



TAPETE DE PZT

Nicolas Henrique da Silva Santos – Nicolas Santos¹
Matheus Santos de Souza - Matheus Souza²

[1] Instituto Federal de Alagoas, nicolas33henrique@gmail.com

[2] Instituto Federal de Alagoas, matheusds.souza@gmail.com

PZT CARPET

Resumo

O projeto Tapete de PZT teve como objetivo criar um protótipo de um tapete que fosse utilizado materiais que não trouxesse tantos impactos ambientais negativos e que pudesse fornecer energia renovável com capacidade de recarregar uma pilha de 1,5v e 1mA. Além de ser utilizado como forma de aprendizagem de alguns conceitos físicos, através da metodologia Problem Based Learning- (PBL), que possibilita o aluno conhecer e buscar por si só a solução de problemas, com a finalidade de que esses alunos comecem a compreender o real significado da Física e percebam a importância dela para as explicações dos fenômenos naturais. Para a elaboração do tapete, foram empregadas as pastilhas de Titanato Zirconato de Chumbo (PZT), essas pastilhas quando sofre uma pressão mecânica é capaz de fornecer energia elétrica, sendo possível de realizar nosso propósito. Com isso, foi feito um levantamento e um estudo de vários artigos a respeito de como funciona esses cristais e como podem ser utilizados para a realização do projeto, além de métodos didáticos para o ensino de Física de maneira eficaz e transversal que respeite e esteja dentro das normas da Lei de Diretrizes e Bases da Educação, Base Nacional Comum Curricular, Parâmetros Curriculares Nacionais e as Diretrizes Curriculares Nacionais.

Palavras-chave: Tapete de PZT, Titanato de Zirconato de Chumbo, Energia Renovável, Problem Based Learning.

Abstract



The PZT Carpet project aimed to create a prototype of a carpet that used materials that did not bring as many negative environmental impacts and could provide renewable energy with the ability to recharge a 1.5v and 1mA stack. In addition to being used as a way of learning some physical concepts, through the Problem Based Learning (PBL) methodology, which allows the student to know and seek by himself the solution of problems, in order that these students begin to understand the real meaning of physics and realize the importance of it for the explanations of natural phenomena. For the preparation of the carpet, the tablets of Titanate Zirconate of Lead (PZT) were used, these tablets when it undergoes a mechanical pressure it is able to provide electric power, being possible to realize our purpose. With this, a survey and a study of several articles on how these crystals work and how they can be used to carry out the project, as well as didactic methods for the teaching of Physics in an efficient and transversal way that respects and is within of the norms of the Law of Directives and Bases of Education, National Curricular Common Base, National Curricular Parameters and the National Curricular Guidelines.

Key-words: PZT Carpet, Lead Zirconate Titanate, Renewable Energy, Problem Based Learning.

INTRODUÇÃO

A energia é um fenômeno que desde o princípio do mundo está presente, seja na teoria do Big Bang, na criação da bomba atômica e até mesmo na criação do smartphone de última geração. Ela tem o poder de causar impactos e mudanças na sociedade, uma vez que seja feita uma descoberta importante e que possa trazer uma reação seja ela positiva ou negativa dependendo pra quem seja ofertada, sem esquecer os grandes avanços que ainda pode oferecer a esses meios sociais. Dessa forma, percebe-se que a energia é a grande responsável por todo o desenvolvimento social e tecnológico desde o princípio até a atualidade.

Mas o domínio e o desenvolvimento da energia só partiram de uma necessidade, pois o homem necessitava da eletricidade para suprir a falta da luz, logo porque, ele só podia trabalhar pelo dia, as ruas eram escuras, as pessoas dormiam cedo e era através de velas, lamparinas e candeeiros que possuíam luz.



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18

FORTALEZA - CE

Com isso, surgiu a necessidade do homem dominar a eletricidade, já que no século VI a.c., Tales de Mileto tinha descoberto esse fenômeno e só a partir de 1600 que físicos como William Gilbert, Benjamin Franklin, Michael Faraday, Thomas Edison, Alessandro Volta e entre outros, começaram a desenvolver e produzir energia elétrica.

Com o passar dos anos várias formas de produção foram criadas desde poluentes (petrolífera, mineral, nuclear e etc.) até as renováveis (solar, eólica, hidráulica e etc.). Fazendo com que exista um avanço imenso na tecnologia e na sociedade.

