

Uma proposta de construção e utilização de um sensor de presença simplificado⁺

Alice Assis¹

UNESP – *Campus* de Guaratinguetá
Guaratinguetá – SP

Jéssica Miranda e Souza²

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências
Universidade Federal de Itajubá

Jorge Luis Carneiro Junior³

Licenciando em Física da UNESP – *Campus* de Guaratinguetá

Henrique Buday de Oliveira⁴

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências
Universidade Federal de Itajubá
Itajubá – MG

Resumo

No presente trabalho, propomos a elaboração e utilização, em sala de aula, de uma atividade experimental que simula o sensor de movimento infravermelho, normalmente usada em edifícios para o controle da iluminação do ambiente e conseqüente economia de energia. O propósito desse experimento é o de facilitar e contextualizar a abordagem dos conceitos transmissor e receptor em um circuito envolvendo o infravermelho. Essa atividade pode ser abordada mediante a problematização de questões como a obsolescência programada associada aos equipamentos eletrônicos, a fim de levar os alunos à conscientização dos impactos ambientais e sociais decorrentes desse problema.

⁺ A proposal for the construction and use of a simplified presence sensor

* *Recebido: fevereiro de 2015.*
Aceito: julho de 2015.

¹ E-mail: alice@feg.unesp.br

² E-mail: jessica460@gmail.com

³ E-mail: jorgeluis.unesp@gmail.com

⁴ E-mail: henrique.buday@gmail.com

Palavras-chave: *Ensino de Física; Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTSA); Sensor de presença.*

Abstract

In this paper, we propose the development and use of an experimental classroom activity that simulates infrared motion sensors, commonly used to control the interior lighting of buildings and, consequently, to save energy. The aim of this experiment is to facilitate and contextualize the understanding of the concepts of 'transmitter' and 'receptor' by using a circuit involving infrared. This activity looks at issues such as the built-in obsolescence of electronic devices in order to raise pupils' awareness of the environmental and social impact of such issues.

Keywords: *Physics teaching; Science, Technology, Society and Environment (STSE); Presence Sensor.*

I. O uso da experimentação no ensino de física

Entre os fatores que os professores, recorrentemente, apontam como justificativa para o uso de atividades experimentais em aulas de física está o caráter motivacional (LABURÚ, 2006; HODSON, 1994).

Para Vygotsky (2003, p. 187), o “pensamento propriamente dito é gerado pela motivação, isto é, pelos nossos desejos e necessidades, os nossos interesses e emoções”. Segundo Monteiro e Gaspar (2007), a motivação está associada às emoções. Ou seja, caso o processo interativo, em sala de aula, gere “experiências emocionais positivas” (p. 74), sentimentos como respeito, surpresa, indignação e solidariedade podem ser desencadeados nos alunos. O sentimento de indignação em questão está relacionado ao inconformismo do aluno com situações que não se manifestaram de modo claro, foram mal explicadas ou explicitadas de forma incompleta. Por outro lado, se forem geradas “experiências emocionais negativas”, sentimentos como indiferença, embaraço e frustração podem ser associados. Para que as atividades experimentais em sala de aula gerem emoções positivas nos alunos, é importante que sejam “eficientes” (LABURÚ, 2006) no sentido de fomentarem a motivação nos alunos.

No entanto, não há garantias de que a realização de um experimento em sala de aula promova a motivação dos alunos em aprenderem os conteúdos trabalhados. Não basta que a curiosidade e a motivação geradas por essas atividades ocorram somente nos momentos iniciais da aula. É fundamental que o aluno seja ativo e se envolva no processo de aprendizagem, mediante a interação com o professor ou com um parceiro mais capaz. Nesse sentido, é importante que esse parceiro procure “ativar a curiosidade dos alunos, em momentos do processo de ensino,

utilizando experimentos com formato cativante, que atraíam e prendam a atenção” (LABURÚ, 2006, p.384).

Nesse contexto, o uso de atividades experimentais mediante uma abordagem pautada no enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) pode se mostrar eficiente, atraindo a atenção e gerando o interesse dos alunos em aprenderem os conhecimentos trabalhados em sala de aula. Segundo Strieder (2008), essa abordagem tem como objetivo “formar cidadãos melhor informados ou alfabetizados em ciência e tecnologia, críticos em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico, capazes de tomar decisões e lidar com as implicações sociais desse” (p.40).

A compreensão de questões da ciência articuladas às questões sociais, tecnológicas e ambientais pode promover uma alfabetização científica que viabilize aos alunos a conscientização dos aspectos

que marcam o desenvolvimento científico, com destaque para as repercussões de todo o tipo de conhecimentos científicos e tecnológicos (desde a contribuição da ciência e da técnica para o desenvolvimento da humanidade até aos graves problemas que hipotecam o seu futuro), permitindo a preparação para a cidadania na tomada de decisões (PRAIA, GIL-PÉREZ, VILCHES, 2007, p.151).

