

Cubo LED 3D 4X4X4

**Thalita Oliveira rocha¹, Sara Morais Pereira², Edinaldo Serra Cardoso Junior¹,
Fernando Yoiti Obana³, Max Robert Marinho³**

¹Bolsista de Iniciação Científica (FAPEMAT/UNEMAT) - Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) - Alto Araguaia – MT – Brasil.

²Bolsista de Iniciação Científica (CNPQ/UNEMAT) - Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) - Alto Araguaia – MT – Brasil.

³Departamento de computação – Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) - Alto Araguaia – MT – Brasil.

thalita.oliveira.rocha@unemat.br ; sara.moreira@unemat.br ;
edinaldo.junior@unemat.br; obana@unemat.br ; max.marinho@unemat.br

Abstract. *This article presents a construction of an electronic device controlled by software that drives 64 LEDs arranged in a three-dimensional 4x4x4 matrix as an approach to motivate students of a Computer Science course in disciplines related to Electronics and Embedded Systems using Active Methodology and Problem-Based Learning Tool (PBL). For the construction of the LED cube, the Arduino prototyping board was used as recyclable or easily accessible materials at low cost. The direct method of exploratory research with a laboratory approach was used. The script for the construction of the Led Cube and the results obtained in the classroom are informed.*

Resumo. *Este artigo apresenta a construção de um dispositivo eletrônico controlado por software que aciona 64 LEDs dispostos em uma matriz tridimensional de dimensão 4x4x4 como abordagem para motivar alunos de um curso de Ciência da Computação nas disciplinas relacionadas a Eletrônica e Sistemas Embarcados com uso da Metodologia Ativa e da Ferramenta de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Para a construção do cubo de LEDs foram utilizados materiais recicláveis ou de fácil acesso e baixo custo em conjunto a placa de prototipagem Arduino. Foi utilizado o método de pesquisa exploratória com abordagem direta em laboratório. São apresentados o roteiro para a construção do Cubo Led e os resultados obtidos em sala de aula.*

1. Introdução

A crescente evolução da tecnologia no Mundo faz com esta esteja presente em todas as atividades de nosso cotidiano. O uso massivo das tecnologias no dia-a-dia fez com que muitas escolas e universidades optassem pelo uso das tecnologias, juntamente com a educação, no intuito de obter vantagens como o aumento da interação entre alunos em sala de aula. O uso das tecnologias educacionais vem para melhorar o processo de

ensino aprendizagem trazendo novos elementos para o desenvolvimento da aprendizagem (Corsatto e Hoffman, 2016). Porém, no Brasil ainda não é tão comum a utilização das tecnologias educacionais em sala de aula devido à fatores como falta de formação de profissionais qualificados na área tecnológica que atuem na área educacional, e falta de recursos financeiros, acabando por limitar as instituições de integrarem a tecnologia como um artifício de aprendizagem e até mesmo de formação ou especialização (ZILLI 2002).

Uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (GOMES, 2018), em 2016, indica que o Brasil fechou o ano com 64,7% da população acima de 10 anos tendo acesso à internet (GOMES, 2018). Isso mostra o quanto a tecnologia está presente na vida de mais da metade da população brasileira. Esta informação também mostra o quanto a escola vem se tornando ultrapassada e antiquada. Para os alunos o local de aprendizagem é monótono, uma vez que a realidade fora da escola é muito mais atraente e divertida. Como consequência tem-se o desinteresse dos alunos pela escola, visto que suas realidades em casa são mais interessantes (Obana *et al.*, 2018).

A Robótica Educacional (RE) vem como um novo recurso educacional para aumentar os índices de interesse dos alunos por suas atividades de estudo por meio de uma metodologia de ensino com recursos didáticos-tecnológicos, que possibilita aos estudantes desenvolver habilidades e conhecimentos nesta área (Silva, 2018). A RE é uma área de ensino da tecnologia dedicada a sistemas de processamento compostos por peças mecânicas automáticas e controlados por circuitos integrados, de forma que os sistemas eletromecânicos sejam controlados automaticamente por circuitos, reunindo três elementos bases, a mecânica, a eletrônica e a programação.

A Robótica pode ser definida como “a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com pouca ou mesma nenhuma intervenção humana” (Ars Consult, 1995). O Dicionário Interativo da Educação Brasileira (2004) afirma que RE é um termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares, permitindo programar, de alguma forma, o funcionamento de modelos.