Por isso vários cientistas estudam meios de obterem energia que seja infinita e que não cause tanta destruição ao meio ambiente, já que acontece essa demanda de consumo.

Porém as energias renováveis que são utilizadas hoje trazem algumas desvantagens, por exemplo, a energia hidráulica (é a energia obtida a partir da energia potencial de uma massa de água) que em sua construção traz grandes impactos ambientais negativos, demandam áreas extensas, em que poderia estar havendo, por exemplo, a existência de matas, de florestas ou da produção de alimentos, provoca a erosão do solo e isso reflete um impacto na vegetação local.

Dessa maneira, as energias renováveis que utilizamos atualmente, ainda trazem impactos ambientais negativos, fazendo com que exija buscas mais eficazes de produzir energia.

A partir disso, físicos, engenheiros e químicos vem estudando um tipo de produção de energia que traz menos impacto ambiental do que as apresentadas até hoje. Esse meio de produção energética se dá pelo efeito piezoelétrico, que é a capacidade de alguns cristais gerarem tensão elétrica por resposta a uma pressão mecânica.

Esse efeito foi descoberto em 1880 pelos irmãos Pierre e Jacques Curie, na qual, viram que alguns minerais tinham o poder de gerar corrente elétrica quando deformados por uma pressão mecânica, fenômeno que ganhou o nome de piezoelectricidade, que significa apertar/pressionar.

Com a descoberta da piezoelectricidade, abrem as portas para estudar e formular métodos, em que pode utilizar esse tipo de produção elétrica.

Esse método já foi implantando em linhas de trens, em pneus, em pistas de danças e em algumas estradas, para que seja produzida energia, mas em alguns casos foram encontradas falhas na questão de armazenamento para usos posteriores. E hoje têm sido



usados grandes capacitores, com altos preços e que ocupam muito espaço, para fazer esses armazenamentos.

Com isso surgiu o grande problema:

-Como poderemos construir algo que possa armazenar energia para usos posteriores e que essa energia venha de fontes renováveis, ademais, possua um acesso fácil para as pessoas no cotidiano?

Tendo em vista disso, foi elaborado um tapete que quando as pessoas passam por cima aplica uma força que faz com que exista uma pressão, produzindo energia através dos cristais energéticos e ainda pode armazenar energia para carregar equipamentos de até 5v e 1A para ser usado posteriormente.

JUSTIFICATIVA

Como o consumo de energia está cada vez mais alto no mundo, isto nos deu o impulso para que pudéssemos fazer este projeto, visando construir um produto que contribuísse para o fornecimento de energia e que servisse para que pudéssemos utilizar em aulas, desde os anos iniciais até o Ensino Médio que estudam o componente curricular, energia, mas, cada nível escolar com seu gradual de complexidade, incentivando-os a pensarem em formas de ajudar o planeta com produtos renováveis e sustentáveis, pois, segundo Jean Piaget: “professor não é aquele que ensina, mas o que desperta no aluno a vontade de aprender”.

Dessa forma, levantamos a possibilidade de construir um tapete gerador de energia elétrica através de cristais piezoelétricos, que trará grandes contribuições sejam para a sociedade, pois é uma criação que servirá para ser usada em vários meios sociais, para o meio ambiente, por conta de trabalhar com materiais sustentáveis, possibilitando uma preservação do meio em que vivemos, para o incentivo do olhar sustentável, porque, a partir desse projeto várias outras criações podem ser feitas ou adaptadas usando os cristais energéticos.

Ademais, é importante destacar que este projeto visa, sobretudo, a sustentabilidade e a multidisciplinaridade e trabalhar com piezoelétricos é uma maneira de trabalhar estas temáticas, pois, além de ser um projeto multidisciplinar que envolve vários aspectos como físicos, químicos, biológico e sociológico, ele comparado alguns trabalhos da mesma



área, possui uma fácil compreensão e ainda possibilita uma didática eficaz no meio escolar, demonstrando assim, uma forma de gerar um conhecimento excelente.

Este tapete pode fazer com que os alunos vejam a produção de energia através da compressão dos cristais energéticos, o armazenamento e a utilidade no cotidiano que este tapete gerado oferece à comunidade. Portanto, ele é de grande importância e irá causar um impacto positivo para a sociedade.