Entre esses problemas, destacamos o descarte inapropriado de aparelhos eletrônicos. Atualmente, com a constante inovação desses aparelhos, muitos deles se tornam obsoletos rapidamente, sendo descartados de modo inadequado e tornando-se sucatas prejudiciais ao meio ambiente. O reaproveitamento de algumas partes desses aparelhos em atividades experimentais pode propiciar que o professor promova uma discussão em sala de aula acerca da obsolescência programada e dos problemas sociais e ambientais decorrentes do descarte do lixo eletrônico, de acordo com o enfoque CTSA.

Nessa perspectiva, propomos, no presente trabalho, que o professor de física promova, em sala de aula, discussões acerca do referido problema, por meio da utilização de um experimento que usa, para a sua montagem, materiais reutilizáveis. Muitos desses materiais (ou componentes) são encontrados nas placas de circuito impresso em equipamentos eletrônicos, como é o caso de carregador de celular, buzzer (encontrado na placa mãe de um computador), transistor (encontrado em aparelhos eletrônicos), transmissor de infravermelho (geralmente presente em controle remoto de TV, DVD, aparelho de som), entre outros.

Esses componentes podem ser conseguidos em locais onde haja coleta seletiva de equipamentos eletroeletrônicos e de informática. Em nossa universidade existe um projeto que os disponibiliza para a comunidade do campus e para os professores do ensino básico da região. Os componentes utilizados no experimento em questão foram conseguidos por meio desse projeto.

Caso não haja essa possibilidade, pode-se retirar esses componentes (transistor, resistor, buzzer) da placa mãe de um computador descartado removendo-se a solda que os prende com um ferro de solda comercial. Já os componentes ópticos (foto-transistor infravermelho

TIL78 e emissor LED1-TIL32 com comprimento de onda de 940 nm) podem ser retirados de um mouse óptico descartado.

O experimento proposto simula o acendimento de uma lâmpada com sensor de presença, conforme acontece em vários edifícios, em que o corpo humano, em virtude da sua temperatura, funciona como transmissor de ondas infravermelhas e o sensor como receptor dessas ondas, acionando o sistema de iluminação. O propósito desse experimento é o de facilitar e contextualizar a abordagem dos conceitos transmissor (emissor) e receptor em um circuito envolvendo o infravermelho. Esses conceitos podem ser abordados na Unidade Temática “Radiações e suas interações”, dentro do Tema Estruturador “Matéria e Radiação”, a ser trabalhado no terceiro ano do Ensino Médio.

Antes da proposta do experimento, consideramos importante a apresentação de alguns conceitos associados ao espectro eletromagnético.

II. O Espectro Eletromagnético

Há dois tipos de ondas, as mecânicas e as eletromagnéticas. A principal diferença entre elas é que as ondas mecânicas necessitam de um meio material para se propagar e as ondas eletromagnéticas não. Como exemplo de onda mecânica e eletromagnética, podemos citar a onda sonora e a luz visível, respectivamente.

James Clerk Maxwell (1831-1879) consolidou o conceito de onda eletromagnética em sua obra após os estudos de Huygens e posteriormente de Young. Com suas equações, Maxwell previu a existência dessas ondas e ainda comprovou que a velocidade de uma onda eletromagnética é igual à velocidade da luz, concluindo assim que a luz é uma onda eletromagnética. Maxwell apenas fez previsões das ondas eletromagnéticas, mas não as produziu artificialmente. Quem o fez foi Heinrich Hertz, oito anos após a morte de Maxwell (GASPAR, 2009).

A partir dessa comprovação e conclusão foram ordenados os diversos tipos de ondas eletromagnéticas de acordo com sua frequência ou comprimento de onda. Esse arranjo é chamado de espectro eletromagnético. O Sol, por exemplo, produz ondas eletromagnéticas de diversas frequências. Para detectarmos qual espectro o Sol produz podemos usar instrumentos como prismas ou espectrômetros.

Basicamente, as ondas eletromagnéticas seguem os mesmos princípios das ondas mecânicas. Exceto pela diferença básica supracitada, elas também são geradas a partir de uma fonte oscilante, que poderia ser, por exemplo, pulsos eletromagnéticos resultantes do liga-desliga de um sistema formado por uma antena emissora (duas hastes condutoras) ligada a uma bateria (GASPAR, 2009).

O comprimento de onda de uma onda eletromagnética pode assumir diversos valores, desde muito pequenos, como os raios gama, até muito grandes como as ondas de rádio (TORRES *et al*, 2001). A Fig. 1 ordena as diversas ondas eletromagnéticas de acordo com sua frequência e seu comprimento de onda, mostra alguns objetos cujo tamanho tem a mesma ordem de grandeza de alguns comprimentos de onda, bem como destaca o espectro da luz visível.

