Introdução a Robótica Educacional

Samuel Azevedo, Akynara Aglaé, Sarah Thomaz, Carla Fernandes, Aquiles Burlamaqui, Renata Pitta, Luiz Marcos Garcia Gonçalves

Abstract

We present the robotics through the use of pedagogical robotics kits such as the LEGO Mindstorms kit. So, we intend to introduce the basic concepts used in robotics like the use of components such as controllers, servo motors, actuators and sensors, as well as the proper choice to a model for a basis of a robot, and the programming of its controller to solve some problem. The approach will be done in an abstracted way, aiming to give a general view of robotics without concerning to details as the mechanics enveloped in the most basic components as the gears nor in more complex algorithms as the space locating. The practical activities proposed here consist in the mounting of robots, followed by their control and programming. A discussion about educational robotics is also the core of this work.

Resumo

Apresentamos a robótica através do uso de kits de robótica pedagógica como o da LEGO. Com isso pretendemos introduzir conceitos básicos utilizados em robótica como o uso de componentes como controladores, motores, atuadores e sensores; bem como a escolha apropriada do modelo de base do robô; e a programação de seu controlador para solucionar algum problema. A abordagem será feita de forma abstraída, visando dar uma visão abrangente de robótica sem se ater a detalhes como a mecânica envolvida em componentes mais elementares como engrenagens nem em algoritmos mais complexos como o de localização espacial. As atividades práticas propostas aqui consistem na montagem de robôs, e posteriormente no seu controle e programação. Uma discussão sobre a robótica educacional também faz parte da essência deste trabalho.

1. Introdução a Robótica

O que é um robô? Para que serve? Como montamos e que peças precisamos? Esses são alguns dos primeiros questionamentos que se escuta quando falamos acerca da robótica.

Certamente muitas pessoas conseguem identificar um dispositivo robótico, mas terão alguma dificuldade em construir uma definição abrangente sobre o mesmo. Pensando desta forma, Joseph F. Engelberger, considerado o pai da robótica por construir e vender o primeiro robô industrial, mencionou, em certa ocasião, seu entendimento acerca do que seria um robô em uma única frase:

> *"I can't define a robot, but I know one when I see one."*
> *(Eu não posso definir um robô, mas eu reconheço um quando o vejo.)*

Segundo o dicionário Aurélio (versão on-line), robô é um:

"aparelho automático, geralmente em forma de boneco, que é capaz de cumprir determinadas tarefas. / Fig. Pessoa que procede como um robô, isto é, que executa ordens sem pensar."

Podemos também utilizar a definição do R.I.A[1] (Robotics Industries Association), o qual nos coloca que:

Robô é um manipulador re-programável e multifuncional projetado para mover materiais, partes, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos variáveis programados para desempenhar uma variedade de tarefas.

Apreendemos, deste modo, que ambos os conceitos assemelham-se em uma idéia: os robôs são pensados e projetados visando auxiliar o humano na realização de determinadas tarefas. O que possibilita um tempo a mais para o seu lazer, para o convívio familiar, o trabalho com o intelecto. Os robôs podem até mesmo ser utilizados para o auxílio em atividades de grande periculosidade.

Dentro deste contexto, em que encontramos a reunião dos diferenciados tipos de dispositivos robóticos, emerge a ***robótica***, tida como a *ciência dos sistemas que interagem com o mundo real, com pouco ou mesmo nenhuma intervenção humana* (MARTINS, 2006). Podemos ver, por esta definição, que autonomia é uma das características de um robô.

O autor ressalta ainda que a robótica caracteriza-se como ciência multidisciplinar, a qual envolve temáticas como mecânica, eletrônica, hidráulica, pneumática e computação, todas unidas no desenvolvimento de determinados robôs.

Assim sendo, é possível enxergar a robótica em alguns eletrodomésticos, nos aparelhos eletrônicos, nos elevadores, nos caixas eletrônicos, enfim, em uma infinidade de sistemas. Pois são responsáveis pela execução de tarefas por meio do controle humano, facilitando assim, o trabalho árduo para a maioria das pessoas.

Encontramos a robótica também no meio industrial, onde, a cada dia que passa está mais presente, através da adoção de robôs em substituição ao trabalho humano. Podemos citar como exemplo as montadoras de automóveis, que na suas linhas de montagem utilizam a robótica para realizar serviços demasiado repetitivos e pesados para o ser humano.

Contudo, o processo de significação que envolve a robótica como mecanismo capaz de criar dispositivos ou seres para auxiliar os humanos em suas atividades, já foi pensado por grandes nomes da mitologia grega e judaica e artista renomado, como o polímata italiano Leonardo Da Vinci. Somente após muitos anos cunharam o termo "robô", por meio de obras de ficção científica.

1.1. Robôs na Mitologia

Ao delinear a narrativa mitológica que lança bases para uma compreensão do processo de significação desta ciência, encontramos na história de Pigmalião vestígios que se enquadram no desejo de criação de um servo que se torne capaz de corresponder às expectativas e realizar as aspirações de seu criador.

Segundo a mitologia grega, Pigmalião era escultor e rei da ilha de Chipre. Desejando encontrar-se a mulher perfeita, a qual correspondesse a suas expectativas, esculpiu uma estátua e

---

1 Fundada em 1974, RIA é o único grupo comercial na América do Norte, organizado especificamente para servir a indústria robótica. O grupo é composto por empresas líderes em robô fabris, utilizadores de sistema integradores, fornecedores de componentes, grupos de pesquisa, e empresas de consultoria. (http://www.robotics.org/)

durante o processo de criação, apaixonou-se por ela. A história revela ainda que Pigmalião havia decidido viver em celibato na ilha por não concordar com a atitude libertina das mulheres que lá viviam, que haviam dado fama à mesma como lugar de cortesãs. Contudo, vendo sua paixão crescer por sua obra de criação, Afrodite, deusa do amor, deu vida a estátua, chamando-a de Galatéia, a qual, posteriormente se uniu como casal à Pigmalião.

Já o mito de Vulcano, ou Hefestos, como era conhecido pelos gregos, narra a história de um deus renegado que costumava forjar raios, jóias e aparatos metálicos e mecânicos em geral na sua oficina que ficava na boca do vulcão da ilha de Lemnos. Conta a estória que o deus fez para si mesmo servos feitos de metal, os ciclopes, para o ajudar em sua oficina.

Outro exemplo que exprime essa vontade de criar entes capazes de realizar determinadas ambições de seus criadores também pode ser compreendido na tradição mística do judaísmo, por meio da história do Golem. De acordo com a lenda, o Golem teria sido feito com a argila do rio Moldava, que banha Praga. Seguindo rituais específicos, o rabino construiu o Golem e fez com que ele ganhasse vida recitando um encanto especial em hebreu. O Golem deveria obedecer ao rabino, ajudando e protegendo o gueto judaico.

1.2. Robôs na Ficção

Foi por meio da literatura, filmes e peças de ficção científicas que o termo robô se popularizou. A palavra "robota" em tcheco, no inglês "robot", e robô para nós, tornou-se popular quando o escritor tcheco Karel Capek, escreveu, em 1921, a peça R.U.R. (Rossuum's Universal Robots). Em sua peça conta a história de um cientista brilhante chamado Rossum, que desenvolve uma substancia química, utilizada para construção de robôs humanóides, que deveriam ser obedientes e realizar todo o trabalho físico. Rossum projetou e construiu um exército de robôs que acabaram se tornando muito inteligentes e dominaram o mundo.

Acompanhando a linha de obras de ficção envolvendo robôs como entes mecânicos capazes de despertar medo nos seres humanos seguem outros títulos literários. Entre eles, Frankenstein (1818), de Mary Shelley, muitas vezes considerado o primeiro romance de ficção científica, e que se tornou sinônimo deste tema. Além do filme de Fritz Lang, Metrópoles (1927), filme alemão de ficção científica, no qual demonstra uma preocupação crítica com a mecanização da vida industrial nos grandes centros urbanos.

Contrariando essa onda de obras de ficção científica que pregavam o medo e a incerteza quanto à inserção de robôs na sociedade, Isaac Asimov, da década de 1940 em diante, lança mais de 500 publicações com temática em torno de robôs, mas com visão diferente da qual era pregada anteriormente. Na concepção de Asimov, robôs ajudam o humano em tarefas, protegendo-os contra o mal. O autor lança a trilogia de livros "A Fundação" e vários outros contos em que a robótica se faz presente.

Foi também Asimov o criador das famosas três leis fundamentais da robótica, que dizem:

Um robô não pode causar dano a um ser humano nem, por omissão, permitir que um ser humano sofra;

Um robô deve obedecer às ordens dadas por seres humanos, exceto quando essas ordens entrarem em conflito com a Primeira Lei;

Um robô deve proteger sua própria existência, desde que essa proteção não se choque com a Primeira nem com a Segunda Lei da robótica.

Asimov criou essas leis em uma época em que robôs eram pensados como destruidores da humanidade, devido às várias obras sobre a temática que veiculavam essa visão. Viam nessas

máquinas um futuro apocalíptico. O escritor, ao contrário, enxergava o robô como um instrumento capaz de auxiliar o homem em determinadas tarefas, possibilitando ao mesmo um maior tempo para atividades mais criativas.

1.3. História da Robótica

Historicamente parece haver razões para crer que teriam sido os gregos que construíram o que podemos chamar de primeiros robôs. Ctesibius, um matemático e engenheiro grego que viveu cerca de 285-222 a.C. em Alexandria, arquitetou uma série de aparelhos robóticos, o mais famoso destes, foi a *clepsidra* ou relógio de água, o qual constitui-se um dos primeiros sistemas criados pelo homem para medir o tempo.