Com a confecção deste tapete, ele poderá ser usado em lojas, padarias, bancos e outros estabelecimentos que passam várias pessoas no cotidiano. Assim, proporcionará o carregamento dessas pilhas capazes de alimentar controles de ar condicionados, de televisores, rádios portáteis e outros equipamentos de baixo consumo de energia. Deverá também ser utilizado em aulas práticas, como forma de transversalidade e multidisciplinaridade, demonstrando que é possível aprender conceitos físicos e gerar energia limpa e sustentável através desses importantes cristais energéticos e a construção do Tapete de PZT.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A eletricidade é o ramo da Física que estuda os fenômenos do fluxo das cargas elétricas em repouso ou em movimento.

Dentro do estudo da eletricidade pode-se estudar a eletrônica que é o controle da eletricidade. A eletrônica só veio a existir devido à eletricidade, enquanto a eletricidade não precisa da eletrônica para existir, pois ela foi descoberta e aproveitada antes mesmo de existir a eletrônica. É através delas que se consegue estudar alguns conceitos e princípios de corrente elétrica, de resistores, de potência elétrica, de geradores, de circuitos, de capacitores e entre outros componentes.

A Corrente elétrica é o movimento aproximadamente ordenado de partículas com carga elétrica num meio material (FUKUI, 2013).

Para obter a intensidade da corrente elétrica (i), determinamos o quociente entre o fluxo de carga elétrica que atravessa um trecho determinado pelo intervalo de tempo gasto.



$$i = \frac{|q|}{\Delta t}$$

Eq. 1

Além disso, existem dois tipos de corrente elétrica, a corrente contínua (CC) e a corrente alternada (CA).

A corrente contínua (CC) é quando a corrente elétrica mantém constantes intensidade, direção e sentido.

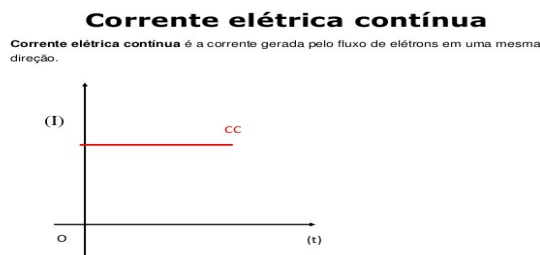


Figura 1- Exemplo de corrente contínua. (Fonte: <https://pt.slideshare.net/MarciaCristina1/apresentacao-corrente-eletrica>. Acessado em: 18/09/2018 às 08:35.)

Já a corrente alternada (CA) é quando no interior dos fios, oscila na intensidade e no sentido em intervalos de tempo iguais.

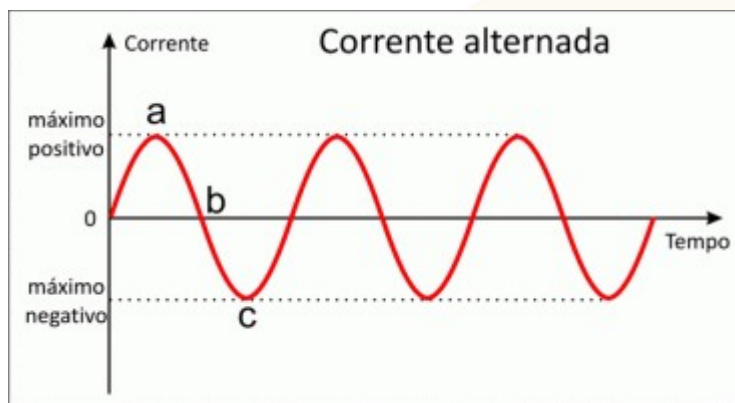


Figura 2- Exemplo de corrente alternada, mostrando a oscilação da corrente eletrônica. (Fonte: <https://athoselectronics.com/corrente-alternada-continua/>. Acessado no dia 18/09/2018 às 10:58)

Essas correntes possuem uma potência, denominada de **Potência elétrica** que é definida como a rapidez com que um trabalho é realizado. Ou seja, é a medida do trabalho realizado por uma unidade de tempo.

$$P = \frac{\text{energia}}{\text{tempo}}$$

Eq. 2



Mas quando aplicada em aparelhos elétricos, tem se:

$$P = \frac{\epsilon_{sl}}{\Delta t} = \frac{q \cdot U}{\Delta t} = i \cdot U \quad \text{Eq. 3}$$

Com a Eq. 3, teremos a seguinte equação matemática:

$$P = i \cdot U \quad \text{Eq. 4}$$

Sendo i a corrente e U a diferença de potencial.

