CONSTRUINDO UM ESPECTROFOTÔMETRO COM MATERIAIS RECICLADOS. PARTE I

BUILDING A SPECTROPHOTOMETER WITH RECYCLED MATERIALS. PART I

CERVELIN¹, Adair; DE BONI, Luis Alcides Brandini²

¹ CFP SENAI de Antônio Prado, Rua do Iuppi 245. Antônio Prado, Brasil.

² Companhia Riograndense de Saneamento, Antônio Prado, Brasil.

* Autor correspondente
e-mail: ada_cervelin@hotmail.com

Received 12 June 2018; received in revised form 02 May 2019; accepted 14 August 2019

RESUMO

O presente trabalho aborda a possibilidade de reutilizar componentes obsoletos para a elaboração de equipamentos laboratoriais de qualidade didática. A reciclagem de computadores, que ainda funcionam, porém já não oferecem o desempenho esperado para suas funções primárias é algo interessante para elevar a vida útil dos eletrônicos. Também a possibilidade de reaproveitar resíduos de MDF (*Medium-density fibreboard*) foi explorada com sucesso. Foi construído um espectrofotômetro funcional com materiais reciclados. A qualidade e quantidade de softwares disponíveis na internet para a visualização dos espectros obtidos é elevada. O sistema óptico simplificado apresenta limitações mas mantém qualidade suficiente para ser utilizado como uma ferramenta didática. As melhorias que podem ser realizadas neste equipamento, incluem mas se limitam a, inclusão de um sistema óptico mais adequado, com um conjunto de lentes focais, grade de difração com mais definição e a substituição do sistema de aquisição de imagens por um sistema sem filtro UV, tornando possível a obtenção de espectros fora da faixa de luz visível. Durante a construção do aparelho e seus testes em sala de aula (fora do ambiente didático da química), foi possível observar o interesse dos alunos pela ciência, indicando que este tipo de experimento pode ser mais explorado no sistema de ensino.

Palavras-chave: *reciclagem, espectroscopia, aulas práticas.*

ABSTRACT

The present work addresses the possibility of reusing obsolete components for the elaboration of didactic quality laboratory equipment. Recycling computers, which still work but no longer deliver the performance expected for their primary functions, is an interesting way to extend the life of electronics. Also, the possibility of reusing MDF (Medium Density Fiberboard) residues was successfully explored. A functional spectrophotometer with recycled materials was built. The quality and quantity of software available on the internet for the visualization of the obtained spectra is high. The simplified optical system has limitations but maintains sufficient quality to be used as a didactic tool. Improvements that can be made to this equipment include, but are not limited to, inclusion of a more suitable optical system with a focal lens array, more defined diffraction grating, and replacement of the imaging system with a filterless system. UV, making it possible to obtain spectra outside the visible light range. During the construction of the apparatus and its tests in the classroom (outside the didactic chemistry environment), it was possible to observe the students interest in science, indicating that this type of experiment can be further explored in the education system.

Keywords: *recycling, spectroscopy, practical classes*

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho é resultado da conversa entre dois professores a respeito do que poderia ser feito para absorver pequenas quantidades de “lixo eletrônico” e resíduos de madeira.

A opção escolhida foi a produção de um espectrofotômetro artesanal, pois há uma ampla literatura disponível sobre este assunto (Stewart and Thomas-Oates, 2007; Widiatmoko *et al.*, 2011; Gelan *et al.*, 2017; Albert *et al.*, 2012; Pérez *et al.*, 2017; Woo and Ju, 2018; Sölvason, 2015; Stewart and Giannini, 2016; Kim *et al.*, 2015; Lema *et al.*, 2006; Scheeline and Kelley, 2009; Kalaria and Jhala, 2015; Panteleimon, 2010; Ashfaq *et al.*, 2017; Wakabayashi, 2008; WILKES *et al.*, 2017).

O guia básico escolhido para o projeto foi o sistema TEREMINO (TEREMINO, 2014), por que apresenta de forma bastante ampla o desenvolvimento de hardware e disponibiliza um software bastante intuitivo para a aquisição dos espectros através do espectrofotômetro.

Existem vários softwares disponíveis para a aquisição dos espectros, alguns gratuitos e outros disponíveis comercialmente, sendo interessante destacar o *Spectragryph* de Friedrich Menges (2019). Este software, além de permitir a utilização de equipamentos artesanais, também permite a utilização de equipamentos comerciais e o desenvolvimento de trabalhos profissionais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Lista de materiais utilizados

- 1 DVD (disco);
- 1 Cubeta
- 1 Computador, rodando Windows 10;
- Teclado e mouse;
- Display;
- 2 laminas de barbear;
- Restos de MDF;
- 1 lâmpada XXX
- 1 reator para a lâmpada
- 1 fonte de 12V;
- 1 câmera USB
- Parafusos
- Molas

2.2. Montagem do espectrofotômetro

A montagem do equipamento foi dividida em duas partes, primeiro o espectrofotômetro em si, e posteriormente um suporte para os demais

equipamentos.