Há também relatos sobre Heron de Alexandria, geômetra e engenheiro grego contemporâneo a Cristo e aos apóstolos. Este construiu diversas invenções na área da automação, dentre seus sistemas robóticos esta a primeira máquina de vender bebidas da história, na qual a pessoa colocava uma moeda nela e recebia um jato de água. Também construiu um autômato que possuía autonomia para andar para frente e para traz movido por engrenagens em um sistema que utilizava a energia cinética de grãos de trigo que caíam de um recipiente no topo do autômato. Criou também o primeiro motor a vapor documentado na história.

No entanto, o célebre artífice, Leonardo Da Vinci ganha importância no invento de engenhocas robóticas. Da Vinci, cientista, matemático, engenheiro, inventor, anatomista, pintor, escultor, arquiteto, botânico, poeta e músico é reverenciado até os dias atuais por sua engenhosidade tecnológica. Concebeu idéias muito à frente de seu tempo, como um helicóptero, um tanque de guerra, o uso da energia solar, uma calculadora, dentre outros. Porém um número relativamente pequeno de seus projetos chegou a ser construído, entre seus projetos desenvolveu os planos de um cavaleiro que se deveria mover autonomamente, mas como se tivesse no seu interior uma pessoa. Este artefato que alguns designam por “Robô de Leonardo” era usado para entretenimento da realeza.

No mundo da robótica, Jacques de Vaucanson, inventor e artista francês, também se destaca. Em 1738 ele criou o primeiro robô funcional, um andróide que tocava flauta, assim como um pato mecânico que se alimentava. Após expor para sociedade as primeiras criações robóticas, a tecnologia avançou a ponto das pessoas preverem o uso das criaturas mecânicas como força de trabalho, as respostas literárias ao conceito dos autômatos (robôs) refletiram o medo dos seres humanos, de serem substituídos por suas próprias criações.

Enquanto na ficção eclodiam obras com base na robótica ficcional, na realidade começam a ser criados os primeiros robôs fabricados para industrialização. Isso ocorre na década de 1950. Joseph F. Engelberger, engenheiro e empresário considerado o "pai da robótica”, foi o primeiro a construir tal robô, chamado Unimate. Este robô foi vendido para General Motors, passando a trabalhar na linha de montagem em Nova Jersey, em 1961. Alguns textos creditam a criação do Unimate também ao inventor George DeVol, expondo que este e Joseph F. Engelberger trabalharam em conjunto na estruturação do primeiro robô fabril.

A partir de então, dissemina-se a robótica industrial como mecanismo capaz de proporcionar as indústrias o aumento da produtividade e melhorar a qualidade dos produtos, possibilitando a redução de custos com o operariado. Porém há um ponto negativo nisso tudo. Ao mesmo tempo em que a robótica beneficia as empresas diminuindo gastos e agilizando processos, ele cria o desemprego pela substituição do trabalho humano por máquinas.

Há também alguns ramos da robótica que geram impacto social positivo. Quando um robô é na realidade uma ferramenta para preservar o ser humano, como robôs bombeiros, submarinos,

cirurgiões, entre outros tipos. Neste caso, o robô pode auxiliar profissionais na resolução de atividades específicas, preservando sua vida.

Dentro deste contexto, é possível observar que na robótica há variados tipos de robôs, com complexidades e utilidades distintas. Podemos ainda classificar os robôs de acordo com suas gerações tecnológicas.

Primeira Geração

São basicamente os braços robóticos industriais como o de Engelberg. Seu movimento é programado previamente e realizam apenas a repetição de uma seqüência fixa de passos. Possuem sensores que adquirem dados apenas do estado interno do robô. Para que sua programação seja bem executada eles requerem um ambiente bem estruturado, com objetos bem posicionados. Outro exemplo de robô desta geração eram os braços para coleta de amostras submarinas.

Segunda Geração

São robôs dotados de sensores externos e internos, a programação adotada permite que se adequem as situações nas quais tais dispositivos se encontram. Nesta geração houve o advento do uso de câmeras que capturam imagens as quais são comparadas com um banco de imagens, sensores de luz, toque, peso, etc. Como exemplos temos os robôs do tipo *hover* e os robôs montados com os kits mais comuns de robótica educacional.

Terceira Geração

É composta por robôs dotados de Inteligência Artificial. Fazem uso de mecanismos como visão computacional, síntese e reconhecimento de voz, atualização de posicionamento, algoritmos de rotas, heurísticas, e simulação de comportamento humano ou animal – entre outras características. Podem ser dotados de componentes físicos, ou se apresentar apenas em mundos virtuais, como jogos de computador. Em algumas aplicações, robôs podem coexistir tanto no mundo real quanto possuir uma representação no mundo virtual, através de uma plataforma conhecida como hiperpresença. Os robôs mais conhecidos desta geração são de aplicações militares e/ou biológicas, ou ainda robôs que simulam seres vivos.

1.4. Aplicações da Robótica

Como dito anteriormente, a robótica engloba diferentes áreas de conhecimento humano como mecânica e eletrônica. Em computação, a robótica engloba diferentes tópicos que podem ser abordados para o desenvolvimento de um robô, com foco no *software* que este robô irá possuir – que determina em um nível mais alto na hierarquia em relação ao *hardware* como o robô irá funcionar. Alguns robôs chegam a existir somente na virtualidade, sendo feitos totalmente de *software*.

Dentre estes tópicos, temos: *odometria, autonomia, resolução de problemas, heurísticas, modelos matemáticos (físicos) da cinemática e/ou dinâmica, mapeamento, planejamento de movimento, controle de movimento, controle de força, háptica, design de robô e detecção de obstáculos*.

Estes tópicos normalmente são vistos em unidades curriculares variadas, como: *métodos matemáticos, robótica, visão computacional, inteligência artificial, computação gráfica, programação, engenharia de software, telerobótica, interação humano-robô, aprendizado de máquina, nanotecnologia e háptica*.

A robótica apresenta diversas aplicações para o homem contemporâneo, uma das mais conhecidas é a aplicação industrial, mas robôs podem ser usados para uma vasta gama de finalidades, como entretenimento (ex: brinquedos, atores, monstros de filmes), educação, realização de ações a distância e exploração de ambientes insalubres. Algumas destas e outras aplicações são descritas a seguir.

A háptica que é o estudo do tato ou toque, e possibilita que sejam desenvolvidos robôs com um grau de sensibilidade tamanho que torna-se viável o uso de dispositivos robóticos para auxiliar cirurgias que requerem precisão e delicadeza.

Robôs também podem ser utilizados para explorar ambientes inóspitos ou de difícil acesso ao homem, como uma região vulcânica, o fundo do mar, ou mesmo a superfície de outros planetas como o robô Spirit da NASA (Figura 1.4.1), criado para explorar a superfície de Marte.

Figura .4.1. Robô Spirit da NASA, explorando marte.

Além dessas aplicações, também podemos usar robôs para interagir com o ser humano, ou para estudar o comportamento social do homem ou de animais. Alguns desses robôs são dispositivos que meramente reproduzem a aparência física do animal, outros reproduzem seu comportamento através de mecanismos de inteligência artificial, e alguns tentam simular tanto a aparência e o comportamento do ser estudado, mas estes últimos ainda são em menor número devido a complexidade de trabalho envolvida no desenvolvimento de tais robôs. Outros ainda são entidades somente de *software* que existem em ambientes virtuais em aplicações com, por exemplo, a simulação organizacional.

Uma recente aplicação da robótica é a melhoria artificial do ser humano através de dispositivos como exoesqueletos. Estes dispositivos são “vestidos” por uma pessoa que pode passar a aparentar força e velocidade sobre-humanas graças a potência dos motores e outros elementos como molas em sua estrutura.

Outro ramo da robótica é o de nanorobôs, ou seja, robôs construídos na escala dos nanômetros. Como exemplos de uso desses robôs temos os estudos atuais que estão sendo feitos para desenvolver robôs que possam entrar na corrente sanguínea do homem e eliminar vírus que seu sistema imunológico e as drogas não conseguem combater, ou ainda para realização de cirurgias.

2. Montagem de Robôs

2.1. Componentes de um Robô

Agora que já abordamos alguns dos conceitos básicos da robótica, e temos uma visão mais geral desta área, vamos estudar como construir um robô. A primeira coisa que deve-se saber é identificar quais os componentes um robô pode possuir, e são eles:

- **Controlador** – esta é a parte central de um robô, dotada de um microprocessador e memória para execução de seu(s) programa(s).
- **Sensores** – componentes responsáveis por detectar sinais como tato, imagens, e sons; os sensores mais comuns são os de toque, rotação, som (microfone), ultrassom, luz, cor, câmera (captura de imagens para processamento).
- **Atuadores** – podem ser motores de diversos tipos, como mecânicos, elétricos, hidráulicos ou pneumáticos; servem para mover o robô e seus manipuladores.
- **Manipuladores** – são membros como braços e garras, a variedade de movimentos que um manipulador pode realizar é medida em graus de liberdade. Normalmente possuem um ou mais atuadores em sua estrutura.
- **Engrenagens** – elementos mecânicos compostos de rodas dentadas. Quando duas engrenagens estão em contato, chamamos a engrenagem que fornece a força e rotação para a outra é dita engrenagem motora, e a outra é dita engrenagem movida. Quando desejamos aumentar a força transmitida pelas engrenagens, a engrenagem motora deve ser a menor. Quando desejamos aumentar a velocidade transmitida, a engrenagem motora deve ser maior que a movida.
- **Eixo** – peça que liga um motor a engrenagens ou rodas.
- **Fonte de energia** – é preciso definir como o controlador e os demais componentes eletrônicos serão alimentados, que tipo de bateria e/ou gerador serão usados.
- **Fiação** – para transmitir sinais entre o controlador, os sensores e os atuadores, e também para a alimentação desses componentes.
- **Estrutura** – a "carcaça" do robô, formado por um conjunto de peças de tamanho, formato e cor diversas, e em alguns casos rodas, parafusos, e placas. Serve como base para sustentar o controlador, sensores, atuadores, manipuladores, baterias, geradores, fiação, eixos e engrenagens.

