

ESTUDO DO MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME (MCU) UTILIZANDO A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Natilene Teixeira Costa Silva ¹
Michael Lee Sundheimer ²

RESUMO

Este artigo refere-se a uma sequência pedagógica que teve como objetivo principal integrar a robótica educacional no ensino do Movimento Circular Uniforme (MCU) utilizando kits Mindstorms NXT 9797 da LEGO. Assim sendo, foi construído um robô com sensor de luz visando analisar dados captados pelo mesmo. Na visualização dos dados que foram baixados do microcontrolador do robô se notou picos de intensidade da luz refletida que se repetem em períodos aproximadamente constante. Isso possibilitou aos estudantes registrarem o período (T) de realização de uma volta. Consequentemente, determinaram a frequência, a velocidade angular e linear do braço do robô em movimento curvilíneo. Assim como, os alunos foram estimulados a estabelecerem relação de proporção entre as grandezas para que em qualquer situação, seja possível calcular a velocidade angular e linear de um ponto em MCU. Desta forma, conteúdos de Física foram contextualizados vislumbrando superar a dicotomia entre teoria e prática, que dificulta o processo de aprendizagem na disciplina de Física. Esta proposta didática foi vivenciada com estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Escola de Referência em Ensino Médio Maria Gayão Pessoa Guerra de Araçoiaba-PE. Entre os resultados, percebe-se que a realização de experimentos usando a robótica educacional como nova prática pedagógica, simultaneamente ligada à compreensão de conceitos no ensino de Física, pode ser uma ferramenta eficaz no processo ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Robótica, Física, Ensino, Tecnologias.

INTRODUÇÃO

A sociedade vem modificando expressivamente as formas de aquisição e difusão do conhecimento com a inserção das novas tecnologias no seu cotidiano. O ensino de Física no ambiente escolar normalmente é descontextualizado causando muitos problemas de aprendizagem e desinteresse nos estudantes. Heckler *et al* (2007) apontam que dentre as causas desse reconhecido fracasso no aprendizado de Física está a falta de uma metodologia moderna, tanto do ponto de vista pedagógico quanto do tecnológico.

Neste contexto, sugere-se a que a robótica educacional voltada a experimentos de fenômenos físicos no ambiente escolar facilite o processo de aprendizagem e a criatividade dos estudantes. A robótica é uma das novas tecnologias disponibilizadas como recurso pedagógico no cotidiano escolar.

¹ Mestrado em MNPEF, pólo Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, lenesbel2006@gmail.com;

² Professor orientador: Doutorado em Ciências Ópticas, University of Arizona, EUA, mlsundheimer@gmail.com

A robótica educacional “trabalha o conceito que Papert dá a hard (difícil), contida na expressão hard fun (diversão difícil). Assim, os alunos são desafiados a enfrentar, de forma divertida, as dificuldades que encontrarem nas tarefas” (FRANCESCHINI, 2012, p.7). A teoria de aprendizagem Construcionismo, que é uma expansão do construtivismo realizada por Seymour Papert no final do século 20, propõe que haja um melhor aprendizado quando o aluno está ativamente envolvido na construção de artefatos (Papert, 1991). O construtivismo de Piaget e outros, propõe que há uma aprendizagem potencialmente relevante quando o aluno é convidado “a experimentar, tateando, por si mesmo, trabalhando ativamente, ou seja, em liberdade e dispondo de todo o tempo necessário” (Piaget apud Munari: 2010, p.18).

Sem qualquer dúvida, a robótica educacional como ferramenta pedagógica tem assumido atuação relevante e se apresenta como uma opção atraente no processo ensino-aprendizagem que tem sido cultivada na contemporaneidade. No que se refere Zilli (2004, p.77):

A Robótica contempla o desenvolvimento pleno do aluno, pois propicia uma atividade dinâmica, permitindo a construção cultural e, enquanto cidadão, tornando-o autônomo, independente e responsável. O professor, como facilitador desse processo, muitas vezes chega a confundir-se com o próprio ambiente.

