

DESENVOLVIMENTO DE UM FOTOCOLORÍMETRO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO: ATRAINDO ALUNOS PARA A ENGENHARIA ELETRÔNICA

Maria Iraisís Tainá Costa e Silva – iraisisgomes@gmail.com

Universidade Federal de Pernambuco, CCEN, Departamento de Química Fundamental
Av. Jornalista Aníbal Fernandes, s/nº Cidade Universitária
50.740-560 – Recife – PE

Marcílio André Félix Feitosa – marcilio@poli.br

Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, Coordenação de Eletrônica
R. Benfica, 455, Madalena
50720-001 – Recife – PE

Resumo: Apesar de uma carreira promissora, com várias linhas de atuação em destaque, temos presenciado uma menor concorrência pelos cursos de Engenharia Eletrônica no Brasil e, mais especificamente, na Universidade de Pernambuco. Para diminuir esses problemas, estratégias de captação de alunos devem ser tomadas, e uma delas é prover uma maior interação entre o ensino médio e a universidade. Essas ações fazem com que os alunos conheçam e, a partir daí, tenham mais interesse pela área. Em 2018 apresentamos no COBENGE um trabalho que levou aos alunos do Ensino Fundamental conceitos básicos de desenvolvimento na área das Telecomunicações. A aceitação foi muito boa e nesse ano decidimos, ao invés de apresentar a Eletrônica de forma expositiva, com kits montados pelos alunos da engenharia, inserir conceitos básicos de Eletrônica em algumas disciplinas do currículo do Ensino Médio. O experimento proposto (Desenvolvimento de um fotocolorímetro) foi escolhido por sua simplicidade, o que permite que os alunos consigam executá-lo mesmo sem muitos conhecimentos. Com aulas expositivas e aulas práticas monitoradas, espera-se que os alunos consigam montar seus próprios equipamentos e depois utiliza-los, aumentando sua participação na disciplina e mostrando a eles um pouco do universo da Eletrônica. A plataforma de desenvolvimento escolhida (Arduino) bem como a metodologia aplicada na montagem e testes foram definidas por serem acessíveis, de fácil utilização e seguras para os alunos.

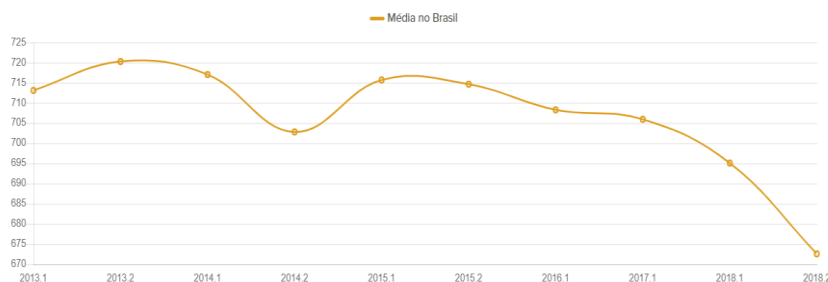
Palavras-chave: Ensino médio. Concorrência Universitária. Captação de alunos. Fotocolorímetro. Arduino.

1 INTRODUÇÃO

As Engenharias são carreiras essenciais para o fortalecimento econômico de um país. Infelizmente, no Brasil, devido a déficits de formação no ensino médio e no fundamental, os alunos tendem a evitar os cursos onde as ciências exatas são a base (GONÇALVES, 2018). O Brasil é um dos países que menos formam engenheiros e a evasão nos cursos, que ultrapassa 40%, acaba comprometendo o mercado de profissionais de engenharia. Para o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), seria preciso quase duplicar a quantidade de engenheiros, até o ano 2020, para atender a demanda no Brasil (SANDER, 2018).