Se utilizarmos a primeira lei de Ohm que é dada:

$$U = R \cdot i \quad \text{Eq. 5}$$

Poderemos substituir a Eq. 5 pela Eq. 4, para obter-se uma nova:

$$P = i^2 \cdot R \quad \text{Eq. 6}$$

Se transformar a Eq. 5 para se obter a corrente formaremos uma nova equação.

$$i = \frac{U}{R} \quad \text{Eq. 7}$$

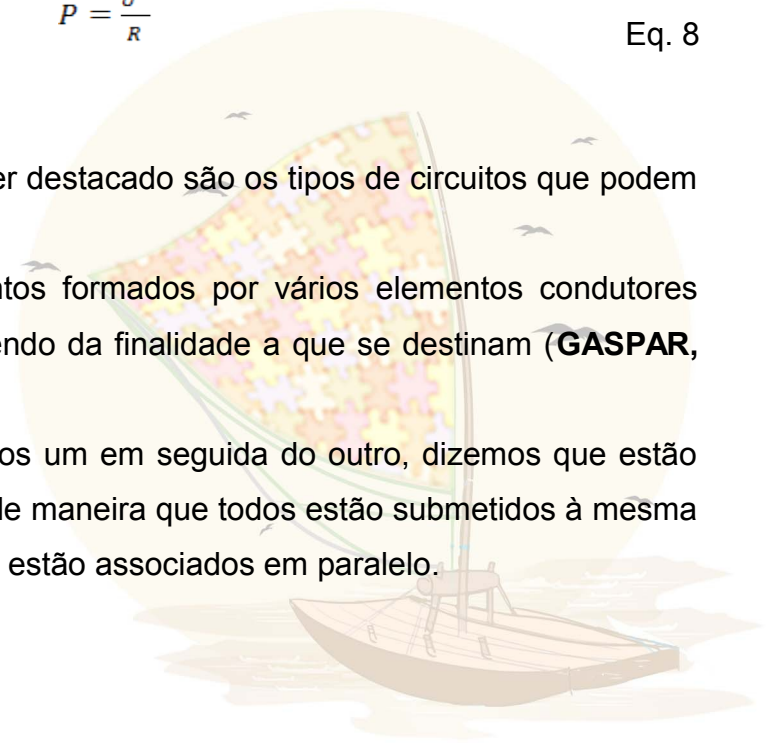
Se for substituir a Eq. 7 por Eq. 6, chega se a:

$$P = \frac{U^2}{R} \quad \text{Eq. 8}$$

Algo muito importante que deve ser destacado são os tipos de circuitos que podem ser utilizados nos aparelhos.

Os Circuitos elétricos são conjuntos formados por vários elementos condutores ligados de diferentes maneiras, dependendo da finalidade a que se destinam (**GASPAR, 2000**).

Quando os elementos estão ligados um em seguida do outro, dizemos que estão ligados em série. Quando estão ligados de maneira que todos estão submetidos à mesma tensão fornecida pela fonte, dizemos que estão associados em paralelo.



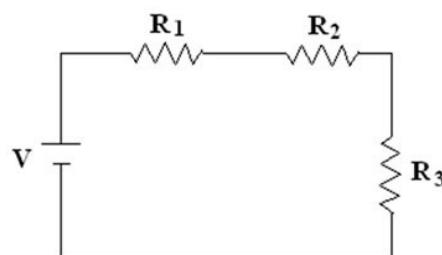


Figura 3- Modelo de circuito em série. (Fonte: Autores, 2018)

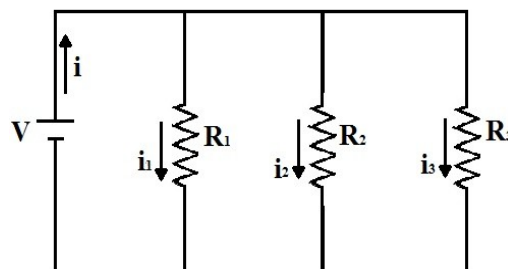


Figura 4- Modelo de circuito em paralelo. (Fonte: <https://descomplica.com.br/blog/fisica/resumo-resistores-serie-paralelo/>. Acessado em 20/09/2018 às 18:35)

Os circuitos em sua construção são compostos por várias matérias eletrônicas, dentre eles os capacitores também chamados de condensadores que é um dispositivo de circuito elétrico cuja função é armazenar cargas elétricas e consequente energia eletrostática, ou elétrica, tem como principal função transformar corrente alternada em contínua.

