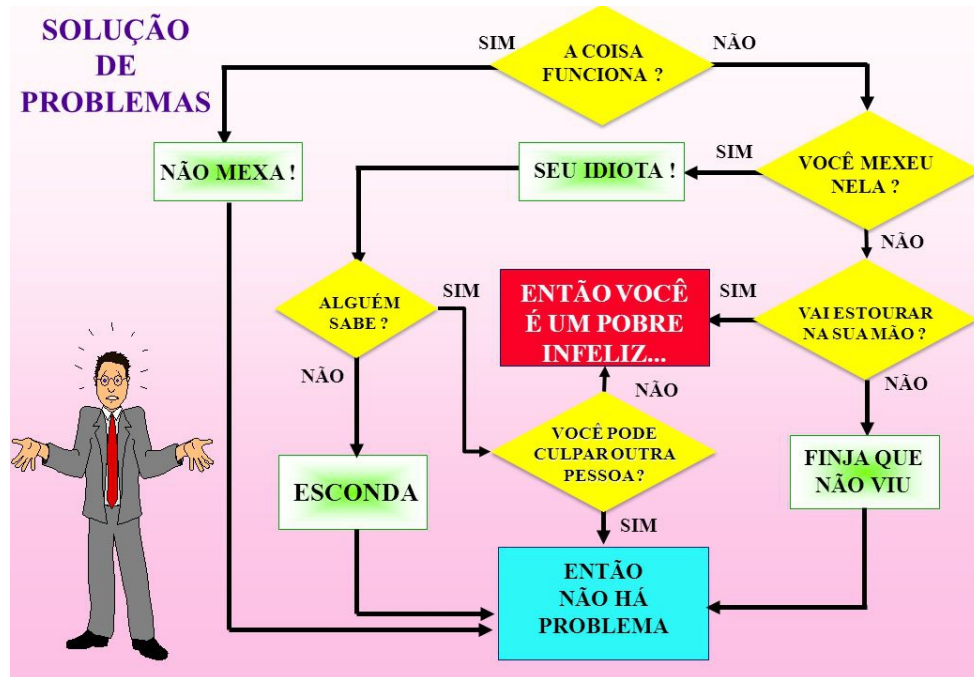


Figura 2: Algoritmo relacionado com escolhas que podem tornar uma pessoa infeliz. Retirado e adaptado de http://images.slideplayer.com.br/8/2452831/slides/slide_6.jpg.

A Figura 2 mostra uma situação/problema. Encontramos na figura exemplos de tomadas de decisão. Verificamos que, quando vamos propor uma solução para um problema, precisamos pensar em cada uma das respostas que podem ocorrer.

Essas respostas devem ser colocadas na forma de um código ou algoritmo, o qual apresenta uma sequência de decisões que podem ser tomadas para resolver o problema. No algoritmo, há uma sequência de ações, cálculos e funções propostos como um “código inteligente”. Desse modo, o algoritmo pode ser considerado como um “código inteligente”, o qual é utilizado para estruturar um programa computacional que pretende resolver um determinado problema.

Como está a sua capacidade de solução de problemas? Quando você é submetido a uma situação-problema, como organiza a solução?



Atividade 1



Qual é o número da vaga ocupada?

Como obteve o resultado?

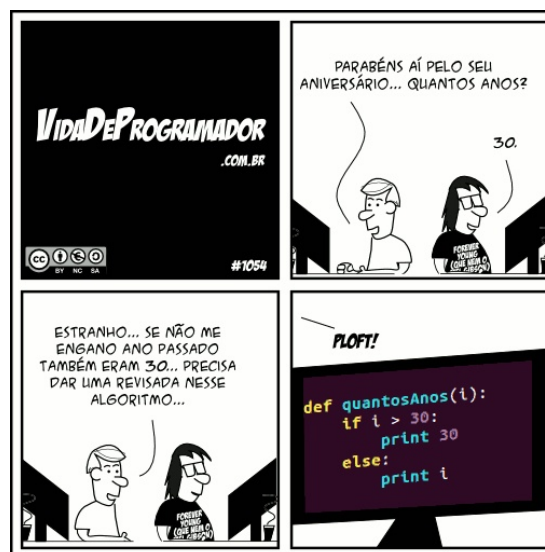


Figura 4: O algoritmo pode ser utilizado para manter sua idade inalterada, apesar da passagem do tempo. Retirado de <http://vidaprogramador.com.br/wp-content/uploads/2013/08/tirinha1054.png>.

Para entender a importância de bons algoritmos, vamos recorrer à estória do pintor que foi contratado para pintar uma faixa contínua em uma estrada. Um certo dia, o chefe do pintor o chama para conversar, e o questiona: A sua produtividade está cada vez menor! No primeiro dia, o sr pintou 150 m, no segundo 75 m, no terceiro 40 m. O pintor respondeu: Não estou trabalhando menos. A lata de tinta é que está cada vez mais longe.

O que você pensa sobre a produtividade desse pintor? Um bom algoritmo que indicasse todas as etapas necessárias para pintar uma faixa contínua em uma estrada poderia melhorar a produtividade desse pintor?



Figura 5: A estória do pintor de faixa contínua ajuda a perceber o seguinte: não adianta apenas funcionar, tem que ser eficiente. E um bom algoritmo poderia tornar o trabalho do pintor mais eficiente. Retirado e adaptado de http://www.itajuba.mg.gov.br/pminews/upload/IMG_4660.jpg



Atividade 2

Como está a sua capacidade de elaborar algoritmos para resolver problemas bem práticos, que surgem na sua vida cotidiana? Resolva os problemas abaixo através de algoritmos.

1) Vivemos numa era bastante tecnológica. Poucas pessoas hoje em dia não têm acesso ao telefone celular. Então, vamos pensar no seguinte, como seria o algoritmo que indicasse as etapas para fazer uma ligação em um telefone público, usado antigamente? Escreva nas linhas abaixo os procedimentos que considera necessários para a ligação, no formato de um algoritmo. Discuta seu algoritmo com seus colegas.



Figura 6: Jovem fazendo ligação em um telefone público, muito usado antes do celular tornar-se extremamente popular.

Retirado e adaptado de <http://pad2.whstatic.com/images/thumb/c/c1/Find-a-Pay-Phone-Step-3-Version-3.jpg/670px-Find-a-Pay-Phone-Step-3-Version-3.jpg>.



2) Como seria seu algoritmo indicando as etapas necessárias para usar a máquina de lavar roupa de 20 peças de roupa, de tamanhos diversos? Discuta seu algoritmo com seus colegas.



Figura 7: Um homem lavando roupa em uma lavanderia. Retirado e adaptado de <http://manualdohomemmoderno.com.br/files/2014/08/como-lavar-as-roupas.jpg>



Atividade 3

Um fazendeiro está levando uma raposa, um pato e um saco de grãos para casa. Para chegar lá, ele precisa atravessar um rio; mas ele pode, apenas, levar um item consigo de cada vez. Se a raposa for deixada sozinha com o pato, ela comerá o pato. Se a galinha for deixada sozinha com os grãos, ela comerá os grãos. Como o fazendeiro poderá atravessar o rio sem que nada seja comido? Apresente a sua solução para esse desafio na forma de um algoritmo e a discuta com seus colegas.



Figura 8: Fazendeiro em dúvida: como atravessar o rio sem que nada seja comido? Retirado e adaptado de https://cdn2.scratch.mit.edu/get_image/project/604649_144x108.png?v=1368005013.0

Atividade 4: Desafio com a tela interativa

Sem usar a tela interativa, resolva o desafio abaixo proposto, relacionado com a Figura 9. As regras são as seguintes:

- Os quadrados devem ser ligados formando pares da mesma cor;
- A linha que une um quadrado ao seu gêmeo não pode passar por dentro de outro quadrado;
- As linhas não podem se cruzar;
- Só pode ser utilizado o espaço branco dentro do retângulo preto.

Nota: não é pegadinha, o sistema proposto tem solução!

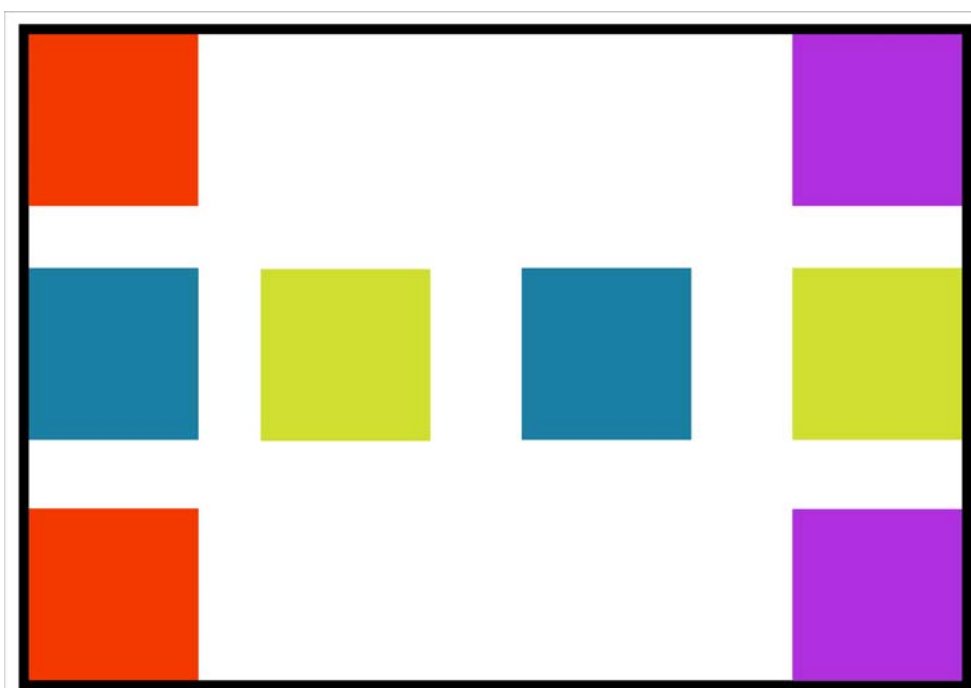


Figura 9: Desafio da conexão dos pares de quadrados de mesma cor. Fonte: o autor.

De que maneira você mais gostou de resolver o desafio? Sem a tela interativa ou com a tela interativa? Justifique a sua resposta. Descreva quais as habilidades que você teve que utilizar para resolver o desafio, sem a tela interativa e com a tela interativa.

Estrutura de programação



Figura 10: Ada Lovelace, reconhecida como a primeira programadora da história, era filha de Lord Byron, destacado poeta britânico do início do século XIX. Retirado de http://a3.files.biography.com/image/upload/c_fit,cs_srgb,dpr_1.0,h_1200,q_80,w_1200/MTE4MDAzNDEwODQwOTQ2MTkw.jpg

Não deixe de assistir o vídeo abaixo sobre “O Mundo de Beakman - Videogames - Episódio 36”. Como esse vídeo apresenta a estrutura de programação? Descreva para seus colegas a parte desse vídeo que mais agradou você.

<https://www.youtube.com/watch?v=i-kg1qCfrql>

2) Estrutura de programação

Recentemente foi retratado no cinema a história de Alan Turing¹. Ele era um matemático, lógico e critptoanalista inglês que trabalhou decifrando o código chamado Enigma, usado pelos alemães na Segunda Guerra Mundial. Um outro cientista que teve contribuições na área de analisar mensagens na Segunda Guerra Mundial foi o matemático norte-americano, ganhador do Prêmio Nobel de Economia em 1994, John Forbes Nash, o qual também teve sua vida retratada no filme “Uma mente brilhante”, de 2001.

Como citamos a palavra enigma, explique a frase abaixo:

Existem 10 tipos de pessoas

Dica!

