

# Robótica Pedagógica: uma experiência construtiva

Eulina Nascimento  
UFRRJ  
eulina@Incc.br

Erika Bezerra  
UFRRJ  
Erika.bezerra@ifap.edu.br

## ABSTRACT

This paper presents an implementation of the use of robotic artifacts as a pedagogical resource in the teaching-learning, with the focus on the use of Educational Robotics in mathematics education. This work was developed using the Lego Mindstorms NXT kit with students from middle Integrated Technical Federal Institute of Education, Science and Technology of Amapá - IFAP/ Campus Macapa. The ultimate goal of the activities is to check if and how the practice of Robotics Teaching aids in the teaching of mathematics.

## RESUMO

Este artigo apresenta uma implementação do uso de artefatos robóticos como recurso pedagógico no processo de ensino-aprendizagem, tendo como enfoque o uso da Robótica Pedagógica no ensino da Matemática. Este trabalho foi desenvolvido utilizando o kit Lego Mindstorms NXT com alunos do curso médio técnico integrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP/Câmpus Macapá. O objetivo final das atividades é verificar se e como a prática da Robótica Pedagógica auxilia no ensino da Matemática.

## Descritor de Categorias e Assuntos

K.3.1 [Computer and Education]: Computer Uses in Education – *collaborative learning*.

## Termos Gerais

Experimentation, Human Factors, Verification.

## Palavras chaves

Robótica Pedagógica; Ensino-aprendizagem; Educação Matemática.

## 1. INTRODUÇÃO

A Robótica no contexto educacional é denominada Robótica Pedagógica e, segundo Gomes [1] Além de envolver conhecimentos básicos de mecânica, cinemática, automação, hidráulica, informática e inteligência artificial, envolvidos no funcionamento de um robô, são usados recursos pedagógicos para que se estabeleça um ambiente de trabalho escola agradável. Aí se simula uma série de acontecimentos, muitas vezes da vida real, com alunos e professores interagindo entre si, buscando e propiciando diferentes tipos de conhecimentos, inclusive e principalmente a matemática.

A prática da Robótica Pedagógica envolve um processo de motivação, colaboração, construção e reconstrução e permite o desenvolvimento do pensamento crítico e de habilidades para resolver problemas. Ela aborda aspectos do ensino STEM (*Science, Technology, Engineering, Math*) de forma prática o que

promove a compreensão de habilidades. Proporciona aos alunos a oportunidade de projetar, construir, experimentar, solucionar problemas e aprender com seus erros.

Entre as várias características que lhe são atribuídas, realça-se a sua adequação a uma aprendizagem baseada na resolução de problemas concretos cujos desafios criados promovem o raciocínio e o pensamento crítico elevando também os níveis de interesse e motivação dos estudantes por matérias do currículo do ensino regular, inseridos neste contexto o ensino/aprendizagem da Matemática.

A utilização de robôs como mediador para construção do conhecimento não é algo recente. O grande precursor desta atividade foi Seymour Papert, pesquisador do *Massachusetts Institute of Technology*. Seus trabalhos acerca da robótica na educação começaram na década de 1960 quando também nascia o construcionismo que embora tenha semelhanças com o construtivismo de Piaget, vai além, segundo Papert [2].

Para Pereira [3] a palavra com *v* exprime a teoria de que o conhecimento é construído pelo aprendiz e não fornecido pelo professor. A palavra com *n* exprime a ideia mais avançada de que isso acontece quando o aprendiz está envolvido no ensino do computador na construção de alguma coisa externa ou pelo menos partilhável: um castelo de areia, uma máquina, um programa de computador, um livro.

Seymour Papert é um dos maiores visionários do uso da tecnologia na educação. Em 1980 ele lançou o livro *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas* (Tempestade da Mente: Crianças, Computadores e Ideias Poderosas), no qual mostrava caminhos para utilização das máquinas no ensino.

Papert é matemático, Ph.D, diretor do grupo de Epistemologia e Aprendizado do MIT e um dos fundadores do MIT Media Lab, onde continua pesquisando. Hoje Papert é considerado o maior especialista do mundo sobre como a tecnologia pode proporcionar novas maneiras de aprender.