A Engenharia Eletrônica é uma carreira promissora, diretamente relacionada às novas tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Indústria 4.0, Cidades Inteligentes, Smart Grids etc. Apesar disso, temos presenciado uma menor procura por esse curso no Brasil e, mais especificamente, na Universidade de Pernambuco (UPE). O site “Quero Bolsa” organizou as informações de nota de corte de diversos cursos do SISU (Sistema de Seleção Unificada) e podemos observar que, desde 2013, a nota de corte média para os cursos de Engenharia Eletrônica vem caindo, como indicado na Figura 1 (QUERO EDUCAÇÃO, 2019). Apesar de não termos tido acesso à concorrência por vagas, a nota de corte é um bom indicativo pois, no SISU, o que define a dificuldade de ingresso num determinado curso é uma relação entre o número de vagas ofertadas, a concorrência dos candidatos por tal curso e o desempenho desses candidatos nas provas.

Figura 1 – Notas de corte média dos cursos de Engenharia Eletrônica no Brasil



Fonte: Quero Educação, 2019

Na Universidade de Pernambuco, o processo seletivo é composto 50% pelo Sistema Seriado de Avaliação (SSA) e 50% pelo SISU. No SSA o aluno se submete a provas em cada ano, entre o primeiro e o terceiro ano do ensino médio. Uma parcela (20%) dessas vagas é reservada para os alunos que se enquadram no sistema de cotas. Analisando a concorrência para as 3 modalidades de Engenharia Elétrica ofertadas pela UPE (Engenharias Eletrônica, Eletrotécnica e de Telecomunicações), observamos a queda na concorrência tanto na disputa pelas vagas de livre concorrência (Figura 2) como nas vagas destinadas aos cotistas (Figura 3).

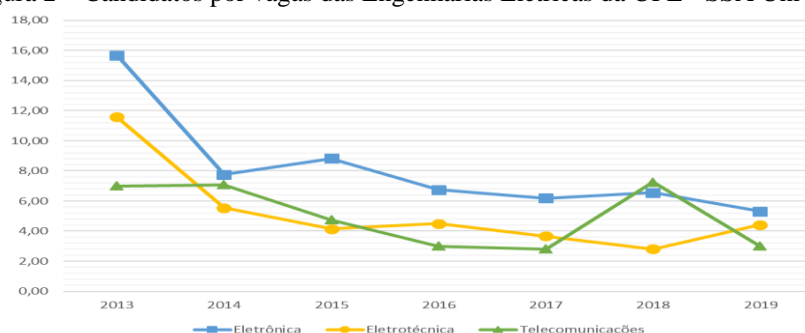
A baixa concorrência por um curso trás, além dos problemas já citado da escassez dos profissionais no mercado de trabalho, a aceitação de alunos menos preparados, o que pode afetar da qualidade dos egressos. O curso de Telecomunicações por exemplo, se analisarmos a Figura 3, vemos que nesse ano a concorrência para os cotistas ficou perto de 1, ou seja, um candidato apenas para cada vaga ofertada, bastando passar do ponto de corte para ser admitido.

Para diminuir esses problemas, estratégias de captação de alunos devem ser tomadas. A principal é o fortalecimento do curso pois, um curso amplamente reconhecido, relacionado às novas tecnologias do mercado, e com alta empregabilidade, é um ótimo atrativo. Mas outras



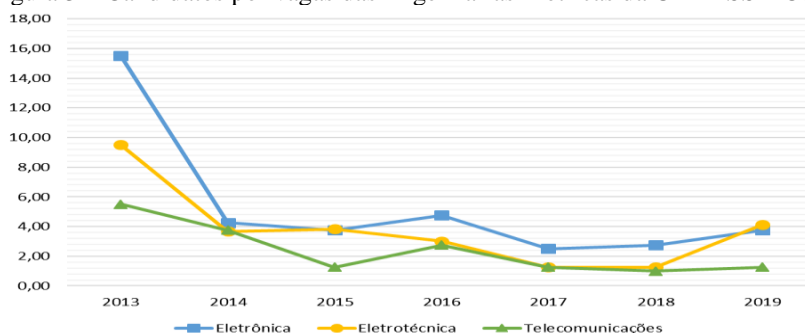
ações podem e devem ser tomadas. Uma maior interação entre o ensino médio e a universidade, através de visitas, palestras, minicursos, feira de profissões, faz com que os alunos tenham mais interesse pela área e desmistifica alguns conceitos.