Primeiramente, tente resolver o enigma proposto na frase acima, sem consultas. Após, discuta com seus colegas as respostas possíveis para a frase acima. Caso não obtenha resultado satisfatório, consulte o endereço: <https://www.oficinadanet.com.br/post/14485-camiseta-revela-por-que-a-microsoft-pulou-o-windows-9>



www.RoxTirinhas.com

Figura 11: Será que é recomendável usar o código binário nas suas mensagens? Retirado de

https://lh3.googleusercontent.com/_xW-aoipFuac/TWLOMCnISel/AAAAAAAAADgk/ML0X_aQWv5A/s600/tira240.jpg



Você sabia que Ada Lovelace é reconhecida internacionalmente como a primeira programadora da história? Faça uma pesquisa na internet e descubra mais sobre a história dessa notável mulher e apresente para a turma o que você descobriu.

Um programa executa instruções pré-definidas para a execução de uma atividade. Imagine a seguinte situação: você cria um site, em que várias pessoas interagirão com suas postagens, compartilharão arquivos, etc. Mas você não quer que seu site ofereça respostas padronizadas, tais como “obrigado senhor”, para todo usuário, homem, mulher, adolescente ou criança. Você também não quer que seu site forneça respostas robotizadas (que não fazem distinções, por exemplo, de gênero ou de idade), isto é, respostas iguais para um homem e uma mulher, uma criança e um adulto.



Você quer que o visitante do site esteja interagindo com o sistema, e que este sistema interaja com o visitante de maneira amigável e personalizada. Por exemplo, uma simples saudação em seu site deverá levar em conta como o visitante gostaria de ser saudado (Bom dia Sr., Bom dia Sra, Olá!, Como vai você?).

Para que um sistema funcione, cada linguagem de programação tem um método que deve ser seguido para a estruturação lógica de seu código ou algoritmo. As atividades a seguir estão relacionadas com estruturação lógica de operações. Inicialmente, vamos verificar como deve ser estruturada a ordem das operações matemáticas em uma conta em que aparecem vários tipos de operações matemáticas.



Atividade 4

Como você faria a conta abaixo? Assinale a resposta correta e descreva como você a obteve. Discuta com seus colegas a sua resposta.

$$7 + 7 \div 7 + 7 \times 7 - 7 = ?$$

(A) 00 (B) 08 (C) 50 (D) 56

Agora, vamos praticar a elaboração da estrutura lógica de um programa, utilizando o Programa Basic-256. A atividade a seguir mostrará a diferença entre números e textos na estrutura de um programa.



Figura 12: E agora, número ou texto? <http://cotidianolinux.com.br/wp-content/uploads/2011/03/201103102.png>



Atividade 5

Abra o aplicativo Basic-256 e digite a data de seu próximo aniversário, por exemplo, 22 de 02 de 2016 (veja a Figura 3). Para fazer isso, você tem que usar o comando **PRINT**:

PRINT 22 de 02 de 1981

Em seguida, pressione o botão Run e observe o texto de saída. O texto de saída é:

Syntax error on line 1 around column 9.

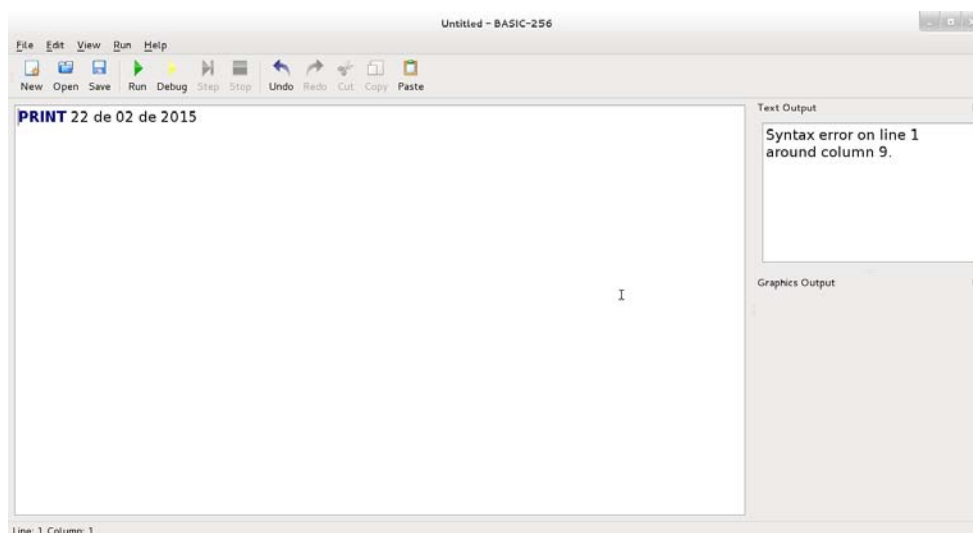


Figura 13: Imagem da tela do programa Basic-256 com o comando **PRINT**.

O texto de saída (Text Output) mostra que houve um erro de sintaxe na linha ao redor da coluna 9 (veja a Figura 14).

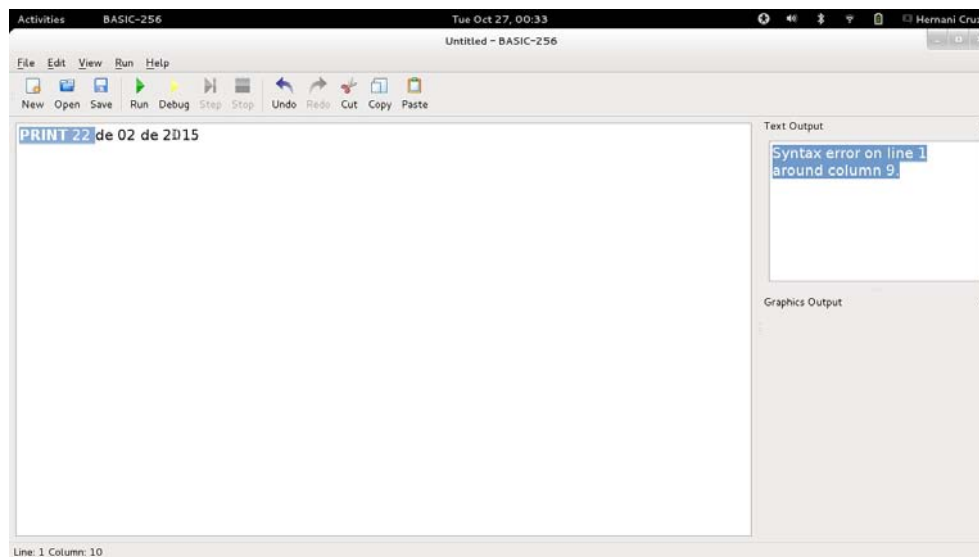


Figura 14: Na área em azul, o programa não identificou erro. O erro foi identificado na coluna 9, logo após a área em azul.

Na área em azul, mostrada na Figura 14, o programa não identificou erro. O erro foi identificado na coluna logo após a área em azul. Como na área em azul há 9 caracteres, pode-se concluir que o erro foi identificado na coluna 9. Se digitarmos apenas PRINT 22 e apertarmos o botão Run, obtemos um texto de saída 22, como indicado na Figura 15.

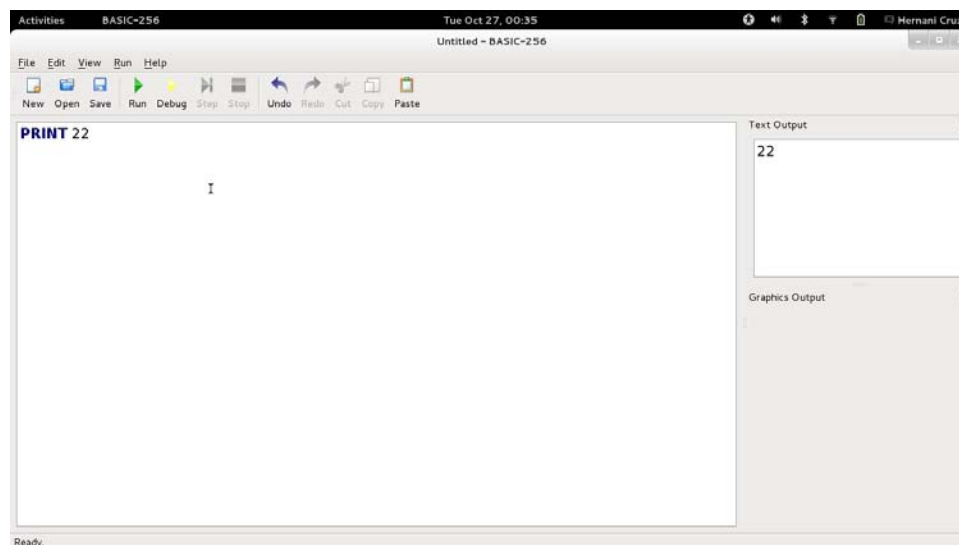


Figura 15: Resultado obtido ao executar o comando PRINT 22.

Pela Figura 15, pode-se concluir que números são exibidos naturalmente depois do comando PRINT. Então, para que possamos exibir adequadamente nossa data de aniversário, devemos inserir mais algum comando para que tenhamos a data de nosso aniversário exibida de maneira correta no texto de saída. Quando queremos exibir um texto, precisamos indicar através do comando " texto ". Desse modo, devemos digitar PRINT "22 de 02 de 2015", como indicado na Figura 16.

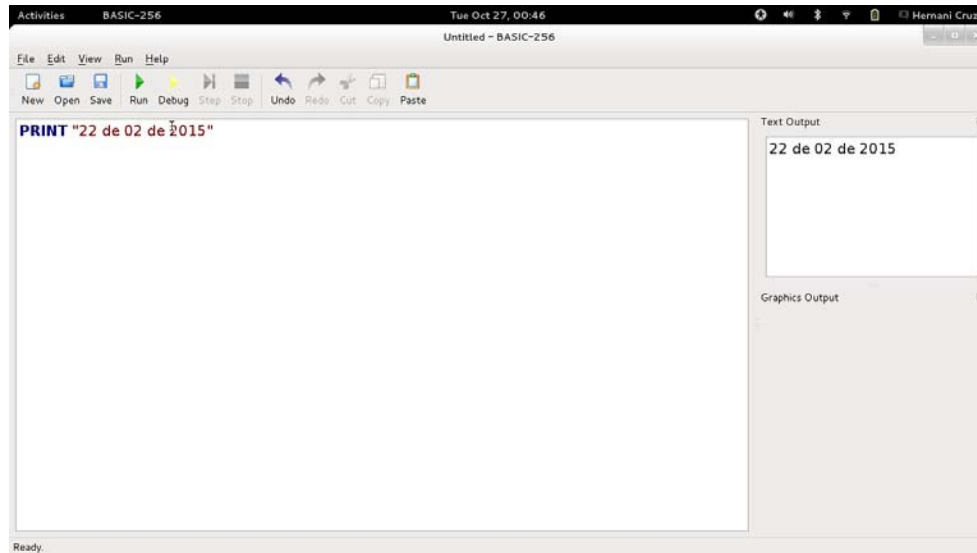


Figura 16: Resultado obtido através do comando PRINT "texto".

Vamos praticar. Encontre os erros nos comandos a seguir!



Atividade 6

Tente executar os comandos abaixo. Explique aos seus colegas as correções necessárias para que cada comando funcione de maneira correta.

PRINT "ai caramba!

