

AVALIANDO DIFERENTES POSSIBILIDADES DE USO DA ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO

ROBOTICS IN EDUCATION: EVALUATION OF POSSIBLE USES

Leandro de Almeida Morelato

Faculdade de Tecnologia (FT) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP,
lmorelato@gmail.com

Ramiz Augusto de Oliveira Nascimento

Faculdade de Tecnologia (FT) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP,
ramizxis@gmail.com

João V. V. d'Abreu

Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, jvilhete@unicamp.br

Marcos Augusto Francisco Borges

Laboratório de Informática, Aprendizagem e Gestão – LIAG – www.ft.unicamp.br/liag
Faculdade de Tecnologia (FT) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP,
marcosborges@ft.unicamp.br

Resumo

O uso de robótica na aprendizagem é muito estudado e difundido. Este trabalho estuda a utilização de dispositivos eletrônicos para o desenvolvimento da robótica educacional. Foram realizados o estudo e comparação de alguns *kits* de robótica pedagógica disponíveis no mercado com o objetivo de verificar a real viabilidade de se construir uma placa *GoGo Board* e também sua avaliação para a utilização no ensino como uma ferramenta para promoção do aprendizado. Além do *framework GoGo Board*, foram avaliados *kits* da *Lego*, *Fischer Technik* e *Alfa/PNCA*.

Palavras-chave: robótica, educação, *programmable bricks*, construcionismo

Abstract

Robotics in learning is a very studied and used approach. This work discusses the use of electronic components in the development of the learning through robotics. The work evaluates and compares some commercial kts, as *Lego*, *Fischer Technik* and *Alfa/PNCA* and also the open framework *GoGo Board*. The comparison intends to evaluate the possibility of using these kits and framework as a learning tool.

Key-words: robotics, education, *programmable bricks*, construcionism

1. Introdução

Segundo Serafim (2006), “Construtivismo (...) pode ser entendido como uma tendência epistemológica, ou teoria do conhecimento. Teoria que privilegia a noção de “construção” do conhecimento, efetuada mediante interações entre sujeito (aquele que conhece) e objeto (sua fonte de conhecimento), buscando superar as concepções que focalizam apenas o empirismo (condições ligadas apenas a percepções ou a estimulação ambiental) ou a pré-formação de estruturas (condições ligadas a aspectos inatos ou advindas da maturação). A teoria valoriza as noções de atividade do sujeito em suas relações com o meio de conhecimento, de conflito cognitivo, de compreensão de erros e defasagens como hipóteses ou momentos construtivos da aquisição de conhecimentos”.

No ensino, o construtivismo é usualmente visto como uma forma de buscar um maior interesse dos alunos pelo assunto tratado. Pode-se concluir que o construtivismo suscita no aluno o espírito de pesquisa. Com base nessa característica, este trabalho estuda a utilização de dispositivos eletrônicos e robóticos para o desenvolvimento da robótica educacional. A meta é avaliar se, quando os alunos têm a possibilidade de construir dispositivos que possam ser usados em aplicações propostas e desenvolvidas por eles próprios, o construtivismo é realmente eficaz na promoção do aprendizado.

Com o uso da robótica pedagógica, o aprendiz pode desenvolver a sua capacidade de solucionar problemas, utilizar a lógica de forma eficaz e aprender conceitos ligados a matemática e física. Desta forma se coloca em prática conceitos abordados em sala de aula apenas de maneira teórica e sem conectividade com o mundo real. A Robótica educacional proporciona um ambiente caracterizado pela tecnologia e criatividade, estimulando o aprendizado de conceitos intuitivos, a exemplo da cinemática em física. Este tipo de ambiente favorece o aprendizado construcionista.

Vários trabalhos inspirados na tradição do aprendizado construtivista demonstram como os *Programmable Bricks* – pequenos computadores de propósito geral com sensores e controles – podem ser usados para enriquecer atividades de aprendizado (Sipitakiat et al., 2004). Este trabalho analisa alguns desses *Bricks* e apresenta estudos da efetividade de seu uso em ambientes de aprendizagem. A seção 2 deste trabalho discute os paradigmas de aprendizagem. A seção 3 apresenta alguns *Programmable Bricks* estudados e faz uma comparação entre eles.

2. Paradigma de aprendizagem¹

O processo de ensino ou aprendizagem apresenta diferentes enfoques que podem incorporar características, de um ou mais, dos paradigmas a seguir: instrucionismo, construtivismo e construcionismo.