A história da robótica tendo com foco na área da educação, teve início com Seymour Papert (Meira *et al.*, 1993). Quando os computadores ainda ocupavam espaços enormes e tinham um custo de manutenção elevados, Papert sugeriu que os computadores fossem utilizados como ferramenta para potencializar a aprendizagem e a criatividade das crianças, mas foi ignorado. Papert via o computador como um meio de atrair a atenção das crianças e assim facilitar o seu processo de ensino aprendizagem ("Constructionism", 1991). Um de seus trabalhos foi uma tartaruga de solo, um robô programado pela linguagem LOGO, que que os alunos utilizavam para fazer figuras geométricas através da programação de computador (Papert, 1985).

Influenciado pelas ideias de Jean Piaget, com quem trabalhou na Universidade de Genebra, Papert desenvolveu a teoria do Construcionismo, um processo de aprendizagem que ocorre por meio da realização de uma ação concreta, que resulta em um produto palpável (Meira *et al.*, 1993), considerando que ela se dá por meio da criação, reflexão, depuração das ideias, interação, e que se deve considerar os interesses

e habilidades de cada membro. Essa visão tem influenciado diversas escolas no Brasil e incentivado a adoção de metodologias e disciplinas que trabalham esse processo de aprendizado, como é o caso da robótica, ora tratada como meio de ensino, ora como um objeto de aprendizagem (Ouchana, 2015).

Nas últimas décadas, diversas metodologias educacionais vêm sendo desenvolvidas, dentre elas encontram-se as metodologias de ativas de aprendizagem. A metodologia ativa de aprendizagem é uma idealização educativa que estimula os processos construtivos dos estudantes, fazendo com que eles tenham uma postura ativa em relação ao seu aprendizado por práticas de experiências por intermédio de problemas que sejam desafiantes e que permita que eles possam descobrir respostas que possam ser aplicáveis à realidade (Santos *et al.*, 2013). Este tipo de metodologia está sendo muito utilizada na formação e qualificação de profissionais da área da saúde, voltada à associação de estudos e prática. Ao introduzir as metodologias ativas de ensino aprendizagem na prática do docente, o professor torna-se mais competente nos cenários de aprendizagem (Cardoso e Obana, 2018).

Segundo Zilli (Zilli, 2004), a RE pode desenvolver as seguintes competências: raciocínio lógico; habilidades manuais e estéticas; relações interpessoais e intrapessoais; ser capaz de organizar suas ideias a partir de uma lógica mais sofisticada de pensamento; ser capaz de organizar suas ideias a partir de uma lógica mais sofisticada de pensamento; selecionar elementos que melhor se adequem à resolução dos projetos entre outras. Infelizmente os projetos com RE são iniciativas isoladas elaboradas principalmente por unidades independentes (Guedes, Guedes e Castro, 2013).

O termo lixo eletrônico ou e-lixo, refere-se ao descarte dos aparelhos eletrônicos, como computadores, aparelhos celulares, televisores entre outros (SILVA, J. R. N., 2010). Conforme afirma Mattos (Schluep e l'environnement, 2009), a área da informática não era vista como uma indústria poluidora, mas, com os avanços tecnológicos e a diminuição do tempo de vida desses equipamentos, surgiu o lixo eletrônico. O e-lixo como afirma Silva (SILVA, J. R. N., 2010) destaca que a preocupação ambiental em relação à disposição inadequada do e-lixo ocorre devido à liberação de substâncias tóxicas que podem causar sérios impactos à natureza.

Uma das dificuldades que acompanha esta tecnologia é o descarte incorreto de eletrônicos. Grande parte da população não sabe realizar o descarte correto destes dispositivos, depositando esses aparelhos em lixos comuns, que são depositados em aterros sanitários, onde em contato com o solo, contaminam o mesmo e os lençóis freáticos (Obana *et al.*, 2018). Este tipo de material, por meio de um processo de reciclagem adequado, permite a extração de metais como chumbo, cobre, ouro, entre outros, além de certos equipamentos poderem ser reutilizados. No Brasil, são poucos os lugares que trabalham fazendo a reciclagem ou reutilização desses e-lixos e muitas vezes a população nem ao menos sabe de sua existência. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei nº 12.305/2010) uma empresa é responsável por um produto durante todo o seu ciclo de vida até seu descarte e uma alternativa para a redução de custos é reutilização e reciclagem de dispositivos eletroeletrônicos, utilizando este tipo de resíduo para outros fins e descartando o que restar de forma correta.