2.2. Kits Robóticos

Para facilitar o processo de construção de robôs, principalmente para principiantes, existem diversos kits de robótica que são usados no âmbito educacional. Dentre os mais conhecidos estão os kits Lego e os kits Vex, mas iremos apresentar estes e outros kits a seguir.

Kits ALFA

Figura 2.2.1. Kit de robótica Alfa.

A empresa PNCA possui diversos kits de robótica, dentre eles está o Kit AlFA Hobby e o kit ALFA Educ 2008 [PNCA 2009]. O kit Alfa Hobby tem como foco o aprendizado da robótica por iniciantes, com esse kit é possível construir e programar robôs. Os componentes deste kit são: um módulo de controle MC2.5, o programa LEGAL 2008, dois sensores de faixa, dois sensores de contato, um cabo USB, dois motores com redução, duas bases para motores, um par de rodas (75 mm), uma roda livre, peças metálicas estruturais para montagem, porcas e parafusos diversos.

Já o kit Alfa Educ 2008 é destinado à instituições de ensino. Desenvolvido para iniciar o trabalho na robótica e na mecatrônica, com ele o usuário poderá projetar, construir e programar robôs e dispositivos mecatrônicos. Este kit é formado por: um módulo de controle MC2.5, um programa LEGAL 2008, dois sensores de luz, dois sensores de contato, dois sensores de faixa, um sensor de temperatura, um sensor de cor, um sensor de infravermelho, um cabo USB, dois motores com redução, duas bases para os motores, rodas de diferentes tamanhos, uma roda livre, um servo motor, peças estruturais metálicas para montagem, porcas e parafusos diversos. O ambiente de programação LEGAL é apresentado na figura a seguir.

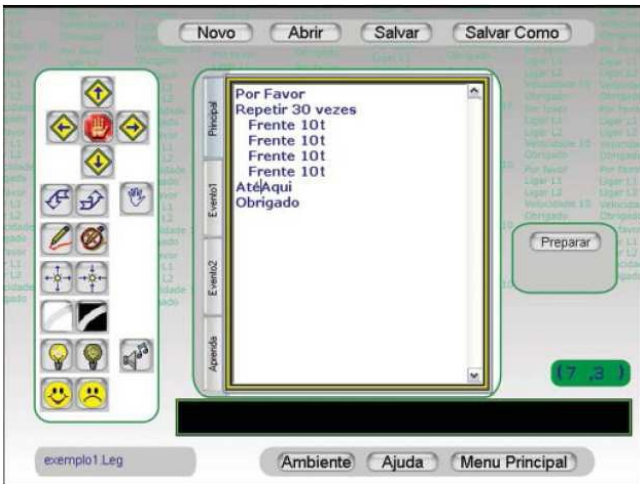

Figura 2.2.2. Ambiente de Programação Alfa.

Todas as ações que o robô deve executar serão definidas pelo usuário nesse ambiente. Os programas são escritos utilizando a linguagem LEGAL. O programa, uma vez escrito e compilado, será descarregado no módulo de controle do robô via cabo serial. Ao término deste processo, o robô estará pronto para funcionar de forma autônoma e poderá ser desconectado do computador principal. Porém, esse kit de programação é limitado ao número de sensores que contém, pois tem uma programação orientada a eventos. Um sinal capturado por um sensor dispara um desses eventos, porém não é possível programar uma função que interaja com vários sensores ao mesmo tempo.

LEGO

A tecnologia conhecida como LEGO Mindstorms é uma linha de kits, lançada comercialmente em 1998, voltada para a educação tecnológica. É constituído por um conjunto de peças de plástico, tijolos cheios, placas, rodas, tijolos vazados, motores, eixos, engrenagens, polias e correntes, acrescido de sensores de toque, de intensidade luminosa e de temperatura, controlados por um processador programável. O primeiro kit carrega também o nome de seu controlador, o RCX (*Robotic Command Explorer*). Os kits mais recentes são os kits NXT 1.0 e NXT 2.0. Esses kits podem ser vistos na Figura 2.2.3. O que difere o NXT 1.0 e o 2.0 são algumas peças de montagem, mas seu controlador, motores e a maioria dos sensores é o mesmo, com exceção do sensor de luz do 1.0 que é substituído por um sensor de cores no 2.0.

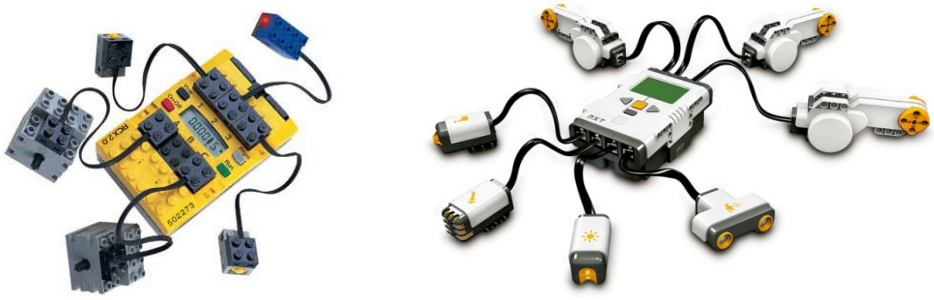

Figura 2.2.3. Detalhes dos kits (a) RCX e (b) NXT, apresentando o controlador conectado a seus sensores e motores.

Cada conjunto permite criar robôs simples, passíveis de executar funções básicas pré-programadas. O controlador processa comandos pré-programados em um computador, através de softwares específicos, como o RoboLAB (na versão educativa) ou o Robotics Invention System (na versão comercial), permitindo a interação da estrutura construída com o ambiente no qual se inscreve.

O conjunto RCX é fornecido com uma torre baseada em tecnologia de raios infravermelhos, que pode ser conectada a um computador pessoal de duas formas, através da porta USB ou através da porta serial.

Já o NXT possui uma interface USB para envio de dados entre o computador e o controlador, e também possibilita o uso da tecnologia Bluetooth para comunicação entre seu controlador e o computador. Os kits LEGO podem ser programados ainda em C++ e em Java, dependendo de uma atualização do *firmware* de seus controladores.

Vex

A empresa americana Innovation First Inc possui alguns kits de robótica feitos com peças metálicas, motores, sensores, engrenagens e rodas. Dentre eles destaca-se atualmente o Protobot Robot Kit, que vem com um conjunto básico de peças para montar alguns modelos de robô, e é básico que acompanha outros kits da linha.

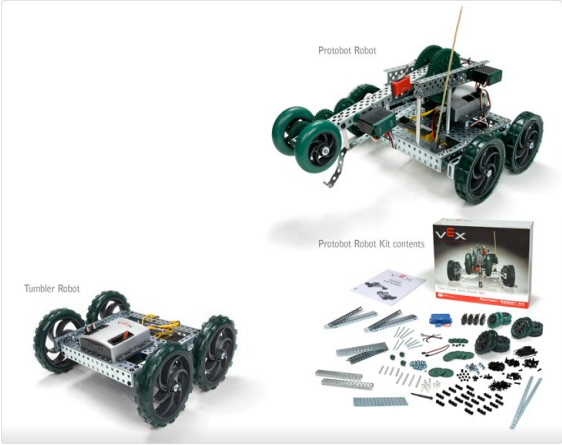

Figura 2.2.4. Vex Protobot Robot Kit.

Curumim

Este kit é desenvolvido pela empresa brasileira XBot. Só permite a montagem de um formato de robô, pois o foco deste kit é trabalhar com a lógica de raciocínio, controle e programação do robô.

Figura 2.2.5. Kit de robótica Curumim, da Xbot.

Robôs com sucata

Além do uso de kits de robótica, é possível construir robôs com componentes eletrônicos novos ou reaproveitados de outros equipamentos e de sucata.

2.3. Montagem Guiada

As ilustrações a seguir mostram como construir um robô utilizando o kit Lego NXT. Num primeiro passo, deve-se separar as peças listadas, e em seguida tentar montar passo a passo de acordo com as imagens.

Peças necessárias para montagem:

16x 2x 2x 2x 2x

2x 2x 2x 2x 2x

1x 2x 2x 1x

Passos a serem seguidos para concretização da montagem:

1º Passo:

2º Passo:

3º Passo:

4º Passo:

5º Passo:

6º Passo:

7º Passo:

8º Passo:

9º Passo:

10º Passo:

11º Passo:

12º Passo:

13º Passo:

14º Passo:

15º Passo:

16º Passo:

17º Passo:

18º Passo:

19º Passo:

20º Passo:

21º Passo:

No 21º passo, os conectores devem estar conectados nas portas A e B. Após a conclusão dos passos de montagem, seu robô estará pronto para ser programado e utilizado. A fim de incrementar a programação e maiores funcionalidades ao seu robô, pode-se adicionar sensores.

2.4. Programação de robôs

Existem diversas formas de se programar um robô. A mais elementar e mais complexa é através da montagem de circuitos eletrônicos que correspondem ao programa. Também é possível programar robôs em linguagens de programação tradicionais como C/C++ e Java. Neste caso, deve-se buscar por uma biblioteca ou API (Application Programming Interface - interface de programação de aplicações) correspondente àquele robô para a determinada linguagem.

Alguns kits de robótica também apresentam suas próprias linguagens e ambientes de programação. Algumas dessas linguagens são programadas através de ícones, e outras de texto, como veremos a seguir.

Linguagens Gráficas

Uma linguagem de programação gráfica é aquela cujo programa é todo feito clicando, arrastando e soltando ícones na área de desenvolvimento de um ambiente de programação. A ordem dos ícones, bem como parâmetros (opções) que podem ser definidos neles especificam o comportamento do programa criado.

A linguagem gráfica de programação de robôs mais conhecida é a LabView, que acompanha o ambiente de programação RoboLab (no kit RCX) ou Lego Mindstorms Software (no kit NXT).

Os programas desenvolvidos nesses ambientes podem ser transmitidos para o controlador RCX através de uma torre IR (infravermelha), ou de uma conexão USB (dependendo da versão do RCX); para o NXT a transmissão pode ser feita via USB ou Bluetooth.