O paradigma instrucionista, em sua forma mais ortodoxa (*behaviorismo*), baseia-se na

¹ Esta seção foi baseada em (Borges, 1997) e (Borges, 2004).

teoria psicológica de Skinner. Segundo Skinner, um conhecimento pronto, hierarquizado e compartimentalizado é transferido do professor ao aprendiz, que funciona como um repositório de informações. Os conteúdos são apresentados de acordo com um plano prévio de ensino, definido e organizado pelos professores que, segundo esse paradigma, têm mais experiência e capacitação para definir as necessidades de aprendizado de seus alunos. Nessa abordagem, os erros são normalmente punidos e o aprendiz tende a ser passivo no processo. Como o conhecimento resultante é desconectado, tende a manter-se inerte, podendo, posteriormente, vir a ser esquecido (Norman e Spohrer, 1996; Soloway, 1996; Valente, 1993A; Valente, 1993B).

O construtivismo opõe-se ao paradigma instrucionista. Segundo a teoria construtivista de Piaget, a criança possui um mecanismo de aprendizagem próprio, ou seja, uma estrutura cognitiva individual, antes de ir para a escola. Para Piaget, a criança desenvolve sua capacidade intelectual interagindo com objetos do ambiente, sem ensino explícito, baseada na exploração ativa, onde constrói o conhecimento a partir de um conjunto de problemas motivadores e realistas. Para o construtivismo, o conhecimento é função de como um indivíduo cria os significados a partir de suas experiências e não uma função do que alguém disse que é verdade (Papert, 1986). O construtivismo defende que os erros ajudam a entender ações e conceitualizações. O aprendiz é ativo no processo.

O ambiente Logo, composto originalmente por uma linguagem de programação, foi desenvolvido como um ambiente onde o aprendiz controla os movimentos de um objeto no chão ou um ícone na tela (a tartaruga). A construção deste ambiente foi profundamente influenciada por conceitos e metodologias de IA (Inteligência Artificial) e pelo construtivismo de Piaget. Para Papert (1986), em vez de ensinar as teorias consideradas corretas, o mais importante é ajudar as crianças a desenvolver e verificar suas próprias teorias. O objetivo do Logo é transformar o computador em um simulador experimental universal, onde os aprendizes podem manipular e explorar conceitos em diversos domínios que não são previamente estabelecidos. O aprendizado deve vir de um processo de formulação de hipóteses, teste e avaliação do resultado (Valente, 1993B, Wenger, 1987). O tipo de aprendizado resultante da interação com este tipo de sistema é classificado como construcionista.

O construcionismo proposto por Seymour Papert (Papert 1986) é ao mesmo tempo uma teoria de aprendizagem baseada nos princípios de Jean Piaget (conhecimento é adquirido à medida que se pensa e age sobre o objeto, maturação, experiência, transmissão social e equilíbrio) e uma estratégia de trabalho onde cada um se torna responsável por sua aprendizagem à medida que experimenta e constrói algo.

3. *Programmable bricks*

Este trabalho realizou o estudo de alguns *kits* de robótica pedagógica com o objetivo de verificar a real viabilidade de se construir uma placa *GoGo Board* e também as suas facilidades e dificuldades de uso para a aprendizagem em relação a outros *frameworks*

disponíveis no mercado. Além do *framework GoGo Board*, foram avaliados kits da Lego, Fischer Technik e PNCA/Alfa. No caso do *framework GoGo Board*, foi feito um estudo bastante abrangente. Para os kits comerciais, o estudo limitou-se a construção de alguns dispositivos robóticos e programação correspondente por alunos de iniciação científica, de modo a poderem-se fazer comparações. As subseções abaixo apresentam mais informações sobre os kits estudados.

3.1 Kits da Lego

Os kits de robótica da Lego são muito conhecidos e amplamente divulgados. São um excelente material de suporte ao aprendizado, mas tem um custo elevado. O brinquedo de mesmo nome é largamente difundido no universo infantil, o que facilita a motivação para a construção educativa. Os kits contêm, além das peças encontradas em qualquer conjunto de brinquedo Lego peças que permitem a construção de mecanismos simples tais como engrenagens, eixos, polias, motores, sensores e luzes. Esse kit é adequado para a introdução de mecanismos mecânicos com crianças da escola Infantil do ensino fundamental, não requerendo experiência em tecnologia. Exige, entretanto, que o professor saiba como motivar para a aprendizagem e não simplesmente a brincadeira de montar (Lego, 2010). A Lego, ao longo dos anos, disponibilizou diferentes kits, sendo que este trabalho estudou alguns deles.



Figura 1: Kit Lego-Mindstorms.