Figura 2 – Candidatos por vagas das Engenharias Elétricas da UPE - SSA Universal



Fonte: Do autor, baseado em dados disponíveis em <https://tinyurl.com/processodeingresso>

Figura 3 – Candidatos por vagas das Engenharias Elétricas da UPE - SSA Cotas



Fonte: Do autor, baseado em dados disponíveis em <https://tinyurl.com/processodeingresso>

Em 2018 apresentamos no COBENGE um trabalho que levava aos alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental conceitos básicos de desenvolvimento e estímulo ao estudo das Telecomunicações (ARAUJO, 2018). Foram abordados conceitos como sistema de numeração binária, transmissão de dados, comunicação à distância, tudo de forma lúdica, envolvendo jogos, brincadeiras e alguns sistemas desenvolvidos por alunos de Iniciação Científica da UPE. A aceitação por parte dos alunos foi excepcional, que demonstraram grande interesse em participar.

Nesse ano decidimos mudar um pouco a abordagem. Ao invés de apresentar a Eletrônica de forma expositiva, com kits montados pelos alunos da engenharia, optamos por inserir a Eletrônica em algumas disciplinas do currículo do Ensino Médio. As disciplinas onde é mais fácil inserir conceitos de eletrônica são Física e Química, mas também é possível em outras disciplinas, como Matemática e Biologia por exemplo.

Aproveitamos que um dos autores desse trabalho é participante bolsista do “Programa de Residência Pedagógica” da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Esse programa é uma das ações que integram a Política Nacional de Formação de Professores e tem por objetivo induzir o aperfeiçoamento da formação prática nos cursos de licenciatura, promovendo a imersão do licenciando na escola de educação básica, a partir da segunda metade de seu curso (CAPES, 2018).

A Química no Ensino Médio, nem sempre possibilita a visão prática dos conceitos abordados. Por vezes os alunos se perguntam onde irão utilizar os conhecimentos de química em seu dia-a-dia. Uma maneira acessível de mostrar-lhes que o conhecimento adquirido em

sala de aula é aplicável, e pode ser útil em várias dimensões do contexto social, é realizando atividades que o permitam explorar o mundo que o rodeia, como é o caso das atividades experimentais, ou das atividades contextualizadas, com temáticas que fazem parte daquilo que eles conhecem. Esses experimentos são quase sempre simples, fazendo uso de poucos materiais pois, os laboratórios das escolas de ensino médio nem sempre dispõem de equipamentos para a sua realização.

E, se os alunos pudessem construir um instrumento de medida, com a ajuda do professor? Um fotômetro, por exemplo. O ato de manipular algo para um determinado fim pode despertar-lhes o interesse na aquisição de novos conhecimentos, desenvolvendo sua criatividade. Talvez aprender um pouco de eletrônica para utilizar em química, mesclando com um pouco de física e uma pitada de programação, possa dar um upgrade nas aulas de química.

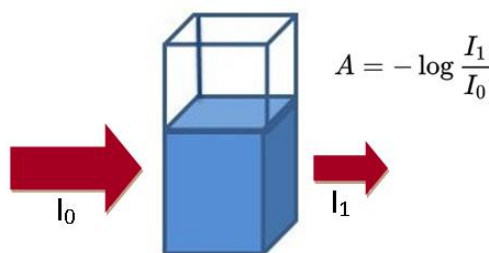
Nesse trabalho descrevemos a utilização da plataforma Arduino®, do desenvolvimento de um fotocolorímetro a ser utilizado nas aulas de Química na Escola de Referência em Ensino Médio Joaquim Távora, localizada na cidade de Recife. Essas aulas são ministradas para turmas de 30 a 40 alunos, com faixa etária entre 15 e 17 anos. A diferença aqui é que o desenvolvimento do instrumento de medição será feito pelos alunos que depois irão utilizá-lo. Com isso pretendemos obter dois resultados: Apresentar a Eletrônica, mostrando como ela pode solucionar de forma simples e atrativa alguns problemas e aumentar a participação dos alunos na disciplina de Química.

