

# Robobichos: Relato de Duas Experiências com Robótica Educacional de Baixo Custo

Guilherme Almeida de Souza  
Parsec Educação de Apoio  
Av. Dr. Mário Galvão, 450, ap. 03  
São José dos Campos, SP - Brasil  
+55 (12) 9 9248 3883

guilherme@parsec-educacao.com.br

Daniele A. Ronsó da C. Lima  
Parsec Educação de Apoio  
Rua Benedito J. Machado, 75  
São José dos Campos, SP - Brasil  
+55 (12) 9 8191 7438

daniele@parsec-educacao.com.br

## Resumo

Neste artigo, relata-se duas experiências de robótica educacional orientada para o ensino infantil, a partir do projeto *Robobichos*. Trata-se de um projeto *open-source* transformado em kit de montagem direcionado a crianças a partir de 5 anos. O projeto traz a ideia de estabelecer uma relação de analogia entre o objeto-robô, a ser construído pelo aluno sob supervisão, e insetos que são familiares aos alunos, com o objetivo de esclarecer os elementos funcionais da robótica. Há também a preocupação em limitar os custos dos materiais e manter a abertura da plataforma.

## Palavras-Chave

Robótica Educacional; Cultura Maker; Ensino Infantil.

## 1. Introdução

O ensino de robótica como atividade extra-curricular vem acontecendo em escolas de ensino fundamental e médio no Brasil já há alguns anos, e muito se discute seus resultados no papel de suporte pedagógico efetivo [1]. Nesta prática ainda são raras as iniciativas que não dependem de kits educacionais importados de custo elevado, e, por conseguinte, o contato com esta ferramenta educacional continua restrito a colégios de elite numa parcela restrita do território nacional. Ademais, tais práticas frequentemente se introduzem a crianças de idade relativamente avançada (em geral no ensino fundamental II e, raramente, nos momentos finais do ensino fundamental I, ou seja, entre 10 e 15 anos), quando o contato com assuntos de tecnologia não mais representa novidade relevante para os alunos. Ainda, o uso de tais kits educacionais não raro promovem nas escolas uma relação de dependência de plataformas fechadas e tecnologias proprietárias.

O diagnóstico destas ocorrências levou ao estudo de alternativas de custo baixo, apoiadas em plataformas abertas, e possíveis de serem introduzidas a crianças ainda mais jovens, com o objetivo de validar a possibilidade ainda pouco explorada de um ensino de robótica durante a educação infantil.

Neste contexto foi desenvolvido o projeto *Robobichos*, apoiado numa analogia lúdica, em nível formal e funcional, entre o robô e um inseto qualquer, personagem já presente na experiência cotidiana da criança. O projeto acontece em uma oficina de três dias, quando os alunos recebem, em um primeiro momento, aulas introdutórias, e posteriormente um kit de materiais em estágios de montagem diversificados (acompanhando a idade e capacidade de montagem da criança). Os professores coordenam a montagem dos robôs, que são personalizados pelas crianças utilizando materiais comuns de artes.

O projeto *Robobichos* foi aplicado em duas ocasiões diferentes, no ano de 2015 e 2016, e este artigo visa descrever tais experiências, discutir seus resultados mais imediatos, e apontar possibilidades de refinamento para uma melhor experiência e aproveitamento.

## 2. Materiais e Métodos

Para cumprir os requisitos de custo baixo e facilidade de implantação, o uso de materiais prontamente disponíveis foi uma necessidade de primeira ordem. Por isso, foi adotado um desenho de circuito analógico de baixíssima complexidade, utilizando motores de corrente contínua (DC), chaves inversoras e pilhas AA (fig. I). Cada robô tem o custo aproximado de R\$30, incluindo todos os materiais necessários. Este formato está disponível na internet em licença *open-source* em mais de uma instância [2][3].