Com a ideia de utilizar a tecnologia como mecanismo para o ensino e aprendizagem Papert e seu grupo de pesquisa do MIT, com o apoio da Empresa Lego, desenvolveram o kit de Robótica Pedagógica Lego Mindstorms. Para a realização deste trabalho foi utilizado o kit Lego Mindstorms NXT 2.0 que é constituído de componentes para processamento e transmissão de dados, atuadores, sensores, peças para conexão e transmissão de movimento. A escolha desse recurso ocorreu devido à facilidade de manuseio. Outro fator importante é o encapsulamento de conceitos científicos que não precisam ser abordados ao se construir um protótipo.

Com o kit de Robótica Pedagógica Lego Mindstorms os estudantes podem construir e programar protótipos para planejar, testar e modificar sequências de instruções de uma variedade de comportamentos da vida real. Robótica é uma forma interessante de trazer a ciência, tecnologia, engenharia e matemática para a sala de aula.

## 2. SOBRE A ROBÓTICA PEDAGÓGICA

A Robótica Pedagógica consiste na aprendizagem por meio da montagem de sistemas constituídos por robôs. Esses dispositivos autômatos passam a ser artefatos cognitivos que os alunos utilizam para explorar e expressar suas próprias ideias, ou “um objeto-para-pensar-com”, nas palavras de Papert [4]. O emprego da robótica em ambientes educacionais vem demonstrando ser uma ferramenta adequada para o desenvolvimento de atividades que envolvam criação, planejamento além de fazer interagir diferentes área do conhecimento.

## 3. PLATAFORMA LEGO MINDSTORMS

A tecnologia Lego Mindstorms foi desenvolvida em parceria da empresa Lego com Massachusetts Institute of Technology com o objetivo de atender a educação tecnológica. A plataforma Lego Mindstorms permite a construção de protótipos para testes em diferentes configurações, de modo a motivar os estudantes para a estudo de conceitos e aquisição de novos conhecimentos baseados na técnica de prototipagem.

O kit Mindstorms NXT é constituído por um conjunto de peças de plástico da linha tradicional e da linha technic da Lego, motores e sensores controlados por um processador programável - NXT Brick [5].

O NXT Brick, ilustrado na Figura 1, é o dispositivo programável que atua como unidade de controle central do kit Mindstorms. Transforma modelos mecânicos em robôs e controla suas ações. O NXT Brick amplia as possibilidades de uso do kit, permitindo aos alunos construir não apenas as estruturas e mecanismos, mas também desenvolver conhecimentos e técnicas baseadas no comportamento de sistemas de controle.



Figura 1. Bloco lógico NXT Brick do Lego Mindstorms.

O NXT possui quatro entradas (numeradas com números de 1 a 4) e três saídas (indicados com letras de A até C), isso significa que os blocos NXT podem coletar informações do ambiente, através de quatro sensores, e pode acionar três dispositivos de servo motor. Os sensores disponíveis no Lego Mindstorms são os sensores de toque, de intensidade luminosa, ultrassônico, conforme ilustrado na Figura 2. No entanto, é possível obter sensores adicionais para conectar no NXT Brick, tais como

sensores de temperatura e de som, explorando as potencialidades deste kit de robótica.



Figura 2. Sensor ultrassônico, sensor de intensidade luminosa, sensor de toque e motor da plataforma Lego Mindstorms.

Sendo uma ferramenta largamente utilizada no mundo, um conjunto de informações importantes está disponível para experimentar e desenvolver aplicações usando a robótica Lego Mindstorms, além disso, tem-se também material disponível que servem de apoio para educadores e pesquisadores que gostariam de usar Mindstorms para fins educacionais [6]. Outras referências que abordam de forma mais investigativa também estão disponíveis Bagnall [7].

A programação do NXT pode ser executado dentro do ambiente de programação Robotic Invention System - RIS, que é uma ferramenta de programação gráfica fornecida pela Lego.

A linguagem RIS de programação gráfica consiste em blocos funcionais que estão organizados para a construção da programação. O programa de controle é composto por um conjunto de blocos maiores que agem como macros, ou seja, contém sub-blocos, cada um executando uma tarefa de controle específica. Por exemplo, blocos pré-definidos para mover o robô para frente por algum tempo, para virar à esquerda ou à direita.