PRINT 1 , 2

PRINT 1 ; 2

PRINT "1 2"

PRINT " " ;



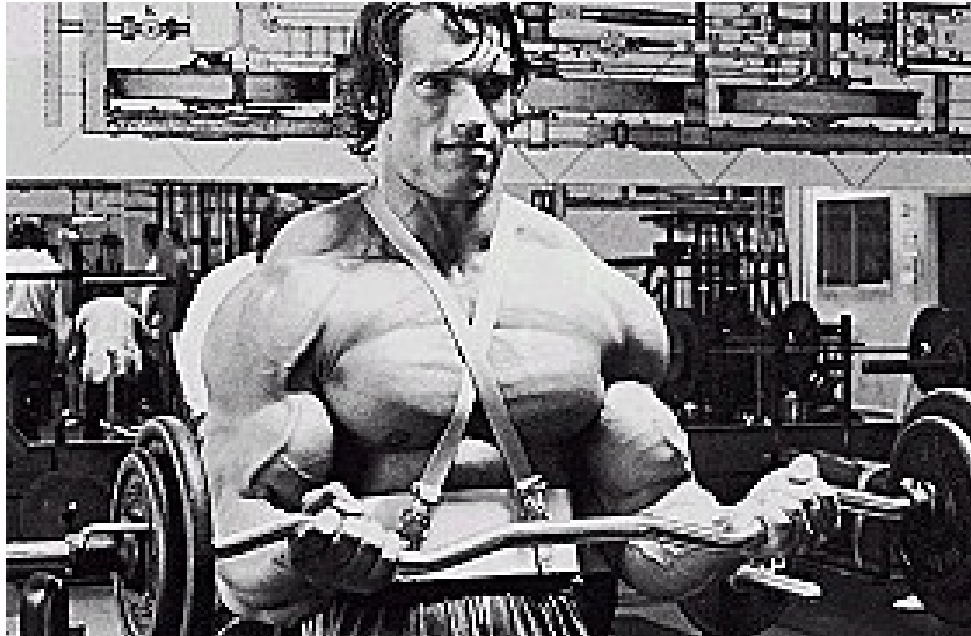
Atividade 7

A distância da Terra até o Sol é de aproximadamente 150 milhões de quilômetros. A luz se propaga em uma velocidade aproximada de 300 mil km/s. Escreva em BASIC uma expressão que imprima na tela quanto tempo demora para a luz do Sol chegar até a superfície da Terra. Discuta com seus colegas como você fez esse cálculo e o colocou na linguagem BASIC-256. O resultado deve aparecer na tela em minutos, como mostrado na Figura 17.



Figura 17: Tempo (em minutos) gasto pela luz do Sol para se deslocar do Sol até a Terra.

Estruturas de repetição



Retirado de <http://www.treinomestre.com.br/wp-content/uploads/2012/07/arnold-schwarzenegger-curls-treino-biceps1.jpg>

Se, quando você leu “estruturas de repetição”, a primeira imagem que lhe veio foi a do fisiculturista acima... Hum, você não está totalmente errado! Descreva para seus colegas a parte desse vídeo abaixo que mais agradou você.

<https://www.youtube.com/watch?v=6BLB0fBqzlg>

3) Estruturas de repetição

Estruturas de repetição em programação são muito importantes. Basicamente, temos uma estrutura que realiza um teste lógico e, enquanto a resposta para este teste for verdadeira, o programa executa o “loop” (laço) indicado no Desenho 1. Quando o resultado for falso, o programa sai da estrutura de repetição, isto é, do “loop”.



Desenho 1: Estrutura de repetição, isto é, “loop” ou laço. Enquanto a resposta para a condição for verdadeira, executa-se o “loop”.

Para se entender como funciona uma estrutura de repetição, vamos realizar o procedimento descrito a seguir.

Com o auxílio do Kit da LEGO MINDSTORMS Educations NXT, indicado na Figura 18, vamos programar uma rotina de acionamento de um motor. Para se realizar essa atividade, serão necessários um motor, fios para conexão, um NXT e um botão de toque (todos esses objetos fazem parte do Kit já citado e estão destacados na Figura 19).

Abra o programa NXT 2.0 Programming. Salve o projeto com o nome motores. A página inicial do projeto motores está mostrada na Figura 20. Para iniciar esse projeto, conecte o motor da Figura 19, com um fio de conexão preto, na porta A do NXT.



Figura 18: Kit completo do Lego Mindstorms NXT.



Figura 19: Sensores e motores conectados ao NXT do kit LEGO.

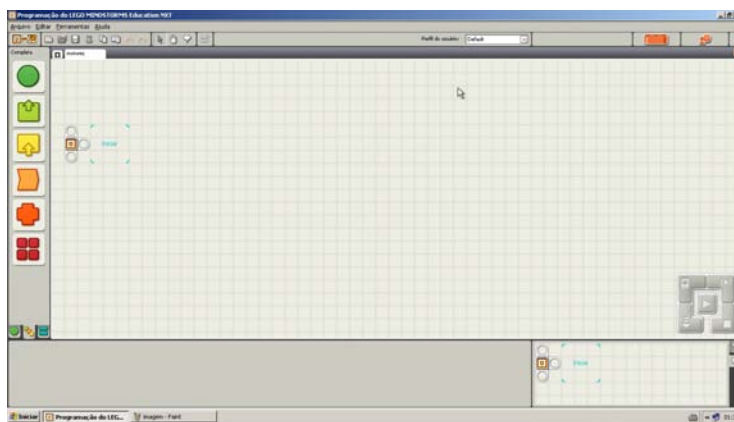


Figura 20: Projeto motores.

A seguir, passe o mouse no círculo verde na coluna do lado esquerdo da Figura 21. Aparecerá uma aba com vários blocos. Clique e segure o botão esquerdo do mouse pressionado em cima do bloco mover (primeiro bloco na aba, indicado por duas engrenagens). A seguir arraste o mouse e desloque o bloco mover até a caixa onde está escrito **Iniciar**. Após o bloco mover ter sido inserido na caixa **Iniciar**, será obtida a tela indicada na Figura 22.

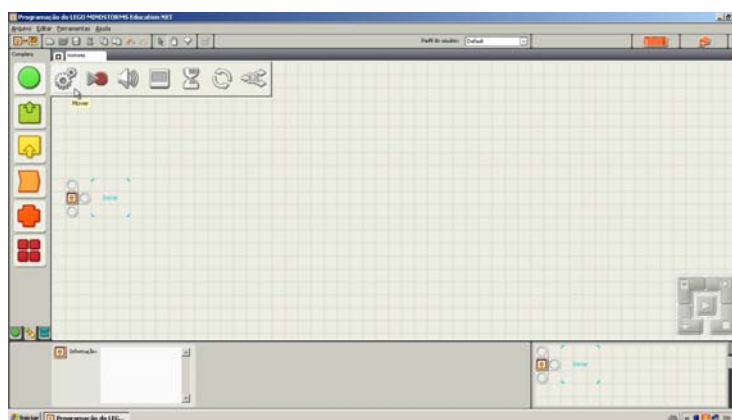


Figura 21: Tela com aba e a caixa **Iniciar**.

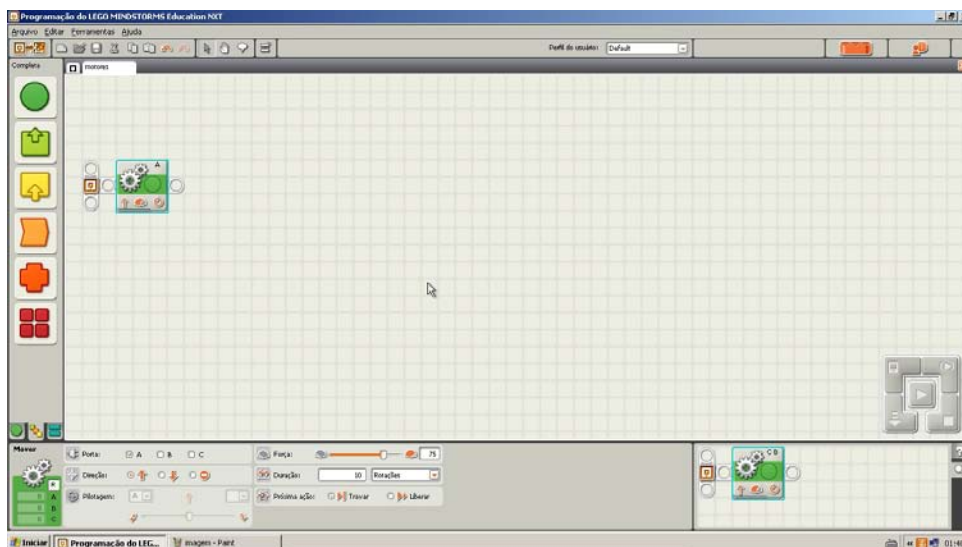


Figura 22: Tela com o **bloco mover** já colocado no lugar da caixa **Iniciar**. Na parte de baixo da tela, estão indicados as propriedades que serão ajustadas para que o **bloco mover** funcione.

Na parte de baixo da Figura 22, onde está escrito porta (com as opções A,B e C), deve-se clicar na opção A e desmarcar as opções B e C. Onde estiver escrito duração, escreva 10 no lugar de 1. A seguir aperte na seta que aparece dentro de um quadrado, no lado direito da tela, para executar o programa motores. O que o ocorrerá com o motor do Kit Lego? Discuta com seus colegas o porquê daquilo que tiver ocorrido com o motor, e descreva as suas conclusões abaixo.

Você deve ter percebido que ao acionar o botão executar, o motor girou apenas 10 vezes e parou, e o programa foi finalizado. O que devemos fazer para que o motor gire ilimitadamente? Discuta com seus colegas qual o procedimento que deve ser realizado para que o motor gire ilimitadamente. Descreva o procedimento correto abaixo.

Você deve ter percebido que, para que o motor gire ilimitadamente, basta clicar na seta da caixa de seleção onde está escrito Rotações (a qual faz parte da propriedade duração), na Figura 22, e selecionar a opção ilimitado, como mostrado na Figura 23. Após ter feito essa opção, execute novamente o programa e descreva abaixo o que ocorre.

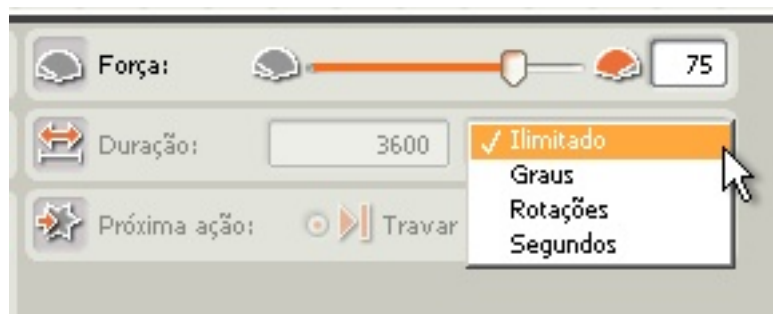


Figura 23: Escolha da opção Ilimitado, na caixa Rotações, que faz parte da propriedade Duração.

Como você deve ter notado, com a opção de duração “ilimitado”, o motor do Kit Lego ficará rodando por um tempo indefinido. No entanto, queremos ter controle sobre o tempo durante o qual o motor ficará rodando. Para que isso seja possível, vamos fazer uso de mais dois blocos: um bloco para o “loop” (isto é, a **estrutura de repetição**) e um bloco para o botão de toque. O primeiro bloco que será inserido é o do “loop”, conforme mostrado na Figura 24.



Figura 24: Símbolo do bloco de Loop.

Para inserir esse bloco, passe o mouse no quarto ícone (de cima para baixo), que aparece na coluna esquerda da tela indicada na Figura 25. Em seguida, clique com o botão esquerdo do mouse em cima do símbolo para “loop”, na aba que se abriu. O símbolo do loop deve ser arrastado até a posição onde se encontra o símbolo de motor e, em seguida, o símbolo de motor deve ser colocado dentro do símbolo de loop. Após essa operação ter sido feita, obteremos a tela indicada na Figura 26.