Este projeto apresenta o desenvolvimento de um Cubo LED 3D 4x4x4 de forma didática, utilizando as metodologias ativas de aprendizagem, e com baixo custo,

utilizando materiais reciclados. A ferramenta utilizada para apresentar os conceitos de eletrônica básica e sistemas embarcados foi a ABP através de aulas práticas, colocando em reflexão o conceito sobre o processo de aprendizagem e as práticas pedagógicas (Santos *et al.*, 2013). O Cubo LED 3D foi utilizado como um recurso motivador para que os alunos buscassem conhecimentos na área de eletrônica possibilitando o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos nesta área.

2. Metodologias Ativas de Aprendizagem

Uma pesquisa realizada por Moreira (Meira et al., 1993) sobre as principais teorias educacionais voltadas para os processos de ensino e de aprendizagem demonstrou que o construtivismo utilizou elementos da teoria de Jean Piaget, de David Ausubel, de Henri Wallon e de Lev Vygotsky (Lima, 2016). A utilização da metodologia ativa, pode ser considerada como uma inovação que proporciona comprometimento dos discentes no processo educacional e favorece o desenvolvimento da capacidade crítica e reflexiva sobre o que estão fazendo. Uma das metodologias ativas de aprendizagem é a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), um método onde o estudante utiliza a situação problema, como estímulo para aprender. Após uma análise do problema, os estudantes determinam seus objetivos de aprendizagem e procuram as informações necessárias para resolve-la, e compartilham o que aprenderam (Lima, 2016).

Graesser afirma que a maneira como as pessoas solucionam problemas depende do modo como as pessoas os compreendem (Moreira, 2016). Na ABP, os problemas são preparados pelos docentes do modo mais concreto possível (Meira et al., 1993). Os passos do ciclo da resolução de problemas incluem identificação do problema, definição do problema, formulação de estratégia, organização das informações, alocação de recursos, monitoramento e avaliação do problema (Papert, 1997) apresentados na Tabela 1.

Passo	Atividade
1	Esclarecer termos e expressões no texto do problema
2	Definir o problema
3	Analisar o problema
4	Sistematizar análise e hipóteses de explicação ou solução do problema
5	Formular objetivos de aprendizagem
6	Identificar fontes de informação e adquirir novos conhecimentos individualmente
7	Sintetizar conhecimentos e revisar hipóteses iniciais para o problema

Tabela 1: Etapas da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Fonte: (Papert, 1997).

Nesta metodologia é importante fornecer os conhecimentos prévios aos estudantes dando assim uma introdução sobre os conceitos que irão abordar no decorrer da resolução do problema, em seguida são apresentados os materiais a serem utilizados, qual suas funções e como utilizá-los, para que os alunos possam ter um melhor aproveitamento das ferramentas (Gemignani, 2013). No procedimento de resolução do problema, é muito importante proporcionar a interação com as ferramentas através de práticas experimentais para a aquisição das próprias experiências (Papert, 1997). O papel do orientador deve ser de um facilitador desse processo, onde os estudantes participarão

de forma colaborativa e cooperativa no processo de resolução do problema (Moreira, 2016), e assim prover um desafio cognitivo onde os alunos possam reconhecer suas habilidades.

3. Materiais e Métodos

Foi usado como referência para o entendimento da construção desse projeto as aulas de duas disciplinas, Fundamentos da Eletrônica e Sistemas Embarcados, de um curso de Ciência da Computação, lecionadas com utilização da metodologia ativa de aprendizagem. O que diferencia a metodologia ativa de aprendizagem das outras é que ela toma por base que o aluno está em busca de conhecimento por estar motivado, mais especificadamente, foi aplicada a metodologia de aprendizagem baseada em problemas (ABP) (Moreira, 2016). A metodologia de aprendizado baseada na resolução de problemas propõe que o aluno analise o problema e que o mesmo busque por si só resolvê-lo, chegando assim a uma solução, dando assim independência ao aluno e motivando-o a realizar e a finalizar o projeto que foi proposto.