Os ícones dessa linguagem equivalem a instruções de baixo nível de programação dos dispositivos robóticos, pois são correspondentes a ativação de motores e a detecção de sinais nos sensores, entre outros comandos.

Linguagens Textuais

Além das linguagens de programação mais conhecidas e utilizadas para fins gerais. Também existem linguagens textuais de programação desenvolvidas especialmente para a robótica. As mais conhecidas são a Logo e seu sucessor, a SuperLogo.

O SuperLogo é uma versão do Logo desenvolvida, em meados dos anos 60, pelo professor Seymour Papert e outros pesquisadores do Massachussetts Institute of Technology (MIT). Essa linguagem apresenta um grande grau de flexibilidade, podendo ser utilizada tanto por crianças como

por programadores experientes, atendendo, em ambos os casos, as necessidades do usuário. Tem-se uma terminologia simplificada. Entende-se por terminologia simplificada a facilidade no que diz respeito a termos de nomes de comandos, de regras sintáticas e de uma parte gráfica.

Um ponto bastante interessante no Logo e, consequentemente, no SuperLogo é que em seu ambiente de programação temos a simulação da movimentação de um robô, representado por uma tartaruga, que pode ser deslocada no espaço da tela através de alguns comandos relacionados ao deslocamento e giro da mesma. A realização de movimentos da tartaruga na janela gráfica utiliza comandos como, por exemplo: *parafrente (ou pf), paratrás (ou pt), paradireita (ou pd) e paraesquerda (ou pe)*. Para usar estes comandos, são necessários especificar o número de passos ou o grau do giro. Por exemplo:*pf 80 (andar para frente 80 passos), pd 90 (virar à direita 90), pt 30 (andar para trás 30 passos) e pe 15 (virar à esquerda 15)*. Abaixo podemos observar a reprodução desse ambiente em versão atualizada.

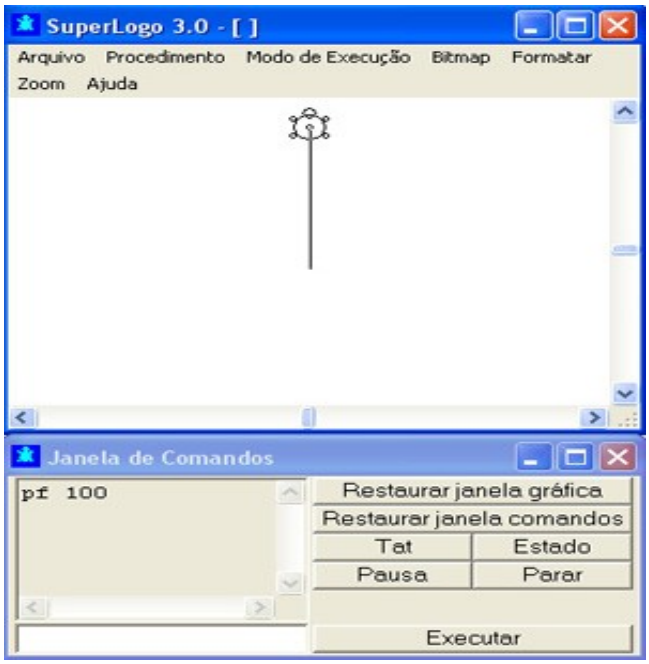

Figura 2.4.1. Representação do ambiente LOGO em versão atualizada, neste caso, denominada SuperLogo 3.0.

2.5. Recomendações

Para aqueles que desejam se aprofundar na temática da robótica, sugerimos os seguintes temas:

- **Eletrônica Básica**: seu estudo é recomendado para todos os que estudam a robótica, porém deve ser feito um estudo mais aprofundado para aqueles que pretendem ingressar na área de projeto e construção de robôs, com isso será possível entender o funcionamento de componentes eletrônicos básicos de um robô, podendo, assim, começar a projetar as funcionalidades de seu robô a partir dos

recursos disponíveis e dos limites impostos. *Bibliografia recomendada*: Eletrônica Básica - Um Enfoque Voltado a Informática – Ricardo Pereira e Silva – Editora UFSC. Um guia que permite entender o comportamento de componentes e circuitos eletrônicos.

- **Inteligência Artificial**: um dos grandes trunfos da pesquisa na robótica e uma recomendação de estudo é acerca da implantação de inteligência artificial em dispositivos robóticos, implantação esta, que é feita a partir da criação e programação de dispositivos capazes de simular a capacidade humana de pensar e tomar decisões. *Bibliografia recomendada*: Inteligência Artificial – Stuart Russel e Peter Novig – Editora Campus. Este livro é adotado em mais de 60 paises e é definido com uma síntese definitiva deste ramo de estudo.

- **Automação Industrial**: área de crescente importância e grandemente aplicada na indústria moderna. *Bibliografia recomendada*: Automação de Sistemas e Robótica – Fernando Pazos – Editora Axcel. Este livro apresenta os conceitos da robótica aplicada a indústria bem como a estrutura dos sistemas automatizados, seus componentes básicos e seus respectivos comportamentos.

Após aprofundar-se nas temáticas propostas, sugerimos a visitação da web site http://www.inovacaotecnologica.com.br onde pode ser encontrado um grande acervo de artigos a respeito do que acontece de novo no ramo da robótica, não só no Brasil, mas no mundo. Há conteúdo acerca de novos testes, projetos em desenvolvimentos, pesquisas e seus resultados.

3. Robótica Educacional

3.1. Escola, Tecnologia e Letramento Digital

As tecnologias da informação e comunicação se fazem presentes no cotidiano, tornando-se um aspecto cultural e reproduzido entre os membros de uma dada coletividade. Podemos entender que as tecnologias subjacentes às idéias dos sujeitos são parte da história das relações humanas, constituem-se em um aspecto cultural, arraigado as dinâmicas sociais. Faz-se impraticável separar o humano de seus bens materiais, assim como bens simbólicos a ele subjacentes. A tecnologia, como objeto que demanda tanto aspectos simbólicos (conhecimento), quanto vida material, por meio do aparato digital construído são produzidos, reproduzidos e utilizados pela humanidade

Dentro desta perspectiva cultural de desenvolvimento da ciência, da técnica e criação de tecnologias, surgem artefatos tecnológicos capazes de garantir comunicação e informação. Despontamos para uma revolução tecnológica (CASTELLS, 1999), a qual preza pela aplicação de *conhecimentos e informação para geração de novos conhecimentos e dispositivos de processamento e comunicação da informação em um ciclo de realimentação cumulativo entre inovação e seu uso* (CASTELLS, 1999, p.69). Hoje, com os novos recursos tecnológicos, levando em conta as diversas possibilidades que os mesmos oferecem, o indivíduo tem a possibilidade de se tornar também produtor de técnicas e tecnologias. Estes artefatos tecnológicos adentram diversos âmbitos da vida social, nos deteremos neste trabalho ao contexto educacional.

A educação, como sistema responsável pela reprodução e construção cultural, passa a submergir características emergentes do âmbito social. Dentre essas, um fator determinante de mudança é o aparecimento das Tecnologias da Informação e Comunicação, as denominadas TIC's nas instituições escolares. Assim, a incorporação dos valores tecnológicos, bem como o seu entendimento crítico na educação, passa a ser condição precedente para inserção e compreensão do mundo contemporâneo, industrializado ou em desenvolvimento (HANCOCK, 2005).

Nesse sentido, o surgimento das TIC's nesta esfera social exige das bancadas escolares uma reformulação em sua proposta pedagógica de forma a abranger conteúdos agora relacionados ao uso

significativo desses aparelhos tecnológicos, os quais carregam em si também um peso ideológico. Desta forma, insere-se neste sistema uma série de alterações no corpo do seu trabalho, resignificando aspectos como conteúdos, letramento e estruturas institucionais e comunitárias.

A escola precisa estar em consonância com a sociedade emergente, não podendo permanecer com as mesmas funções através do tempo e do espaço. Para Freire e Guimarães (2003), não esta em julgo o fim da escola com o aparecimento das Tecnologias de Informação e Comunicação, mas sim o surgimento de uma escola que,

> [...] estivesse à altura das novas exigências sociais, históricas, que a gente experimenta. Uma escola que não tivesse, inclusive, medo nenhum de dialogar com os chamados meios de comunicação. Uma escola sem medo de conviver com eles. Assim, essa escola necessariamente se renovaria, com a presença desses instrumentos comunicantes que a gente tem aí, e poderia também ajudar até a tarefa dos meios de comunicação. (FREIRE e GUIMARÃES, 2003, págs. 36 e 37).

Assim, com a escola comunicante e criadora, nascida também com a propagação das tecnologias da informação e comunicação, assistimos a instauração imprescindível de uma nova modalidade de alfabetização/letramento, iniciada na década de 1980 com a propagação do uso do computador pessoal. A princípio falava-se em *letramento por meio do computador,* contudo esta visão estava abreviada ao uso instrucionista do mesmo, referindo-se ao um tipo de letramento criado apenas para a aprendizagem de operações básicas com a máquina (WARSCHAUER, 2006), como ligar e desligar, abrir, criar e salvar arquivos, por exemplo. O que ocorria é que a educação, nesse tipo de atividade, não prepara satisfatoriamente o aluno para encarar as dificuldades da sociedade contemporânea.

Contudo, nas décadas seguintes, com o aparecimento e expansão de novas possibilidades de uso da informática e internet, o termo passa a abarcar uma idéia com tom construcionista, em que o letramento além de inserir a visão instrucionista, ou seja, o aprendizado da técnica, traduzidas na apreensão de operações básicas, agrega o valor construtivo, no sentido de utilizar o computador e as demais mídias para tomar consciência da realidade contemporânea e transformá-la, no sentido da melhoria da qualidade de vida humana.