2 METODOLOGIA

O experimento proposto, desenvolvimento de um fotocolorímetro e sua utilização, foi escolhido por sua simplicidade, o que permite que os alunos consigam executá-lo mesmo sem conhecimentos sobre eletrônica. A própria plataforma de desenvolvimento escolhida, a Arduino®, surgiu com o objetivo de ser de baixo custo e fácil de programar, para ser acessível a estudantes e amadores.

O fotocolorímetro é um equipamento usado em estudos de química para medir a concentração de substâncias coloridas misturadas em soluções, por meio da absorção de luz. Compreende uma fonte de luz e um detector, capaz de medir a quantidade de luz absorvida pela solução e, a partir daí, a concentração das substâncias (CAPRI, 2012). A Figura 4 ilustra o princípio físico no qual o equipamento se baseia, a Lei de Beer-Lambert. Um feixe de luz incidente (I_0), gerado por uma fonte monocromática, atravessa uma cubeta onde está a substância sob análise, diluída numa solução. O feixe emergente (I_1) é então medido pelo detector e, a partir da equação indicada na Figura 4, pode-se calcular a Absorbância (A) da solução e posteriormente, associá-la à concentração da substância.

Figura 4 – Representação da Lei de Beer-Lambert.



Fonte: Do autor.

Para tornar a experiência ainda mais atrativa aos estudantes, decidiu-se que o fotocolorímetro será utilizado na determinação de fosfato em amostras de refrigerante do tipo Cola, através do método espectrofotométrico do Azul de Molibdênio.

2.1 Método espectrofotométrico do Azul de Molibdênio

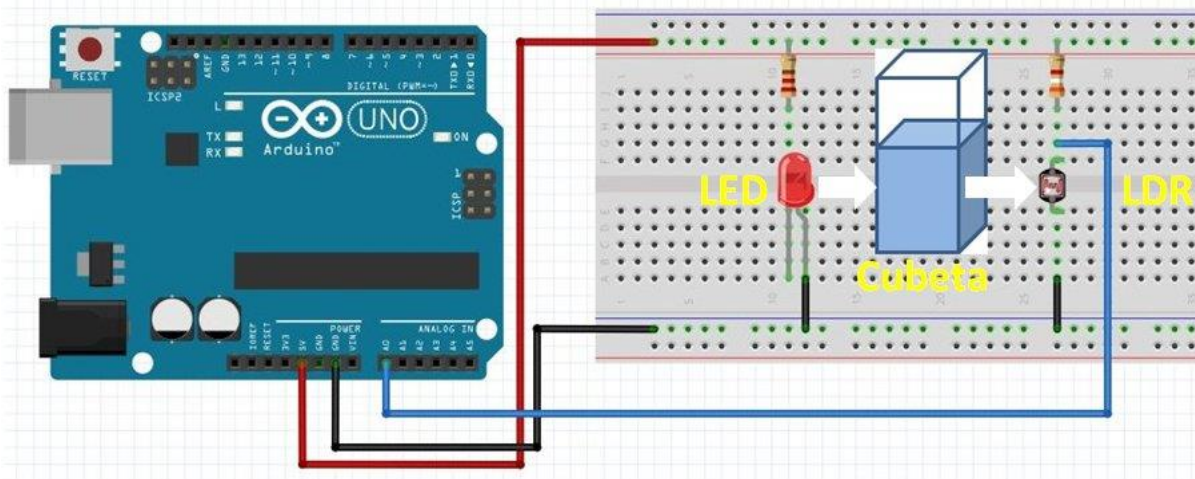
O método espectrofotométrico do Azul de Molibdênio é um método já conhecido na literatura para determinação de fosfatos (COLZANI, 2017). Baseia-se na formação de um complexo decorrente de uma reação, em meio ácido, entre ânions fosfato com um composto e molibdato. Em seguida, esse produto é reduzido por um agente redutor (ácido ascórbico) na presença do tartarato de antimônio e potássio hemi-hidratado, que funciona como um catalisador. A formação do complexo conhecido como Azul de Molibdênio é evidenciada pela mudança na coloração do meio. O molibdênio que aparece na forma hexavalente é incolor, já na forma pentavalente é azul. O complexo formado possui uma coloração azul intensa cuja absorção máxima é relatada como sendo nos comprimentos de onda a 600, 650 e 800 nm (COLZANI, 2017). Para testes iniciais, foram preparadas soluções com diferentes concentrações e essas foram caracterizadas com o uso de um espectrofotômetro modelo FEMTO 700 PLUS®, com comprimento de onda de 650 nm.