A integração de recursos tecnológicos, como a robótica no universo escolar, cria espaços para a identificação e o diálogo entre as diferentes linguagens. A participação dos estudantes em atividades escolares que integram a robótica educacional como uma ferramenta auxiliar no ensino tradicional vem sendo utilizada com maior frequência nas últimas duas décadas. Segundo Benitti *et al* (2009):

Através da robótica educativa os estudantes poderão explorar novas ideias e descobrir novos caminhos na aplicação de conceitos adquiridos em sala de aula e na resolução de problemas, desenvolvendo a capacidade de elaborar hipóteses, investigar soluções, estabelecer relações e tirar conclusões.

Isso se deve à grande potencialidade que a robótica educacional tem para ensinar conceitos e conteúdos específicos de física, matemática, eletrônica, mecatrônica, computação e programação, entre outros. Além disso, há a possibilidade de produzir “efeitos colaterais” desejáveis como aprimorar habilidades de raciocínio lógico, trabalho em equipe, elaboração de projetos de engenharia, organização e expressão de ideias e resultados, o uso do método científico de investigação, e pode até proporcionar melhorias em inglês.

Para Zilli (2004, p. 77) a robótica educacional potencializa “o trabalho em equipe e colaborativo, desenvolvendo a responsabilidade, a disciplina, o senso de organização, a

descoberta, a interação, a autoestima, a paciência, a persistência, a iniciativa, a socialização, a autonomia, a troca de experiências, entre outros”. Conforme destacam Fornaza e Webber (2014, p.9) a:

Robótica Educacional pode contribuir para o aprendizado científico e tecnológico, integrados a uma área de conhecimento. Sob esta perspectiva, a aprendizagem ultrapassa os limites da sala de aula, levando o aluno a elaborar conjecturas, criar soluções que interajam com o mundo real e testar como elas se comportam. Assim, além de resolver os problemas curriculares, os alunos passam a reconhecer que tais situações são reais e a aprendizagem contextualizada pode se tornar significativa e, portanto, duradoura.

O campo educacional não pode se isolar e fazer de conta que tecnologias como a robótica não se encontram presentes na educação. A relevância deste trabalho está em evidenciar que experimentos usando a robótica educacional podem ser usados pelos professores de Física como ferramenta inovadora que modifica o processo de ensinar e aprender. De forma implícita, a realização de experimentos usando a robótica educacional modifica de uma forma profunda as possibilidades de uma vivência escolar mais significativa para o estudante, além disso, amplia o papel da ação docente como mediador na exploração da linguagem gráfica e das diversas formas de representação de dados e conceitos em detrimento da simples transmissão de informações.

METODOLOGIA

Para a aplicação desta atividade foi utilizando o kit *MINDSTORMS* NXT 9797 da LEGO. A atividade foi vivenciada no horário normal de aula da disciplina Física, totalizando quatro horas-aula e cada aula com duração de 50 minutos. O objetivo foi construir um robô para usar em um experimento para estudo de aspectos do MCU, além de compreender os gráficos de intensidade de luz refletida versus tempo.

Os dados do experimento foram coletados do microcontrolador do robô e visualizados no Log de Dados no *software* da Lego, que permite análise através de gráficos. A análise dos gráficos foi realizada com os estudantes com o objetivo de entender os dados obtidos. Além da importância geral, a habilidade de analisar gráficos é necessária para a resolução de questões de ENEM, que explora conceitos físicos através de gráficos de dados.

Neste foco, os estudantes foram orientados por um manual a construir um robô com sensor de luz, conforme Fig. 1. O sensor de luz permite o robô a “ver”, ou seja, detecta e ler os níveis de luz refletida. “O sensor de luz habilita o robô a distinguir entre claro e escuro, ler

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

a intensidade da luz em uma sala e medir a intensidade da luz em superfície coloridas (classificação em escala de cinza)” (LEGO, 2008, p.30). Dessa forma, detecta a luz e a escuridão em uma escala de 0 a 100, sendo 0 a cor preto e 100 a cor branco. Neste experimento, o sensor de luz foi usado na elaboração do robô para ver e registrar intensidade de luz refletida.