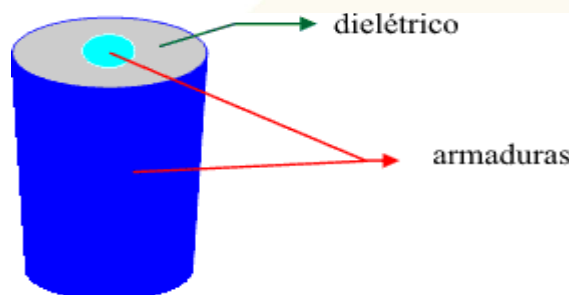


Figura 5- Esquema de um capacitor. (Fonte: Autores, 2018)

Ele é constituído de duas peças condutoras, chamadas de armaduras. Entre as armaduras, existe um material denominado dielétrico, uma substância isolante que possui alta capacidade de resistência ao fluxo de corrente elétrica. (Brasil Escola, 2018)

Sendo Q a carga elétrica do capacitor e U a ddp entre as armaduras, a capacitância (ou capacidade eletrostática) do capacitor (C) é dada por:

$$C = \frac{Q}{U}$$

Eq. 9

No SI, a unidade de medida da capacitância é o faraday (F).

Mas para carregar qualquer aparelho ou transferir energia de um lugar para outro é preciso de uma fonte energética.

Nesse caso, iremos tratar de uma fonte que ainda é muito pouco trabalhada no Brasil, porém, países estrangeiros vêm investindo e desenvolvendo bastante nessa forma de produção de energia, que também pode ser considerada uma energia renovável que é aquela que não causa tantos impactos negativos ao meio ambiente.

Essa energia são os cristais energéticos, também conhecidos como cristais de piezoelectricidade, isto porque eles realizam um efeito chamado piezoeletrico. Que consiste na capacidade desses cristais gerarem corrente e tensão elétrica por resposta a uma pressão mecânica.

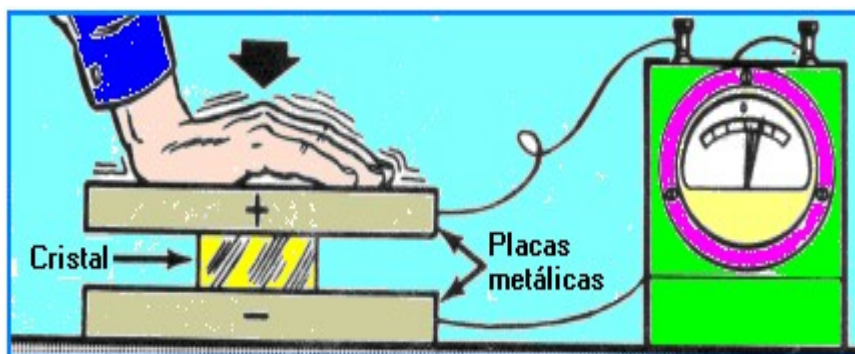


Figura 6- representação do efeito piezoeletrico (Fonte:

<http://blog.recursoaterapeuticos.com.br/2013/04/voce-sabe-o-que-e-efeito-piezoeletrico.html>. **Acessado em 25/09/2018 às 19:36)**

Existem vários tipos de cristais energéticos que podem realizar esse efeito, os mais famosos são os cristais de Quartzo, Óxido de Zinco e o Titanato de Zirconato de Chumbo (PZT).

METODOLOGIA

A pesquisa contou com dados bibliográficos, para estudarmos sobre o tema; análises, para vermos as melhores formas de fazer o trabalho, e experimentos, para fazermos todos os testes necessários para um bom funcionamento do tapete. Ele é um projeto que enquadra todos esses quesitos para que possamos ter o total domínio do



assunto estudado. Pensando nisso, resolvemos pesquisar fontes renováveis de energia e através das pesquisas com artigos, experimentos e consultas com pessoas da área, resolvemos trabalhar com os piezoelétricos para construir de um tapete que pudesse gerar uma energia capaz de carregar pilhas recarregáveis para assim, ajudarmos na economia de energia no meio ambiente, pois, incentiva as pessoas a comprarem pilhas recarregáveis evitando o descarte em lixos desse produto.

Depois de toda a pesquisa bibliográfica, foi feito preciso estudar todo o circuito para ver o que melhor se adequaria ao sistema do tapete.