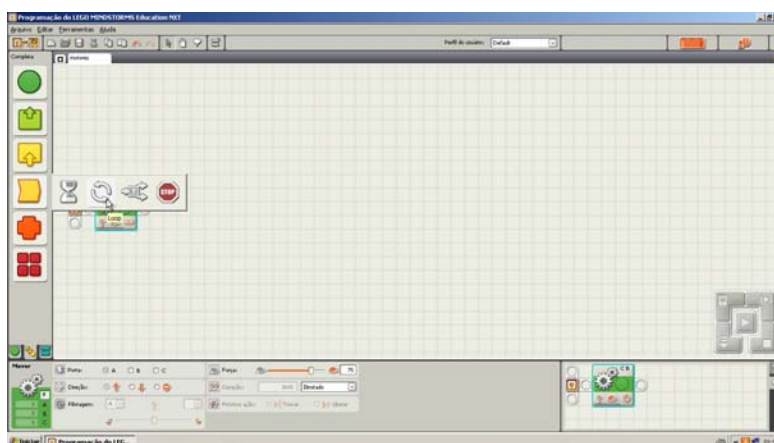


Figura 25: Tela com a aba onde está o símbolo do “loop”.

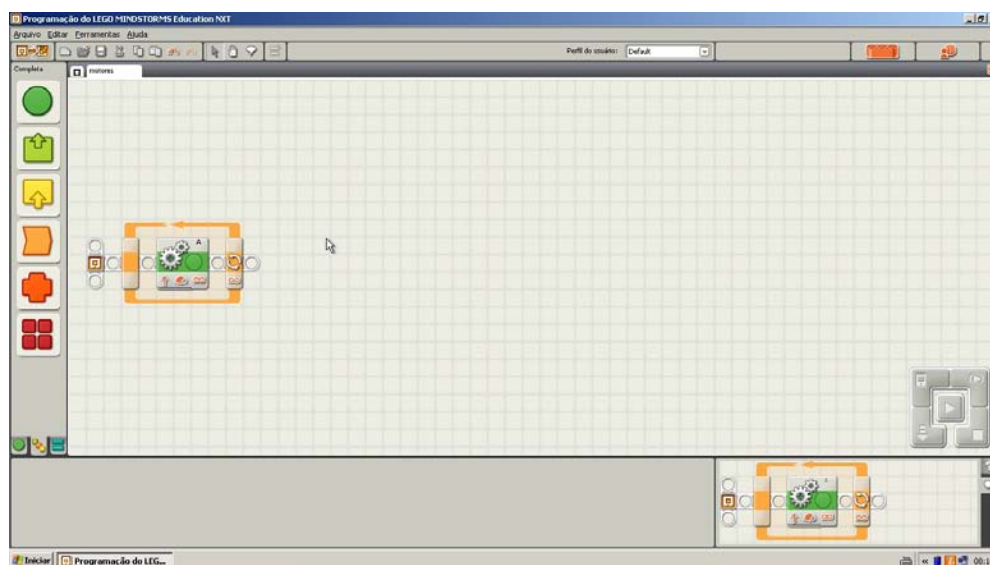


Figura 26: Detalhe dos blocos loop e mover.

Antes de acionar a tecla executar que aparece do lado direito da tela da Figura 26, discuta com seus colegas o comportamento que você espera que o motor do Kit da Lego passe a ter, após a tecla executar ter sido acionada. Descreva abaixo o comportamento esperado para o motor.



Atividade 8

Discuta com seus colegas qual a sequência de comandos que devem ser programados para acionar o motor quando o botão de toque for pressionado. Descreva a sequência dos comandos necessários para executar essa tarefa.

Atividade 9 - Desafio com a tela interativa



Sem usar a tela interativa, mostre no quadro as etapas necessárias para que o motor do Kit Lego seja acionado através do botão de toque a ser pressionado. Usando a tela interativa, apresente novamente essas etapas.

De que maneira você mais gostou de resolver o desafio? Sem a tela interativa ou com a tela interativa? Justifique a sua resposta. Descreva quais as habilidades que você teve que utilizar para resolver o desafio, sem a tela interativa e com a tela interativa.

Códigos para programar robôs e funcionamento de sensores.



Figura 27: Como fazer um sensor de luz funcionar quando você está em apuros. Retirado de <http://www.risasinmas.com/wp-content/uploads/2013/11/sensor-de-movimiento.jpg>

Quem já passou por uma situação como a mostrada na Figura 27? Tá certo, caso tenha identificado uma situação parecida, não precisa responder. Assista o vídeo abaixo, o qual mostra como funciona um sistema de pobre para estacionamento. Discuta com seus colegas uma alternativa para ajudar o motorista a estacionar sem usar o sistema mostrado no vídeo, mas utilizando um sensor. Discuta com seus colegas o que você entende como sendo um sensor.

<https://www.youtube.com/watch?v=w05-P86duLM>

4) Códigos para programar robôs e funcionamento de sensores.

Imagine que você é um engenheiro e atua em uma metalúrgica. Você quer utilizar algum tipo de prensa hidráulica, na qual um operador deve inserir uma folha de alumínio retangular e comprida. Como você sabe que há uma grande possibilidade do operador esquecer a sua mão embaixo da prensa, correndo o risco de sofrer um grave acidente, você resolve propor um sistema de proteção para o operador da prensa hidráulica. Para mostrar como você construiu esse sistema de proteção, pode-se utilizar o kit da LEGO MINDSTORMS NXT, já mostrado na Figura 18.



Atividade 10

Inicialmente, imagine o seguinte problema: você trabalha como programador em uma empresa onde um dos equipamentos principais é uma prensa hidráulica. O operador desse equipamento necessita colocar chapas metálicas para que sejam prensadas. Há um risco claro de o operador sofrer acidente de trabalho, caso a prensa hidráulica desça enquanto a mão do operador ainda encontra-se na área de risco, como mostrado na Figura 28.



XXX Figura 28: Operador colocando a mão embaixo de uma prensa hidráulica. Retirado e adaptado de <http://www.rossimaquinas.com/site/images/stories/virtuemart/product/1420.jpg>

Você, como programador, deseja que todos os operadores das prensas possam executar seu trabalho de maneira segura e, por isto, propõe o uso de sensores para o equipamento. Primeiramente, você propõe que, para o acionamento da prensa, o operador deverá apertar um botão com sua mão direita. Para realizar essa atividade, bastante repetitiva e que coloca a vida do operador em risco, programe um robô NXT da maneira descrita a seguir. Para realizar a sequência de operações dessa programação, você utilizará um NXT, fios para conexão, um motor, dois sensores de toque e um sensor ultrasônico. Esse material está mostrado na Figura 29 abaixo.



Figura 29: Da esquerda para a direita, temos um NXT, fios para conexão, um motor, dois sensores de toque e um sensor ultrasônico

Sequência da programação que simula o funcionamento de uma prensa hidráulica **Observação: Para simular o funcionamento de uma prensa hidráulica, será programado um motor do Kit Lego para que ele funcione quando um botão do mesmo Kit for pressionado**

Primeiro passo

Primeiramente, conecte ao NXT um fio de conexão na porta 1, e a outra extremidade do mesmo fio deve ser conectada ao sensor de toque. Na porta A do NXT, conecte, através de um outro fio de conexão, o motor.

Atenção: o motor só pode ser acionado se for pressionado o botão de toque, como já foi proposto na Atividade 9.

Segundo passo

Abra o Software de Programação LEGO MINDSTORMS Edu NXT. Salve o projeto com o nome sensores, como mostrado na Figura 30.

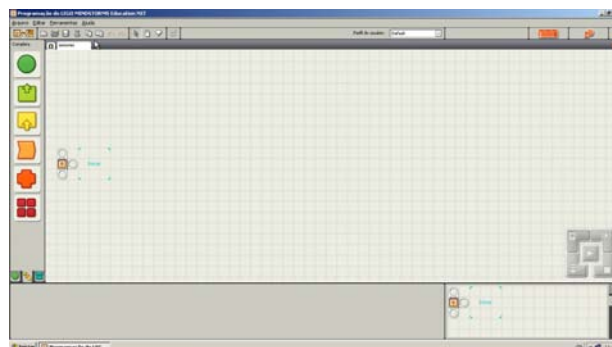


Figura 30: Tela inicial do LEGO MINDSTORMS Edu NXT, indicando o nome do projeto sensores.

Terceiro passo

Como já vimos na atividade 9, todo programa que é executado repetidas vezes deve estar contido em um “loop”. Desse modo, o primeiro bloco que precisamos inserir é o do “loop”, como mostrado na Figura 31 abaixo.

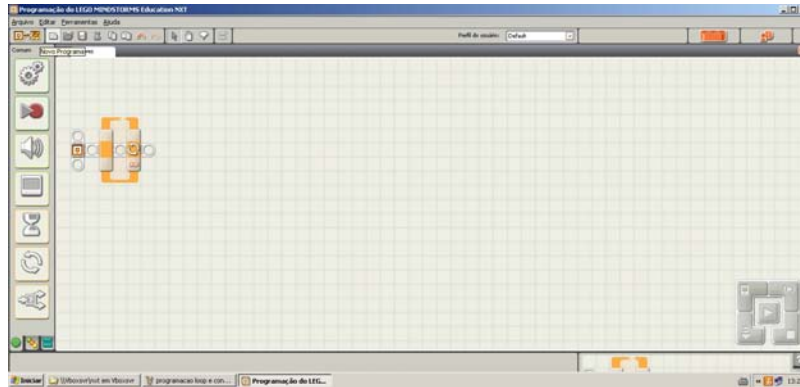


Figura 31: Terceiro passo da programação: inserir o bloco “loop”.



Figura 32: Imagem do Bloco condição.

Quarto passo

Como já verificamos na Atividade 9, para que o motor girasse apenas a partir de um toque no botão, teve que ser utilizado uma condição. De maneira análoga, para que a prensa hidráulica suba e desça apenas a partir de um toque no botão, terá que ser utilizada uma condição. Essa condição deve estar dentro do “loop” já inserido no programa. Na Figura 32 está indicado o bloco condição. Quando deslocarmos com o mouse o bloco condição para dentro do bloco do “loop”, aparecerá automaticamente o botão toque, como indicado na Figura 33. Ao clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a imagem do botão de toque, aparecerão várias propriedades (controle, sensor e porta) na parte de baixo da tela, como indicado na Figura 34.

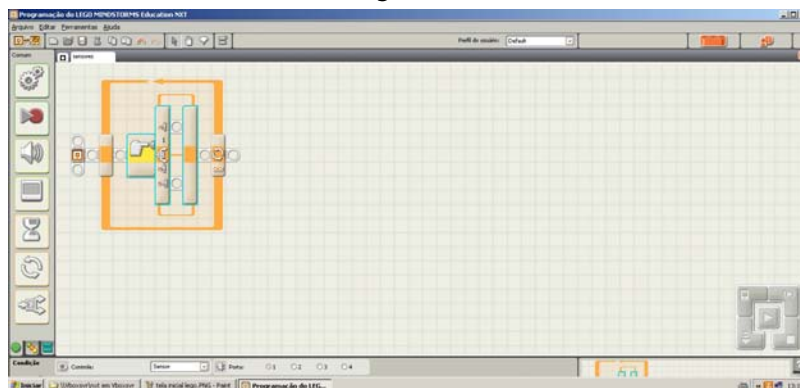


Figura 33: Após o bloco condição ter sido deslocado para dentro do bloco “loop”, aparecerá automaticamente o botão de toque, destacado acima por uma barra de cor amarela.



Figura 34: As propriedades do bloco de condição.