Figura 1. Robô utilizado na atividade para investigar MCU

O robô contém uma peça (braço) por cima do sensor de luz que gira em torno de um eixo ao longo de uma trajetória circular de raio constante. Essa peça pode ser encaixada de forma que o raio do círculo tenha tamanhos diferentes. O robô foi programado para marcar cada instante em que o braço passar por cima do sensor e assim foi possível visualizar o tempo necessário para o braço realizar uma volta completa, que se denomina o período T do movimento.

Os estudantes visualizaram no Log de Dados LEGO *MINDSTORMS* que os períodos de uma volta completa foram aproximadamente constantes. Dessa forma, pode-se obter a frequência (f) do movimento e consequentemente a velocidade angular (ω) e a velocidade escalar (v).

Vale ressaltar que as equipes formadas eram de quatro alunos seguindo a mesma metodologia sugerida pela LEGO, onde cada um aluno assumiu uma função distinta (organizador, construtor, programador, apresentador). A figura 2 traz de forma mais detalhada a responsabilidade de cada aluno participante na equipe.



Figura 2. Função de cada aluno na equipe

Para a análise dos dados, cada grupo recebeu um Tablet da Cce doado para a escola como parte de um Projeto da Secretaria de Educação / Estado PE. Em cada tablet utilizado pelos grupos o programa NXT da Lego foi instalado anteriormente. Por acreditar que um ensino que direciona para um caminho lúdico e prazeroso ameniza a dicotomia teoria-prática, nesta disciplina, foram ministradas aulas com uma metodologia para o ensino de Física que envolveu a construção do conhecimento utilizando da Robótica Educacional como ferramenta pedagógica.

Na aplicação dessa atividade foi observado a interação, descontração, curiosidade, uma certa ansiedade em alguns alunos em verem seu robô sendo construído e discussões entre os estudantes para a construção do robô. Os alunos estavam ativamente envolvidos na construção do robô. Segundo a teoria construtivista de Papert esse estar envolvido na construção de artefatos palpáveis é muito importante para que haja um melhor aprendizado. O que também é coerente com a teoria construtivista de Piaget quando, indica que um aluno que

é levado a experimentar trabalhando ativamente no processo de construção do seu conhecimento tem uma aprendizagem potencialmente acentuada.

ESTUDO DO MCU UTILIZANDO A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Com a construção do robô, na segunda e terceira aula, os estudantes foram orientados a programarem o robô seguindo a programação proposta pela professora que usa um sensor de luz e o Log de Dados para adquirir dados do robô em MCU. As informações coletadas no Log de Dados forneceram os períodos do movimento curvilíneo do braço do robô. Dessa forma, foi observado o robô em MCU com a potência alterada respectivamente em 20% e 40%.

Na quarta aula, os estudantes foram orientados a mudarem a posição do sensor de forma a ficar numa distância maior do eixo onde a peça (braço) está encaixada e verificarem o movimento curvilíneo do braço do robô com a potência do mesmo em 20%. Com os dados registrados no Log de Dados os estudantes visualizaram que o período (T) para o braço realizar uma volta permanece o mesmo.

Conseqüentemente a frequência e a velocidade angular também permanecem as mesmas. Os alunos foram levados a analisarem as semelhanças e diferenças envolvidas no experimento atual com os dados registrados na segunda e terceira aula, reconhecendo que mantendo a potência do robô a mudança ocorre apenas para a velocidade linear de um ponto em movimento circular uniforme.

A aplicação da atividade foi encerrada observando a participação efetiva dos estudantes para a realização da atividade, assim como, os registros realizados pelas equipes a partir dos dados das observações anotadas na ficha para estudo do MCU usada no decorrer do experimento e como obtiveram a velocidade angular e linear do braço do robô.