Neste contexto, surge o *letramento digital,* na visão de Warschauer (2006), *letramento eletrônico*, o qual, na visão do autor consiste em uma expressão geral que une diversos outros letramentos genéricos da era da informação, incluindo aqueles por via do computador, e os letramentos informacional, multimídia e comunicacional mediados por computador. Esses novos letramentos originam-se, em parte, dos novos aspectos tecnológicos associados ao computador, mas também do cenário social mais amplo em que os computadores são usados. Nesta nova visão, instauram-se, ainda na visão de Warschauer (2006), conhecimentos específicos do uso do computador e habilidades de letramento crítico.

As discussões acerca da implantação de tecnologias nas escolas não cessam. Além das fases de adaptação das novas mídias às instituições escolares para que se alcance o processo de letramento digital, descrito por Warschauer (2006), a educação atravessa impasses. A formação docente para o uso das TIC's, a postura da administração escolar e o tratamento do processo de ensino-aprendizagem e conteúdos em sala de aula são um dos obstáculos para que se efetive de forma plena a inserção sócio-digital do sujeito. Nesse sentido, compreendemos que, para que se torne significativo o processo educacional, tais impasses devem ser considerados e refletidos em busca da inclusão dos aprendizes na sociedade digital que temos hoje.

O uso hábil das tecnologias educacionais em sala de aula pressupõe uma formação específica para a categoria docente. Formação esta, relacionada à utilização das novas mídias, as quais se caracterizam como a soma das novas tecnologias e métodos de comunicação que se diferenciam dos canais de comunicação tradicionais como TV, radiodifusão, imprensa, etc. Desta feita, se faz imprescindível que o docente se aproprie de informações sobre os equipamentos eletrônicos oferecidos pela instituição escolar em que trabalha, para que assim se analise a possibilidade de uso da tecnologia em sua prática pedagógica de forma a garantir a construção de um conhecimento válido e criativo. Kenski (2003) acrescenta que,

> É necessário, sobretudo, que os professores se sintam confortáveis para utilizar esses novos auxiliares didáticos. Estar confortável significa conhecê-los, dominar os principais procedimentos técnicos para a sua utilização, avaliá-los criticamente e criar novas possibilidades pedagógicas, partindo da integração desses meios com o processo de ensino. (KENSKI, 2003, p. 77).

Efetivar o uso de instrumentos tecnológicos em sala de aula requer mudanças de posturas na estrutura escolar, tanto a nível pedagógico quanto a nível institucional, abarcando, neste último nível, aspectos políticos e administrativos. Assim, a implantação das novas mídias no ambiente escolar permite a renovação do ensino-aprendizagem não só de alunos, mas também da categoria docente e dos gestores da instituição. Demanda um novo pensar e fazer pedagógico; e a gestão escolar ocupa um lugar especial nesta mudança.

A gestão de uma escola não está apenas relacionada a situações administrativas e financeiras. Encontra-se, na gestão escolar, o incentivo para tempo e planejamento adequado destinado aos professores para estudo, garantindo assim, uma formação adequada para o uso confortável das novas tecnologias em sala de aula.

Nesse sentido, se torna importante conceder espaço de trabalho aos professores para o uso dos recursos tecnológicos, abrindo espaços para criação de novas idéias com o intuito de transformar o fazer pedagógico, estimulando a troca de conhecimento entre os docentes e entre estes e os alunos, avalizando a inclusão de um tempo a mais para os educadores, em prol da discussão de novos caminhos e possibilidades de exploração desses recursos com professores e técnicos e para reflexão sobre todos os encaminhamentos realizados, como momento didático significativo para recriação e emancipação dos saberes (KENSKI, 2003).

Desta feita, a modernidade contemporânea, a qual instaura a sociedade midiatizada, destaca o papel dos meios midiáticos e tecnológicos e a ideologia em torno desses objetos, como o consumo, as múltiplas culturas, globalização, a dano a idéia de identidade cultural, enfim todo o poder de persuasão envolto a eles, e tais fatos não nos possibilita conceber o indivíduo como um ser abstrato e descontextualizado de sua cultura. Entendemos que a *educação precisa buscar compreensão e interpretação desse contexto para situar o educando no significado do humano e na compreensão do mundo que o abriga.* (GRINSPUN, 2001, p. 35).

Dentro deste contexto, o ensino assume características diferentes de uma concepção tradicional. Nesta concepção tradicional, os alunos não exercem uma atuação ativa na construção do conhecimento, o professor detém o saber, transferindo para o aluno de forma autoritária. O ensino é traduzido em repasse de uma narrativa já estabelecida. Este caso pode ser ilustrado por meio da concepção bancária de Paulo Freire,

> Na visão "bancária" da educação, o "saber" é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber. Doação que se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão – a absolutização da ignorância que constitui o que chamamos de alienação da ignorância, segundo o qual esta se encontra sempre no outro. O autor acrescenta que, a rigidez destas posições nega a educação e o conhecimento como processos de busca. (FREIRE, 2005, p. 67).

Freire (1996) defende uma educação pautada na apreensão da realidade, de forma que o educando a apreenda de forma a utilizar seu senso de criticismo. Para o autor, ensinar não é apenas a transmissão de conhecimento, mas sim a criação de possibilidades para produção ou construção do mesmo. Freire (1996) acrescenta: "quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições;um ser critico e inquiridor, inquieto em face a tarefa que tenho – a de ensinar e não a de transferir conhecimento". (FREIRE, 1996, 47).

Neste sentido, forma-se uma visão de ensino aprendizagem pautada no uso inteligente das tecnologias da informação e comunicação tendo o sujeito um papel destacado neste processo, conforme ressaltado nas teorias psicogenéticas, as quais sublinham o caráter construtivo do conhecimento. Um aprendizado em que se utiliza das novas mídias para dar contribuição significativa a vida dos estudantes. Desta feita, Coll (1994) elucida que houveram alterações na perspectiva tradicional de aquisição do saber, assim,

> [...] a idéia de um ser humano relativamente fácil de moldar e dirigir a partir do exterior foi progressivamente substituída pela idéia de um ser humano que seleciona, assimila, processa, interpreta e confere significações aos estímulos e configurações de estímulos. No campo educativo, esta mudança de perspectiva contribuiu para pôr em relevo o inadequado de alguns métodos de ensino essencialmente expositivos que concebem o professor e o aluno como simples transmissor e receptor de conhecimentos. (COLL, 1994, p. 100).

Portanto, compreendemos que as novas tecnologias chegam ao campo educacional como uma das formas para potencializar esta nova forma de encarar o ensino aprendizagem, buscando em suas possibilidades pedagógicas um ensino dinâmico, inquiridor, no qual o aluno esteja motivado a buscar por conta própria respostas aos seus questionamentos.

Apresentamos a robótica educacional como mais uma possibilidade tecnológica para ser utilizada em sala de aula de forma a auxiliar o professor em sua prática pedagógica. Tal tecnologia, inovadora no âmbito da educação vem ganhado espaço e as poucos desvendando contribuições relevantes para o processo de ensino aprendizagem.

Contribuições estas que divergem da concepção tradicional de ensino. No ambiente de robótica educativa o aluno é constantemente desafiado a pensar e sistematizar suas idéias, testando suas hipóteses em busca da efetivação da atividade que esta sendo desenvolvida, com isso, há um estimulo ao pensamento investigativo e ao raciocínio-lógico do aluno, o que denota a não passividade do mesmo diante da construção de um dado conhecimento.

Contudo, a tecnologia, sem uma mediação pedagógica adequada à realidade de cada contexto educacional, poderá gerar resultados pouco significativos quando se leva

em consideração uma formação crítica e inquiridora dos meios digitais e mídias em geral. Uma formação social capaz de dar voz e vez ao sujeito, acarretando transformações em sua relação consigo e seu entorno, de forma a lhe garantir a ampliação do ser cidadão.

3.2. O Encontro da Robótica com a Educação

A história da robótica na educação nasce com o aparecimento dos computadores no âmbito escolar. Estes surgem nos anos 70, inicialmente nos Estados Unidos e só no período de 1980 começam a ser inseridos no Brasil. As primeiras experiências com o computador nas instituições educacionais objetivavam a realização de atividades de programação, desta forma abria-se um novo leque de oportunidades pedagógicas. (PAPERT, 2008).

Neste novo espaço que se revela, as discussões sobre como e porque usar computadores começam a aflorar, bem como teóricos preocupados com as conseqüências originadas pela introdução das máquinas na escola. Papert (1985, 2008) é um dos teóricos da linha, preza pelo "sonho informático", para este, os computadores são portadores de inúmeras idéias e de sementes de mudança cultural, capazes de auxiliar na formação de novas relações com o conhecimento.

Há, portanto, com o advento dos computadores na educação um alargamento das possibilidades no ensino aprendizagem, ganha-se novos entornos, como a criação de um mundo abstrato de simbólico que permite testar idéias e hipóteses, além de proporcionar diferentes formas de interação entre pessoas e suas máquinas de computar. Contudo, Oliveira (2006), alerta o fato do computador também oferecer situações de adversas provocadas pelos perigos de uma informatização excessiva da educação, acarretando efeitos negativos em seu uso, bem como uma maior ênfase nas desigualdades econômicas e sociais existentes entre os alunos, prevendo que estas poderão ser acentuadas.

Apesar dos pontos adversos que percorrem o uso do computador na escola, transitando entre a compreensão hábil e o inábil da ferramenta, os debates sobre os efeitos da inserção de máquinas nas instituições escolares ganham maiores proporções a nível nacional nos anos oitenta (OLIVEIRA, 2006). Um dos pioneiros no estudo sobre a introdução da informática na educação foi o Seymour Papert que difunde a utilização do computador por meio da linguagem de programação LOGO.

Programar, na visão do autor significa *nada mais, nada a menos, comunicar-se com o computador, numa linguagem que tanto ele [computador] quanto o homem podem "entender".* (PAPERT, 1985, P. 18). A linguagem LOGO abriu um espaço de criação com capacidade de simular formas, imagens e comandos bem acessíveis a qualquer idade, abrangendo desde as ciências até as artes. (CASTILHO, 2006).