O *Lego Mindstorm RCX* utiliza um ambiente de programação bem versátil, o *RoboLab* (fig. 2), que permite a programação de robôs e dispositivos robóticos criados com o RCX. Após a programação podemos enviar os dados por transmissões infravermelho (LEGO, 2010). No *RoboLab* pequenos blocos programados são utilizados para montar o corpo do programa do robô como se estivessemos desenhando um circuito eletrônico.



Figura 2: RoboLab.

O ambiente de programação, *NXT software*, do *Lego Mindstorm NXT* e *Lego Mindstorm RCX* também utiliza blocos pré-programáveis, que se interligam para montar o corpo do programa do robô. Sua transmissão de dados pode ser sem fio (*bluetooth*) ou uma conexão física via USB ou mesmo podemos programar o robô diretamente no microcontrolador (LEGO, 2010). A figura 3 ilustra o ambiente de programação do *Lego Mindstorm NXT*.

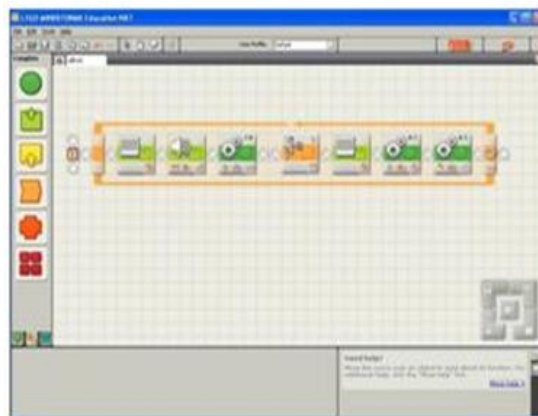


Figura 3: Ambiente de programação NXT.

3.2 Fischer Technik

É um *kit* didático e robusto que pode ser utilizado para executar montagens mecânicas, eletromecânicas e eletrônicas controladas pelo computador. É composto por peças plásticas flexíveis, além de motores, lâmpadas, sensores e placas para trabalho com energia solar. Devido a seu sistema rígido de encaixe a sugestão é de que seja utilizado com crianças maiores, a partir dos 10 anos. As montagens têm uma resistência maior a quedas, o que na prática é uma característica positiva (Fischer Technik, 2010).



Figura 4: Kit Fischer Technik.

3.3 PNCA ALFA 2008 / LEGAL

Este conjunto de robótica educacional apresenta peças de montagem muito resistentes, além de apresentar um ambiente de programação (LEGAL) simples, que

utiliza a linguagem de programação LEGAL (PNCA, 2008). O ambiente de programação do ALFA é apresentado na Figura 5.

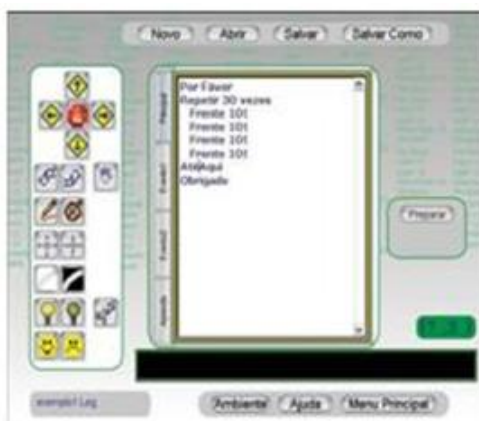


Figura 5: Ambiente de programação LEGAL.

3.4 Framework GoGo Board²

O *framework* GoGo Board foi desenvolvido no Media Laboratory do MIT como uma proposta para construção e uso de Programmable Brick (MIT, 2007). O *framework* GoGo Board é uma coleção de projetos de *hardware* e ferramentas de *software* cujo objetivo principal é para uso na educação. A figura 6 apresenta uma ilustração de uma placa que segue esse *framework*. Além do projeto da placa, o *framework* oferece um conjunto de ferramentas de *software*, incluindo um ambiente para transferência de programa para a placa e outro para controle e teste dos dispositivos da placa diretamente do computador (veja na figura 6).



Figura 6: GOGO Monitor 2.2

² Esta seção é baseada em (Morelato e Borges, 2008)

Tendo sido desenvolvido pelo mesmo grupo que propôs o construcionismo (liderado por Seymour Papert e David Cavallo, do *Media Laboratory*, do MIT), o *framework* foi idealizado como uma ferramenta para dar apoio a um aprendizado construcionista. Entre outras conexões com o construcionismo, está a linguagem nativa do *framework*, o Logo (MIT, 2007).