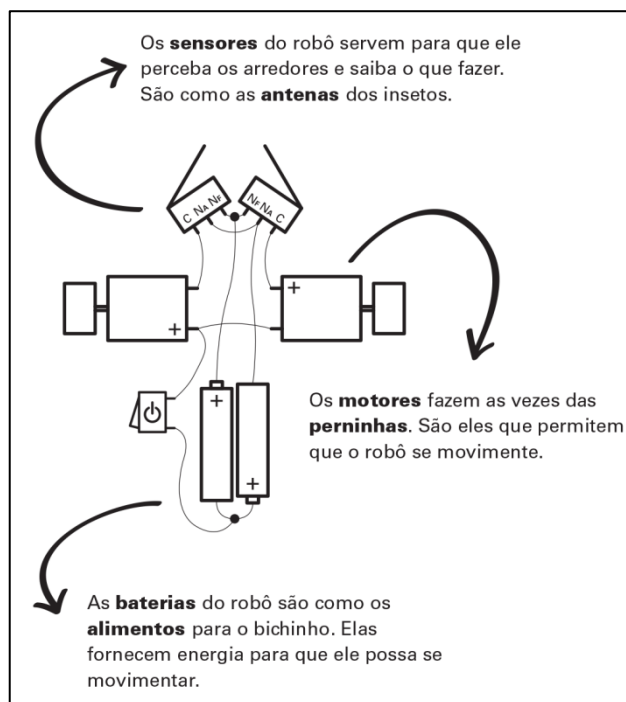


Fig. I: Representação esquemática do robô apresentada às crianças. Utiliza-se a estratégia da analogia entre as partes funcionais do robô e do inseto numa linguagem simplificada.

Em conjunto com outros materiais estruturais, constitui-se sobre uma plataforma um pequeno veículo de 3 rodas que avança até quando suas “antenas” encontram algum obstáculo. Acionando-se uma das chaves inversoras, o sentido de rotação do motor oposto se inverte, provocando o movimento de giro do conjunto e afastando-o do obstáculo. Se ambas as chaves são acionadas, na ocasião em que o obstáculo está diretamente à frente do robô, ambos os motores são invertidos, o que provoca o movimento reverso do conjunto. Desta maneira, efetivamente, se constrói um autômato que evita obstáculos utilizando um circuito analógico extremamente simples, sem a necessidade de software ou mesmo de controladores (Fig. II).

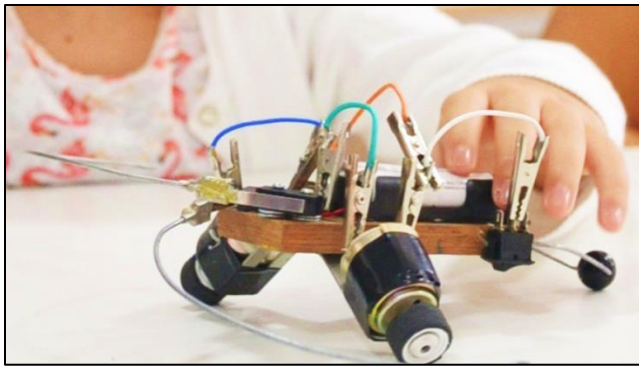


Fig. II: Robobicho sem sua carapaça customizada, mostrando as conexões codificadas em fios coloridos.

Tendo disponível a plataforma, houve a necessidade de adaptá-la a um contexto de educação infantil, para que a iniciativa fosse a mais adequada à construção dos conceitos básicos de robótica nos alunos.

A possibilidade de customização de seu próprio robô foi adotada como elemento de reforço do sentimento de autoria e pertencimento por parte da criança (Fig. III). Tendo produzido o corpo lúdico do personagem-robô, o aluno desenvolve uma maior afeição dirigida àquele objeto, dando-lhe também um nome original.



Fig. III: Amostragem das carapaças lúdicas criadas pelas crianças participantes da oficina no espaço Co-necta Lab.

As atividades foram programadas para ocorrerem em encontros separados. Em um primeiro momento, um modelo pronto do robô a ser produzido é apresentado em pleno funcionamento, com o intuito de estimular a curiosidade e interesse em fabricar seu próprio brinquedo. Em paralelo, se introduz a analogia do robô como semelhante ao ser-vivo, tendo elementos de percepção (sentidos ou sensores), de movimento (membros ou motores) e de uso de energia (alimentos ou pilhas).

Posteriormente, se fornece uma base de criação, com a qual a criança desenvolve a customização de seu personagem. Nesta etapa se utilizam materiais convencionais de artes: colagem de papéis, pintura e desenho.

Finalmente, os materiais eletrônicos são apresentados e a montagem se dá, sob supervisão do professor. Os kits são adaptados à capacidade motora da criança, sendo fornecidos em diferentes estágios de montagem, a depender da faixa etária em questão. Finalmente, as carapaças são fixadas e se permite a brincadeira livre por um período. São elucidados pontos como a manutenção do brinquedo e elementos básicos de solução de

problemas, como a checagem de pilhas, checagem de conexões, desobstrução da rotação dos motores, entre outros.

### 3. Primeira Experiência: Obra Social Célio Lemos

Em novembro de 2015 ocorreu a primeira aplicação da oficina, em parceria com a creche da Obra Social Célio Lemos, em São José dos Campos [4]. Esta instituição atende atualmente 301 crianças, do berçário ao pré-II (de 4 meses a 6 anos), recebendo doações e recursos municipais. Em três encontros, a oficina atendeu uma turma de 27 crianças de 5 e 6 anos (pré-II), financiada em parte com recursos da instituição e em parte com a contribuição dos pais.