As propriedades do bloco condição deveram estar setadas como mostradas acima:

Controle → Sensor;

Sensor → Toque;

Porta → 1;

Ação → Pressionar.

Quinto passo

Em um bloco de condição, vamos preparar ações que devem ser executadas quando o teste lógico for verdadeiro, e qual ação deverá ser executada quando for falso. Na Figura 35, observamos que, quando o teste lógico for verdadeiro, serão executados os comandos que estiverem no quadrado indicado pela cor vermelha. Consequentemente, se o resultado do teste lógico for falso, serão executados os comandos que estiverem no quadrado indicado pela cor azul.

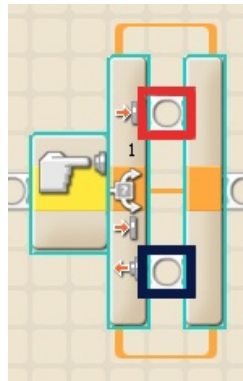


Figura 35: Detalhe do bloco condição. O quadrado vermelho indica os comandos que serão executados, se o resultado do teste lógico for verdadeiro, e o quadrado azul indica os comandos que serão executados quando o teste lógico for falso.

Agora, vamos entender como acontece a tomada de decisão. Em primeiro lugar, devemos colocar dois blocos do tipo mover, um no quadrado indicado pela cor vermelha e o outro no quadrado indicado pela cor azul, como indicado na Figura 36.

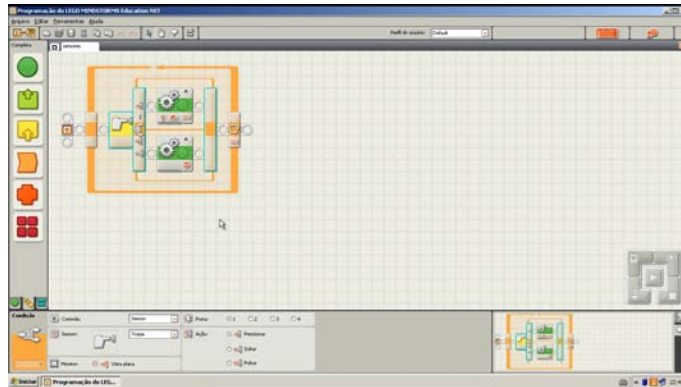


Figura 36: Blocos mover inseridos dentro do bloco condição.

O bloco mover da condição verdadeira deve ter as propriedades indicadas na Figura 37 abaixo.



Figura 37: Propriedades que devem ser configuradas no bloco mover quando o resultado do teste lógico for verdadeiro.

O bloco mover da condição falsa deve conter as propriedades mostradas na Figura 38.



Figura 38: Propriedades que devem ser configuradas no bloco mover quando o resultado do teste lógico for falso.

Observação

Após você terminar todas as etapas da Atividade 10, se você apertar o botão de toque já instalado e programado, o motor tem que girar; se você despertar o botão de toque, o motor tem que parar de girar imediatamente.

Atividade 11 - Desafio com a tela interativa



No início desse item, 4) Códigos para programar robôs e funcionamento de sensores, foi proposto criar um programa que utiliza dados de sensores para proteger uma pessoa que estivesse usando uma prensa hidráulica. Realizamos uma programação que permite o acionamento do motor através do uso de um botão de toque.

Como devemos escrever a programação de maneira que o motor apenas gire quando dois botões de toque forem pressionados, simultaneamente?

Sem usar a tela interativa, mostre no quadro as etapas necessárias para que o motor do Kit Lego seja acionado através de dois botões de toque.

Usando a tela interativa, apresente novamente essas etapas.

De que maneira você mais gostou de resolver o desafio? Sem a tela interativa ou com a tela interativa? Justifique a sua resposta. Descreva quais as habilidades que você teve que utilizar para resolver o desafio, sem a tela interativa e com a tela interativa.

Atividades com robô que se desvia de obstáculos



Figura 39: Etapa regional da OBR (Olimpíada Brasileira de Robótica), realizada em Curitiba no dia 25/07/2015. <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/duelos-entre-robos-acontecem-no-1-salao-de-robotica-neste-sabado-25-30lb8ey0l2r9ttazqfix6blub>

Já pensou em criar seu próprio robô?

5) Atividades com robô que se desvia de obstáculos

Imagine que você é um engenheiro e atua em uma metalúrgica. Você quer utilizar algum tipo de prensa hidráulica, na qual um operador deve inserir uma folha de alumínio retangular e comprida. Como você sabe que há uma grande possibilidade do operador esquecer a sua mão embaixo da prensa, correndo o risco de sofrer um grave acidente, você resolve propor um sistema de proteção para o operador da prensa hidráulica. Para mostrar como você construiu esse sistema de proteção, pode-se utilizar o kit da LEGO MINDSTORMS NXT, já mostrado na Figura 18.

Atividade 12 - Desafio com a tela interativa



Já pensou em criar seu próprio robô? Assista ao vídeo abaixo com o título “Como fazer seu primeiro robô”:

https://www.youtube.com/watch?v=GUVGve4_7Ss

Após ter assistido ao vídeo, sem usar a tela interativa, explique como o robô “escolhe” para qual lado virará.

Usando a tela interativa, explique novamente como o robô escolhe para qual lado virará.

De que maneira você mais gostou de resolver o desafio? Sem a tela interativa ou com a tela interativa? Justifique a sua resposta. Descreva quais as habilidades que você teve que utilizar para resolver o desafio, sem a tela interativa e com a tela interativa.

Após ter concluído a atividade 12, você aprenderá a seguir como programar um robô que se desvia de obstáculos. Inicialmente, abra um novo arquivo em Menu Arquivo → Novo, e salve o projeto com o nome obstaculos. Insira os blocos no seu projeto obstaculos, como está indicado na Figura 39, e ajuste as propriedades que achar mais adequadas para cada um dos blocos apresentados.

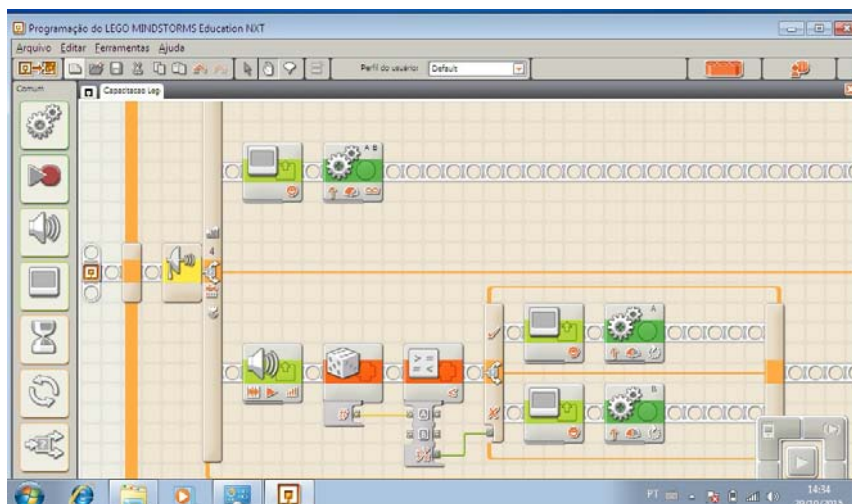
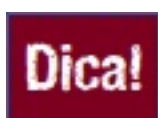


Figura 40: Código para robô desviar de obstáculos, com os blocos já corretamente inseridos no projeto obstáculos.



Acesse o link <http://www.brasilescola.com/informatica/robos.htm>, e apresente aos seus colegas e discuta com eles os conteúdos principais apresentados nesse vídeo.

Atividade 13



O robô programado de acordo com a Figura 40, percebe um obstáculo de maneira instantânea? Explique e discuta com seus colegas o que você tiver percebido.

Atividade 14



No início deste item 5) Atividades com robô que se desvia de obstáculos, assistimos a um vídeo que mostra o processo para criar um robô autônomo. Com a ajuda de seus colegas, siga os passos mostrados no vídeo e construam o robô que desvia de obstáculos. Esta atividade 14 deve ser feita em equipe e os membros da equipe devem “negociar” entre si a melhor maneira de fazer cada etapa.

Sem usar a tela interativa, mostre como o robô “escolhe” o lado para o qual virará.

Usando a tela interativa, apresente novamente essas etapas.

De que maneira você mais gostou de resolver o desafio? Sem a tela interativa ou com a tela interativa? Justifique a sua resposta. Descreva quais as habilidades que você teve que utilizar para resolver o desafio, sem a tela interativa e com a tela interativa.

**Anexo C Trabalho
apresentado no IV
Simpósio Nacional de
Ensino de Ciências e
Tecnologia**



Eneri Márcia Griebeler – griebeler.eneri@gmail.com

Colégio Estadual Professor Júlio Teodorico

Ponta Grossa - PR

Luiz Antônio Bastos Bernardes – bernardes@uepg.br

Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa

Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - CEP 84030-900

Campus de Uvaranas, Bloco L, Sala L144C

Ponta Grossa - PR

Hernani Batista da Cruz – hernanicruz@hotmail.com

Colégio Estadual General Antônio Sampaio

Ponta Grossa - PR

Resumo: A tela interativa é uma tecnologia moderna e inovadora com recursos que podem auxiliar na criação de novas metodologias de ensino. Tendo em vista esse fato, este trabalho teve como objetivo motivar três estudantes do Ensino Médio Inovador do Colégio Estadual Professor Júlio Teodorico, em Ponta Grossa - PR, a participar da construção e do uso de uma tela interativa de baixo custo, instigando-as à pesquisa em Física Moderna. Inicialmente, foram discutidos com as estudantes alguns conceitos básicos de Física Moderna e suas aplicações tecnológicas, em uma perspectiva histórica. Em seguida, as estudantes, no laboratório de informática e através de livros e revistas de divulgação científica, realizaram pesquisas sobre os temas Comunicação, História dos Computadores, os "notebooks" e as telas interativas, identificando os princípios da Física Moderna envolvidos nestes instrumentos. A seguir, as estudantes participaram de todas as etapas de construção do sensor por Bluetooth e a tela interativa de baixo custo, conforme orientação do site nougroups.com/touch/Ib, traçaram figuras e trabalharam com programas educativos (Celestia, Stellarium, Série Educacional Gcompris - Educação Infantil). Após o trabalho realizado, as estudantes foram capazes de explicar como funciona a tela interativa mencionada acima e algumas de suas aplicações com programas educativos, durante a II FICiências (Feira de Inovação das Ciências e Engenharias, em Foz do Iguaçu - PR, em Novembro de 2013), conquistando o prêmio de Menção Honrosa por Benefício Social e o convite para participar do Programa Vivência Estudantil, no PTI (Polo de Tecnologia de Itaipu), em Janeiro de 2014.

Palavras-chave: Física Moderna, Aplicação Tecnológica, Programas Educativos, Feira de Ciências e Inovação.

1 INTRODUÇÃO

Como, de maneira geral, os alunos e alunas do Ensino Médio apresentam dificuldades em identificar os princípios da Física utilizados para explicar o funcionamento de aparelhos eletrônicos presentes na vida cotidiana, este trabalho procurou despertar a curiosidade de três alunas do Ensino Médio Inovador do Colégio Estadual Professor Júlio Teodorico, em Ponta Grossa – PR, instigando-as à pesquisa e tornando-as capazes de explicar a construção e o funcionamento de um aparelho de alta tecnologia, como uma tela interativa, através de conceitos da Física Moderna. Por outro lado, como as alunas não conseguiam perceber a Física como construção humana, folhês mostrada a evolução histórica de algumas ideias da Física necessárias à compreensão de como funciona a tela mencionada.