Unindo a teoria ao experimento

O movimento circular de objetos com módulo de velocidade (v) constante faz parte do cotidiano dos estudantes, seja ao observar o ponteiro de um relógio, ou mesmo, um ventilador ligado. Estudar conceitos referentes ao MCU traz essa proximidade do conhecimento prévio dos estudantes a abordagem científica.

Neste experimento, os estudantes visualizaram que os períodos para uma volta completa foram aproximadamente constantes se o robô não mudar a potência. Os dados foram

baixados do microcontrolador do robô e visualizados no Log de Dados do *software* da Lego para estudo do MCU. Dessa forma, foi possível obter a frequência (f) do movimento, que indica a quantidade de voltas que o fenômeno executa na unidade de tempo, e consequentemente a velocidade angular (ω), conforme Equações 1 e 2.

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{Eq. 1}$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad \text{Eq. 2}$$

Medindo a distância (raio) do sensor de luz ao eixo onde a peça (braço) está encaixada foi possível também encontrar a velocidade linear de um ponto em MCU. Dessa forma, foi investigado a velocidade linear (v) de um ponto na circunferência usando a equação 3, onde, r = raio do círculo.

$$v = \omega r \quad \text{Eq. 3}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As observações do robô em MCU foram vivenciadas no decorrer da aplicação do experimento para ensino aprendizagem de aspectos do MCU com observações dos gráficos da intensidade de luz refletida versus tempo. Antes da visualização dos dados e dos gráficos projetados no Log de Dados pelo experimento foram incentivadas discussões com os estudantes a respeito das grandezas e medidas relevantes a serem determinadas, para assim, verificarem de forma prática os conhecimentos envolvidos. Em continuidade a esse momento foi iniciado um diálogo com os estudantes tentando despertar a curiosidade dos estudantes, assim como, sondar um pouco do conhecimento prévio dos estudantes.

Professora: *que tipo de movimento será realizado pelo braço do robô?*

Alunos: *um círculo.*

Professora: *e a velocidade durante o movimento será constante ou variada?*

Aluno A: *vai ser a mesma só vamos usar uma velocidade.*

Professora: *que objetos vocês conhecem que também se movimentavam em círculos e com velocidade constante?*

Aluno A: *o ventilador.*

Aluno B: *a hélice do helicóptero.*

Aluno C: *o ponteiro do relógio.*

Aluno D: *a terra ao redor do sol.*

Professora: *como vocês acreditam que serão os gráficos?*

Aluno A, B e C: *uma reta, vamos usar apenas uma velocidade.*

Aluno D: *eu acho que não porque ele não vai andar em linha reta, será uma curva professora?*

Professora: *vamos começar os experimentos e observar como se projetam os gráficos.*

Dessa forma, foram iniciadas as observações dos dados e gráficos do estudo do MCU. O gráfico (figura 3) apresenta os dados captados através do sensor de luz onde se observou picos de intensidade da luz refletida que se repetem num período de aproximadamente 2,5 segundos quando raio com 4,5 cm e motor do robô em 20% de potência. Assim sendo, foi possível registrar a frequência = 0,4 Hz para que o braço do motor realize uma volta; a velocidade angular e velocidade linear do braço de aproximadamente 2,5 rad/s e 11,0 cm/s, respectivamente.