Para esta oficina, 30 robôs foram produzidos. Durante as etapas de construção destes robôs, é necessário o uso de solda elétrica e ferramentas não apropriadas para crianças nesta idade, portanto eles foram pré-montados até o estágio em que apenas era necessário colocar as pilhas, conectar os fios e fixar a carapaça customizada.

O primeiro encontro aconteceu dentro do contexto da sala de aula. As crianças foram avisadas da participação de novos professores que as ajudariam a construir um brinquedo. Com o acompanhamento da educadora responsável pela turma, os dois autores iniciaram uma conversa a respeito dos animais que os alunos conhecem. Mostrando ilustrações de uma joaninha, uma abelha, um besouro e uma borboleta (fig. IV), destacou-se algumas partes do corpo destes insetos, como as pernas, as asas e as antenas. As crianças foram estimuladas a responder sobre a função que cada uma dessas partes desempenha na vida do animal.

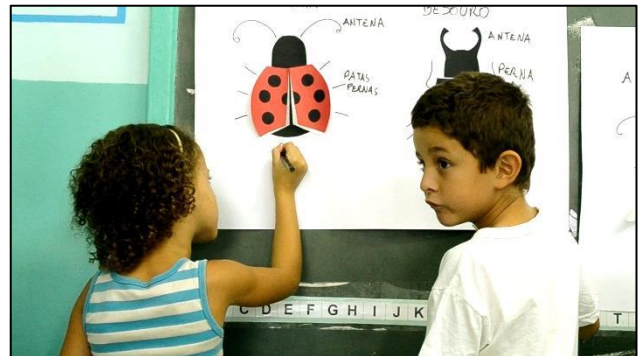


Fig. IV: Apresentação das partes dos insetos e suas funções, através de ilustração.

A partir daí, um robô pronto foi apresentado, estabelecendo pela primeira vez a analogia dos insetos com os robôs. Cada parte funcional do robô encontrou seu paralelo na realidade do animal em questão. Neste momento, cada criança teve a oportunidade de examinar o robô em suas mãos, permitindo a familiarização com o objeto. Então, foram levadas a escolher um dos quatro modelos de inseto para produzir – a partir dessa escolha, gabaritos de papel seriam produzidos para que elas pudessem decorar a seu gosto.

No dia seguinte, novamente em sala de aula, os autores retornaram e as crianças puderam iniciar a confecção de seus brinquedos. Nesta etapa, receberam as bases de papel recortados no formato do inseto escolhido no dia anterior, além de uma variedade de tintas coloridas. Sob a supervisão dos educadores, esta atividade ocorreu como qualquer outra atividade de artes. Os alunos foram então estimulados a nomear suas criações com apelidos, com a intenção de aumentar a conexão afetiva da criança com o brinquedo que estava produzindo.

No último encontro, as crianças foram levadas ao ambiente externo e separadas em trios. Neste momento, receberam o restante dos materiais e as instruções de montagem, que consistiam em conectar os fios de acordo com as cores apresentadas, colocar as pilhas da maneira correta e fixar a carapaça customizada produzida no dia anterior. Enquanto montavam seus robôs, recebiam novamente as explicações sobre o funcionamento e função de cada parte do circuito. Construía-se o conceito de fluxo de energia, mostrando que qualquer interrupção na conexão impossibilitava o funcionamento; e demonstrava-se a ativação de sensores e seus efeitos; tudo isso reforçando a ideia de analogia com os animais.



Fig. V: Montagem dos robôs durante a oficina na Obra Social Célio Lemos.

Cada trio que concluía a montagem de seu robô era levado à quadra esportiva onde poderia brincar com seu novo brinquedo, experimentando à vontade novas configurações de conexão que resultavam em diferentes comportamentos do robô. Em pouco tempo, os alunos retornavam queixando-se de defeitos; e então eram encorajados a examinar o que havia de errado com o conjunto. Na maioria das vezes, eram capazes de diagnosticar a ausência ou inadequação de alguma conexão (que estavam codificadas em cores) ou o desencaixe das pilhas. Estes problemas eram prontamente resolvidos pelo próprio aluno, que voltava a brincar.

Ao final da oficina, os educadores convidados despediram-se das crianças, que levaram para casa suas criações, no intuito de continuar explorando as possibilidades de criação, exercitar a manutenção dos robôs, e replicar os conhecimentos adquiridos.