O projeto do *framework GoGo Board* seguiu as seguintes premissas (Sipitakiat, 2004):

- Propósito geral: aprendizes podem usar a placa para construir robôs, medir e acompanhar dados ambientais, conduzir investigações científicas, criar controles para jogos, construir instalações de arte interativas, etc.
- Abertura: todo o projeto é aberto, tanto *software* quanto *hardware*, estando disponível na Internet para consulta. Isto poderá tornar possível adequar a placa a necessidades particulares;
- Fácil construção: a placa foi projetada usando placas de circuito impresso simples e componentes de fácil solda;
- Componentes simples: foram propositadamente escolhidas peças facilmente encontradas em lojas de eletrônicos em vários lugares do mundo (inclusive no Brasil);
- Baixo custo: o número de componentes foi minimizado para diminuir o custo. As peças usadas são baratas. Além disso, incentiva-se o uso de sensores e motores a partir de sucata.



Figura 7: Framework GoGo Board.

Durante o período de desenvolvimento deste trabalho, tivemos contato com uma versão nacional da placa *GoGo Board*. Esta versão foi desenvolvida pelo Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI³), e é denominada BR_GOGO. A nova distribuição visa melhorar o sistema de conexão da placa, facilitando a usabilidade do

³ Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - <http://www.cti.gov.br>

sistema e prevenindo erros de contato. O sistema de encaixe da placa original (versão *MIT*) é feito via barra de pinos, na nova versão este sistema foi substituído por conectores RJ11, que são usados em telefonia e facilmente encontrados no mercado brasileiro.

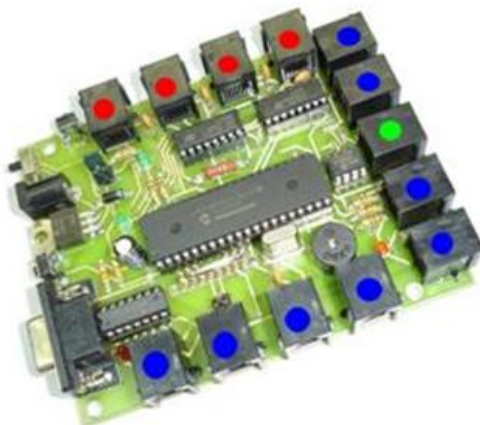


Figura 8: Placa BR_GOGO.

3.4.1 Projeto de pesquisa e uso disciplinas de graduação

No decorrer de duas disciplinas relacionadas aos tópicos de arquitetura de computadores e uma disciplina relacionada à gestão de projeto do curso superior de tecnologia de informática da UNICAMP, foi feito o uso de placas *GoGo Board*, com o objetivo de verificar a receptividade e a motivação dos alunos.

Durante as disciplinas de arquitetura de computadores, buscou-se avaliar o *framework* GoGo Board segundo as dificuldades que os prováveis alunos viriam enfrentar ao passar por todo o processo de obtenção de materiais, construção da placa GoGo Board, instalação e interação com software, construção de um robô ou ambientes robóticos e aprendizado da linguagem de programação.

Para a montagem e posterior uso da placa, foram distribuídas apenas as informações necessárias para o início das atividades, estimulando os alunos - que em sua maioria não possuíam quaisquer conhecimentos prévios em eletrônica - a uma exploração ativa para a resolução de problemas motivadores e realistas. Com isso foram incentivados a uma postura construcionista e colaborativa nas dinâmicas de aprendizado que utilizaram a placa como base. Verificou-se com esta montagem que é possível montar a placa sem serem necessários grandes conhecimentos em eletrônica, apesar de algumas dificuldades com relação à prática da soldagem e a colocação correta dos componentes: a Figura 9 apresenta alguns momentos desta montagem.

Os componentes necessários para a confecção da *GoGo Board* foram fáceis de serem encontrados, mas existe atualmente uma dificuldade dado que o microprocessador sugerido (PIC) não é mais fabricado. O custo da placa montada é bastante baixo, não atingindo R\$ 100,00.

Na disciplina sobre gestão de projetos, os alunos se dividiram em grupos e gerenciaram a execução de projetos que tinham como exigência o uso das placas anteriormente montadas na disciplina de arquitetura de computadores. Em ambas as disciplinas, os estudantes consideraram a atividade bastante motivadora.

Por outro lado, a fragilidade da placa foi um ponto preocupante. Aproximadamente metade das placas construídas não funcionou, por problemas diversos, dificilmente identificados por pessoas que não tenham profundo conhecimento em eletrônica (principalmente queima de componentes e falhas no circuito impresso). Entre as placas que funcionaram no início, o índice de quebra ao longo do uso foi bastante significativo.