Então foi elaborado o seguinte esquema, como demonstração do circuito:

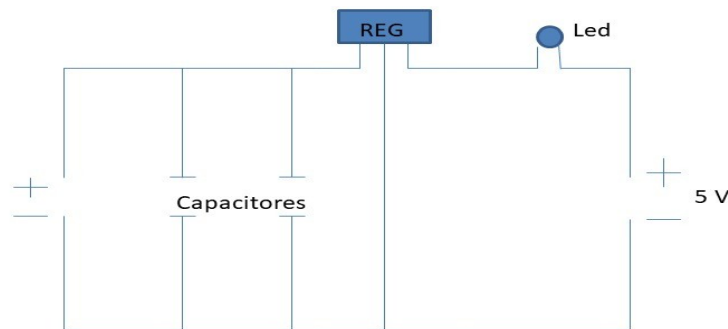


Figura 7-Modelo do circuito que será usado no projeto. (Fonte: Autores, 2018)

Esse circuito seria alimentado com os piezoelétricos e quando as pessoas fossem passar sobre o tapete, geraria uma ddp que passaria primeiramente por capacitores para o armazenamento dessa energia, depois por um regulador de tensão, e por fim, alimentaria as pilhas recarregáveis.

Depois de elaborar o circuito, foi feita outra análise pra ver qual modelo e quais materiais seriam utilizados na confecção do tapete.

Modelo do tapete na parte interna a ser construído:

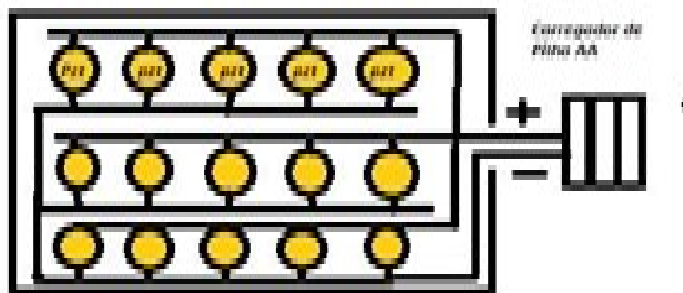


Figura 8- Ilustração do modelo do tapete de PZT na parte interna. (Fonte: Autores, 2018)

Então, foram utilizadas as pastilhas de Titanato Zirconato de Chumbo e alguns materiais reciclados ou que não trouxesse tantos impactos negativos ao meio ambiente.

Todos os testes seriam feitos no laboratório de Física, juntamente com a parte teórica para que pudesse ter dados sobre o experimento, análises e aprimoramento do tapete. Tendo como expectativa um resultado positivo.

Depois de todas as análises do Tapete de PZT, foi pensado na maneira de como iria ser explicado esse trabalho aos alunos, pois, o foco é ensinar alguns conceitos de Física de forma clara e didática.

Para isso, tomamos como base o Parâmetro Curricular Nacional (PCN), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), para verificar o que elas falavam sobre educação, aprendizagem e os componentes curriculares que devem ser abrangido em todos os anos de ensino. Tivemos como critério de escolha só os conteúdos voltados a ciências naturais, com maior ênfase, na área do ensino de Física.

Com isso, a melhor metodologia de ensino, para aplicar esses conteúdos e respeitar essas diretrizes, era a metodologia Problem Based Learning- Aprendizagem Baseada em Problema (PBL), que tem como objetivo os alunos a pensarem por si, a procurarem os conhecimentos que necessitam e a resolverem os seus próprios problemas, sem que o professor lhes proporcione de modo direto.



Esse método surgiu na Universidade de Maastricht e foi amplamente difundido pela Universidade McMaster. Que estabelece uma estratégia pedagógica de pesquisa e de raciocínio processada pelo aluno, procurando por si a resolução do mais diversos problemas e situações problemáticas.

Mas, para o sucesso dessa metodologia deve existir um bom problema, que é o elemento central em um currículo PBL, sendo normalmente definido a partir de um tema do conteúdo programático de uma unidade curricular.

Como nosso projeto está voltado à elaboração de um produto que forneça energia renovável, que possibilite o ensino transversal e que ainda possa desenvolver o cognitivo do aluno, a metodologia seria voltada para isso.

Vale destacar, que a metodologia PBL é utilizada em cursos de Medicina, como forma de aprendizagem, pois, realmente ela é comprovada que os alunos são capazes de entender e resolver problemas com mais eficácia, do que o método tradicional.

Para a elaboração desse conteúdo seria utilizada a exposição do próprio Tapete de PZT com alguns diálogos e discussões, como por exemplo, como criar o Tapete de PZT e como ele funciona. Fazendo com que os alunos acabem adquirindo os conhecimentos que desejamos que eles conheçam.