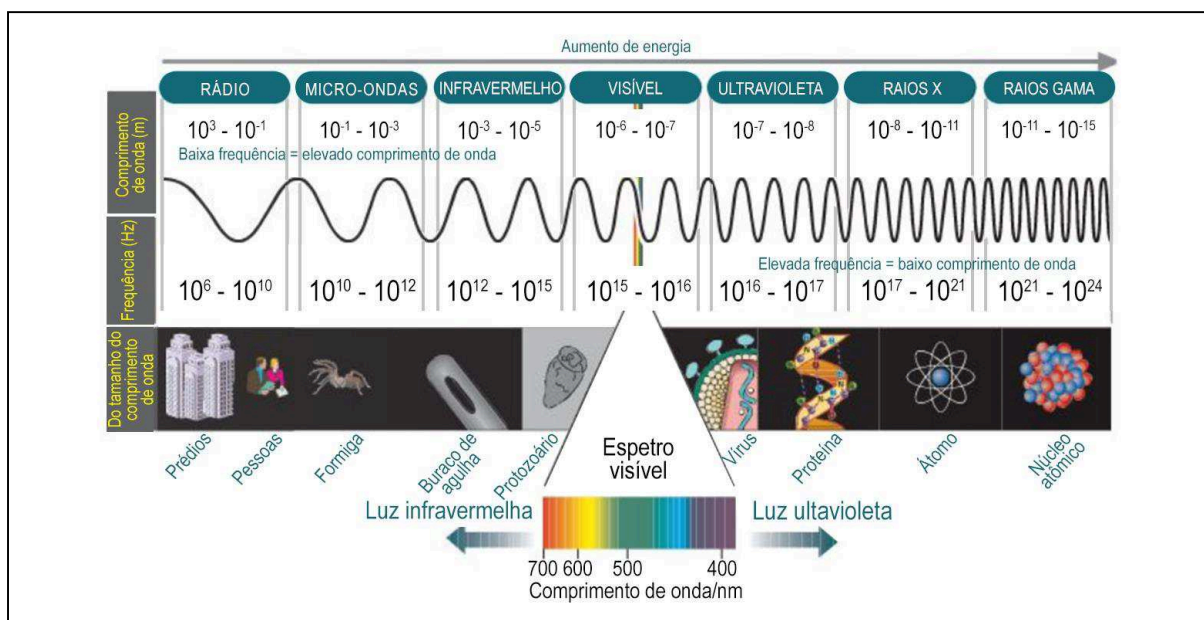


Fig. 1 – Ondas Eletromagnéticas: Frequência (f), Comprimentos de Onda (λ) e objetos com escalas similares. Fonte: <http://naciin-kosta.blogspot.com.br/>

O experimento proposto neste artigo trabalha com ondas eletromagnéticas na faixa do infravermelho, ou seja, com frequência em torno de 10^{13} Hz e comprimento de onda 10^{-5} m.

III. O experimento proposto

No presente trabalho, propomos a elaboração e utilização, em sala de aula, de uma atividade experimental que simula o sensor de movimento infravermelho, normalmente usado em edifícios para o controle da iluminação do ambiente e conseqüente economia de energia. Esse dispositivo promove o acendimento das lâmpadas quando estimulado pela irradiação infravermelha proveniente do corpo humano.

Segundo Mazaroppi (2007), ele detecta a radiação eletromagnética que todos os objetos acima do zero absoluto de temperatura emitem. Para isso, o sensor possui um receptor de ondas calibrado para identificar radiações no comprimento de onda do infravermelho. O sensor recebe continuamente a radiação do ambiente em que ele se encontra, mas só ativa o sistema de iluminação quando há uma variação do fluxo de radiação infravermelha recebida. Assim, mediante a aproximação de uma pessoa, ele detecta essa variação de fluxo e envia um comando que ativa a iluminação do ambiente.

Objetivo do experimento

A presente atividade tem como objetivo gerar discussões quanto ao descarte de material eletrônico, sua destinação correta e o possível reaproveitamento de peças de equipamentos

eletrônicos considerados ultrapassados. Questões como consumismo e obsolescência podem ser levantadas, possibilitando assim a reflexão do aluno acerca da necessidade da utilização de materiais que podem ser reaproveitados, considerando-se que os recursos naturais do planeta são finitos.

Além disso, a realização da atividade em questão pode propiciar que os alunos: compreendam e articulem aos aspectos sociais e tecnológicos alguns conceitos estudados em aulas de física; conheçam alguns dos dispositivos eletrônicos existentes em aparelhos do dia-a-dia; verifiquem a existência de um tipo de luz (infravermelho) invisível a olho nu; expliquem o funcionamento de um sensor de presença infravermelho; elaborem variações e aplicações para o experimento.

É importante observar que na universidade onde atuamos existe um projeto associado ao recolhimento de equipamentos eletroeletrônicos e informática para o reaproveitamento de peças e componentes eletrônicos.

Componentes utilizados e funcionamento do circuito

A Tabela 1, a seguir, mostra os materiais necessários para a montagem do experimento, destacando que esses materiais podem ser encontrados em equipamentos eletrônicos descartados:

Tabela 1: Materiais utilizados no experimento.