A Ciência é um processo de construção do conhecimento humano, que deve ser apresentado aos alunos como um produto que ainda não está acabado. Deve-se, assim, evitar a memorização de seus conteúdos sem que as questões históricas do processo de construção do conhecimento científico sejam devidamente discutidas. Por outro lado, esse conhecimento deve ser apresentado de uma maneira mais ampla e através de uma reflexão interdisciplinar.

Segundo (MARTINS, 1990), a História da Ciência é fundamental para o professor de Ciências, pois ele não apenas transmite o conhecimento aos seus alunos, isto é, os conteúdos (resultados) dessa Ciência, mas também (consciente ou inconscientemente) uma concepção sobre o que é Ciência. (BASTOS, 1998) considera que a História da Ciência contribui para a melhoria do ensino de Ciências porque propicia melhor integração dos conceitos científicos escolares, como conteúdo específico em si mesmo e como fonte de estudo que permite ao professor compreender melhor os conceitos científicos, enriquecendo assim suas estratégias de ensino.

Por outro lado, nas últimas duas décadas, os recursos de informática passaram a ganhar importância para professores, estudantes e para a sociedade em geral. Está cada vez mais evidente que a escola precisa acompanhar o desenvolvimento da tecnologia, pois a alfabetização não se limita à leitura, à escrita e ao cálculo. As linguagens científicas e tecnológicas precisam ser inseridas no processo para que os alunos e professores não se distanciem da sociedade.

O uso das novas tecnologias pode facilitar a aproximação entre professor e aluno e também auxiliar na assimilação dos conteúdos de forma interativa. O aluno torna-se um sujeito mais participativo inserido no processo ensino-aprendizagem, não mais como receptor passivo de informações (muitas vezes, vazias de significado para ele), mas sim como sujeito construtor de um saber pleno de significado.

Independentemente do recurso tecnológico utilizado, o professor é o sujeito capaz de mediar o aprendizado e torná-lo mais atrativo, divertido e interessante para os alunos. Os recursos tecnológicos, bem mais do que aguçam a curiosidade do aluno em relação ao que está sendo ensinado, ajudam a prepará-lo para um mundo em que se espera que ele conheça, além dos conteúdos escolares, todos os recursos por meio dos quais esses conteúdos foram trabalhados.

Todavia, (MORAN et al, 2000) alertam para a necessidade de uma mudança em diversos âmbitos, além da mera inserção de tecnologias: “Como em outras épocas, há uma expectativa de que as novas tecnologias nos trarão soluções rápidas para o ensino. Sem dúvida as tecnologias nos permitem ampliar o conceito de aula, de espaço e tempo, de comunicação audiovisual, e estabelecer pontes novas entre o presencial e o virtual,

entre o estar juntos e o estarmos conectados a distância. Mas se ensinar dependesse só de tecnologias já teríamos achado as melhores soluções há muito tempo. Elas são importantes, mas não resolvem as questões de fundo. Ensinar e aprender são os desafios maiores que enfrentamos em todas as épocas e particularmente agora em que estamos pressionados pela transição do modelo de gestão industrial para o da informação e do conhecimento”.

Tendo em vista o que foi apresentado nos parágrafos anteriores, a metodologia utilizada neste trabalho tem dois pontos essenciais: inicialmente, usando-se uma contextualização histórica, são ensinados às alunas do Ensino Médio os conceitos de Física Moderna que foram utilizados na construção e aplicação didática de uma tela interativa de baixo custo; ao mesmo tempo, as alunas participaram de todas as etapas de construção da tela, o que lhes propiciou uma aprendizagem mais significativa e eficaz dos conteúdos estudados, e tornou-as usuárias mais conscientes de um aparelho tecnológico que elas mesmas ajudaram a construir.

2 METODOLOGIA

Em uma primeira etapa, foram discutidos com as três estudantes que participaram do trabalho alguns conceitos básicos da Física Moderna e Contemporânea, em uma perspectiva histórica.

Em uma segunda etapa, no laboratório de informática e através de livros e revistas de divulgação científica, foram realizadas pesquisas “on-line” sobre os temas: Comunicação, História dos Computadores, os “notebooks” e telas interativas, identificando-se os princípios da Física envolvidos nestes instrumentos. Foram pesquisados os seguintes conteúdos: semicondutores, dopagem, diodos, transistores.

Em uma terceira etapa, Hernani Batista da Cruz, que em 2013 era acadêmico da 4ª série do Curso de Bacharelado em Física da UEPG, ministrou um seminário sobre cada uma das telas interativas existentes, explicando o seu funcionamento, em que situações são utilizadas, e suas vantagens e desvantagens. Em seguida, as alunas assistiram ao vídeo de Johnny Chung Lee, que fala do projeto do sensor com o controle wii do videogame Nintendo no site: johnnylee.net/projects/wii/. O sensor construído por Hernani e as alunas baseia-se nesse projeto. Johnny Chung Lee diz que “esses projetos são um esforço para explorar e demonstrar as aplicações que os milhões de wii remotes no mundo apoiam prontamente”.

Em uma quarta etapa, as alunas construíram o circuito da caneta sensor na placa protoboard, para entender seu funcionamento.

Em uma quinta etapa, foi feita a montagem da caneta sensor e foi definida a melhor sequência para a montagem da mesma.

Na sexta etapa, com a caneta sensor já construída, foram realizados testes para a calibragem da tela. Nesta etapa, foram encontradas muitas dificuldades, entre as quais podemos destacar a posição do controle Wii e a quantidade de luz presente no ambiente e liberada pelo LED, como mostrado na Figura abaixo.

Figura : Calibração da tela interativa de baixo custo.



Na sétima etapa, as alunas assistiram aos vídeos *Espaçonave Terra*, da TV Escola, sobre a importância do Sol, da Lua e do Sistema Solar para a nossa vida. Também trabalharam com os programas *Celestia* e *Stellarium*, os quais são programas astronômicos em 3D que nos permitem ter a localização exata das estrelas, satélites e planetas.

Na oitava etapa, uma psicóloga foi entrevistada pela Professora e as três alunas, e discorreu sobre a importância da utilização do software educacional *GCompris* para a Educação infantil.

Durante a entrevista com a psicóloga, foram apresentados os jogos que fazem parte do software *GCompris*, os quais são jogos didáticos voltados a crianças entre 2 anos e 10 anos. Segundo a psicóloga, esses jogos usados com a tela interativa podem: estimular a aprendizagem das crianças e o prazer pelos estudos; desenvolver a coordenação motora fina das crianças, obtida através de movimentos mais precisos como desenhar, pintar ou manusear pequenos objetos; em crianças a partir de 7 anos, desenvolver a capacidade de raciocinar, construir idelas e criar histórias curtas; ajudar na socialização, nos trabalhos em grupo e em relacionamentos interpessoais das crianças; desenvolver nas crianças uma memória visual mais precisa. A seguir, apresentamos uma descrição sucinta de alguns desses jogos:

- Repetir o mosaico: auxilia no reconhecimento das cores através do exercício de recriar o mosaico com as cores certas.
- Subtração e adição: auxilia na capacidade de classificar (fácil, difícil, muito, pouco) e raciocinar através da matemática.
- Ligar os pontos: serve para desenvolver a coordenação motora fina, sequência dos números e memória visual.
- Tangram: desenvolve a percepção, concentração na resolução de problemas (comparar, verificar hipóteses) e na criatividade, coordenação motora e raciocínio espacial.
- Jogo dos erros: desenvolve a percepção, comparação, atenção visual e permite que a criança redobre a atenção.
- Complete com a letra: estimula o cérebro e auxilia na aprendizagem e na fixação de novas palavras.

- Ligue 4: ajuda na criação de estratégias e na percepção visual.
- Trabalhando com dinheiro: desenvolve o raciocínio lógico e permite ao aluno trabalhar com a composição dos números relacionando unidade, dezena e centena.

A seguir, apresentamos os principais resultados obtidos no trabalho, devido à metodologia utilizada.

3 RESULTADOS

Durante as atividades realizadas, as alunas adquiriram conhecimentos até então desconhecidos. Aprenderam que o LED é um diodo feito de material semicondutor e que para conduzir corrente ele precisa ser “dopado”, isto é, receber impurezas. Para um elétron pular de um orbital mais baixo para um mais alto, algo deve aumentar seu nível de energia. De maneira contrária, um elétron libera energia quando “cai” de um orbital mais alto para um mais baixo. Essa energia é liberada na forma de um fóton. Uma grande queda de energia libera um fóton de alta energia, que é caracterizado por uma elevada frequência. Os elétrons livres se movendo através de um diodo podem cair em buracos de uma camada tipo-P. Isso envolve uma “queda” a partir da banda de condução para um orbital mais baixo, quando então os elétrons liberam energia na forma de fótons. Isso acontece em qualquer diodo, mas os fótons apenas podem ser vistos quando o diodo é composto por um material específico. Por exemplo, os átomos em um diodo de silício padrão são arrumados de forma que os elétrons “saltem” uma distância relativamente curta. Como resultado, a frequência do fóton é tão baixa que é invisível ao olho humano, pois está na porção infravermelha do espectro de luz.

A partir do conhecimento adquirido as alunas foram se entusiasmando e se encantando com as descobertas obtidas e sempre querendo saber mais. Essa maneira de aprender contribuiu para o envolvimento e crescimento das alunas que se tornaram mais participativas, interessadas e criativas.

Durante o trabalho, as alunas tiveram a oportunidade de interagir com uma grande variedade de gêneros textuais, comuns no seu dia a dia, o que tornou os conteúdos abordados relevantes e significativos. Para tanto foram utilizados textos escritos, orais e visuais presentes nas diversas práticas sociais. A observação do desempenho, do interesse, das produções e anotações individuais realizadas em cada encontro favoreceu o acompanhamento da construção do conhecimento e do desenvolvimento das alunas.

Por fim, deve-se ressaltar que a interação entre a Professora e as três alunas do Ensino Médio, um acadêmico da 4ª série e um Professor do Curso de Bacharelado em Física da UEPG, neste projeto de construção de uma tela interativa de baixo custo e suas aplicações em programas educacionais, resultou em um prêmio e um convite na II FICiências (Feira de Inovação das Ciências e Engenharias, em Foz do Iguaçu – PR, em Novembro de 2013): o prêmio foi a Menção Honrosa por Benefício Social e o convite foi para participar do Programa Vivência Estudantil, no PTI (Polo de Tecnologia de Itaipu), em Janeiro de 2014. Abaixo, na Figura 7, mostramos uma foto da apresentação do trabalho na Feira; na Figura 8, mostramos uma foto da premiação recebida; e na Figura 9, mostramos uma foto da Vivência Estudantil.

4 CONCLUSÃO

A maneira como esse projeto foi elaborado e executado, em todas as etapas já descritas, nos permite concluir que a metodologia utilizada foi bastante eficiente pra proporcionar às alunas do Ensino Médio uma aprendizagem mais significativa e eficaz sobre temas de Física Moderna que eram do interesse delas. Por outro lado, a interação entre professores, acadêmico e alunas, mostrou-se de grande valia para a aprendizagem e o crescimento profissional de todos os envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, F. A história da ciência e pesquisa em ensino de ciências: breves considerações. In: NARDI, R. Questões atuais no ensino de Ciências. São Paulo: escrituras, 1998. P. 43 – 52.

MARTINS, R. de A. sobre o papel da história da ciência no ensino. Sociedade Brasileira de História da Ciência. v.1, n.9, p. 3 – 5, ago. 1990.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas tecnologias e mediação pedagógica. 10. ed., Campinas, SP: Papirus, 2006.