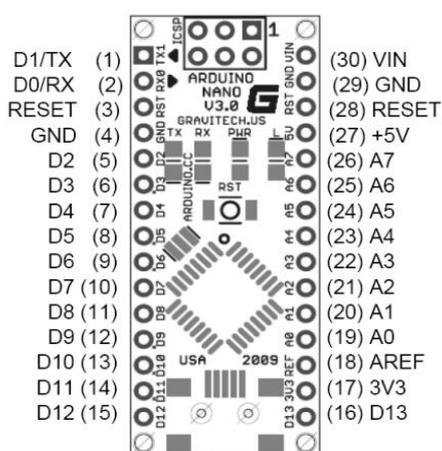
A principal parte da construção do projeto consiste na montagem do circuito eletrônico, tornando evidente que é necessário que alunos tenham conhecimentos básicos de eletrônica obtidos nas disciplinas Fundamentos de Eletrônica e Sistemas Embarcados. Durante a execução das disciplinas foram apresentados o mínimo necessário de conceitos teóricos, e foram executados diversos projetos práticos de eletrônica que aumentam sua complexidade gradativamente. A sala foi dividida em grupos somente por questões de organização, pois a interação entre os alunos foi totalmente aberta, e essa interação aumentou o interesse pelas disciplinas fazendo com que os conteúdos necessários para a resolução dos problemas propostos pudessem ser compartilhados e replicados por diferentes perspectivas.

Para todos os projetos eletrônicos propostos, incluindo o deste trabalho, foi utilizada uma plataforma onde o *software* torna possível construir esquemas eletrônicos, simulações de circuitos digitais e projetos de placas de circuito impresso (CIs). As implementações e testes foram realizados no Laboratório de Eletrônica do curso. O último projeto de cada disciplina é sempre apresentado no início de cada disciplina, mostrando todos os conceitos envolvidos que serão necessários para sua execução. Durante a execução das disciplinas, os problemas propostos de menor porte são apresentados para serem resolvidos, onde cada um destes possui uma parcela de conhecimento para o projeto final da disciplina. Não somente conceitos de eletrônica são adquiridos, mas também de trabalho em grupo, programação e principalmente a autonomia de cada aluno na construção de seus projetos. Conforme forem compreendendo os conceitos básicos, os alunos progridem para novos componentes, até que no final sejam capazes de montar sozinhos um circuito eletrônico.

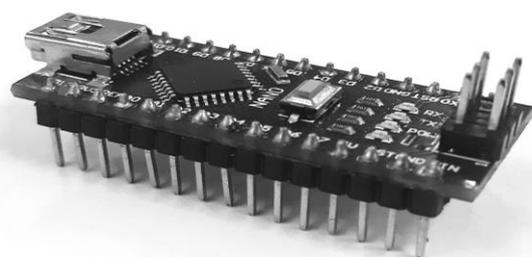
Para a construção do Cubo LED 3D 4x4x4 foram utilizados 1 Arduino, componentes led, transistores, resistores, cabo USB e componentes retirados do projeto de reciclagem – Reutilização e Reciclagem de equipamentos eletroeletrônicos, os principais componentes utilizados estão descritos a seguir.

Arduino NANO

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre em placa única, projetada com um microcontrolador Atmel AVR com suporte de entrada/saída embutido e uma linguagem de programação padrão (____, 2020). Ele foi construído com objetivo de facilitar o uso conjunto de software e hardware. O Arduino Nano V3.0, apresentado na Figura 1, é uma placa micro controladora baseada no ATmega328. Ele possui 14 pinos de entradas/saídas digitais, 8 entradas analógicas, 1 UARTs (porta serial de hardware), um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão mini-USB, uma entrada de alimentação, uma conexão ICSP e um botão de reset. Funcionando como o cérebro do projeto, o Arduino NANO é quem manda todos os comandos para a matriz de LEDs conforme for programado em sua IDE.



(a)



(b)

Figura 1 – Arduino NANO – (a) Diagrama esquemático – (b) Placa de Prototipação.
 Fonte: https://www.adrirobot.it/arduino/arduino_nano/immagini/Arduino-NANO-v3.0.jpg, 2019.

Transistor BC549

Os transistores podem alterar-se em frequências moderadamente distintas e se prestam a uma imensidade de aplicações em áudio e corrente contínua. O diferencial dos diversos tipos está no ganho, na tensão máxima de coletor e assim como no fator de ruído, posto que o BC549, BC547 ou BC548 apresentado na Figura 2, é o mais utilizado em aplicações em que esse fator seja significativo como, pré-amplificadores de áudio (____, 2009). Segundo (____, 2009). Na prática, os circuitos amplificadores com transistores levam componentes adicionais, tanto para delimitar, como para designar as correntes em cada eletrodo (terminal) do transistor, a além do mais para estabelecer com que sinais cheguem até os pontos desejados. Visto isso, a aplicação deste componente neste projeto consistirá em amplificar a potência da corrente elétrica devido ao Arduino não ter o suficiente para a alimentação dos 64 LEDs.