2.2 Circuito do Fotocolorímetro

O primeiro protótipo montado consistia numa placa de desenvolvimento, da série Arduino®, com alguns circuitos adicionais montados numa placa de prototipação (protoboard). O Arduino era ligado a um computador onde era possível visualizar os valores das absorbâncias medidas. Na Figura 5 temos um diagrama que representa o circuito a ser montado pelos alunos.

Podemos observar que o circuito é bastante simples. Além disso, optou-se pela montagem dos circuitos de apoio em uma protoboard e pelo uso de jumpers (fios para conexão dos componentes) que são comercializados, o que descarta a necessidade de se utilizar ferro de solda para a interligação dos componentes. Como opera com tensões muito baixas (5Vdc), o circuito não apresenta riscos de choques elétricos aos alunos. A montagem ocorrerá seguindo um tutorial a ser distribuído aos alunos após uma aula expositiva.

Figura 5 – Diagrama esquemático do circuito a ser montado pelos alunos durante a aula experimental.



Fonte: Do autor.

A Figura 6 mostra um dos testes iniciais, onde ainda estávamos utilizando um LED branco como fonte emissora de luz. É possível se ver na tela do notebook, por trás da cubeta, os valores medidos pelo LDR.

Na fase atual, o projeto está sendo modificado para melhor se adequar aos experimentos que serão realizados em sala de aula. Esses experimentos podem ser divididos em etapas como exposto a seguir:

- Aulas tradicionais onde os assuntos Lei de Beer-Lambert e o Método do Azul de Molibdênio serão abordados e estudados;
- Aula expositiva onde será apresentada a plataforma de desenvolvimento Arduino®, seu ambiente de programação e, através de um exemplo simples como fazer um LED piscar, a linguagem de programação será abordada;
- Aula prática onde os alunos, em grupos de 5, irão montar os circuitos de apoio numa protoboard, ligá-los via jumpers ao Arduino (que estará conectado via USB a um computador), programação da plataforma e testes iniciais;

- d) Aula prática de laboratório onde os alunos irão preparar as soluções a serem analisadas. Serão preparadas soluções padrão de fosfato na faixa de 0,5 a 2,5 mg/L pelo Método do Azul de Molibdênio;
- e) Aula prática onde os alunos irão medir, utilizando o fotocolorímetro que montaram, as concentrações das soluções que eles prepararam. Com isso poderão traçar uma curva Concentração versus Absorbância medida, já que as concentrações das soluções são conhecidas. Depois será preparada uma solução com um refrigerante tipo Cola e a Concentração será medida, fazendo-se interpolação na curva traçada anteriormente.