2.2.1 Montagem do espectrofotômetro

O espectrofotômetro em si é descrito na Figura 1. Fundamentalmente é uma caixa retangular com tampa.

Figura 1. Espectrofotômetro. A = 59 cm, B = 16 cm, C = 16 cm. Ao lado esquerdo lâmpada, ao lado direito câmera, sob a linha “B” a fenda de passagem de luz.

Na Figura 2 a representação do suporte da cubeta e da fenda de tamanho ajustável.

Figura 2. Vista da fenda, suporte da cubeta e câmera.

A Figura 3 detalha o mecanismo do sistema de ajuste da abertura da fenda do espectrofotômetro. Com o auxílio de um conjunto de molas, é possível ajustar a abertura da fenda para que a distância entre as lâminas seja de poucos nanômetros.

Figura 3. Sistema de ajuste da abertura da fenda do espectrofotômetro.

Figura 5. Acessórios do espectrofotômetro. Destaque no computador

2.2.1 Montagem do suporte para os acessórios

Os acessórios do espectrofotômetro, computador, fonte de corrente contínua, reator da lâmpada, teclado, mouse e outros itens foram organizados em uma caixa levemente maior que a caixa do espectrofotômetro conforme a Figura 4.

Figura 4. Acessórios do espectrofotômetro. Display, teclado e mouse, reator da lâmpada, fonte de 12 V, cabos diversos e (computador embaixo do teclado)

Na Figura 5 o computador foi colocado sobre o espectrofotômetro, de forma meramente ilustrativa. O computador foi alojado abaixo do teclado e geralmente não é visível nas imagens.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Foi possível utilizar resíduos eletrônicos e de MDF (*Medium-density fibreboard*) para construir um espectrofotômetro. Os equipamentos utilizados foram selecionados conforme o projeto progrediu.

O equipamento apresenta grande potencial para aplicação didática, que será explorado em futuros manuscritos, todavia, devido à ausência de um conjunto de lentes para focar o espectro sua utilização em laboratório não é viável, pois os resultados apresentam variações.

Durante a construção do equipamento, alunos do curso de marcenaria (com idade aproximada de 16 anos) apresentaram um interesse inesperado e surpreendente pela espectroscopia. Este tipo de experimento poderia ter aplicação no desenvolvimento de aulas práticas do ensino médio.

As medidas do aparelho são maiores do que as da bibliografia por que foi decidido que, caso se deseje modificar o aparelho, incluindo outras medições ou para a realização de titulações monitoradas por meios ópticos, o volume interno do espectrofotômetro pode comportar as alterações sem a reconstrução do mecanismo.

Como o projeto funcionou de forma relativamente satisfatória, adquiriu-se um computador mais compacto (X5), substituindo-se o computador desktop, deixando o sistema com maior mobilidade.

Assim como em outros espectrofotômetros, também foi possível observar neste aparelho a importância de se aguardar o aquecimento da lâmpada (aproximadamente 15 minutos), para a obtenção de espectros mais

estáveis.

As melhorias que podem ser realizadas neste equipamento, incluem mas se limitam a, inclusão de um sistema óptico mais adequado, com um conjunto de lentes focais, grade de difração com mais definição e a substituição do sistema de aquisição de imagens por um sistema sem filtro UV, tornando possível a obtenção de espectros fora da faixa de luz visível.

4. CONCLUSÕES:

A bibliografia possui informações suficientes e adequadas para permitir a construção de um espectrofotômetro utilizando-se materiais de segunda qualidade, como, por exemplo, um computador obsoleto.

Neste experimento, apesar dos resultados não serem perfeitos (ao nível da qualidade dos espectros), o potencial didático do aparelho é muito amplo, podendo ser utilizado em aulas de física e matemática avançadas, além do estudo da química.