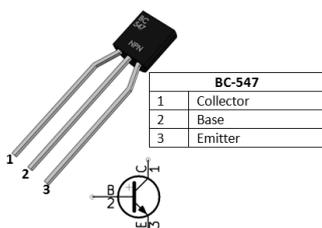


Figura 2 – Esquema do transistor BC549.

Fonte: <https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-2893fbd2509197cb4c4be023a969a003>, 2019.

LEDs (Diodo Emissor de Luz)

Conforme E. Fred Schubert, os diodos emissores de luz (LEDs), apresentado na Figura 3, originados da sigla inglesa sigla *Light-Emitting Diode*, são a fonte de luz que vem sendo utilizada devido ter a vantagem de baixo consumo de potência se comparada as tradicionais com lâmpadas tradicionais (incandescentes e fluorescentes) (Ascurra, 2013) com redução de consumo de até 40%. Os LEDs são utilizados em uma imensidade de funcionalidades, abrangendo iluminação geral e retro iluminação para telas. Os LEDs são fundamentados em junções pn, comumente efetuadas de semicondutores III-V, que emitem luz na ocasião em que uma corrente direta é injetada (Schubert, 2006). Para o projeto aqui proposto foram utilizados 64 LEDs comuns, de somente uma cor, na espessura de 5mm com 15mm.

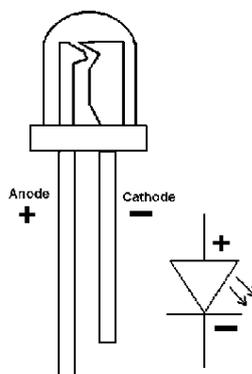


Figura 3 – Esquema LED.

Fonte: Próprio autor.

Resistores (220 ohm e 10K ohm)

De acordo com (____, 2009) os resistores têm por finalidade apresentar uma resistência elétrica, ou seja, uma oposição à passagem de uma corrente. A medida da resistência é feita por meio de uma unidade de medida denominada ohms (Ω). Os resistores mais comuns são os de carbono e os de fio de nicromo ou simplesmente “de fio” que tem os aspectos apresentado na Figura 4. Os resistores utilizados para fazer o projeto foram os de valores de 10k Ω (marrom, preto, vermelho e dourado) e 220 Ω (vermelho, vermelho, preto e dourado). Os resistores servem para limitar a corrente que irá ativar a iluminação dos componentes LED. Caso o limite de corrente ultrapasse um certo limite, os diodos LED podem ser danificados.

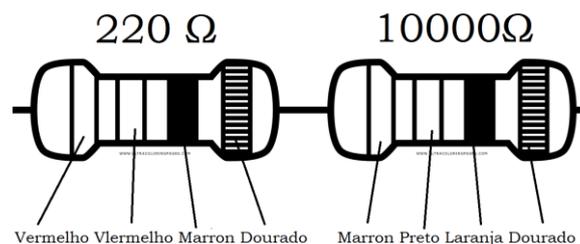


Figura 4 – Esquema Resistores.
Fonte: Autor, 2019.

Forma

Feita no próprio laboratório, a forma para construção das camadas do cubo tem perfurações na espessura de um LED de 5mm com 15 mm. Na Figura 5 é apresentado um modelo de forma que pode abranger cubos LEDs 4x4x4, 8x8x8 e 9x9x9, sendo que a forma utilizada para este projeto é a 4x4x4.