Figura 7 – Ambiente de programação do Arduino com parte do código para cálculo da Absorbância.



```
const int entradaanalogica = A0; // Nomeia o pino da entrada A0 como "entradaanalogica"
int I1 = 0; // Define a variavel feixe emergente (Io) como um inteiro e a inicializa com valor zero
float razao = 0; // Define a variavel razao como um inteiro e a inicializa com valor zero
float absorbancia = 0; // Define a variavel absorbancia como um inteiro e a inicializa com valor zero

void setup() { // Inicio da rotina de configuracao
  Serial.begin(9600); // Define a taxa de transmissao como 9600 bits por segundo
}

void loop() { // Inicio do loop do programa
  I1 = analogRead(entradaanalogica); // Lê a entrada analogica A0 e grava na variavel I1
  Serial.print(" Absorbância = "); // Imprime na tela o texto "Absorbância = "
  razao = (I1/114); // 114 é o valor que o sensor fornecia quando não tem substancia na cubeta
  absorb = log(razao);
  Serial.print(-absorb,7); // Imprime na tela o valor do sensor e pula uma linha
  delay(20); // aguarda 20ms e repete o ciclo
}
```

Fonte: Do autor.

3 RESULTADOS

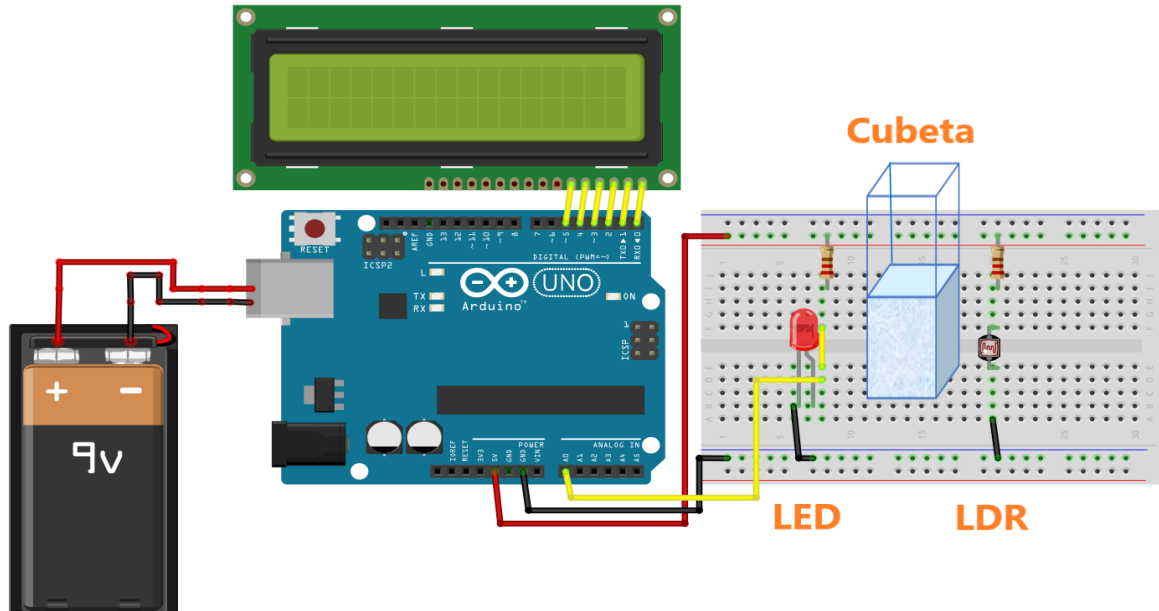
O presente trabalho ainda está em andamento e ainda não ocorreram as aulas programadas onde os alunos do Ensino Médio irão aprender as técnicas, montar os equipamentos e realizar as medições. Até o momento o que foi feito foi o desenvolvimento da ideia pelos autores desse artigo e testes com o uso de soluções preparadas no laboratório de Química da Universidade Federal de Pernambuco. As soluções preparadas tiveram suas concentrações medidas utilizando-se um espectrofotômetro comercial (FEMTO 700 PLUS®), calibrado, com comprimento de onda $\lambda = 650\text{nm}$, de forma a termos uma referência para o equipamento desenvolvido. Observamos que algumas mudanças são necessárias no protótipo inicial e que outras, apesar de não serem essenciais já que o objetivo não é uma medição com alta precisão e sim aumentar o interesse dos alunos, se forem realizadas podem trazer mais precisão ao circuito.