Além disso, foi preciso ter como princípio a unidade, continuidade, clareza, objetividade e a flexibilidade, para deixar bem claro que a aprendizagem é um processo gradual e que nesse processo pode ensinar Física a todas as idades. À vista disso, o aluno pode começar a aprender realmente o que é a Física e compreendê-la como uma explicação para os fenômenos naturais e não um conjunto de fórmulas algébricas, podendo despertar no aluno o desejo pela matéria e enxergar a Física em tudo que existe ao seu redor.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para elaboração, foram feitos os estudos bibliográficos e as pastilhas que seriam utilizadas, depois de escolher o Titanato Zirconato de Chumbo, iniciou a parte experimental e de testes do tapete.



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE



Figura 9- Montagem do Tapete de PZT (Fonte: Autores, 2018)

O Tapete de PZT é um mini gerador de energia elétrica, com capacidade de fornecer energia para qualquer aparelho de 5V e 1 mA.

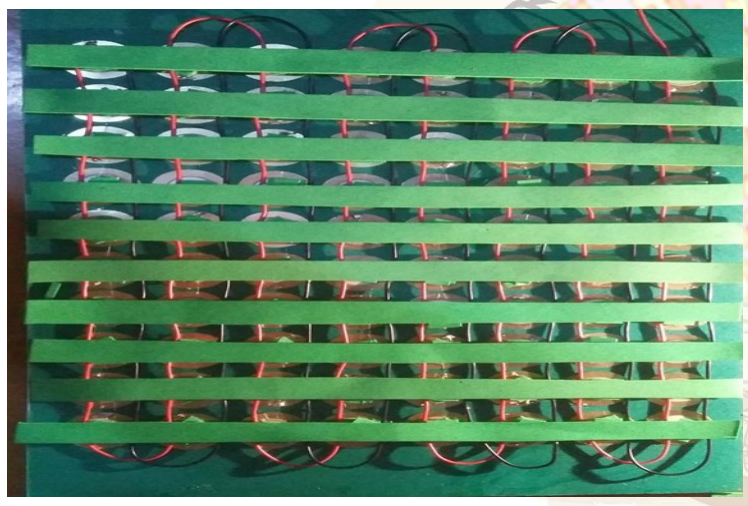


Figura 10- Representação do Tapete de PZT (Fonte: Autores, 2018)

Ele é composto por um circuito paralelo, formado por oitenta pastilhas de Titanato Zirconato de Chumbo (PZT), que tem a capacidade gerar energia contínua e cada



pastilha fornece aproximadamente 5v e 0,03mA; dois capacitores, um de 50V e 1000 μ F e outro de 50V e 100 μ F; um regulador de tensão e um LED de 5V.