Nesse contexto de uso da ferramenta, Papert infere que alunos tornam-se criador de conhecimento. O mesmo vê a máquina como uma ferramenta capaz de afetar a maneira das pessoas pensarem e aprenderem, uma vez que o aprender nesta situação se dá por meio da criação, reflexão e depuração das idéias. Os sujeitos, na visão do autor, deixam de ser apenas receptores de um conhecimento pronto e acabado e passa criá-lo com o uso do computador.

Foi assim, que na década de 80, Papert, criou a tartaruga de solo com base em dispositivos já existentes (Figura 3.2.1), fazendo com que a mesma representasse em terreno plano figuras geométricas por meio da manipulação do computador pela criança, utilizando a programação em linguagem LOGO. Era um dispositivo móvel pequeno, no qual pretendia fazer com que os pequenos construíssem conhecimento por meio de seu próprio corpo para compreender o movimento da tartaruga. (GONÇALVES, 2007).

Figura 3.2.1. Modelo da tartaruga mecânica, criada por Seymour Papert, sendo utilizada por crianças, por meio da programação.

Com o surgimento de computadores pessoais, a tartaruga de solo deu lugar a uma tartaruga virtual, que se movimentava na tela do computador. Desta forma, Seymour Papert, ainda na década de 80 reflete sobre suas idéias juntamente com outros pesquisadores do MIT (Massachusetts Institute of Technology), onde a linguagem LOGO foi criada e institui o ambiente de programação LOGO, no qual envolve uma tartaruga gráfica ou virtual, um dispositivo pronto para responder aos comandos do usuário (GONÇALVES, 2007). Uma vez que a linguagem é apreendida pelo aluno e plenamente aceita, o resultado é mostrado imediatamente após digitar-se os comandos discutidos anteriormente (seção 2.4).

Neste ambiente, o aluno testa hipóteses, objetivando resolver problemas que aparecem, aprendendo também com seus erros. Aprende vivenciando e tendo que repassar este conhecimento para a linguagem LOGO. Se algo está errado em seu raciocínio, isto é claramente percebido e demonstrado na tela, fazendo com que o aluno pense sobre o que poderia estar errado e tente, a partir dos erros vistos, encontrar soluções corretas para os problemas. (PAPERT, 1985). Abaixo podemos observar a reprodução desse ambiente em versão atualizada.

Neste ambiente, a tartaruga virtual, denomina-se "objeto de pensar com" (PAPERT, 1985). Ela se movimenta e realiza atividade mediante a programação dos alunos, inseridos na janela de comandos. Este objeto de aprendizagem tem como objetivo servir de ponto de partida para criação de outros objetos que ainda serão inventados pelos sujeitos por meio do uso da linguagem LOGO. Papert (1985) afirma que ao "objeto de pensar com" esta embutida um cruzamento de presença cultural, conhecimento implícito e a possibilidade de identificação cultural, uma vez que o aluno pode eleger o que aprender. O ambiente limita-se a desenvolver conhecimentos matemáticos,

geométricos e de design. Segundo o autor, a possibilidade de programar o "objeto de pensar com" desperta o interesse e o prazer na aprendizagem.

Papert parte do principio que alunos carregam uma bagagem de conhecimentos a serem aproveitados na construção de novas estruturas cognitivas. Ao usar a tartaruga virtual, o objeto de pensar com, o aluno coloca em prática, mediante a programação do objeto, suas intenções, seus desejos e seus conhecimentos já internalizados para a construção de novos saberes, por meio da problematização, embutida na resolução da atividade que o aprendiz quer resolver.

Nesse contexto, cria-se a idéia de "micromundo" adaptada por Papert. Nesse mundo fictício, representado pela tartaruga (objeto de pensar com) a criança vai depositar seus juízos e sentimentos, criando o que quiser, por meio de figuras geométricas. Almeida (2005) acrescenta: o aprendiz, *através de quatro comandos dados à tartaruga (frente, trás, esquerda, direita), pode construir um universo geométrico e estético. Como a estética é inseparável do pensar, o senso de beleza é que guiará o trabalho matemático.* (ALMEIDA, 2005, p. 87).

Tal idéia corrobora com o pensamento Piagetiano, no qual introduz a perspectiva de aproveitamento das estruturas mentais dos sujeitos na construção do conhecimento, valorizando sua ação e expressão. Fontana (1997) relatando a função da escola dentro da perspectiva de Jean Piaget acrescenta que se deve *possibilitar à criança situações em que ela possa agir e ouvi-la expressar suas elaborações*. Nesse sentido, o ensino contribui para o desenvolvimento dos indivíduos, *possibilitando-lhes vivenciar modos de construir conhecimentos por si mesmos, modos de aprender pensando*. (FONTANA, 1997, p. 110)

Contudo, a idéia de uso do computador com base na utilização do ambiente de programação LOGO, sofreu críticas ao tentar ser implantado no Brasil no final da década de 80. Almeida (2005) expõe que ao manipular a tartaruga virtual no computador, criando o que Papert declara de micromundo, cria uma educação baseada em uma visão abstrata, não condizendo com a realidade sócio-cultural dos alunos, "desenhando-a" apenas, des-historicizando-a. O autor acrescenta:

> As crianças que são colocadas diante de um microcomputador em ambiente LOGO colocam-se necessariamente a tarefa de desenhar uma casa. Mas, se se pensa numa educação que passa pelo corpo, pela vida, e não só pela mente, a verdadeira necessidade de milhões de alunos brasileiros é a de construir de fato a sua casa e não desenhá-la em uma tela. (ALMEIDA, 2005, p. 87).

O discurso exposto pelo autor revela ainda a preocupação com as características sociais, culturais e econômicas da população escolar do Brasil, revelando que o social é ausente quando se interage com o ambiente de programação LOGO. Almeida (2005) nos coloca que para haver realmente eficácia neste tipo de atividade em que é empregada a informatização do ensino deve-se haver não só uma revolução pedagógica, mas que esta esteja acompanhada de revolução política e econômica, universalizando os recursos tecnológicos à sociedade, contemplando-a com os benefícios deste tipo de educação de forma significativa.

Papert, então, passa a incorporar idéias de mudança mais uma vez. O criador da linguagem LOGO, passa a questionar o uso da tartaruga, seu cognominado objeto-de-pensar-com, expondo que representar comportamentos programando uma tartaruga seja mecânica ou virtual, não tem raízes na vida da maioria das crianças. Foi aí, que Seymour Papert começou a desistir de tentar atrair as

crianças para seu mundo cibernético de tartarugas, ou invés disso, fez com que a cibernética[2] entrasse na vida das mesmas. (PAPERT, 2008).

Em meados da década de 1980 essa idéia tomou forma, por meio da parceria entre a linguagem de programação LOGO e os brinquedos de encaixe da tradicional marca LEGO. Nas palavras de Seymour Papert encontramos a justificativa para tal sociedade.

> As crianças amam construir coisas, então escolhemos um conjunto de construção e a ele acrescentamos o que quer que seja necessário para torná-lo um modelo cibernético. Elas deveriam ser capazes de construir uma tartaruga com motores e sensores e ter uma forma de escrever programas em LOGO para guiá-las; ou, se desejassem fazer um dragão, um caminhão ou uma cama- despertador deveriam ter essa opção também. Elas seriam limitadas apenas por suas imaginações e habilidades técnicas (PAPERT, 2008, p. 184).

Neste terreno de primeiras idéias sobre o surgir da robótica na educação, emerge duas perspectivas distintas de ensino idealizadas também por Papert, considerado precursor desta atividade, seus estudos costumam nortear as atividades de robótica pedagógica no mundo. (QUINTANILHA, 2008).

Seymour Papert cunhou o termo construcionismo para diferenciá-lo de uma outra perspectiva de ensino, o instrucionismo. Para ele, o método instrucionista caracteriza-se pelo ensino fortemente relacionado com a mera transmissão de informação para os alunos, onde essa informação é entendida como instrução, no estilo Instrução Programa por Computador (CAI). [3]O computador assume o papel de máquina de ensinar o aluno. Nesse sentido, a melhoria do ensino, sob esta ótica, consiste em aperfeiçoar as técnicas de transmissão da informação e seguir instruções quanto ao uso dos *softwares* contidos no equipamento. (PAPERT, 2008).

Já o construcionismo se situa em uma vertente oposta. Segundo Papert (2008), nesta concepção o aprendizado é enfrentado como uma atitude ativa, onde o aluno constrói o próprio conhecimento por meio da interação com software apropriado, no caso, o ambiente LOGO já explanado anteriormente. Ao estar programando os passos da tartaruga ou de qualquer outro dispositivo cibernético que o aluno venha construir por meio agora, dos brinquedos de encaixe adaptados para a robótica, o aluno estará "ensinando o computador a pensar". Há, assim, a suposição de que *as crianças farão melhor descobrindo por si mesmas o conhecimento específico de que precisam.* (PAPERT, 2008, p. 135).

Apesar das adversidades encontradas, as quais foram passíveis e questionamentos e reformuladas, Papert encontrou caminhos para contorná-las, desvinculando-a do micromundo das

---

2 A cibernética é a ciência da comunicação e do controle, seja-nos seres vivos, ou seja nas máquinas. A comunicação é que torna os sistemas integrados e coerentes e o controle é que regula o seu comportamento. (WIKIPÉDIA, 2009).