O ambiente de programação RIS permite o desenvolvimento rápido de programas de robôs. Apesar de suas vantagens, principalmente quanto à simplicidade e poder de intuição, a interface do software NXT, que pode ser visto na Figura 3, apresenta algumas limitações, que cria determinadas barreiras para o desenvolvimento de tarefas complexas.

O kit Lego Mindstorms NXT possui uma interface USB para envio de dados entre o computador e o bloco lógico, e também possibilita o uso da tecnologia Bluetooth, além do software específico que o acompanha, também pode ser programados em C++ e em Java, dependendo de atualização de firmware de seus controladores.

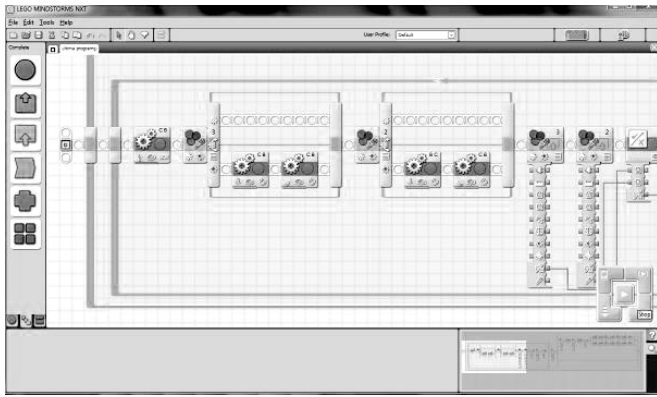


Figura 3. Programação utilizando o software NXT.

#### 4. METODOLOGIA

Segundo Garden [7], o indivíduo pode ser dotado de um ou mais tipos de inteligência. Em seu livro “As Estruturas da Mente” defende a Teoria das Inteligências Múltiplas classificando o talento conforme a natureza das atividades dos sujeitos nos diferentes sistemas simbólicos. Assim, teríamos talentos linguísticos, musicais, matemáticos, cenestésicos, espaciais, intrapessoais e interpessoais, sendo que uma pessoa pode ter um ou mais destes talentos.

Através do uso da Robótica no ensino acreditamos que muitas dessas inteligências do indivíduo possam ser desenvolvidas principalmente quando as atividades de programação e construção de um robô são realizadas em grupo. Entre elas a visão espacial e principalmente as relações interpessoais, pois todos estão interagindo, trocando ideias e colaborando um com o outro.

Para a execução da pesquisa utilizou-se o kit Lego Mindstorms NXT 2.0, este kit possui três tipos de sensores (ultrassom, toque e cor), três motores, um controlador central e uma série de peças de encaixe. A programação do Mindstorms NXT 2.0 pode ser feita através da linguagem RIS da própria LEGO onde se tem uma programação gráfica possuindo blocos com funcionalidades para a programação [8].

Foi realizada uma Oficina de Robótica Pedagógica com realizadas no IFAP/Câmpus Macapá, com alunos dos Cursos Técnicos Integrado. As atividades consistem na montagem de protótipos mediante a utilização do kit de robótica pedagógico Lego Mindstorms NXT. Os alunos foram divididos em equipes de quatro componentes. Cada componente assume uma função específica no grupo, sendo elas: verificar as peças que melhor se aplicação na resolução do problema, trabalho manual de construção do protótipo, desenvolvimento da programação utilizando o ambiente gráfico do software Lego Mindstorms e a construção de um relatório técnico onde são registradas as principais informações sobre o trabalho desenvolvido pelo grupo. As funções desempenhadas pelos alunos são trocadas para que todos os participantes do grupo vivenciem cada uma delas.

#### 5. ATIVIDADES DE PESQUISA

Como foi dito na metodologia, os alunos foram divididos em grupos de quatro componentes onde cada um tinha sua função específica no mesmo. Iniciamos as atividades como descritas abaixo. A primeira atividade tinha com objetivo construir um

carro e verificar a mudança de distância percorrida a partir do acréscimo de engrenagens no protótipo. Inicialmente os alunos construíram um carro pequeno com tração traseira utilizando somente um motor. Foi observado que quando o pneu é colocado no eixo do motor, a rotação do pneu é equivalente à rotação do eixo.