Materiais	
Quantidade	Descrição
1	Resistor de 56 k Ω de 1/8W
2	Resistores de 120 Ω de 1/8W
1	Foto-transistor infravermelho TIL78
1	LED1 - Fotodiodo TIL32 com comprimento de onda de 940 nm
1	LED2 - emissor de luz verde
1	Buzzer
1	Transistor Q1 BC 337 (uso geral)
1	Fonte de tensão contínua de 5 V (carregador de celular)

Descrevemos, a seguir, o funcionamento de cada um dos componentes utilizados para a montagem do experimento em questão:

- Fonte de Tensão

São equipamentos utilizados para criar uma diferença de potencial elétrico que permitirá o movimento dos portadores de carga elétrica, gerando assim uma corrente elétrica no circuito. Exemplos comuns de fontes de tensão são carregadores de celular, notebooks, pilhas

e baterias. A fonte usada no experimento proposto, reaproveitada de um celular descartado, é de tensão contínua, de 5V.

- Resistores

São constituídos de um material que tem a propriedade de se opor à passagem de cargas elétricas. A sua resistência depende do tipo de material (resistividade ρ), do comprimento do fio (L) e da área da seção transversal do fio, conforme a segunda Lei de Ohm ($R = \rho \frac{L}{A}$). Isso permite a sua utilização para controlar a corrente elétrica em circuitos elétricos.

Os resistores estão presentes em praticamente todos os circuitos. Eles podem ser feitos de carbono, filme, mica ou simplesmente um fio condutor. Os resistores usados na presente proposta são de carbono.

Para saber o valor da resistência de um resistor, utiliza-se um código de cores pintado em seu corpo, ou um instrumento chamado ohmímetro.

A tabela de código de cores para resistores pode ser encontrada na internet (Fonte: http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_28.asp).

O resistor não possui polaridade, ou seja, é desprovido de terminal positivo ou negativo. A Fig. 2 mostra uma foto de alguns resistores de carbono.

Figura 2: Foto de resistores de carbono



Fonte: <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/carbon-film-resistors-12181791.html>

Figura 3: Fotos de LEDs



Fonte: <http://www.directindustry.com/prod/camden-electronics/leds-34134-198835.html>

Figura 4: Buzzer de placa-mãe de computador



Fonte: <http://www.reidosom.com.br/buzzers.htm>

Figura 5: Foto de um transistor de baixa potência



Fonte: <http://www.sourcingmap.com/50-pcs-complementary-s9014-50v-01a-045w-silicon-pnp-transistor-s9015-p-158573.html>

- LED verde e infravermelho

LED (Light Emitting Diode) são dispositivos semicondutores destinados a gerar sinais luminosos, geralmente utilizados para sinalização. Os LEDs mais comuns são feitos de arseneto de gálio, e emitem ondas eletromagnéticas quando estão polarizados diretamente.

A frequência da onda emitida pelo LED é definida na sua fabricação. No mercado são encontrados LEDs de diversas potências que emitem luz de diversas cores, desde a luz infravermelha até a violeta.

Os LEDs (Fig. 3) possuem polaridade, cujos terminais são identificados por meio de um chanfro em sua base. O pino que fica do lado chanfrado corresponde ao terminal negativo. Podem ser encontrados, entre outros lugares, em gabinetes de computadores, indicadores de *standby* de televisores e em mouses ópticos.

- Buzzer

O buzzer (Fig. 4) é um dispositivo piezelétrico que, quando polarizado diretamente, vibra numa frequência característica emitindo um sinal sonoro, normalmente utilizado para sinalização de algum evento. São encontrados em diversos lugares, como nas placas-mãe de computadores para indicar o mal funcionamento de algum dispositivo do sistema. Sua polaridade é indicada por um sinal positivo ou negativo no corpo do dispositivo.

- Transistor

Os transistores são encontrados em praticamente todos os equipamentos eletrônicos e foram os substitutos das válvulas, atuando em circuitos eletrônicos como “chaves” permitindo ou barrando a passagem de corrente onde ele é colocado.

Segundo Koiller (2005), as válvulas apresentam grandes limitações, entre elas: os tubos de vidro onde transitam os elétrons possuem grande volume e são frágeis; para que ocorra a emissão de elétrons pelos filamentos metálicos, a temperatura deve ser alta, o que gera muito aquecimento e conseqüente dissipação de energia; têm curta vida útil.

O triodo termiônico foi o primeiro tipo de válvula que funcionou como amplificador, uma das funções do atual transistor. Além do tamanho, a principal diferença entre o transistor e a válvula está no valor da tensão de polarização. Na válvula, a tensão na grade é menor que a do catodo, enquanto no transistor é necessária uma tensão de base emissor e base coletor para a sua polarização. Assim, a corrente que circula na válvula é menor.

A substituição das válvulas pelos transistores, “dispositivos de estado sólido” que configuram um “habitat robusto e natural para os elétrons” (KOILLER, 2005, p. 56), foi uma grande contribuição para os equipamentos eletrônicos, pois, além de serem menores e mais eficientes, são mais fáceis de serem fabricados e o seu descarte, em local adequado, não agride ao meio ambiente. Em termos sociais, a sua aplicação nos aparelhos eletrônicos criaram muitos empregos, tanto na indústria de fabricação, como no comércio de eletroeletrônicos.