PIRES, Antônio S. T. Evolução das idéias da física. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

CONSTRUCTION OF A LOW COST INTERACTIVE SCREEN USING CONTROL NINTENDO WII AND FICIENCIAS 2013

Abstract: *The interactive screen is a modern and innovative technology with features that can assist in the creation of new teaching methodologies. Considering this fact, this study aimed to motivate three high school students of the State College Professor Júlio Teodorico, in Ponta Grossa - PR, to participate in the construction and use of a low cost interactive screen, prompting them to research in Modern Physics. Initially, some basic concepts of Modern Physics and its technological applications were discussed with the students, in a historical perspective. Then the students in the computer lab and through books and science magazines conducted research on the topics Communication, History of Computers, the "notebooks" and interactive screens, identifying the principles of Modern Physics involved in these instruments. Next, the students participated in all stages of construction of Bluetooth sensor and the low cost interactive screen, as directed by the site nougroups.com/touch/Ib, traced figures and worked with educational programs (Celestia, Stelarium, Educational Series GCompris). After the studies and work that they have done, the students were able to explain how the interactive screen mentioned above and some of its applications for educational programs during the II FIClencias (Fair Innovation Sciences and Engineering, Foz do Iguaçu – PR, in November 2013), winning the award for Honorable Mention for Social Benefit and receiving the invitation to participate in the Student Experience Program at PTI (Polo Itaipu Technology) in January 2014.*

Key-words: Modern Physics, Technology Application, Educational Programs, Science Fair and Innovation.

**Anexo D Trabalho
apresentado na XVIII
Semana de Física e I
Simpósio de Pesquisa e
Ensino de Física dos
Campos Gerais**

Construção de tela interativa, utilizando controle de Nintendo Wii, e sua utilização por alunos e professores do Ensino Médio

Hernani Batista da Cruz*, Luiz Antônio Bastos Bernardes²

¹ Colégio Sesi Jaguariaíva – PR, Sesi, PR, Brasil.

² Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR, Brasil.

Palavras-chave: tela interativa, Ensino Médio.

Introdução e Metodologia

De maneira geral, os alunos do Ensino Médio apresentam dificuldades em identificar os princípios da Física utilizados para explicar o funcionamento e aplicações de aparelhos eletrônicos presentes na vida cotidiana. Assim, inicialmente, durante o ano de 2013, este trabalho procurou despertar a curiosidade de três alunas do Ensino Médio (mostradas na Figura 1), do Colégio Estadual Professor Júlio Theodorico Ponta Grossa, instigando-as à pesquisa e tornando-as capazes de explicar a construção, calibração e o funcionamento de uma tela interativa de baixo custo, utilizando controle do Nintendo Wii, através de conceitos da Física Moderna e Contemporânea (diodos, emissão em infravermelho e dopagem em diodos). As alunas também foram capazes de apresentar conteúdos de sites didáticos de Física e Astronomia através da tela interativa construída. Neste ano de 2015, o professor Hernani, no Colégio Sesi – Jaguariaíva, elaborou um tutorial que explica o processo de construção, calibração e uso didático da tela já mencionada, o qual está sendo utilizado pelos seus alunos do Ensino Médio (mostrados na Figura 2), em uma oficina em que são ensinados conteúdos de Eletricidade. Os alunos estão participando de todas as etapas de construção e calibração da tela, o que lhes propicia uma aprendizagem significativa, conforme MOREIRA [1].

Resultados e Discussão

Tanto no trabalho realizado com as alunas do Colégio Estadual Júlio Theodorico, em 2013, como na oficina com os alunos do Colégio Sesi – Jaguariaíva, em 2015, são explorados os usos didáticos de novas tecnologias como a tela interativa e sites e aplicativos educativos, conforme MORAN et al. [2] e NAKASHIMA [3]. A partir do conhecimento adquirido, as alunas e os alunos foram se entusiasmando e se encantando com as descobertas obtidas e sempre querendo saber mais, tornando-se cada vez mais receptivos e interessados no processo de aprendizagem.



Figura 1: Calibração da tela interativa de baixo custo pelas alunas do Colégio Estadual Júlio Theodorico.



Figura 2: Participação de alunos do Colégio Sesi – Jaguariaíva na oficina de Eletricidade.

Conclusões

O trabalho das alunas do Colégio Estadual Júlio Theodorico resultou em um prêmio e um convite na II FICiencias (Feira de Inovação das Ciências e Engenharias, em Foz do Iguaçu – PR, em Novembro de 2013): o prêmio foi a Menção Honrosa por Benefício Social e o convite foi para participar do Programa Vvência Estudantil, no PTI (Polo de Tecnologia de Itaipu), em Janeiro de 2014.

Agradecimentos

Às alunas e à Direção do Colégio Estadual Júlio Theodorico, em Ponta Grossa – PR; aos alunos e à Direção da Unidade do Colégio Sesi, em Jaguariaíva-PR.

Referências

- ¹MOREIRA, Marco A.; Subsidios Didáticos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências – Mapas conceituais, Diagramas V e Organizadores Prévios. Porto Alegre, 2009 (<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios3.pdf>).
- ²MORAN, J. M.; MASETO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas tecnologias e mediação pedagógica. 10. ed., Campinas, SP: Papirus, 2006.
- ³NAKASHIMA, Rosária Helena Ruiz. et al. O uso pedagógico da lousa digital associado à teoria. Revista Estilos de Aprendizaje, no4, Vol 4 outubro de 2009.

Anexo E Resumo
Expandido enviado para o
14º CONEX – UEPG

14.º CONEX – Produto – Resumo Expandido - ISSN 2238-9113

ÁREAS TEMÁTICAS: (marque uma das opções)

- ☐ COMUNICAÇÃO
- ☐ CULTURA
- ☐ DIREITOS HUMANOS E JUSTIÇA
- ☒ EDUCAÇÃO
- ☐ MEIO AMBIENTE
- ☐ SAÚDE
- ☐ TRABALHO
- ☐ TECNOLOGIA

OFICINA - CONSTRUÇÃO DE UMA TELA INTERATIVA, UTILIZANDO CONTROLE DE NINTENDO WII, E SUA UTILIZAÇÃO POR ALUNOS E PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

RESUMO – No ano de 2015, um dos autores do presente trabalho, acadêmico do Mestrado Profissional em Ensino de Física, em Ponta Grossa, elaborou um tutorial para a construção e a utilização de uma caneta emissora de infravermelho que controla uma tela interativa. Também foi escrito um caderno pedagógico para o ensino de programação e robótica, utilizando a caneta mencionada. A construção da caneta com o LED emissor de infravermelho foi realizada, em uma oficina, por 4 alunos do Colégio SESI de Jaguariaíva – PR, em julho de 2015. O caderno pedagógico contém textos e figuras ilustrativas, charges, atividades de lógica aplicadas à programação e montagem de um robô com peças de Lego. Ao final de cada capítulo, há uma atividade realizada pelos alunos no caderno pedagógico e na tela interativa. Após, redigindo um pequeno texto, eles compararam a realização da atividade sem usar a tela interativa e usando-a. Algumas vantagens indicadas pelos alunos, ao usarem a tela interativa, foram as seguintes: a tela interativa facilita a interação entre os alunos e a execução de tarefas em grupo, permite a visualização do problema ou situação que está sendo discutida e facilita a descoberta de soluções alternativas para o problema em discussão.

PALAVRAS-CHAVE – tela interativa. Ensino Médio. tutorial. caderno pedagógico.

Introdução

Nas últimas duas décadas, os recursos de informática passaram a ganhar importância para professores, estudantes e para a sociedade em geral. Está cada vez mais evidente que a escola precisa acompanhar o desenvolvimento da tecnologia, pois a alfabetização não se limita à leitura, à escrita e ao cálculo. As linguagens científicas e tecnológicas precisam ser inseridas no processo para que os alunos e professores não se distanciem da sociedade.

O uso das novas tecnologias, como as TICs (Tecnologia da Informação e Comunicação), pode facilitar a aproximação entre professor e aluno e também auxiliar na assimilação dos conteúdos de forma interativa. O aluno torna-se um sujeito mais participativo, inserido no processo ensino-aprendizagem, não mais como receptor passivo de informações (muitas vezes, vazias de significado para ele), mas sim como sujeito construtor de um saber pleno de significado. Segundo (NAKASHIMA, Rosária Helena Ruiz; BARROS, Daniela Melaré Vieira; AMARAL, Sergio Ferreira do, 2009), a lousa digital pode ser utilizada como

instrumento tecnológico interativo e com o diferencial de permitir a interação do aluno com o professor.

Conforme (OLIVEIRA, Carlos Alexandre Rodrigues de; DUARTE, Aline Fernanda Firmino, 2013), a evolução tecnológica tem se caracterizado pela crescente velocidade e constante atualização das informações. Hoje em dia, essa tecnologia em constante transformação é parte fundamental do Ensino de Ciências, pois tornou-se uma importante ferramenta que auxilia o professor em sua prática docente. Interagir com simulações, vídeos, apresentações, entre outros recursos didáticos, permite ao professor apresentar e discutir melhor os conteúdos de sua aula, tornando-a mais empolgante e divertida.

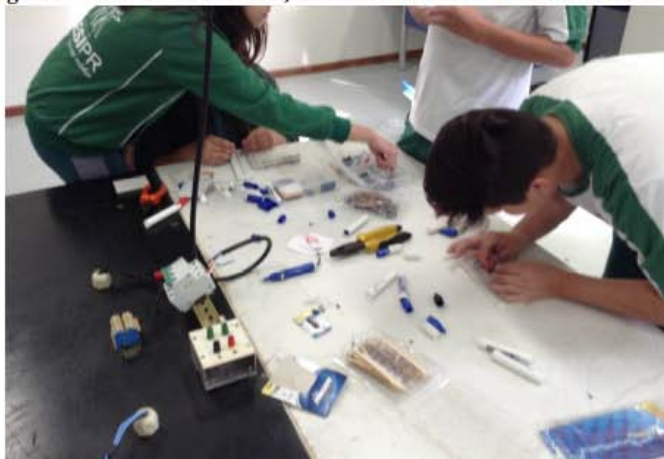
No entanto, independentemente do recurso tecnológico utilizado, a aprendizagem de qualquer conteúdo é um processo mediado, como ensina Vigotsky (IVIC, Ivan; ROMÃO, José Eustáquio; COELHO, Edgar Pereira, 2010). O professor é o sujeito capaz de mediar o aprendizado e torná-lo mais atrativo, divertido e interessante para os alunos. Os recursos tecnológicos, bem mais do que aguçar a curiosidade do aluno em relação ao que está sendo ensinado, ajudam a prepará-lo para uma sociedade em que se espera que ele conheça, além dos conteúdos escolares, todos os recursos por meio dos quais esses conteúdos foram trabalhados.

Todavia, (MORAN, José Manuel.; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida, 2007) alertam para a necessidade de uma mudança em diversos âmbitos, além da mera inserção de tecnologias: “Como em outras épocas, há uma expectativa de que as novas tecnologias nos trarão soluções rápidas para o ensino. Sem dúvida, as tecnologias nos permitem ampliar o conceito de aula, de espaço e tempo, de comunicação audiovisual, e estabelecer pontes novas entre o presencial e o virtual, entre o estar juntos e o estarmos conectados à distância. Mas, se ensinar dependesse só de tecnologias, já teríamos achado as melhores soluções há muito tempo. Elas são importantes, mas não resolvem as questões de fundo. Ensinar e aprender são os desafios maiores que enfrentamos em todas as épocas e particularmente agora em que estamos pressionados pela transição do modelo de gestão industrial para o da informação e do conhecimento”.