Outro momento foi dedicado para a análise do uso de engrenagens. Na Figura 5 temos o início da construção de um protótipo para estudo de engrenagens. Ao acrescentar uma engrenagem de menor raio no motor e outra engrenagem com raio maior no eixo da roda, o robô passa a ter menor velocidade e maior força ( $C = 2\pi R$ ). Sendo  $R_{menor} = 0,5 \text{ cm}$  e  $R_{maior} = 1,5 \text{ cm}$ , tomando a circunferência menor obtivemos o comprimento de  $1\pi \text{ cm}$ . E considerando a circunferência maior com raio de  $1,5 \text{ cm}$  teremos um comprimento de  $3\pi \text{ cm}$ . Concluindo que o carro diminui de  $1/3$  sua velocidade.

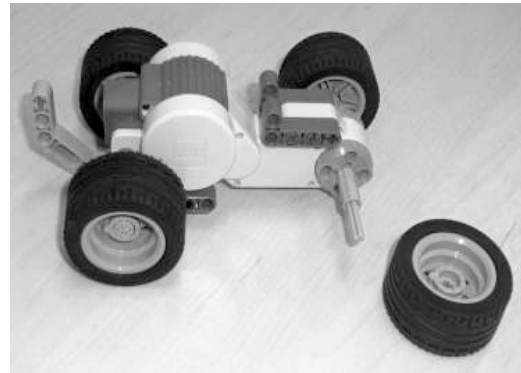


Figura 4. Exemplo de base do protótipo de um carro.

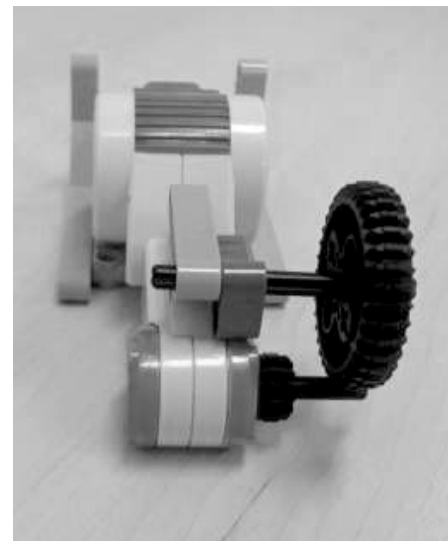


Figura 5. Exemplo de protótipo para o estudo de engrenagens.

No desenvolvimento desta atividade os estudantes conseguem fazer na prática a análise do uso de engrenagens e como isto influência na velocidade e na força. Outra atividade realizada pelos alunos envolvendo o uso de engrenagens foi a construção de um protótipo de carro com marcha para exemplificar a relação de potência em um conjunto de engrenagens.

Nesta atividade o desafio é construir um carro de corrida. A fim de que o carro consiga realizar o percurso no menor tempo possível, duas questões iniciais devem ser solucionadas: a) Qual o jogo de engrenagens deverá ser o da primeira marcha e o da segunda marcha? b) Em que momento deverá ocorrer a troca de marchas?

Os alunos fizeram a análise de equipamentos motorizados e exemplificaram como o sistema de engrenagens move as partes giratórias. Como exemplo foi estudado a bicicleta com marchas, pois é possível subir uma ladeira com facilidade, além de alcançar grande velocidade em uma pista plana. Nas bicicletas, assim como nos carros, utiliza-se as primeiras marchas para reduzir o esforço no momento da saída. Quando é preciso aumentar a velocidade, troca-se as marchas para que se aproveite melhor a potência do motor.

Os alunos já haviam verificado na prática que conhecendo o raio das engrenagens é possível determinar a relação entre potência nestas engrenagens. Se um dispositivo com duas engrenagens a primeira tiver o dobro do raio da segunda, a relação será de 2:1. Se, por outro lado, a primeira engrenagem tiver a metade do raio da segunda, a relação será 1:2, e assim sucessivamente.