Os *kits* comerciais estudados disponibilizam uma grande quantidade de peças e acessórios para auxiliarem a montagem de dispositivos robóticos. Utilizando o *framework GoGo Board*, não há a mesma facilidade para a montagem de aplicações autônomas. Uma alternativa à compra de dispositivos comerciais (sensores e motores) é a construção dos mesmos utilizando sucatas, que podem ser desde brinquedos infantis a equipamentos eletrônicos quebrados. Além do claro apelo ecológico associado com o reuso de materiais que seriam jogados no lixo, o uso de sucata incentiva bastante a criatividade dos usuários deste *framework*, que não ficam limitados a um conjunto pré-determinado de componentes. A Figura 10 apresenta alguns exemplos de sensores e motores construídos com sucata. Nas imagens menores, foram desenvolvidos dois sensores de toque a partir de papelão, madeira e alumínio. A imagem maior representa um motor retirado de um brinquedo infantil sucateado.

Além do projeto de pesquisa e do uso em disciplina de graduação, foi realizada uma dinâmica com alunos de nível de Ensino Médio, apresentada na próxima seção.



Figura 9: Fotos da montagem da placa GoGo Board.

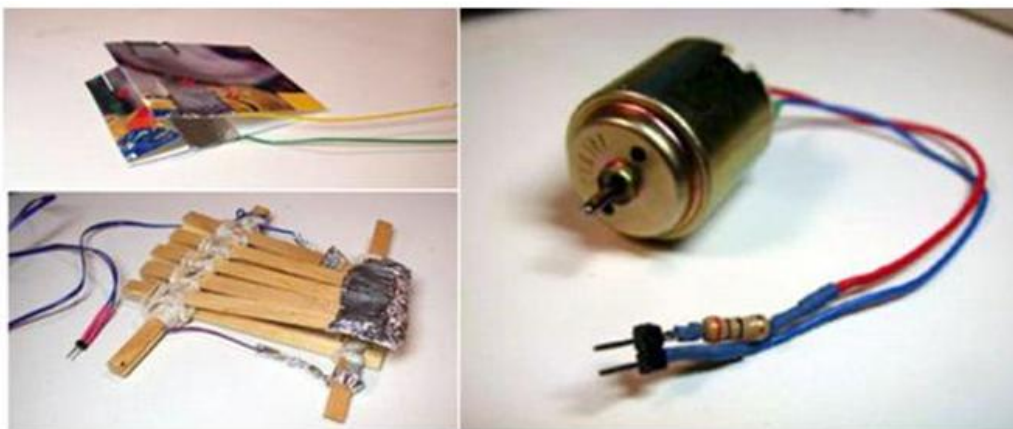


Figura 10: Sensores e motores construídos a partir de sucata (Fonte: MIT, 2007).

3.4.2 As dinâmicas de aprendizagem conduzidas

As dinâmicas de robótica foram conduzidas no LIAG⁴ com a participação de alunos de graduação em Tecnologia em Informática e alunos do Ensino Médio. Elas foram baseadas na técnica de avaliação heurística participativa (Muller et al., 1998). A avaliação heurística participativa é uma técnica de usabilidade diferente das técnicas de usabilidade convencionais, as quais não serão abordadas neste artigo, onde grupos de pessoas se reúnem para descobrir eventuais problemas em projetos ou mesmo em sistemas, pois ela não exige uma gama de recursos que normalmente são usados em testes de usabilidade. Ela é uma técnica simples, mais rápida e menos custosa, baseada em métodos aproximados e menos exatos.

As dinâmicas tiveram no máximo 1 hora e 30 minutos de duração cada, com grupos que possuíam diferentes níveis de experiência em programação, interagindo com o *framework GoGo Board* em busca de um objetivo previamente definido. As dinâmicas foram filmadas e fotografadas com a devida autorização prévia dos participantes. A Figura 11 ilustra uma dinâmica.

No início de cada dinâmica houve uma breve apresentação da *GoGo Board*, informando sobre o local onde a placa foi desenvolvida, descrevendo seus componentes e apresentando uma breve explicação sobre conceitos de física, que auxiliariam a entender o funcionamento do robô. No início da dinâmica foi apresentada a linguagem Logo, com o apoio de um tutorial que foi construído especificamente para este fim, contendo exemplos de programas da linguagem. Também foi apresentado o *software GoGo Monitor*, onde os se programa a placa. Por fim, foi explicado o funcionamento de um carro de brinquedo que pode reconhecer uma faixa preta no chão através de sensores de luz, montado no próprio laboratório, que seria usado como base para a dinâmica. Uma

⁴ Laboratório de Informática, Aprendizagem e Gestão, da Faculdade de Tecnologia da UNICAMP.
www.ft.unicamp.br/liag

vez feita às apresentações e explicações iniciais, foi proposto um desafio que os grupos participantes deveriam cumprir em um tempo determinado.