Tendo em vista o que foi apresentado nos parágrafos anteriores, em 2015, um dos autores, através de uma oficina ministrada no mês de Julho, no SESI (Serviço Social da Indústria) de Jaguariaíva-PR, e com a participação de 4 alunos do primeiro ano do Ensino Médio, construiu uma caneta emissora de infravermelho e calibrou-a através do aplicativo wiimote, encontrado no site <http://johnnylee.net/projects/wii/> (este aplicativo é um programa computacional que reconhece o controle do Nintendo Wii em computadores com sistema

operacional Windows). Desse modo, o conjunto formado pela caneta e o controle de Nintendo Wii tornaram-se uma tela interativa de baixo custo. A Figura 1 é uma imagem da oficina de construção da caneta emissora de infravermelho.

Figura 1 – Oficina de construção da caneta emissora de infravermelho



Oficina de construção e calibração da caneta emissora de infravermelho, ocorrida no Colégio SESI – Jaguariaíva em Julho de 2015.

Objetivos

Construir e calibrar uma caneta com LED (Light Emitting Diode, que significa em Diodo Emissor de Luz) emissor de infravermelho, numa oficina com alunos do Ensino Médio.

Usar a caneta construída, combinada a um controle de Nintendo Wii, como uma tela interativa, numa oficina com alunos do Ensino Médio.

Utilizar a tela interativa, o tutorial para sua construção e calibração, e um caderno pedagógico para ensinar programação e robótica, numa oficina com alunos do Ensino Médio.

Referencial teórico-metodológico

Em 2015, o projeto de construção, calibração e utilização da tela interativa de baixo custo foi apresentado através de uma oficina, com atividades teóricas e experimentais, a alunos da rede de Ensino Médio do Colégio SESI de Jaguariaíva-PR. Essa oficina foi ministrada por um dos autores, na época, professor de Física no Colégio SESI de Jaguariaíva

– PR, e, também, acadêmico do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, no Departamento de Física (DEFIS) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em Ponta Grossa – PR e participava do Projeto de Extensão “Física: da Universidade à Comunidade” do Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa (DEFIS/UEPG).

A construção da caneta com o LED emissor de infravermelho foi realizada por 4 alunos do Colégio SESI de Jaguariaíva – PR, orientados pelo professor, durante duas tardes, nos dias 01 e 08 de Julho de 2015. Inicialmente, foi explicado aos alunos como o LED emite seu espectro na faixa da luz visível. Em seguida, o LED que emite na faixa da luz visível foi substituído por um outro que não acendeu. Em um primeiro momento da interação alunos e professor, os alunos supuseram que o novo LED estava queimado. Para testar essa suposição, o professor e os alunos utilizaram a câmera de um celular. Através dessa câmera, os alunos verificaram que o LED estava aceso e tinha uma cor entre branco e roxo. Para esclarecer porque o novo LED tinha essa cor, o professor explicou o que é um espectro eletromagnético, que contém uma pequena faixa de luz na região do visível e outras regiões invisíveis. E também esclareceu que o celular troca a frequência da luz infravermelha, invisível, por uma frequência de luz visível, entre branco e roxo. Em seguida, os alunos montaram um circuito com um LED, um botão para clique, fios para conexão, um protoboard e uma pilha. Após essa etapa, o professor de Automação do Colégio SENAI (Serviço Nacional da Indústria) de Jaguariaíva, Tarcísio Ladera, mostrou aos alunos como transpor o circuito construído por eles para o interior de um tubo de pincel atômico, esclarecendo os procedimentos de solda e os cuidados no manuseio do ferro de soldar. O circuito de LED infravermelho dentro do pincel atômico foi usado pelos alunos em atividades didáticas posteriores. Essas atividades, realizadas entre os dias 17 e 24 de novembro e 1 e 8 de dezembro, fazem parte de um caderno pedagógico de iniciação em programação e robótica. Esse caderno foi elaborado como o produto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, cursado por um dos autores. O caderno pedagógico utilizado contém textos claros e simples, figuras coloridas (retiradas de vários sites da internet) ilustrando os textos, charges do site “vida de programador” relacionadas com os textos, atividades de lógica com aplicação em programação, montagem de um robô com peças de Lego para simular o funcionamento de uma prensa hidráulica. Ao final de cada capítulo, há uma atividade proposta que os alunos realizaram no próprio caderno pedagógico, e, também, na tela interativa. Após, redigindo um pequeno texto, eles compararam a realização da atividade sem usar a tela interativa e com o uso dessa tela. E

também discutiram com o professor as vantagens de se utilizar a tela interativa na execução das atividades.

Resultados

As duas oficinas realizadas nesse trabalho resultaram em um produto que pode ser utilizado em atividades pedagógicas com alunos do Ensino Médio. Esse produto é um caderno pedagógico para o ensino de iniciação em programação e robótica, utilizando uma tela interativa. Como apêndice a esse caderno, há um tutorial que mostra como construir uma tela interativa combinando uma caneta com LED emissor de infravermelho e um controle de Nintendo Wii.

Os alunos do Ensino Médio que utilizaram essa tela interativa na oficina sobre iniciação em programação e robótica, indicaram as seguintes vantagens ao usá-la: a tela interativa facilita a interação entre os alunos e a execução de tarefas em grupo, permite a visualização do problema ou situação que está sendo discutida, e facilita a descoberta de soluções alternativas para o problema em discussão.

Considerações Finais

Nesse trabalho, foram realizadas duas oficinas com alunos do Ensino Médio do Colégio SESI de Jaguariaíva: uma oficina para construção e calibração de uma tela interativa, e outra oficina para utilização da tela interativa, de um tutorial, e de um caderno com atividades pedagógicas sobre programação e robótica. Nas duas oficinas, como recomenda a teoria sociointeracionista de Vigotsky, em todas as atividades houve intensa interação entre o professor e os alunos, tornando as atividades bastante interessante e divertidas. Através dessa interação os alunos, ao mesmo tempo que aprenderam a construir objetos tecnológicos como uma tela interativa e um robô com peças de Lego para simular o funcionamento de uma prensa hidráulica, também verificaram como esses objetos podem ser utilizados para melhorar a qualidade da aprendizagem de alunos no Ensino Médio.

Para finalizar, devem-se registrar os agradecimentos ao professor de Automação do Colégio SENAI (Serviço Nacional da Indústria) de Jaguariaíva, Tarcísio Ladera, e aos alunos do primeiro ano do Colégio SESI de Jaguariaíva que participaram das oficinas.

APOIO: CNPq.

Referências

MORAN, José Manuel.; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 12. ed., Campinas, SP: Papirus, 2007.

IVIC, Ivan; ROMÃO, José Eustáquio (tradutor); COELHO, Edgar Pereira (organizador). **Lev Semionovich Vygotsky**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2010. (Coleção Educadores MEC).

NAKASHIMA, Rosária Helena Ruiz; BARROS, Daniela Melaré Vieira; AMARAL, Sergio Ferreira do. **O uso pedagógico da lousa digital associado à teoria dos estilos de aprendizagem**. Revista Estilos de Aprendizaje, no. 4, Vol. 4, outubro de 2009.

OLIVEIRA, Carlos Alexandre Rodrigues de; DUARTE, Aline Fernanda Firmino. **Do Quadro Negro A Lousa Digital: Possibilidades Interativas sobre as telas**. Artefactum – REVISTA DE ESTUDOS EM LINGUAGEM E TECNOLOGIA. Ano V – N° 1. Maio 2013.

Anexo F Resumo enviado e aceito no 2º WCPE

Interactive screen building, using control Nintendo Wii® and a pen with LED infrared emitter, and its use by High School students

Authors: Hernani Batista da Cruz ^{1,1}, Luiz Antônio Bastos Bernardes ¹, Silvio Luiz Rutz da Silva ¹

Institution ¹ UEPG - State University of Ponta Grossa (Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - CEP 84030-900)

Abstract

In the State of Paraná, during Physics classes in High School, teachers already have some technological equipment (multimedia projectors, pendrive TV and interactive screens). However, these devices are usually used only to deliver lectures, with presentation of concepts in Power Points and superficial solution of exercises, which, in most cases, have no relation to natural phenomena, everyday situations or technological applications. Generally, these classes do not show important steps in the construction of physics, such as modeling, reasoning, experimental verification and presentation of results with precise language. Thus become necessary educational proposals that show how Information and Communication Technologies (ICTs) - computer, mobile phone, Internet, educational applications and others - can be used efficiently to provide a meaningful learning in physics classes at High School. So, the objective of this work is to show how construction and use of an interactive screen (consisting of a pen at emits infrared light, a Nintendo Wii® controller and a multimedia projector) can be used by teachers and students of High School, to improve the lessons of physics and related subjects such as programming and robotics. Below, we describe the main stages of the methodology used to achieve this goal. The methodology is based on sociointeractionist theory of Vygotsky and meaningful learning theory of Ausubel. During the year 2013, a teacher and three students of high school, under the guidance of two of the authors of this work, built an interactive screen, using control of the Nintendo Wii® and a pen with LED infrared emitter. This screen after calibrated, was used by one of the counselors and the students with educational programs such as Celestia, Stellarium, Open Sankore and GCompris for early childhood education. These programs have been used in educational activities in astronomy (location of stars and planets, choosing geographic coordinates through Stellarium; obtaining detailed information on the planets of the solar system by Celestia), and educational activities in early childhood education (challenges with the four basic operations, use of Tangram to develop spatial reasoning). In 2015, one of the coaches, now student of the Professional Masters in Physics Education DEFIS / UEPG (Polo Ponta Grossa - PR) and teacher of physics in High School (in Jaguariaíva - PR), prepared a tutorial for building and using of the interactive screen, and an educational book for teaching programming and robotics in High School, using the screen mentioned above. The construction of the pen with an infrared LED emitter was made by 4 students of SESI College of Jaguariaíva - PR, guided by the teacher during two afternoons, on days 01 and July 08, 2015. Initially, it was explained to the students how the LED sends its spectrum in the range of visible light. Then, the LED which emits in the range of visible light was replaced by a not ignited. During the interaction between students and teacher, the students assumed that the new LED was burned. To test this assumption, the teacher and the students used the camera of a mobile phone. Through this camera, the students found that the LED was accessible and had a color between white and purple. To clarify why the new LED had this color, the teacher explained what is an electromagnetic spectrum, which contains a small strip of light in the visible region and other invisible regions. Then, students mounted a circuit with an LED, button click connection wires to a protoboard and a stack. After this stage, the teacher of Automation in SENAI College of Jaguariaíva showed students how to insert the circuit constructed by them inside of a marker tube, clarifying welding procedures and care in handling iron welding. The infrared LED circuit inside the marker was used by students in later educational activities. These activities, carried out between 17 and 24 November and 1 and 8 December, are part of an educational book about initiation programming and robotics. This document has been produced as the product of the National Professional Masters in Physics Teaching, attended by one of the authors of this work. The pedagogical book used contains clear and simple text, color pictures (taken from various internet sites) illustrating the text, charges of the site "programming life", logic activities applied to programming activities, assembly of a robot made with Lego bricks to simulate the operation of a hydraulic press. At the end of each chapter, there is a proposed activity that students made in their own pedagogical documents, and also on the interactive screen. After, writing a small text, they compared the

realization of activity without using interactive and using this display screen. Some of the activities performed by the students were the following: development of algorithms to simulate the steps of daily activities, such as using a payphone and a washing machine; simulation of the steps to calculate the distance from Earth to the Sun through the BASIC-256; command sequence to trigger an engine built with Lego kit; scheduling the operation of a hydraulic press; programming a robot that deviates from obstacles. To conclude, it should be noted that the students discussed with the teacher the advantages of using the interactive screen in the execution of activities. Some advantages given by students were: the interactive screen facilitates interaction between students and execution of group tasks, allows the visualization of the problem or situation being discussed, facilitates the discovery of alternative solutions to the problem under discussion.

Keywords: interactive screen, high school, physics education