Os transistores são construídos a partir de semicondutores, normalmente o silício, e formados por três camadas de material de dopagem: NPN (Negativa, Positiva, Negativa) ou PNP (Positiva, Negativa, Positiva). Essas camadas constituem os terminais: coletor, base e emissor. A base é o terminal que ao receber um determinado nível de corrente permite a passagem de corrente elétrica do coletor para o emissor. Enquanto a base não recebe essa corrente, que funciona como um sinal de ligado/desligado, o transistor não permite a passagem de corrente entre coletor e emissor, funcionando assim como uma chave.

O transistor utilizado neste trabalho é de junção bipolar NPN (BJT-NPN) que pode ser encontrado em televisores, placas de computador, aparelhos de som, etc.

Para o seu correto funcionamento é necessária a identificação dos terminais de base, coletor e emissor do transistor. Para a sua utilização é necessária a realização de uma consulta à folha de dados (*datasheet*) do dispositivo em que consta a identificação dos terminais. Essas folhas de dados que identificam os transistores são facilmente encontradas na internet inserindo-

se, em um site de busca, o código escrito no corpo do componente. A Fig. 5 mostra uma foto de um transistor de baixa potência utilizado em circuitos de baixa corrente elétrica.

Na presente proposta, utilizamos esses componentes de acordo com o diagrama a seguir (Fig. 6) que representa o circuito transmissor e receptor de infravermelho.

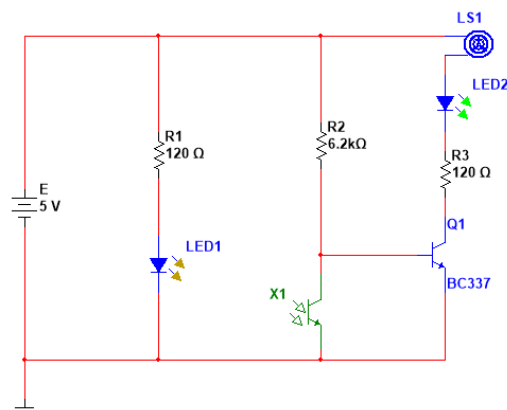


Fig. 6 – Circuito transmissor e receptor de infravermelho.

Nessa figura, o circuito transmissor corresponde ao ramo que contém o resistor R1 e o *photo-transmissor* LED1. O LED1 é um dispositivo que emite radiação na frequência do infravermelho e R1 é o resistor que tem por função limitar a corrente que passa por esse ramo. O circuito receptor consiste no ramo que contém o resistor R2 e o *photo-receptor* X1. O receptor X1 é um dispositivo sensível à radiação infravermelha. Sua resistência varia de acordo com a intensidade de radiação recebida, pois a incidência de fótons fornece energia aos portadores de carga do dispositivo diminuindo a barreira de potencial existente na junção do semiconductor, sendo assim, a resistência associada a esse potencial possui um valor máximo quando o dispositivo não está recebendo nenhuma luz e um valor mínimo quando a luz do transmissor (LED1) está incidindo diretamente sobre ele. O transistor Q1 (BC337) tem por função acionar o LED2 e o Buzzer LS1, que sinalizam de forma luminosa e sonora, respectivamente, que o feixe de luz infravermelha foi interrompido por alguma barreira.

É importante que os ramos sejam ligados em paralelo, pois cada um dos componentes (LED1, X1, Q1, LS1, LED2) deve ser alimentado pela voltagem da fonte (5V). Os resistores devem ser colocados em série com cada um desses componentes para controlar a corrente, pois cada componente tem uma corrente específica de funcionamento.

O circuito pode ser montado em uma matriz de pontos chamada *protoboard*, ou numa placa de circuito impresso (PCB) ou mesmo soldando-se os componentes uns aos outros e utilizando-se fios para as ligações. A primeira opção é a mais fácil de implementar, porém de maior custo devido ao preço do *protoboard* que, por ter sido criado com finalidades didática e para testes, não pode ser encontrado em sucatas de equipamentos. A utilização de circuito im-

presso é mais comum quando se deseja montar vários circuitos iguais e possui um custo intermediário. A soldagem direta dos componentes uns aos outros é a opção mais barata, entretanto, perde no atributo estético e há certa dificuldade para a sua montagem.

As Fotos 1 e 2 mostram a montagem do experimento em questão. A base do transistor Q1 deve ser ligada ao coletor do foto-transistor X1. Assim, enquanto houver emissão do LED1, o transistor Q1 estará em corte, não conduzindo corrente para o LED2, que permanecerá apagado. Ao se cortar essa emissão (radiação infravermelha), o coletor do foto-transistor X1 conduzirá uma corrente elétrica para a base do transistor Q1, fazendo com que ele entre em condução, fornecendo corrente ao LED2, que acenderá.

A Foto 1 representa a situação em que não há interrupção do feixe de luz infravermelho e a Foto 2 mostra o acendimento do LED2 no momento em que esse feixe é interrompido.