3 As origens do CAI datam do início da década de 1950, quando B. F. Skiner propôs o uso da Instrução Programada através de computadores, idéia amparada pelo governo Americano. Consistia em programas onde apareciam o conteúdo em seqüências curtas, em outro momento, o aluno teria que responder um pergunta simples e objetiva por vez, dispondo do tempo desejado. O aluno só deveria passar para o próximo item quando respondido o anterior. Nesta visão, o aluno seria levado gradualmente a um maior domínio sobre o assunto.

tartarugas, partindo assim, para o uso de equipamentos robóticos (LEGOS), os quais alunos poderiam criar seu próprio micromundo através da invenção de engenhocas robóticas, condizentes com a realidade de cada um. Assim, o percurso histórico ora exposto norteia hoje as atividades da robótica pedagógica, a qual é entendida como:

> 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 que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados. Em ambientes de robótica educacional, os sujeitos constroem sistemas compostos por modelos e programas que os controlam para que eles funcionem de uma determinada forma. (DICIONÁRIO INTERATIVO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA, 2009).

Em épocas atuais tal recurso tecnológico vem adentrando os espaços escolares e em grande parte das experiências é utilizado kits próprios para montagem, com peças específicas para construção do robô desejado. Um dos exemplares mais utilizado desses kits é justamente o da empresa LEGO, a qual abriu espaço, juntamente com o software educacional, criado por Seymour Papert para programação dos dispositivos robóticos.

Nestes kits de robótica encontramos peças como: polias, eixos, motores, engrenagens, sensores, conectores e vários outras peças que irão auxiliar na estruturação do robô. No caso da empresa LEGO, os componentes do kit são em plástico, apropriado para o manuseio pelas crianças, possuindo um contexto lúdico, agregando prazer e instinto de brincadeira na montagem do protótipo.

Após a montagem do robô, inseri-se a programação, na qual o usuário, seja criança ou adolescente, poderá fazer com que o protótipo por ele construído realize determinadas tarefas, como andar em circuito com obstáculos, carregar objetos, chutar uma bola, dentre outros.

Esta inovadora tecnologia educacional, já é bastante difundida em alguns países. Holanda e a Alemanha já possuem a Robótica Pedagógica em 100% das escolas públicas. Inglaterra, Itália, Espanha, Canadá e Estados Unidos caminham na mesma direção. Alguns países da América Latina já adotam suas primeiras estratégias de abrangência nacional. É o caso, por exemplo, do México e do Peru, que segundo o autor chega ao ano 2008 à marca de 3 mil escolas públicas com aula de robótica educacional. (QUINTANILHA, 2008).

A robótica na educação ainda não possui políticas públicas de abrangência nacional. No Brasil são poucas as experiências que envolvem a robótica na educação. Ribeiro (2006), ao fazer um estudo sobre a utilização da robótica no contexto da educação básica brasileira expõe sobre os motivos que podem levar tal tecnologia a não se encaixar de forma a abranger todas as modalidades de ensino. Esclarece que muitas questões permanecem em aberto na utilização desta ferramenta nos diversos contextos educativos, afirma ainda que a robótica pedagógica não tem progredido de forma homogênea, tratando-se ainda de casos isolados e não de uma estratégia sistemática de adoção de uma nova ferramenta e sua inclusão nos currículos dos diversos níveis de ensino. Muitas razões podem responder este fato, perpassando pela falta de formação dos professores, custo dos materiais, à inexistência de materiais pedagógicos desenvolvidos que possam ser trabalhados por professores e alunos na sala de aula. Uma das justificativas para as questões mencionadas se deve a prematuridade da tecnologia em questão e sua inserção nas esferas educacionais

Assim sendo, os principais projetos de robótica pedagógica são iniciativas isoladas de universidades, prefeituras ou estabelecimentos particulares. (QUINTANILHA, 2008). E nestes estabelecimentos são utilizados *kits* padronizados, com *hardware*, *software* e materiais didáticos proprietários ou materiais de sucata.

Já as experiências em nível da região Nordeste começam a acender, o Estado da Paraíba é um exemplo deste crescimento. No ano de 2008, a capital João Pessoa atendeu cerca de trinta mil alunos de esfera pública nos projetos que envolvem a robótica educacional (DAOUN, 2008). Nesse sentido, a presente pesquisa procura enfatizar o Rio Grande do Norte em relação às experiências que utilizam esta tecnologia educacional.

Ademais, a implantação da robótica pedagógica em escolas públicas exige um alto investimento financeiro, o que também contribui para uma não homogeneização da tecnologia e, portanto uma falta de regulamentação específica para ferramenta educacional em nosso país. Entretanto, hoje dispomos de recursos capazes de baratear o custo da implantação da robótica pedagógica. Materiais de sucata ocupam o espaço dos blocos de montagem do protótipo robótico, desta forma os kits de robótica são substituídos por materiais alternativos, lixos eletrônicos para a construção de robôs em variados níveis de complexidade, além de adotarem *software* de uso irrestrito. É a chamada robótica livre, caracteriza pelo baixo custo de material.

Já o MEC (Ministério da Educação e Cultura - Brasil) ensaia os primeiros passos para a divulgação de uso e benefícios da robótica pedagógica para o contexto escolar. Por meio do Guia das Tecnologias Educacionais, que tem como objetivo selecionar e pré-qualificar tecnologias educacionais com vistas a promover a melhoria da qualidade da educação básica. (FERNANDO, 2008), a robótica é revelada ao contexto educacional brasileiro.

O Guia das Tecnologias Educacionais tem a finalidade de orientar gestores e professores na hora de escolher tecnologias capazes de melhorar a qualidade do ensino e do aprendizado no ensino básico. Segundo o guia do ano de 2008, encontramos dois projetos envolvendo a robótica. Um deles, o Brink Robótica. Consistiu-se em um laboratório robótica educacional que fabrica kits de robótica próprios, produzidos para cada nível escolar e de acordo com a faixa etária do usuário, possui um material específico para auxilio na montagem dos protótipos de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), com sugestões de atividades e orientações para docentes e discentes. (FERNANDO, 2008).

Outra experiência, recomendada pelo Guia das Tecnologias Educacionais é o Projeto de Alfabetização Tecnológica, o qual fundamenta-se no uso da robótica para desenvolver um programa de formação pautado na exploração conceitual de conteúdos curriculares. O projeto privilegia o uso do laboratório de informática, mas também prevê a realização de atividades em ambientes ao ar livre, bem como a busca de materiais para o kit de robótica em outros ambientes (fora da escola) e em casa. (FERNANDO, 2008).

Tais projetos foram divulgados no Guia das Tecnologias do ano de 2008. Este exemplar, idealizado pelo Ministério da Educação foi o primeiro a colocar a robótica pedagógica em notoriedade, oferecendo a população escolar mais uma opção de recurso tecnológico, além das informações necessárias, para ser utilizado na escola.

Ademais, a robótica educacional encontra outros eventos em forma de competições, de caráter nacional e internacional uma base para maiores divulgações, objetivando também informar a esclarecer a sociedade sobre o uso desta tecnologia educacional. Dentre esses eventos encontramos a Olimpíada Brasileira de Robótica, evento nacional, efetivado anualmente com apoio da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), a Sociedade Brasileira de Automática (SBA) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), este ano (2009), a OBR está em

seu terceiro ano, sendo suas atividades coordenadas por representantes acadêmicos de diversas faculdades do Brasil, inclusive por integrantes da UFRN, por meio do Departamento de Engenharia da Computação e Automação.

A OBR tem como objetivo despertar e estimular o interesse pela Robótica, áreas afins e a Ciência em geral e promover a difusão de conhecimentos básicos sobre Robótica de forma lúdica e cooperativa, promover a introdução da robótica nas escolas de ensino médio e fundamental; proporcionar novos desafios aos estudantes; aproximar a universidade dos ensinos médio e fundamental; identificar os grandes talentos e vocações em Robótica de forma a melhor instruí-los e estimulá-los a seguir carreiras científico-tecnológicas. A OBR procura ainda colaborar no desenvolvimento e aperfeiçoamento dos professores e colaborar com a melhoria do ensino em geral. (OBR, Unicamp, 2009).

Tanto a OBR como os demais eventos envolvendo competições de robótica, inclusive em âmbito internacional, tais como RoboCup[4] e First LEGO League (FFL)[5], dentre outros, objetivam além de mobilizar conhecimentos da educação científica e tecnológica relacionados com a robótica, proporcionar e divulgar os benefícios desta ferramenta para aprendizagem. Contudo, para os integrantes destas competições tenham êxito nas atividades propostas, torna-se imprescindível uma preparação e familiarização com a tecnologia e esta educação se dará por meio da incorporação da robótica no meio educacional, a qual proporcionará melhoramentos na aprendizagem dos alunos usuários.

Assim, para haja efetivamente melhoramentos na qualidade do ensino e da aprendizagem do aluno, o professor e a mediação que o acompanha no processo educativo, bem como sua concepção de educação devem ser alvo de reflexão. Como argumentado em nossa introdução, a educação com caráter inclusivo também em seu aspecto digital deve ser privilegiada, considerando o contexto societário emergente. Novas competências e habilidades se fazem necessárias, especialmente para que o indivíduo se sinta cada vez mais incluído nesta sociedade tecnologizada e desta forma amplie seu conceito e atitudes cidadã, a qual também perpassa pelo acesso aos bens tecnológicos.

---

4 O Robocup é uma competição a nível mundial que se desenrola todos os anos. Visa o estudo e desenvolvimento da Inteligência Artificial (IA) e da Robótica, fornecendo desafios e problemas onde várias tecnologias e metodologias se podem combinar para obter os melhores resultados. (WIKIPEDIA, 2009)

5 FIRST LEGO League (FLL) é um programa internacional sem fins lucrativos, para jovens com idades de 9 a 14 anos nos Estados Unidos da América e no Canadá, e de 9 a 16 anos nos demais países. Criada pela Fundação FIRST ("For Inspiration and Recognition of Science and Technology") com a ajuda do LEGO Group. A prova de robótica envolve utilizar princípios de engenharia para criar e programar um robô de um material desenvolvido pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) em parceria com o LEGO Group: o LEGO Mindstorms. O robô, construído em equipe pelos jovens, terá que cumprir várias tarefas e soluções ligadas ao tema selecionado para o ano. (WIKIPEDIA, 2009).