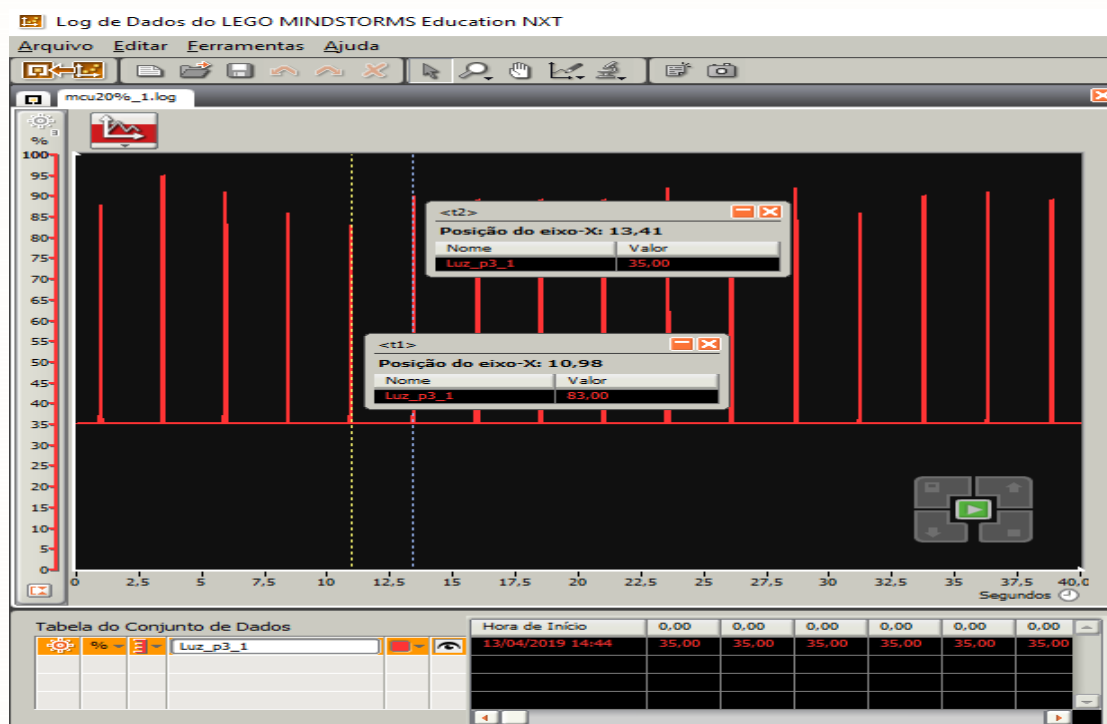


Figura 3. Período MCU para motor em 20% de potência

Para o motor em 40% de potência e raio de 4,5 cm é possível visualizar um período de aproximadamente 1,3 segundos entre os picos captados através do sensor de luz para que o braço do motor realize uma volta, conforme a Figura 4. Dessa forma, pode-se registrar a frequência = 0,8 Hz; a velocidade angular e linear do robô de aproximadamente 5,0 rad/s e 22,5 cm/s, respectivamente.