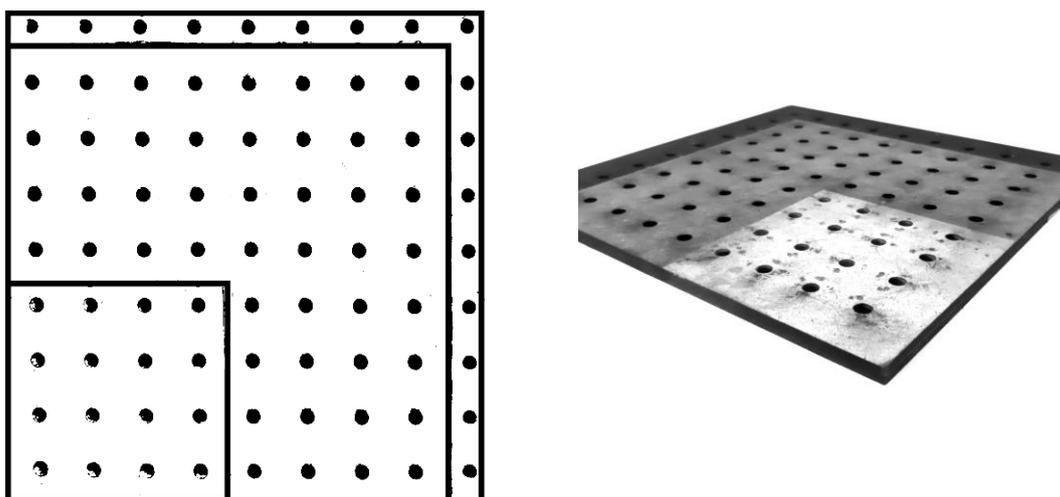


Figura 5 – Esquema de formas.
Fonte: Autor, 2019.

4. Resultados e Discussões

Nesta seção serão apresentados os resultados alcançados e estratégias adicionais utilizadas para a construção do Cubo LED 3D 4x4x4.

Na Figura 6 é apresentado o projeto de circuito para o Cubo LED informando a conexão entre todos os dispositivos anteriormente apresentados. Na Figura 7 é apresentada a prototipagem em placa de circuito impresso em placa ilhada do modelo de projeto de circuito da Figura 6.

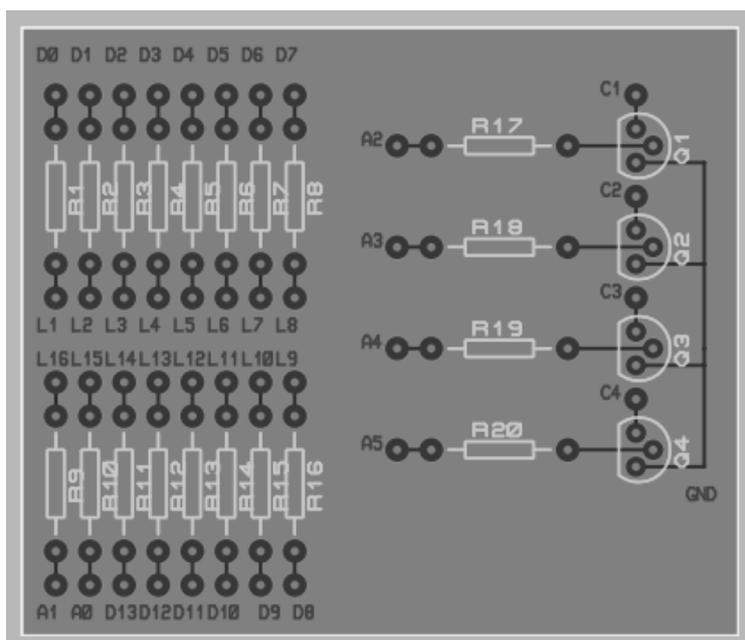


Figura 6 – Projeto do Circuito Lógico do cubo LED 3D 4x4x4.
Fonte: Próprio autor.

O projeto do cubo LED 3D 4x4x4 foi construído em cima de uma base de madeira mdf reciclado, que comportasse em seu interior a placa ilhada de circuito impresso com os devidos componentes eletrônicos e suas fiações. Outros componentes reciclados utilizados para o projeto foram arame galvanizado e fios. Escolheu-se lixar os diodos LED para deixarem de apresentar uma iluminação direcionada passando a ser uma iluminação difusa, direcionando o brilho em todas as direções. Na Figura 8 é apresentada a base de madeira MDF (reciclada de móveis) onde está inserida a placa ilhada de circuito impresso do cubo LED 4x4x4, e na Figura 9 são apresentadas as imagens do cubo LED 4x4x4 finalizado, inativo e ativo.