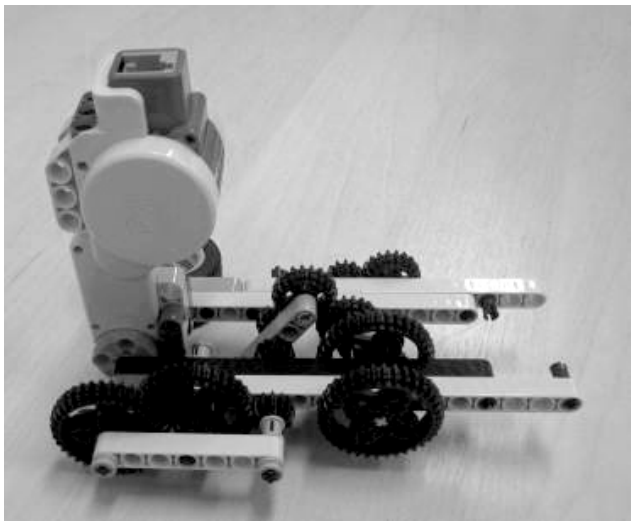


Figura 6. Exemplo de protótipo para o estudo de marchas.

Ao final desta atividade os alunos fizeram modificações para realizar outras análises com conjuntos de engrenagens e verificar como é possível aumentar a velocidade do protótipo.



Figura 7. Exemplo do protótipo carro de corrida.

## 6. CONCLUSÃO

Para Ausubel [9] há ocorrência de Aprendizagem Significativa quando o indivíduo consegue estabelecer significados entre as novas ideias e as que já têm. Mas, para que isto aconteça, é necessário: A apresentação de um material potencial significativo, ou seja, um material que apresenta possibilidades de o indivíduo estabelecer relações não-arbitrárias e substantivas aos aspectos relevantes de sua estrutura cognitiva, e mais, que este esteja disposto a estabelecer tais relações [10].

Na construção do material exposto a proposta é apresentar e possibilitar a interligação daquilo que os estudantes já sabiam com aquilo que almejavam aprender, considerando os conhecimentos prévios necessários. A abordagem de conteúdos não pretende levar o estudante à memorização, mas possibilitar a construção de estrutura de pensamento e, conseqüentemente, de sua autonomia.

Nas atividades desenvolvidas, foram avaliadas as estratégias de resolução adotadas pelos estudantes, foi observado que as atividades desenvolvidas permitem mais autoconfiança e auto segurança ao aluno, e a matemática torna-se mais prazerosa. Consideramos que os resultados obtidos constituem indícios positivos da ocorrência de aprendizagem, promovida através da aplicação de estratégias didáticas ancoradas na utilização de materiais que possuem potencial de serem significativos.

Verificou-se que o uso da plataforma despertou o interesse dos alunos não só na questão da montagem do robô, mas também em tudo que envolvia o seu funcionamento. Percebemos que os alunos tiveram curiosidade buscaram compreender melhor os problemas a eles apresentados. Em comparação com métodos tradicionais de ensino-aprendizagem o diferencial do uso da robótica é a educação lúdica que impulsiona o discente a desenvolver-se, dentro do contexto educacional de saber fazer, integrando prática e teoria.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] GOMES, Cristiane Grava, et al. A Robótica como facilitadora do Processo Ensino-aprendizagem de Matemática no ensino Fundamental. In: Pirola, Nelson Antonio (org) Ensino de Ciências e Matemática IV- Temas e Investigações. Editora UNESP Cultura Acadêmica. São Paulo, 2010.
- [2] PAPERT, Seymour. LOGO: Computadores e Educação. São Paulo: Brasiliense, 1986.
- [3] PEREIRA, Duarte Costa. Nova Educação na Nova Ciência para a nova Sociedade: Fundamentos de uma Pedagogia Científica Contemporânea. Vol 1, Editora Universidade do Porto, Porto, 2007.
- [4] PAPERT, Seymour. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. New York: Basic Books, 1980.
- [5] NXT. Disponível em: < <http://mindstorms.lego.com/en-us/whatisnxt/default.aspx>>. Acesso em 05 set. 2012.
- [6] BAGNALL, B. Maximum Lego NXT: Building Robots with Java Brains. Variant Press, 2007
- [7] GARDNER, H. Estruturas da Mente: a teoria das inteligências múltiplas. Editora Artmed, 1994.
- [8] SILVA, Alan Paranhos de Souza e Silva; PIRES, Maruedson Martins; SILVA, Robson Mariano. Uso dos kits lego mindstorms