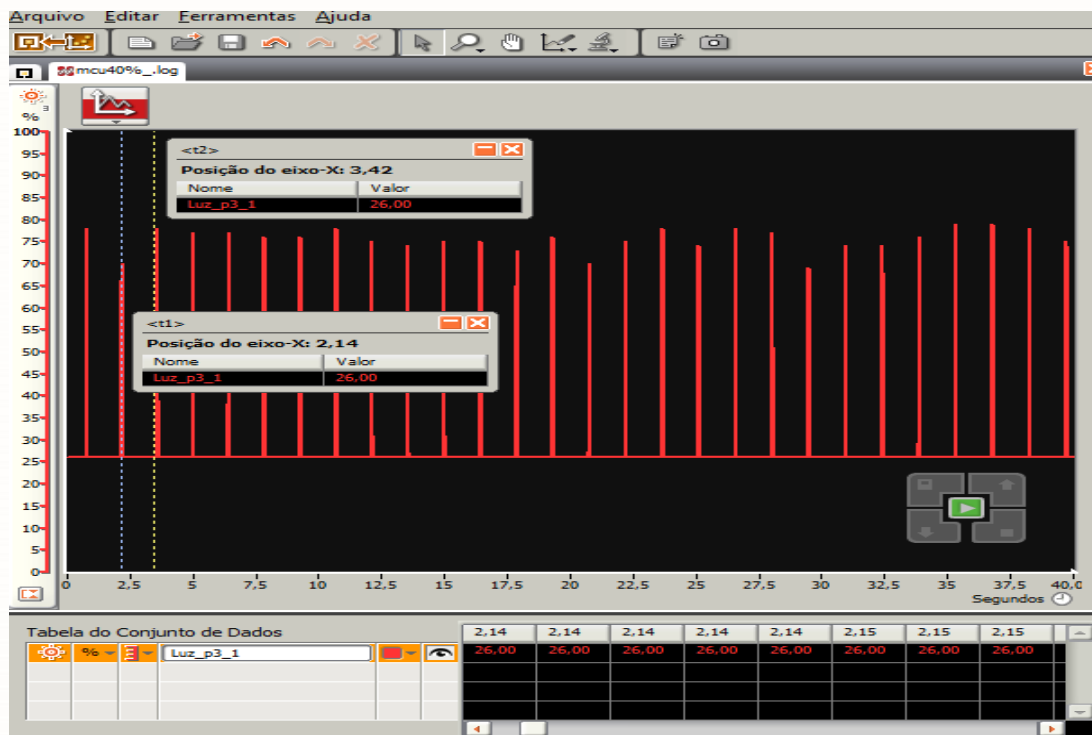


Figura 4. Período MCU para motor em 40% de potência

Dessa forma, os estudantes foram levados a perceberem que mantendo o valor do raio fixo o período diminui à medida que a potência do robô é aumentada. Consequentemente, a frequência aumenta, assim como as velocidades linear e angular. Os estudantes perceberam que potências diferentes geram períodos e velocidades diferentes. Quanto menor o período maior a frequência, a velocidade angular e linear, ou seja, a frequência, velocidade angular e linear dependem da potência do motor.

Ao mudar o raio do braço do motor e verificarem o movimento curvilíneo do robô com a potência do mesmo em 20% os estudantes visualizaram que o período (T) para o braço realizar uma volta permanece o mesmo. Esse fenômeno é semelhante a brincar num gira-gira onde algumas pessoas sentam no círculo mais próximo ao centro e as demais sentam no círculo maior. Mesmo com raios diferentes, ambos descrevem o mesmo ângulo quando em

movimento. E usando a mesma analogia do gira-gira, quem fica perto do centro não percebe tanto a velocidade linear, enquanto quem fica na borda percebe muito.

Ao finalizar a aplicação dessa atividade experimental os alunos tiveram a oportunidade de realizar um registro de suas observações pessoais em relação ao estudo do MCU. Alguns desses registros são apresentados nos relatos a seguir.

Grupo A: *Quando a potência do motor aumentou, mas deixamos o mesmo tamanho do raio o período para o braço do robô realizar um círculo diminuiu. Quando foi mudado o raio mas deixamos a mesma potência, não mudou o período.*

Grupo B: *Ao deixar o mesmo raio e aumentar a potência do robô o período para fazer uma volta foi menor. A frequência aumentou e as velocidades linear e angular.*

Grupo C: *A potência do motor e o raio quando são mudadas, aí muda também a frequência, a velocidade angular e a outra.*

Esses registros trazem uma percepção de que os alunos começaram a construir conceitos relacionados à abordagem do MCU utilizando a robótica integrada ao ensino aprendizagem dos mesmos. A construção do robô interligada aos conteúdos curriculares possibilitou registros como esses.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na investigação de novas estratégias para obter resultados significativos no processo de ensino aprendizagem, as tecnologias, e principalmente a robótica educacional, tem um papel importante na metodologia didática, pois em muitos casos possibilita variações de problemas no ambiente escolar.

Buscando um ensino-aprendizagem relevante e acreditando no potencial pedagógico da inserção de experimentos usando a robótica educacional na proposta pedagógica escolar foi possível vivenciar as oportunidades diversificadas de construção de conhecimento que se situam mediante a apropriação de linguagens e tecnologias aplicáveis na prática pedagógica do professor de Física do ensino médio.