5. REFERÊNCIAS:

1. TAVENER, Stewart J.; THOMAS-OATES, Jane E. Build your own spectrophotometer. EducaTiOn in chEmiSTry. September 2007. Available from: <https://www.rsc.org/images/EiC-05_2007-spectrophotometer_tcm18-214788.pdf>
2. WIDIATMOKO, Eko; BUDIMAN, Widayani; Maman, Mikrajuddin Abdullah and KHAIRURRIJAL. A simple spectrophotometer using common materials and a digital camera. Physics Education. 46(3):332. May 2011. DOI: 10.1088/0031-9120/46/3/014. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/231110353_A_simple_spectrophotometer_using_common_materials_and_a_digital_camera>
3. Sara Taha Gelan, Rafat Fatma Aboshosha Fotouh, Mansour Fotouh Mansour. A simple homemade spectrophotometer. January 2017 Journal of Analytical Chemistry 72(2):239-242
4. DOI: 10.1134/S1061934817020113. Available from: <<https://link.springer.com/article/10.1134/S1061934817020113>>
5. Daniel R. Albert, Michael A. Todt, and H. Floyd Davis. A Low-Cost Quantitative Absorption Spectrophotometer. J. Chem. Educ. 2012, 89, 1432–1435. DOI:dx.doi.org/10.1021/ed200829d. Available from: <<https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.cornell.edu/dist/3/3786/files/2017/09/55-162xt6c.pdf>>
6. Pérez, A. A; Edelman, R. D.; Croom-Pérez, T. J.; Tekely, C. P.; Golbeck, J. H. and Bryant, D.A. The Spec0: A Single-Wavelength Homemade Spectrophotometer. Available from: <<http://static.nsta.org/connections/middle-school/201702JohnsonOnline1.pdf>>
7. Yura Woo and Young-Gu Ju. Fabrication of a high-resolution smartphone spectrometer for education using a 3D printer. 2018. Available from: <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1805/1805.05464.pdf>>
8. Gunnar Óli Sölvason. Low Cost Spectrometer for Icelandic Chemistry Education. Thesis of 30ECTS credits Master of Science (M.Sc.) in Mechanical Engineering May 2015. Available from: <https://skemman.is/bitstream/1946/22484/1/MSc_Solvason_Gunnar_2015.pdf>
9. Chris Stewart and John Giannini. Inexpensive, Open Source Spectrophotometers That Use Part of a CD or DVD as a Diffraction Grating. 2016. Available from: <https://pages.stolaf.edu/wp-content/uploads/sites/803/2016/11/Stewart_Giannini_OPN_Spec_Paper_20161102.pdf>
10. Ji-Sun Kim, A-Hee Kim, Han-Byeol Oh, Bong-Jun Goh, Eun-Suk Lee, Jun-Sik Kim, Gu-In Jung, Jin-Young Baek and Jae-Hoon Jun. Simple LED spectrophotometer for analysis of color information. Bio-Medical Materials and Engineering 26 (2015) S1773–S1780. DOI 10.3233/BME-151478. Available from: <<https://pdfs.semanticscholar.org/d73f/32047c62c09e4c3896552d12fa36935761c4.pdf>>
11. Martín A. Lema; Ernesto M. Aljinovic; Mario E. Lozano. Using a homemade spectrophotometer in teaching biosciences. 2006 DOI: <https://doi.org/10.1002/bmb.2002.494030020032>. Available from: <<https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bmb.2002.494030020032>>
12. Alexander Scheeline and Kathleen Kelley. Cell Phone Spectrometer: Learning Spectrophotometry by Building and Characterizing an Instrument. 2009.

- Available from:
https://www.asdlib.org/onlineArticles/ela-bware/Scheeline_Kelly_Spectrophotometer/Cell%20Phone%20Spectrometer%20Paper.pdf
13. Raahish Kalaria. Chirag Jhala. Investigating the working and limitations of a DIY Spectrophotometer by designing and testing a low cost prototype. 2015. Available from: <https://www.raahish.com/pdfs/spectrophotometer.pdf>
 14. Bazanos Panteleimon. Construction of a simple spectroscope Application in Chemistry. 2010. Available from: <http://users.sch.gr/pbazanos/spectroscopy/en/files/spectroscopy2.pdf>
 15. Md. Ashfaque – E – Alam; Md. Rakibul Islam and Ismat Jabeen Faria. Development and validation of a low-cost visible light Spectrophotometer. Available from: https://www.researchgate.net/publication/322515074_Development_and_validation_of_a_low-cost_visible_light_spectrophotometer [accessed Aug 12 2019].
 16. Fumitaka Wakabayashi. Resolving Spectral Lines with a Periscope-Type DVD Spectroscope. 2008. Available from: https://sciencemadness.org/scipics/spectroscope_2008.pdf
 17. THOMAS C. WILKES, ANDREW J. S. MCGONIGLE, JON R. WILLMOTT, TOM D. PERING, AND JOSEPH M. COOK. Low-cost 3D printed 1 nm resolution smartphonesensor-based spectrometer: instrument design and application in ultraviolet spectroscopy. 2017. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/132212751.pdf>
 18. Theremino Spectrometer Construction. 2014. Available from: https://www.theremino.com/wp-content/uploads/files/Theremino_Spectrometer_Construction_ENG.pdf
 19. Menges, Friedrich. Spectragryph - optical spectroscopy software. 2019. <https://www.effemm2.de/spectragryph/index.html>