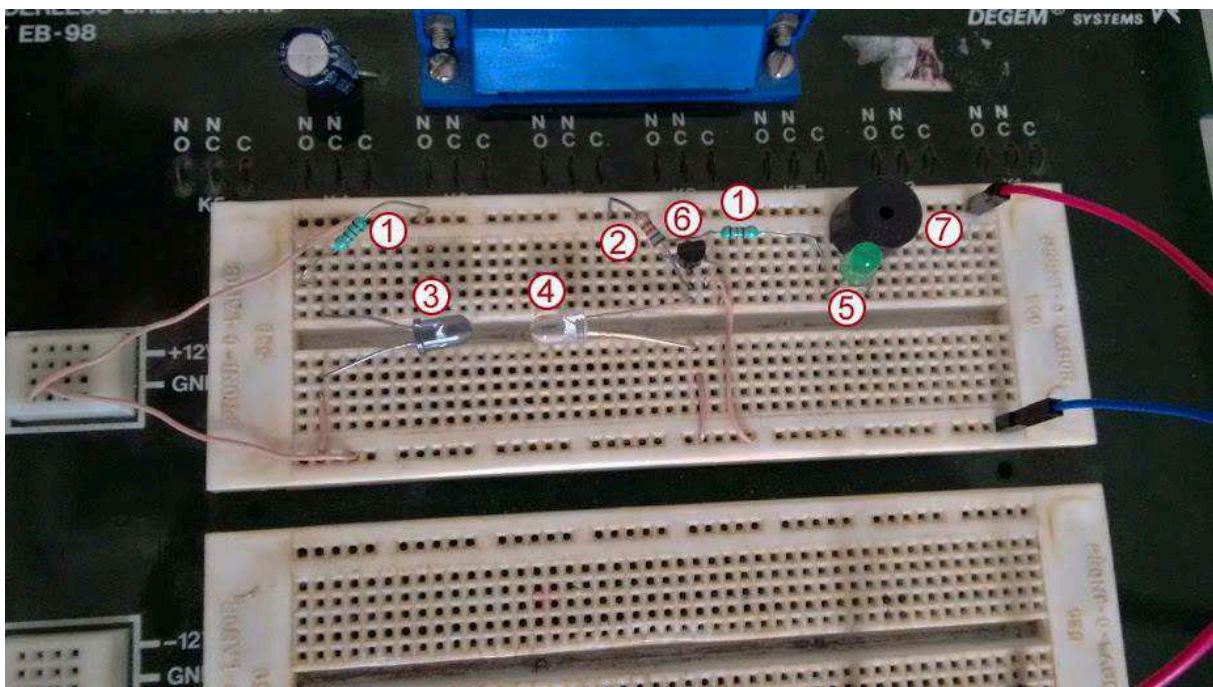


Foto 1 – Montagem do experimento.

1: resistores R1 e R3 de 120 Ω ; **2:** resistor de 56 K Ω ; **3:** Fotodiodo emissor LED1 (TIL32 com comprimento de onda de 940 nm); **4:** receptor X1 (foto-transistor infravermelho TIL78); **5:** LED2 (luz visível verde); **6:** transistor Q1 (BC337); **7:** buzzer.

Na Foto 2, é possível observar que, em virtude da interrupção do feixe de radiação infravermelha do emissor (LED1) para o receptor (foto-transistor X1), o LED2 se acende.

Esse experimento pode explicar o acendimento automático das lâmpadas que ocorre nos edifícios, porém, no lugar do receptor foto-transistor, são usados sensores de radiação in-

fravermelha, de modo que quando uma pessoa (emissora de radiação infravermelha) se aproxima do receptor, a(s) lâmpada(s) do ambiente se acende(m). É importante ressaltar que, ao contrário do que ocorre nos edifícios, no circuito do experimento, o LED1 emite a radiação infravermelha e a luz do LED2 se acende quando essa emissão é interrompida. Já nos edifícios, a luz se acende quando ocorre a emissão (pessoa emite radiação infravermelha para o receptor).