4. Referências

ALMEIDA, Fernando José de. Computar, educar e os princípios do sistema LOGO. In: ALMEIDA, Fernando José de. et al. **Educação e Informática**: os computadores na escola. São Paulo: Cortez, 2005. p.70-p.112.

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Etnografia da prática escolar**. Papirus, 1995.

ARROYO, Miguel, BUFFA, Ester. **Educação e cidadania**: quem educa o cidadão?. São Paulo: Cortez, 2007.

ASSMANN, Hugo. **Reencantar a educação**: rumo a sociedade aprendente. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

ASSOCIAÇÃO ALBERTO SANTOS DUMONT PARA APOIO A PESQUISA. INSTITUTO INTERNACIONAL DE NEUROCIENCIAS DE NATAL Projeto de Educação Científica Unidades Natal e Macaíba. Natal. 2008.

BERMAN, Marshall. **Tudo que é sólido desmancha no ar**: a aventura da modernidade. São Paulo: Cia das Letras, 1987.

CAMBI, Franco. **História da Pedagogia**. São Paulo: UNESP, 1999.

CASTELLS, Manoel. **A sociedade em rede**. 6. ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1999.

CASTILHO, Maria Inês. **Robótica na educação: com que objetivos?**.2002. (Monografia de Especialização em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em:<http://www.pgie.ufrgs.br/alunos_espie/espie/mariac/public_html/robot_edu.html>. Acesso em: 01 junho. 2009.

CHAUÍ, Marilena. **Cidadania cultural**, o direito à cultura. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2006.

COELHO, Maria das Graças Pinto. Cidadania, Consumo e Mídia na Intenção Educativa. **Revista Educação em Questão**, Natal. v. 14, n. 4, p. 19 – 35, jul./dez. 2003.

COELHO, Maria das Graças Pinto. Práticas Sociais Constitutivas: A Mobilidade como Fronteira de Inclusão e Interação. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 32. , 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, 2009. p. 01- p.15

COLL, César. **Aprendizagem escolar e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artmed, 1994.

DAOUN, Michel. **Alunos criativos, robôs idem**. Revista Carta na Escola. Rio de Janeiro, n. 25, abril, 2008.

DELGADILLO, Karen; GÓMEZ, Ricardo; STOLL, Klaus. **Telecentros comunitário para o desenvolvimento humano: lições sobre telecentros comunitários na América Latina e Caribe**. Fundação Chasquinet, 2002. Disponível em: < http://www.inclusaodigital.gov.br/inclusao/referencias/arquivos/outros/documentos-gerais-referncias/cartilha_parte-1.pdf>. Acesso em: 01 Abril, 2009.

FERNANDO, Claúdio (Org.). **GUIA DAS TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS.** Brasília, Ministério da Educação, Secretária da Educação Básica, 2008, 152f.

FONTANA, Roseli. **Psicologia e trabalho pedagógico**. São Paulo: Atual, 1997.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo; GUIMARÃES, Sérgio. **Sobre Educação (Diálogos).** São Paulo: Paz e Terra, 2003.

GATTI, Bernadete Angelina. **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas.** Brasília: Liber Livros Editora, 2005.

GILL, Rosalind. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som:** um manual prático. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

GOMES, Alberto Albuquerque. Apontamentos sobre a Pesquisa em Educação: Usos e Possibilidades do Grupo Focal. **In: ECCOS**, Revista Científica. v 07, n. 2. p .275-p. 290. São Paulo: Centro Universitário. jul./dez., 2005.

GONÇALVES,Paulo Cesar. **Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional**. 2007. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, 2007.

GRINSPUN, Mirian P. S. Zippin. **Educação tecnológica:** desafios e perspectivas. São Paulo: Cortez, 2001.

HANCOCK, Alan. A educação e as novas tecnologias da informação e da comunicação. In: DELORS, Jacques: **A educação para o século XXI**: questões e perspectivas. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 222- p.235

ISAAC Asimov. **Biografia**. Disponível em: <http://www.din.uem.br/ia/a_correl/classicos/Pesquisadores-Asimov.htm>. Acesso em: 01 out. 2008.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias de Ensino Presencial e a Distância**. Campinas: Papirus, 2003.

LAVILLE, Christian. **A construção do saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: Artmed,1999.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LÉVY, Pierre: Tradução Irineu da Costa. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informação**. Rio de Janeiro, RJ: Editora 34, 1993.

MACHADO, Marina Marcondes. **O brinquedo sucata e a criança**: a importância do brincar, atividades e materiais. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

MACHADO, Nilson José. **Cidadania e educação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

MAISONNETTE, Roger. **A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa**. Disponível em: <www.proinfo.gov.br>. Acesso em: 01 out. 2008.

MARTINS, Agenor. **O que é Robótica**. São Paulo, Editora Brasiliense, 2006.

MARTINS, Agenor. **O que é robótica**. São Paulo: Editora Brasiliense, 2006.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php>. Acesso em: 01 Julho, 2009.

MORAIS, Denis de. **Sociedade midiatizada**. Rio de Janeiro: Mauad Editora, 2006.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários a educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2006.

NICOLELIS, Miguel. Vendedor de sonhos. Carta Capital, RJ Editoria, ano 13, n. 427, p.26-p.31, jan. 2007.

OLIVEIRA NETTO, Alvim Antônio de. **Novas tecnologias & universidade**: da didática tradicionalista à inteligência artificial, desafios e armadilhas. Rio de Janeiro: Vozes, 2005.

OLIVEIRA, José Márcio Augusto de. **Escrevendo com o computador na sala de aula**. São Paulo: Cortez, 2006.

PAPADOPOULOS, George S. Aprender para o século XXI. In: DELORS, Jacques: **A educação para o século XXI**: questões e perspectivas. Porto Alegre: Artmed, 2005.p. 19-p.34.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, Seymour. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Editora, Brasiliense, 1985.

PEREIRA, Cléia Demétrio. Atenção à diversidade e educação inclusiva. In: VALEJJO, Antonio Pantoja, ZWIEREWICZ, Marlene. **Sociedade da informação, educação digital e inclusão**. Florianópolis: Editora Insular, 2007. P. 143-p. 169.

PERRNOUD, Philippe. Avaliação: **Da excelência à regulação das aprendizagens** - entre duas lógicas**.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

PNCA Robótica Eletrônica LTDA, **Bem Vindo a PNCA!** Página da Web: http://www.pnca.com.br/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1. Último Acesso em 13/11/2009.

PRETTO, Nelson; PINTO, Cláudio da Costa. Tecnologias e Novas Educações. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 31, Apr. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141324782006000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01Abril. 2009.

QUINTANILHA, Leandro. Irresistível robô. **Revista ARede**, São Paulo, ano 3, n. 34, p.10-17, mar. 2008.

RAMALHO, Betânia Leite; NUÑEZ, Isauro Beltrán; GAUTHIER, Clermont. **Formar o professor, profissionalizar o ensino:** perspectivas e desafios. Porto Alegre: Sulina, 2003.

RIBEIRO, C. R. **Robô Carochinha: Um estudo qualitativo sobre a robótica educativa no 1º ciclo no ensino básico**. In: Dissertação (Mestrado em Educação – Tecnologia Educativa) – Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho (Portugal). Braga. 2006.

RIBEIRO, Célia Rosa. **Robô carochinha:** um estudo qualitativo sobre a robótica educativa no 1º ciclo no ensino básico. 2006. 207f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, Portugal, Braga, 2006.

RIO GRANDE DO NORTE, Estado. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional:** Lei 3.934, de 20 de dezembro de 1996. Natal: Secretaria de Educação, 1998.

ROBÓTICA educacional**.** In: **Dicionário interativo da educação brasileira**. [s.l.]: Agência Educa Brasil, 2006. Disponível em: <www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=49>. Acesso em: 01 janeiro/2009.

ROCHA, Marisa Perrone Campos. **A questão da cidadania na sociedade da informação**. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v29n1/v29n1a4.pdf>>. Acesso em: 01, Jul. 2009.

SCHONS, Claudine; PRIMAZ, Érica; WIRTH, Grazieli A. Pozo. **Introdução a robótica educativa na instituição escolar para alunos do ensino fundamental da disciplina de língua espanhola através das novas tecnologias de aprendizagem**. Disponível em: <http://inf.unisul.br/~ines/workcomp/cd/pdfs/2217.pdf>. Acesso em: 17 out. 2006.

SILVA, Rosália de Fátima; FROES, César; FERREIRA, Adir. Justiça social, educação e trabalho: inclusão, diversidade e igualdade. **In: CONFERENCIA INTERMUNICIPAL DE EDUCAÇÃO**. Currais Novos, RN, 2009.

SILVEIRA, Sérgio Amadeu da. **Exclusão Digital:** a miséria na era da informação**.** São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2003.

STEFFEN, Heloisa Helena. **Robótica pedagógica na educação:** um recurso de comunicação, regulagem e cognição. São Paulo, 2002, 113f. Dissertação. (Mestrado em Ciências da Comunicação) - Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, SP, 2002. Disponível em: <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/teses/helo_robotica.pdf>. Acesso em: mar. 2009.

TRILLA, Jaume. **Educação formal e não-formal**: pontos e contrapontos. São Paulo: Editora Sammus, 2008.

UNICAMP. **Olimpíada Brasileira de Robótica**. Disponível em:< http://obr.ic.unicamp.br/>. Acesso em: 01 Julho,2009.

VALEJJO, Antonio Pantoja; ZWIEREWICZ, Marlene. **Sociedade da informação, educação digital e inclusão**. Florianópolis: Editora Insular, 2007.

WARSCHAUER, Mark. **Tecnologia e inclusão social**: a exclusão digital em debate. São Paulo: Editora SENAC, 2006.

WIKIPÉDIA. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/>. Acesso em: julho, 2009.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental:** Perspectivas e Práticas. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A robótica educacional no ensino fundamental:** Perspectivas e Práticas. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. 89f.