As dinâmicas foram realizadas com a participação de 14 alunos no total, sendo na maioria alunos do curso de Tecnologia em Informática.

Para dividir os alunos em grupos foi definida a seguinte classificação:

- Alunos com boa experiência em programação básica: alunos do 5ª e do 6ª semestre;
- Alunos com experiência razoável ou mediana em programação básica: alunos do 1ª e do 3ª semestre;
- Alunos com nenhuma experiência em programação básica que correspondem aos alunos do Ensino Médio.



Figura 11: Aluna participando de dinâmica.

No decorrer das dinâmicas foi acompanhado o comportamento dos participantes segundo a Avaliação Heurística Participativa, bem como o nível de interesse sobre o assunto principal exposto na dinâmica, as motivações e as reclamações com relação ao *Framework GoGo Board*. No final da dinâmica os participantes preencheram uma avaliação, na qual expunham suas dificuldades com relação à linguagem Logo, a placa *GoGo Board*, o *GoGo Monitor* e onde também demonstrariam suas disposições para cursar uma disciplina relacionada à Robótica Educacional ou mesmo um projeto de Iniciação Científica.

Os alunos com boa experiência em programação participaram da primeira dinâmica, que tinha por objetivo validar o processo. Após verificar os pontos negativos da dinâmica, foi concluído que a dinâmica não deveria possuir um nível de complexidade elevado, para não desmotivar os alunos. Assim melhorados alguns pontos, foram obtidos

resultados adequados nas dinâmicas com alunos com pouca experiência e alunos sem experiência. Na tabela 1 verifica-se os resultados das avaliações entregues aos alunos.

Os alunos com boa experiência aparentaram pouco interesse com relação à robótica educacional e desistiram do desafio devido ao nível de complexidade da dinâmica. Assim as dinâmicas foram adaptadas para cada grupo de alunos.

Os alunos com nenhuma experiência em programação sentiram-se motivados apesar das dificuldades em entender os conceitos básicos de programação assim como os alunos com experiência mediana. Portanto, foram realizados diferentes tipos de dinâmicas para cada grupo de alunos com diferentes níveis de programação, ou seja, para alunos com boa experiência um desafio com nível elevado sem introduzir conceitos de física e de lógica de programação, para alunos com experiência mediana um desafio de nível baixo, mas com uma introdução de lógica de programação e para alunos sem experiência um desafio com nível baixo com uma introdução sobre lógica de programação e conceitos de física elétrica.

Através das dinâmicas de Robótica podem-se identificar indícios claros da efetividade da integração do construcionismo associado ao uso de robótica. Com o desafio proposto na dinâmica aliado a curiosidade e criatividade, os alunos conseguiram desenvolver a própria lógica de programação e interagir com o *Framework GOGO Board*, mesmo apresentando graus diferentes de dificuldade. A *GoGo Board* demonstrou ser capaz de ser introduzida em disciplinas de cursos de graduação ou ensino médio para aprendizado com relação à robótica educacional.

A avaliação heurística participativa demonstrou ser uma ferramenta adequada para avaliar o uso da robótica educacional em ambientes de aprendizado.

Tabela 1. Resultados das avaliações das dinâmicas

<i>Dinâmica</i>	<i>Alunos</i>					
	Sem Experiência		Experiência Mediana		Boa Experiência	
<u>Resposta/Pergunta</u>	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Clareza de Funcionamento do Framework	2	0	8	1	0	3
Interface GoGo Monitor é agradável	2	0	8	1	0	3
A Interface GoGo Monitor ajuda a realização da tarefa	2	0	6	3	0	3
Possui Conhecimentos em robótica	0	2	1	8	2	1
Dificuldades com a GoGo Board	1	1	2	7	0	3
Disposto a participar de projetos de robótica	1	1	9	0	1	2

3.5 Comparativo entre os programmable bricks estudados

Realizou-se uma análise entre os kits pedagógicos estudados, comparando o tipo da interface, metodologia da programação, custo, aquisição, forma de trabalho, faixa etária, capacitação e material para uso em sala de aula. Os kits comparados foram: Lego Mindstorms, Fischer Technik e Alfa da PNCA, juntamente com o framework GoGo. O objetivo foi analisar a adequação do uso dessas tecnologias para uso em aprendizagem e a real viabilidade de se construir uma placa GoGo.

O resultado do comparativo é apresentado nas Tabela 2 a 5. Pode-se concluir que a placa GoGo tem o menor custo em comparação com os outros kits comerciais. Mas exige a construção da placa para iniciar os trabalhos. Os kits Lego e Fischer são mais caros, porém são comprados prontos e contam com material de apoio para uso em sala de aula e programas de capacitação.