Entre as mudanças que estão sendo realizadas no projeto inicial estão:

- Alteração do circuito do fotocolorímetro de forma que o mesmo possa ser alimentado por uma bateria e os valores medidos possam ser observados num display de cristal líquido (LCD). Com isso os alunos só precisarão utilizar computadores na hora de programar as placas Arduino e carregar nelas o código programado. Isso pode ser feito no Laboratório de Computação da escola, sem a necessidade de se levar computadores

para o Laboratório de Química, onde serão realizados os experimentos. O diagrama desse novo circuito está indicado na Figura 8.

Figura 8 – Circuito do fotocolorímetro modificado para ter maior autonomia e portabilidade.



Fonte: Do autor.

- Testes e posterior mudança dos circuitos de apoio. No lugar do LED vermelho, pretende-se analisar o uso de um LASER (light amplification by stimulated emission of radiation, ou seja, amplificação da luz por emissão estimulada de radiação), cuja luz possui um comprimento de onda mais bem definido e uma intensidade maior (Figura 9a). No lugar do LDR utilizado como sensor luminoso, pretende-se utilizar um fotodiodo modelo BPW34, que cobre a faixa de comprimentos de onda emitido pelo laser e possui maior sensibilidade. O fotodiodo a ser utilizado, modelo BPW34 está representado na Figura 9b.
- Para que o laser (ou LED) e o fotodiodo (ou LDR) fiquem numa altura adequada para o posicionamento da cubeta de vidro onde estará a solução sob análise, se faz necessário a confecção de duas plaquinhas onde ficarão esses elementos, posicionando-os perpendicularmente à protoboard, como indicado na Figura 10.

Figura 9 – (a) Laser 650nm; (b) Fotodiodo BPW-34.



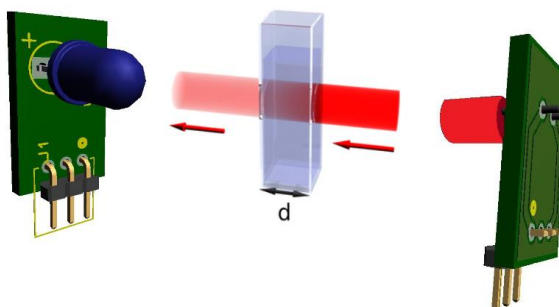
(a)



(b)

Fonte: Do autor.

Figura 10 – Placas de circuito impresso a serem confeccionadas para melhor posicionamento, com relação à cubeta, do emissor e do receptor de luz.



Fonte: Do autor.

4 CONCLUSÕES

Como já dito anteriormente, o objetivo desse trabalho não é o desenvolvimento de um fotocolorímetro de precisão. A ideia é usar esse desenvolvimento junto aos alunos do Ensino Médio como forma de motivá-los nas disciplinas que estão cursando (nesse caso, a disciplina de Química), bem como tentar despertar neles o interesse pela Engenharia Eletrônica, mostrando como ela pode ser aplicada na resolução de problemas e na automação de processos. Queremos mostrar que, apesar de ser uma área que exige uma boa base nas ciências exatas, a Eletrônica não precisa ser complicada nem impossível. Na experiência que tivemos no projeto apresentado no COBENGE 2018, a aceitação e o engajamento por parte dos alunos nos motivaram a continuar levando a Engenharia ao Ensino Médio. No início e no final dos experimentos, os alunos serão solicitados a preencherem questionários relacionados ao seu grau de interesse pelas Engenharias e, após analisados, esses dados servirão para nortear novos projetos do tipo. Pretendemos publicá-los em edições posteriores do COBENGE, junto a outros experimentos equivalentes. Pretendemos inserir a Eletrônica em disciplinas de Física (montando termômetros por exemplo), na Biologia (mostrando sua aplicação no controle de próteses), na Matemática (com experimentos com sistema de numeração por exemplo), e em outras disciplinas onde possamos observar de forma simples aplicações da Eletrônica. Além disso, adicionalmente, teremos fotômetros produzidos com baixo custo (cada um em torno de R\$ 150,00 cotado em 09/05/2019) comparados com equipamentos comerciais de até R\$ 2000,00. Com um custo em torno de R\$ 1200,00 (1 fotômetro para cada equipe, num total de 8 equipes com 5 alunos cada), seria possível envolver todos os alunos nas aulas práticas com a vantagem que as placas de desenvolvimento Arduino podem ser utilizadas na confecção de vários outros projetos.