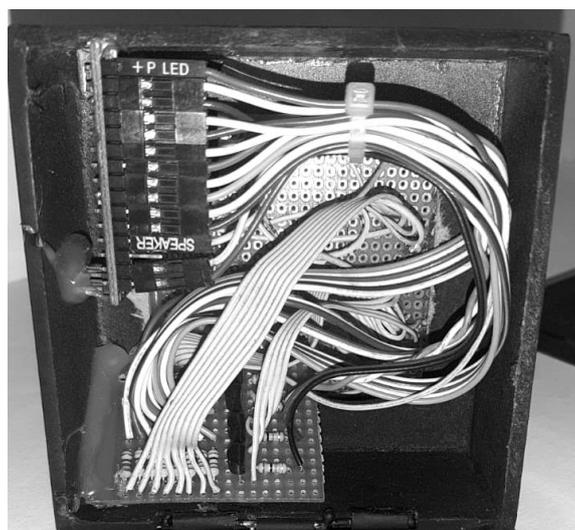
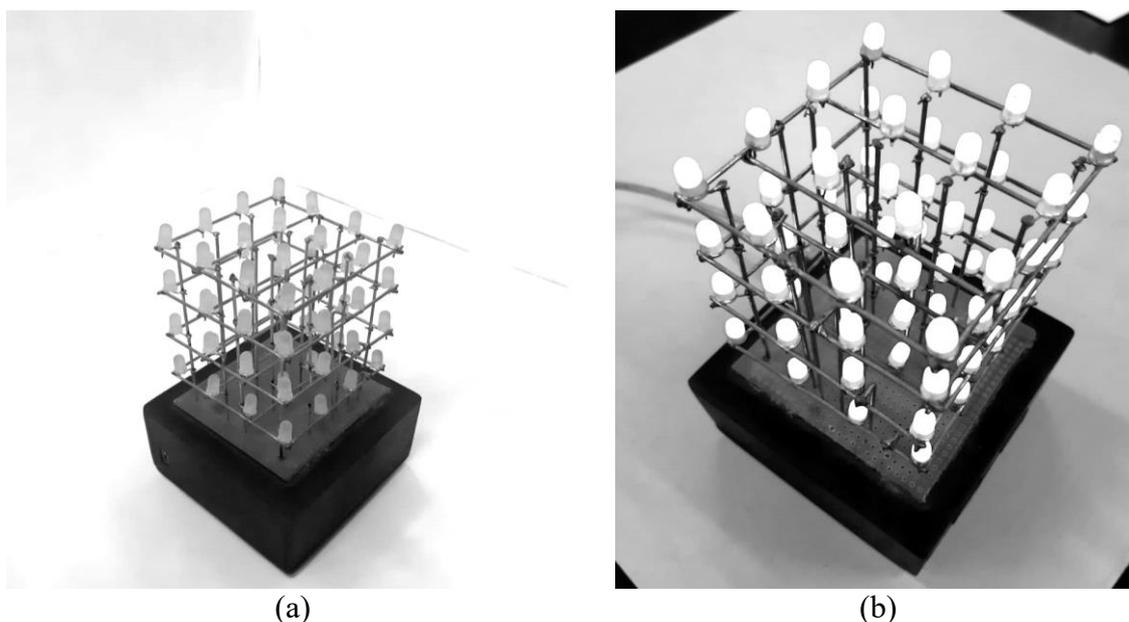


Figura 7 – Base de madeira mdf para a placa ilhada de circuito impresso.
Fonte: Próprio autor.



(a) (b)
Figura 8 – Cubo LED 4x4x4 – (a) Cubo LED 3D inativo – (b) Cubo LED 3D ativo com iluminação difusa.
Fonte: Próprio autor.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou a construção de um dispositivo eletrônico, o cubo LED 4x4x4, por alunos de um curso de Ciência da Computação nas disciplinas de Sistemas Embarcados, com a utilização das metodologias ativas de aprendizagem.

Com a utilização das metodologias ativas de aprendizagem foi notado durante as aulas um melhor desempenho dos alunos em sala de aula, pois a estratégia adotada para se ministrar o conteúdo das disciplinas conseguiu uma maior atração das atenções dos alunos, onde os alunos se dedicavam mais, e até mesmo se recusavam a sair para intervalos com o propósito de terminar as atividades propostas pelo orientador. O projeto final das disciplinas fazia com que os alunos adiantassem os projetos anteriores para adquirirem o mais cedo possível os conceitos necessários ao projeto final.

6. Referências

_____, Arduino, 31 de Outubro de 2020. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>

_____, INCB – Instituto Newton C. Braga, 31 de Outubro de 2020. Disponível em: <<https://www.newtonbraga.com.br/index.php>>

ARS CONSULT, Apostila de Introdução a Robótica, Recife, 1995.