Após a avaliação de cada conjunto constatou-se que, a GOGO Board é mais acessível quanto ao custo e obtenção de peças, porém, outros conjuntos educacionais demonstram possuir ambientes de programação melhores para desenvolvimento de programas para robôs ou ambientes robóticos e possuem peças de montagem mais intuitivas. A GoGo Board possui clara desvantagem com relação à sua fragilidade, pois, ao se manusear a placa seus componentes podem ser facilmente danificados, ao contrário dos outros conjuntos robóticos que tem seus módulos de controles com revestimento de proteção. Isto dificulta o uso do framework GoGo Board no ensino fundamental e médio. Por outro lado, a GoGo Board é mais flexível, podendo ser integrada com diversos componentes comerciais de custo muito baixo ou mesmo com sucata, enquanto os kits comerciais têm dificuldade em se integrar com peças que não sejam do mesmo fabricante.

Tabela 2: Comparativo entre kits pedagógicos.

	GoGo Board	Lego	Fischer
Tipo da Interface	Placa <i>GoGo Board</i> .	<i>RCX</i> .	<i>Intelligent Interface</i> .
Metodologia da programação	Linguagem LOGO, procedural.	Linguagem orientada a objetos (<i>Labview</i>).	Linguagem orientada a Fluxograma lógico.
Custo	Menor que R\$100,00	Acima de R\$1.500,00	Acima de R\$1.000,00
Aquisição	Difícil comprar pronta. Para montar, exige alguma habilidade e tempo, e por volta de metade das placas construídas por leigos não funcionam. Os componentes eletrônicos necessários para montagem são facilmente encontrados.	Difícil aquisição, material importado e um único fornecedor.	Média dificuldade de aquisição, material importado por um único fornecedor.

Forma de Trabalho	No site oficial do projeto (www.gogoboard.org) é disponibilizado um passo-a-passo para a montagem da placa, bem como instruções para se fazer as primeiras aplicações. Pode também ser utilizado livremente para construções genéricas.	Geralmente acompanhado de um manual passo-a-passo que norteia a montagem. Seguido de um desafio. Pode ser utilizado livremente para construções diversas.	Geralmente acompanhado de um manual passo-a-passo que norteia a montagem. Seguido de um desafio. Pode também ser utilizado livremente para construções genéricas.
Faixa etária	Preferencialmente a partir dos 15 anos.	Existem materiais distintos para cada faixa etária a partir dos 6 anos.	A partir dos 10 anos.
Capacitação	Não existe curso de capacitação formal.	Dada pelo fornecedor e profissionais liberais.	Dada pelo fornecedor e profissionais liberais.
Material para uso em aula	Não existe um material de acompanhamento para a aula.	Revistas especializadas.	Manual de montagem que acompanha o produto e poucas fichas para apoio ao professor.

Tabela 3. Comparação entre os kits GoGo Board e PNCA.

	GoGo Board	ALFA da PNCA
Nível de conceitos básicos para implementação de projetos	Alto	Médio
Necessidade de pesquisas para implementação de projetos	Sim	Sim
Necessidade de acompanhamento de orientador para implementação de projetos	Sim	Não
Dificuldade na programação de robôs com base no software, na linguagem (orientada ou não, por blocos programados ou não)	Média	Média

Tabela 4. Comparação entre os kits GoGo Board e NXT Mindstorm.

	GoGo Board	NXT Mindstorm
Nível de conceitos básicos para implementação de projetos	Alto	Baixo
Necessidade de pesquisas para implementação de projetos	Sim	Não
Necessidade de acompanhamento de orientador para implementação de projetos	Sim	Não
Dificuldade na programação de robôs com base no software, na linguagem (orientada ou não, por blocos programados ou não)	Média	Baixa

Tabela 5. Comparação entre os kits GoGo Board e RCX Mindstorm.

	GoGo Board	RCX Mindstorm
Nível de conceitos básicos para implementação de projetos	Alto	Médio
Necessidade de pesquisas para implementação de projetos	Sim	Sim
Necessidade de acompanhamento de orientador para implementação de projetos	Sim	Não
Dificuldade na programação de robôs com base no software e na linguagem (orientada ou não, por blocos programados ou não)	Média	Média

4. Conclusão

Vivemos um uma sociedade onde ter competência no uso da tecnologia e desenvolvimento de atividades em grupo são elementos fundamentais para o sucesso. Neste contexto a robótica vem para contribuir de forma eficaz no desenvolvimento destas competências. Além disso, pode ser um espaço rico de possibilidades para o

desenvolvimento da criatividade e habilidades do aluno, do professor e da instituição em geral.