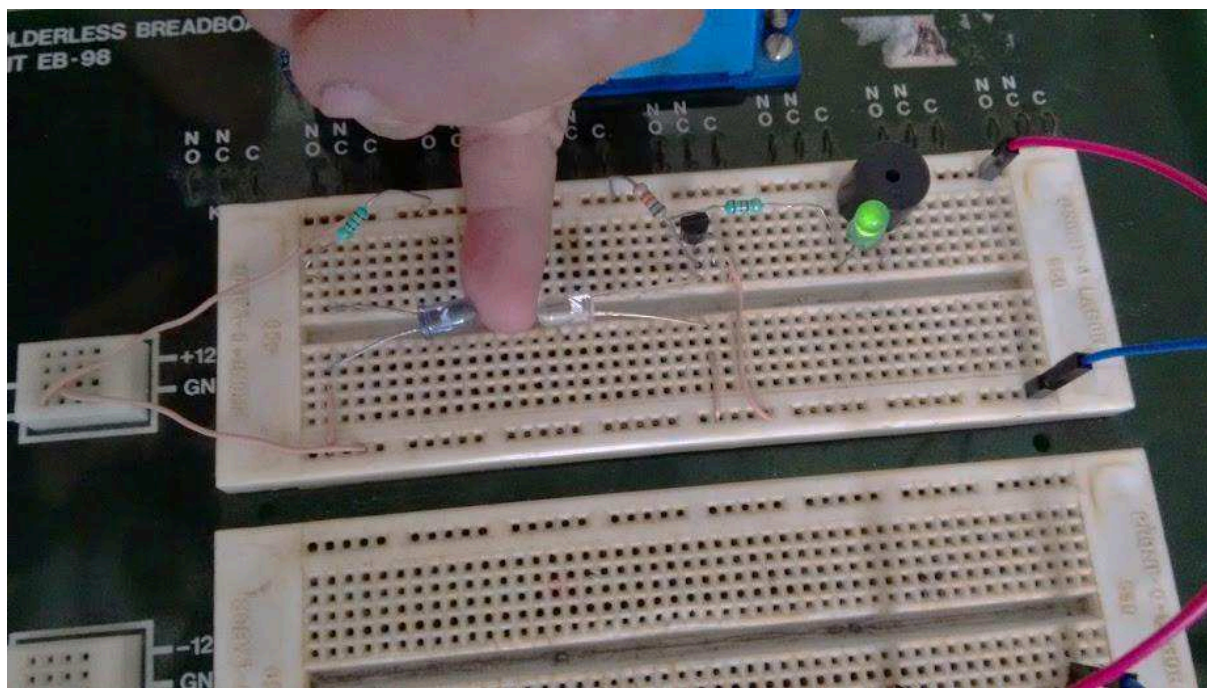


Foto 2 – Imagem do circuito quando se interrompe o feixe de radiação infravermelha.

Com relação ao enfoque CTSA, o professor pode iniciar a aula problematizando a questão da obsolescência programada associada aos equipamentos eletroeletrônicos, a fim de levar os alunos à conscientização dos impactos ambientais e sociais decorrentes desse problema.

IV. Debate em torno do lixo tecnológico

A discussão com os alunos acerca da obsolescência programada pode ser iniciada ressaltando-se que as indústrias de aparelhos eletroeletrônicos (computador, celular, etc.) buscam constantemente inovar, o que faz com que esses aparelhos se tornem obsoletos com pouco tempo de uso. Para Rigotti (2011), “o setor de informática, por possuir constantes atualizações, é um dos que mais colaboram com o aumento do consumo de equipamentos” (p. 31).

A busca por equipamentos eletrônicos mais sofisticados leva os consumidores a comprar novos aparelhos, de modo que os “antigos” tornam-se lixo eletroeletrônico. É impor-

tante observar que mesmo sem uma real necessidade, muitas pessoas compram novos computadores e celulares em virtude de novos recursos que esses oferecem. No entanto, segundo Rigotti (2011), muitos desses recursos sequer são utilizados.

Segundo Oliveira, Gomes e Afonso (2010, p. 240), esse tipo de lixo aumenta “a uma velocidade três a cinco vezes maior que a do lixo urbano”, sendo gerados quatro mil toneladas de sucata eletrônica por hora, no mundo (ALBUQUERQUE; SILVA; LIMA, 2012). É importante ressaltar que não se deve confundir sucata com lixo. Enquanto a sucata pode ser reutilizada e até refundida em sua forma original, o lixo torna-se inútil (RIGOTTI, 2011).

O descarte desses equipamentos, se realizado de forma incorreta, leva aos lixões peças que poderiam ser reaproveitadas com pequenos reparos e ainda utilizados por algum tempo (CUNHA *et al*, 2010). Esses equipamentos têm em sua composição materiais que poluem e contaminam o solo e o lençol freático, tais como “metais pesados e outros componentes, como os retardadores de chama bromados, que ao serem descartados no solo, em aterros ou lixões, podem causar danos graves ao meio ambiente e à saúde das pessoas” (GERBASE; OLIVEIRA, 2012, p.1486).

Tal como apresentada no trabalho de Gerbase e Oliveira (2012), citamos a Tabela 2, que mostra os riscos à saúde decorrentes do contato com os principais metais pesados presentes em equipamentos eletroeletrônicos.

Tabela 2: Elementos perigosos encontrados em componentes eletrônicos.

Componentes eletroeletrônicos	Componente perigoso	Riscos à saúde
Monitores de computador e televisores	Chumbo	Danos aos sistemas nervoso, circulatório e renal, e dificuldade de aprendizagem em crianças
Placas de circuitos de impressoras, transmissores e interruptores, baterias de produtos eletrônicos,	Mercúrio	Danos permanentes ou fatais ao cérebro e rins
Interruptores, transmissores e placas de circuito	Arsênio	Danos pequenos à pele, pulmão e câncer linfático; conhecido agente cancerígeno para os seres humanos.
Baterias de equipamentos eletrônicos e cabos, placas de circuito	Cádmio	Danos ao rim, pulmão e câncer de próstata.