ASCURRA, R. E., Eficiência elétrica em iluminação pública utilizando tecnologia LED: um estudo de caso, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013. Disponível em: <<http://200.129.241.80/ppgeea/sistema/dissertacoes/46.pdf>>.

CARDOSO JÚNIOR, E.S. OBANA, F.Y. - Usando Unidades de Disquete Recicladas para a Construção de um Sistema Robótico de DEC capaz de Reproduzir Músicas –

- Floppy Music. IX ERIMT – Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres – MT, 2018.
- CORSATTO, C. A.; HOFFMAN, W. A. M. A evolução das mudanças técnicas, tecnológicas e da inovação e seus impactos na produção do conhecimento organizacional: Aprendizagem organizacional e open user innovation. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 4–31, 2016.
- GUEDES, A. L., Guedes, F. L., Castro, T. B., *Perspectivas do uso da Robótica Educativa na Educação Infantil e no Ensino Fundamental*, Anais do II Congresso Brasileiro de Informática na Educação e XIX Workshop de Informática na Escola, 2013.
- GOMES, H. S. Brasil tem 116 milhões de pessoas conectadas à internet, diz IBGE. 2018. Acesso em, [s. l.], v. 13, 2018.
- GEMIGNANI, E. Y. M. Y. Formação de professores e metodologias ativas de ensino-aprendizagem: ensinar para a compreensão. *Fronteiras da Educação*, [s. l.], v. 1, n. 2, 2013.
- HAREL, I.; PAPERT, S. (ed.). *Constructionism*. Westport, CT, US: Ablex Publishing, 1991. (Constructionism).p. xi, 518.
- LIMA, V. V. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, [s. l.], v. 21, p. 421–434, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-57622016.0316>
- MEIRA, L. de L.; DIAS, M. da G.; SPINILLO, A. G. Raciocínio lógico-matemático: aprendizagem e desenvolvimento. *Temas em Psicologia*, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 113–127, 1993.
- Moreira, J. R., & Ribeiro, J. B. P. (2016). *Prática pedagógica baseada em metodologia ativa: aprendizagem sob a perspectiva do letramento informacional para o ensino na educação profissional*. *Outras palavras*, 12(2).
- OBANA, F. Y. *et al.* REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA EM UMA CIDADE DE PEQUENO PORTE. *Revista Compartilhar - Reitoria*, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 63–69, 2018.
- OUCHANA, D., O que é a Robótica Educacional quais são os ganhos para o aprendizado, 2 de Dezembro de 2015. Disponível em: <<https://revistaeducacao.com.br/2015/12/02/o-que-e-a-robotica-educacional-e-quais-sao-os-ganhos-para-o-aprendizado/>>
- PAPERT, S., *Logo: computadores e educação*, São Paulo, Ed. Brasiliense, 1985.
- PAPERT, S., *A Família em rede: ultrapassando a barreira digital entre gerações*. Título original: *The Connected Family: bridging the digital generation*, Lisboa, Ed. Relógio D'Água, 1997.
- PEREIRA, manael. APRENDENDO FÍSICA ATRAVÉS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://silo.tips/download/aprendendo-fisica-atraves-da-robotica-educacional>. Acesso em: 31 out. 2020.

- SANTOS, T., POZZEBON, E., FRIGO, L. B.. 2013. "Robótica Aplicada à Educação Especial." International Conference on Interactive Computer aided Blended Learning.
- SCHLUEP, M. et al.2009. Recycling – from e-waste to resources. StPE study report commissioned by UNEP and UNU. Germany: UNEP. 90p.
- SCHUBERT, E. F., *Light-Emitting Diodes*, Ed. Cambridge University, Nova York, 2006.
- SILVA, J. R. N. da.2010. Lixo eletrônico: um estudo de responsabilidade ambiental no contexto no Instituto de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Manaus Centro. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 1. Bauru. Anais... IBEAS, 2010. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/Congresso/Trabalhos2010/III-009.pdf>>. Acesso em: 3 mai.
- SILVA, Sara Moreira da; OBANA, Fernando Yoiti. 2018. Motivando crianças e jovens em ciência exatas, para um futuro brilhante. Anais de IX escola Regional de Informática de Mato Grosso (ERI-MT 2018), [s. l.].
- ZILLI, Silvana do Rocio. 2004. A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática. 89 p. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86930/224814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 5 ago. 2019.
- ZILLI, Silvana. 2002. Apostila de Robótica Educacional. Expoente Informática. Curitiba. Gráfica Expoente.