O aluno pode desenvolver sua capacidade de solucionar problemas, utilizar a lógica de forma eficaz e compreender conceitos ligados à física e matemática. O professor pode encontrar condições de diversificar sua didática pela possibilidade do emprego de materiais diversos e as instituições um diferencial de qualidade por intermédio da aplicação de temas transversais e interdisciplinaridade.

Para a utilização da robótica como um recurso pedagógico, podemos ser auxiliados por inúmeras ferramentas. As que foram estudadas nesta pesquisa foram: *kits Lego Mindstorms*, *kit Fischer Technik*, *kit Alfa* da PNCA e *framework GoGo Board*. Entre as estudadas, destacamos o *framework GoGo Board*, por ser uma alternativa de baixo custo, que demonstrou, através de dinâmicas conduzidas, que pode ser introduzido em ambientes tanto de graduação quanto de ensino médio. Como restrição, existe o problema relacionado com a sua fragilidade.

Atualmente, estão sendo conduzidas pesquisas complementares no LIAG. Uma delas foca os estudos no uso de robótica como ferramenta complementar a ferramentas de software de apoio ao aprendizado. Outra estuda a placa Arduino, como opção ao *framework GoGo Board*. Uma terceira linha está buscando construir plataformas pré-prontas de robótica para ser usadas no ensino de programação. Por fim, uma linha de pesquisas está implementando o torneio Robocode⁵, buscando incentivar uma competição saudável entre times de estudantes interessados em aprender a programar: este torneio já conta com patrocínio, distribuirá prêmios e tem inscrições livres, não se limitando ao ambiente interno da UNICAMP.

8. Referências

SERAFIM, M. A. S. **O Direito de se Alfabetizar na Escola**. 2006. Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?down=20792>. Último acesso: dezembro de 2008.

BORGES, M. A. F. **O Design Centrado no Aprendiz no Sistema Jonas: uma Experiência de Desenvolvimento de um Sistema para Formação na Empresa**. Dissertação de mestrado em Ciência da Computação. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, Brasil 1997.

BORGES, M. A. F. **Um processo para análise da interação em sistemas colaborativos mediados por ferramentas computacionais para comunicação textual**. Tese de doutorado em Ciência da Computação. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, Brasil. 2004.

⁵ <http://www.ft.unicamp.br/liag/robocode/>

- FISCHER Technik. **Fischer Technik North America**. Disponível em: <http://www.fischertechnik.com>. Último acesso: junho de 2010.
- LEGO, Lego Mindstorms NXT. <http://mindstorms.lego.com>. Último acesso: junho de 2010.
- MIT, Media Laboratory, **Future of Learning Group**. GoGo Board. Disponível em: <http://www.gogoboard.org>. Último acesso: março de 2007.
- MORELATO, L. A., BORGES, M. A. F. **Alternativas de Baixo Custo para o uso da Robótica Educacional: Construção e Avaliação do Framework GoGo Board**. In: V Seminário Municipal de Informática Educativa, 2008, Fortaleza. XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre - RS: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2008.
- MULLER, M.J.; MATHESON, L.; PAGE, C.; GALLUP, R. **Participatory Heuristic Evaluation**. Interactions, september + october, 1998.
- NORMAN, D.A., SPOHRER, J.C. **Learner-centered education**. Communications of the ACM, v.39, n.4, p. 24-27, april 1996.
- PAPERT, S. **Construcionism: a new opportunity for elementary science education; a proposal to the National Science Foundation**. Cambridge-Massachusetts: MIT, Media Lab., Epistemology and Learning Group, 1986.
- PNCA. Disponível em: <http://www.pnca.com.br/>. Último acesso: junho de 2010.
- SIPITAKIAT, A., BLIKSTEIN, P., CAVALLO, D. **GoGo Board: Augmenting Programmable Bricks for Economically Challenged Audiences**, In Proceedings from International Conference of the Learning Sciences, California, USA, June, pp. 481-488, 2004.
- SOLOWAY, E., PRYOR, A. **The next generation in human-computer interaction**. Communications of the ACM, v.39, n.4, p.16-18, april 1996.
- VALENTE, J. A. **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Gráfica central da Unicamp, Campinas-SP, Brasil, 1993A. p.1-23: Diferentes usos do computador na educação.
- VALENTE, J. A. **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Gráfica central da Unicamp, Campinas-SP, Brasil, 1993B. p.24-44: Por que o computador na educação.
- WENGER, E. **Artificial intelligence and tutoring systems; computational and cognitive approaches to the communication of knowledge**. Los Altos-CA, EUA: Morgan Kaufmann, 1987.