A robótica educacional absolutamente não é o “salva-vidas” que solucionará o problema educacional. No entanto, uma vez utilizada de forma consciente, a robótica educacional pode facilitar bastante a apreensão de certos conceitos de fenômenos físicos, já que seu incremento no ambiente escolar propicia aos estudantes atitude crítica e proativa e potencializa-se como uma ferramenta benéfica no ensino-aprendizagem de Física.

Entre os resultados, após a aplicação e análise dos dados obtidos com a vivência dessa atividade para estudo do MCU, percebe-se que com a prática de experimentos utilizando a robótica educacional nas aulas de Física, com estudantes do 1º ano do ensino médio da EREM Maria Gayão Pessoa Guerra houve um envolvimento ativo por parte dos alunos de tal forma que tornou-os atentos e motivados para aprender.

Nesse contexto, ressalta-se a observação, a participação e cooperação dos estudantes para a realização dessas atividades envolvendo robótica educacional que contribuíram nas aulas e nessa pesquisa de forma proativa. O registro que as equipes fizeram dos dados da observação foram pertinentes para entender que os alunos obtiveram um aumento de conhecimento como resultado de uma construção pessoal, articulando a construção de um artefato tecnológico concreto à apreensão de conceitos no ensino de Física.

A escola teve ação preponderantemente ativa e o papel da professora na aplicação dessas atividades, onde a robótica educacional foi utilizada como ferramenta tecnológica, foi de possibilitar momentos no processo de ensino que favoreceram questionamentos aos estudantes de forma a tentar favorecer desequilíbrios cognitivos nos estudantes, de forma a incentivá-los na busca de novos equilíbrios para assim gerar aprendizado pessoal.

Assim sendo, com base nos resultados obtidos neste trabalho acredita-se que os objetivos propostos, após observar os registros dos alunos foram alcançados de forma satisfatória. Percebe-se em suas análises que houve a construção de aprendizado dos conceitos físicos abordados através dos experimentos com robótica educacional.

Dessa forma, destacamos a grande satisfação com a realização deste trabalho, no decorrer das atividades propostas, visto que, as mesmas possibilitaram a vivência de um processo de aprendizagem que não era centrado no professor, mas compartilhado com os alunos e utilizando a robótica educacional como uma ferramenta potencialmente significativa. Acredita-se que este artigo pode colaborar como estímulo para outros docentes em sua práxis pedagógica de forma a incentivá-los a criarem seus próprios robôs e experimentos que gerem aprendizagem de outros conceitos físicos diferentes aos que foram abordados no produto.

REFERÊNCIAS

BENITTI, F. B. V. *et al.* Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237568580_Experimentacao_com_Robotica_Educativa_no_Ensino_Medio_ambiente_atividades_e_resultado. Acesso em: 10/03/2019.

FORNAZA, R; WEBBER, C. G. Robótica Educacional aplicada à aprendizagem em Física. 2014. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/50275/31405>>. Acesso em: 15/08/2018.

FRANCHESCHINI, H. A; GONÇALVES, M. A. Modelo e metodologia LEGO – Educação para a Vida. 1ª Ed., Curitiba, PR. ZOOM Editora Educacional Ltda. 2012.

HECKLER, V. *et al.* Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de Óptica. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.29, n. 2, p. 267-273 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n2/a11v29n2.pdf>. Acesso em: 20/09/2018.

MANUAL do NXT 2.0. (2008). Disponível em: http://mz.pro.br/Engenharia_Processo/04-Manual_MindStorms_Portugues.pdf. Acesso em: 15/11/2018.

MUNARI, A. *Jean Piaget*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

PAPERT, S., “Situating Constructionism”, In *Constructionism*, I. Harel e S. Papert, Eds, (1991). Disponível em: www.papert.org. Acesso em: 10/10/2018.

ZILLI, S. R. A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas. Dissertação de Mestrado – Florianópolis: UFSC, 2004.