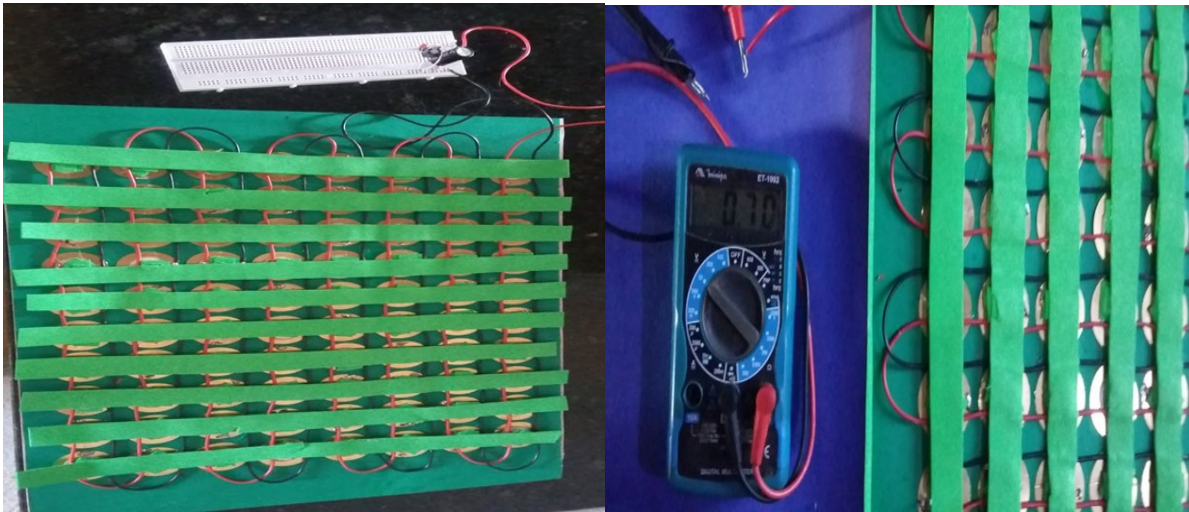


Figura 11- Tensão fornecida pelo Tapete em alguns testes (Fonte: Autor, 2018)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se dizer que o projeto TAPETE DE PZT, deixou uma grande aprendizagem, pois, ele despertou a vontade de buscar novas ideias e soluções para problemas do nosso cotidiano, neste caso, a geração de energia através de fontes renováveis. Além disso, mostrou que é possível utilizar novos recursos de como despertar no aluno o desejo de aprender, de construir e de resolver problemas. O projeto Tapete de PZT, trabalha o cognitivo do professor e do aluno de forma criativa e prazerosa, pois, a partir de uma ideia, ele amplia os horizontes de ambos. Einstein dizia: “a mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”. Dessa forma, esperamos que esse projeto venha trazer grandes contribuições na economia de energia e que possibilite o trabalho didático dos professores com o uso dele em salas de aula e que o aluno realmente seja o protagonista na elaboração do Tapete de PZT, que ele por si só descubra as maravilhas que os fenômenos físicos abrangem e o que realmente ele possa entender o que é a Física, em vez de fórmulas matemáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18

FORTALEZA - CE

- [1] ANTUNES, E. G.; SOUZA, M.N.; SCHERTEL, M. N. C.. **Piso que transforma energia mecânica em Eletricidade**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. 2014.
- [2] AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Educational psychology: acognitive view. 2. nd. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- [3] AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. (1980). Psicologia Educacional. Rio de Janeiro: Interamericana. Tradução de Eva Nick et al. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- [4] CALLISTER, W. D.. **Fundamentos da Ciência e Engenharia dos Materiais**. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- [5] DHINGRA, P.. et al. **Energy Harvesting using Piezoelectric Materials**. Special Issue of International Journal of Computer Applications (0975-8887).
- [6] FREITAS, R. L.B.. **Fabricação, Caracterização e Aplicações do Compósito PZT/PVDF**. 124 f. Tese (doutorado)- Área de Conhecimento; Automação, Universidade Estadual Paulista, 2012.
- [7] FUKUI, A; MONINA, M. M.; oliveira. V. S.. **Ser protagonista: Física**, revisão. 2º ed. São Paulo: Editora SM, 2013.
- [8] GALLEGO, J.. **Piezoelectric ceramics and ultrasonic transducers**, J. Phys. E: Sci. Instrum., 22 804-816 1989.
- [9] MALMONGE, J. AÇ MALMONGE, L.FÇ FUZARI, G. C.; MALMOGE, S. M.; SAKAMOTO, W. K.. Piezo and dielectric properties of PHB-PZT composite. **Polymer Composites**. V. 30, n.9, p. 1.333-37. 2008.
- [10] NYE, J. F.. **Physal Properties of Crystals**, Clarendon Press, 1985.
- [11] ROSHANI, H.; DESSOUKY, S.. **Feasibility study to Harvest Eletric Power from Highway Pavements using Laboratory Investigation**. 2015 ASEE Gulf-Southwest Annual Conference, 2015.



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE

[12] SUSLICK, K.S..**The chemical Effects of Ultrasound**. Scientific American February 1989.

[13]<http://www.atcp.com.br/pt/produtos/ultra-som/ceramicas-piezoelétricas/geracao-de-energia-piezo.html>. Acessado no dia 08/08/2018

às 14:30

[14] <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/capacitores.htm>. Acessado em

[15]<https://pt.slideshare.net/MarciaCristina1/apresentacao-corrente-eletrica>. Acessado em: 18/09/2018 às 08:35.

[16]<https://athoselectronics.com/corrente-alternada-continua/>. Acessado no dia 18/09/2018 às 10:58.

[17]<https://descomplica.com.br/blog/fisica/resumo-resistores-serie-paralelo/>. Acessado em 20/09/2018 às 18:35.

[18]<http://blog.recursoaterapeuticos.com.br/2013/04/voce-sabe-o-que-e-efeito-piezoelétrico.html>. Acessado em 20/09/2018 às 18:35