Fonte: Gerbase e Oliveira, 2012, p.1487.

Para evitar os referidos danos, é necessário o reaproveitamento das peças desses equipamentos. Gerbase e Oliveira (2012) apontam que a reciclagem do “resíduo eletrônico contribui para a preservação do meio ambiente, além de reduzir a extração de recursos naturais não renováveis como, por exemplo, o cobre, que pode ser recuperado no processo” (p.1486-1487).

Para evitar o descarte inadequado e garantir que esses equipamentos sejam enviados para a reciclagem, é imprescindível o envolvimento do Estado, legislando sobre os criadores e fornecedores dos produtos e sobre os consumidores (RIGOTTI, 2011). Nesse sentido, a Lei Nº 12.305, Capítulo II, Artigo 3º, inciso XII, instituiu a “Logística Reversa”, que corresponde ao

instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2010).

Mediante esse instrumento, a responsabilidade é conjunta. Cabe ao fornecedor a tarefa de recolher e dar um destino final para a sucata eletroeletrônica, e ao consumidor a tarefa de encaminhá-la aos pontos de coleta (RIGOTTI, 2011).

Essa discussão, permeada por conhecimentos de várias disciplinas, pode viabilizar a motivação dos alunos em aprenderem os conteúdos trabalhados, bem como a reflexão acerca da sua responsabilidade enquanto cidadãos, passando a atuar de forma ativa e crítica em seu contexto social e ambiental.

V. Considerações finais

A utilização de experimentos, em aulas de física, de forma articulada aos aspectos tecnológicos, sociais e ambientais, pode propiciar aos alunos emoções positivas, o que pode gerar interesse e motivação para a aprendizagem. O experimento em questão pode promover esse interesse, bem como despertar a consciência dos alunos a respeito dos problemas ambientais gerados em virtude do descarte inapropriado de equipamentos eletrônicos.

Ressaltamos que, com a presente atividade experimental, além dos conceitos trabalhados nesta proposta (transmissor e receptor em circuitos que envolvem a radiação infravermelha) podem ainda ser abordados os conceitos de modulação, emissão e recepção de ondas portadoras presentes na Unidade temática “Emissores e Receptores” (BRASIL, 2002). Nesse caso, o professor pode discutir com os alunos como o receptor (Ex: Datashow, TV, ar condicionado) consegue identificar diferentes comandos enviados por um controle remoto.

Com relação à Física Moderna, podem ser abordados os conceitos de quantização de energia (Ex: como é possível ajustar a frequência da luz a ser emitida por um LED) e de semicondutores (Ex: no experimento, o transmissor, o receptor e o transistor são dispositivos semicondutores) inseridos nas Unidades Temáticas “Matéria e suas Propriedades” e “Eletrônica e Informática”, respectivamente.

Além disso, os dispositivos ópticos usados no experimento, tais como o fotodiodo (LED1) e o foto-transistor (X1), podem ser utilizados em experimentos de mecânica básica vinculando o sinal recebido pelo foto-transistor à velocidade angular de um disco que tenha uma ranhura. Ele também pode ser usado como sensor de tempo em atividades experimentais de cinemática (queda livre, velocidade em movimento uniforme e movimento uniformemente variado).

Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, M. F. A.; SILVA, M. W. L. A.; LIMA, E. F. A. Kit prático para aplicação em robótica educativa utilizando lixo tecnológico. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, VII, 2012.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais:** ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002. 144 p.

CUNHA, C. S.; LUZ, G.; SILVA, C. N. S.; VIEIRA, S. Reaproveitamento de “Lixo” Tecnológico. In: MOSTRA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA INTERDISCIPLINAR, IV, II FÓRUM NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO E TÉCNICO II FONAICEMT, 2010.

GASPAR, A. **Física 3:** eletromagnetismo e física moderna. São Paulo: Ática, 2009. 352p.

GERBASE, A. E.; OLIVEIRA, C. R. Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 7, p. 1486-1492, 2012.

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

KOILLER, B. A arquitetura da matéria. **Física na Escola**, v. 6, n. 1, 2005.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 382-404, 2006.

MAZZAROPPI, M. **Sensores de movimento e presença**. 2007. 64f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 71-84, 2007.

OLIVEIRA, R. S.; GOMES, E. S.; AFONSO, J. C. O Lixo Eletroeletrônico: Uma abordagem para o Ensino Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 4, p. 240-248, 2010.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Revista Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-146, 2007.

RIGOTTI, C. M. **Gestão do lixo eletrônico nos municípios de abrangência das SDR do extremo oeste de Santa Catarina**. 2011. 72f. Monografia (Pós-Graduação em nível de especialização MBA – Gestão Ambiental e Projetos Sustentáveis) - Universidade do Oeste de Santa Catarina Campus de São Miguel do Oeste, 2011.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e Ensino Médio**: espaços de articulação. 2008. 236f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; PENTEADO, P. C. M.; SOARES, P. A. T. **Física**: ciência e tecnologia. São Paulo: Moderna, 2001. 665p. volume único.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. 2. ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2003.