Agradecimentos

À Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco pelo constante apoio e ao Programa de Residência Pedagógica da CAPES pelo fomento na forma de bolsa.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, M. D. S., Feitosa, M. A. F. e Alcoforado, M. L. M. G.; **Desenvolvimento de um Kit Didático de Ensino de Telecomunicações para alunos do Ensino Fundamental**, Anais do XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, COBENGE 2018, Salvador, Bahia, Setembro 2018;

CAPES; **Programa de Residência Pedagógica**; Brasília, 13 Setembro de 2018. Disponível em <https://www.capes.gov.br/educacao-basica/programa-residencia-pedagogica>. Acesso em 06 de maio de 2019.

CAPRI, A.; **Fotocolorímetro: Aparelho de análise química pode ser montado em escola**; EcoDebate, julho de 2012. Acesso em maio de 2019. Disponível em <https://tinyurl.com/fotocol>

COLZANI, Heloisa et al. **Determinação de Fosfato em Refrigerantes Utilizando um Scanner de Mesa e Análise Automatizada de Dados: Um Exemplo Didático para Ensino de Química**. Quím. Nova [online]. 2017, vol.40, n.7, pp.833-839. ISSN 0100-4042. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170035>.

GONÇALVES, RUI. **Os altos e baixos da Engenharia**. Revista Quero Bolsa, 10 de abril de 2018. Disponível em <https://querobolsa.com.br/revista/dia-da-engenharia>. Acesso em 06 de maio de 2018.

QUERO EDUCAÇÃO. **Notas de Corte SISU para Engenharia Eletrônica**. Disponível em: <https://querobolsa.com.br/sisu/notas-de-corte/cursos/engenharia-eletronica>. Acesso em: 06 mai. 2019.

SANDER, CARLOS; **Como está o atual mercado da Engenharia no país?**; CAE Treinamentos, 09 de janeiro de 2018. Acesso em 06 de maio de 2019. Disponível em <https://caetreinamentos.com.br/blog/engenharia/como-esta-o-mercado-da-engenharia>.

DEVELOPMENT OF A PHOTOCOLORIMETER WITH MIDDLE SCHOOL STUDENTS: ATTRACTING STUDENTS TO ELECTRONIC ENGINEERING.

Abstract: *Despite being a promising career, with several lines of action in the spotlight, we have witnessed minor competition for Electronic Engineering courses in Brazil and, more specifically, the University of Pernambuco. To reduce these problems, student recruitment strategies must be taken, and one of them is to provide greater interaction between high school and university. In 2018 we presented in COBENGE a work that led to the elementary school students' basic concepts of development in the area of Telecommunications. Acceptance was very good and this year we decided not presenting Electronic in an expository way, with kits assembled by the students of engineering. We prefer to insert basic concepts of Electronics in some disciplines of the curriculum of High School. The proposed experiment (Development of a photocolormeter) was chosen for its simplicity. This allows students to execute even without advanced knowledge. With lectures and practical classes, students are expected to be able to assemble their own equipment and then use them, increasing their participation in the discipline and showing them a little of the electronics universe. The chosen development platform (Arduino) as well as the methodology applied in assembly and testing were defined as being accessible, easy to use and safe for students.*

Key-words: *High school. Competition by vacancies in Universities. How to attract students. Photocolorimeter. Arduino.*