#### 4. Segunda Experiência: Oficina de Férias no Espaço Co-necta Lab

A segunda aplicação do projeto ocorreu em janeiro de 2016, em parceria com o Co-necta, um espaço de co-working que também se encontra em São José dos Campos. Desta vez, algumas diferenças foram significativas para a experiência em geral. Em primeiro lugar, houve a cobrança de taxa de inscrição para a oficina, que acontecia em período de férias escolares. Também se experimentou a aplicação do projeto fora do ambiente escolar, em um formato não seriado que permitiu que se atendesse cinco crianças de idades entre 5 e 12 anos. As atividades novamente ocorreram em 3 dias seguidos, agora em encontros mais longos (3 horas em cada um) e com novos conteúdos.

No primeiro dia as crianças foram recebidas com uma breve discussão do que entendiam pela palavra robô. Diversos pontos de vista foram elencados. Em seguida, houve a apresentação de um filme que tinha um robô como personagem principal – *O Gigante de Ferro*. Os educadores então elencavam as diferenças entre o robô ficcional e os robôs reais, estimulando os alunos a

imaginarem e sugerirem que funções eles gostariam que um robô desempenhasse em seu dia-a-dia. Foi apresentado um *Robobicho* montado, explicando as suas partes funcionais a partir da analogia do robô com o inseto.

No segundo dia, outros modelos de robôs foram mostrados. As crianças tiveram contato com um robô montado em plataforma *Legó Mindstorms* e com uma placa controladora *Arduino*. Ressaltaram-se as diferenças entre estes modelos apresentados e o robô que construiríamos: o *Robobicho* não é programável via software. Trabalhou-se então o assunto da programação de maneira conceitual como uma sequência de comandos simples que o robô deve executar. Também se discutiu a maneira de interpretar as informações disponibilizadas pelos sensores, a saber, comandos condicionais do tipo “if” (na versão em português, “se”); e a maneira de descrever a necessidade de repetição de um conjunto de comandos – a estrutura “loop”. Esta introdução serviu para a proposição de um exercício de programação em forma de jogo.

Neste jogo, uma das crianças era escolhida para representar o papel de robô, e outra criança desempenhava o papel de programador. No espaço externo, uma malha retangular de 5 x 6 quadrados (ou casas) foi desenhada à giz no chão (fig. VI). Em uma das casas, era depositado um brinquedo de lã que marcava a recompensa da brincadeira: o objetivo era alcançar esta posição na malha. A brincadeira então se deu em três etapas, de dificuldade crescente.



Fig. VI: Jogo educativo: programe o robô.

Na primeira etapa, a criança designada como robô era colocada em uma casa qualquer do tabuleiro. O programador dava comandos verbais simples, a partir de um repertório limitado (avance uma casa, gire para a esquerda, gire para a direita), até alcançar o objetivo. Todas as crianças se revezaram no papel de robô e de programador.

Na segunda etapa, algumas das casas foram bloqueadas, marcando-se um “X” no interior delas. Estas casas não poderiam ser acessadas pelo “robô”, mesmo se recebesse um comando que o colocaria nela. Além disso, a posição do brinquedo de lã era definida apenas depois do “robô” ter sido posicionado, o que diminuía o tempo disponível para o “programador” desenvolver o algoritmo. Estimulou-se a criação de algoritmos que utilizassem o menor número de comandos possíveis.

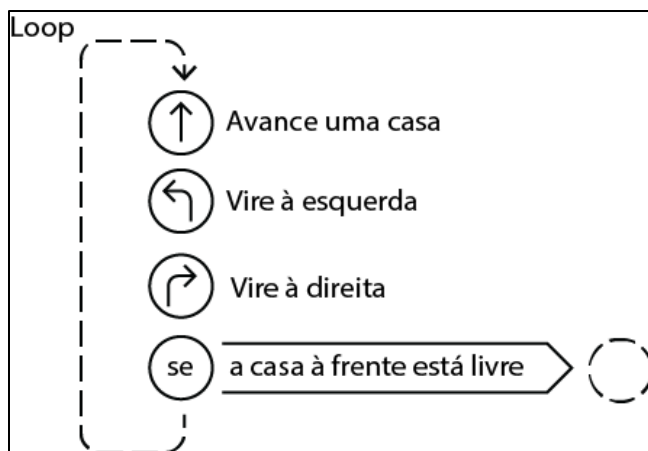


Fig. VII: Repertório de comandos disponíveis para uso na programação do jogo exercitado no segundo dia.

Na etapa final, o programador era levado de volta à sala e, sem conhecimento prévio da posição do robô ou do objetivo, deveria definir os comandos e escrevê-los num papel para que fossem executados posteriormente. O repertório de comandos foi traduzido em um conjunto simples de símbolos (fig. VII), e aumentado: incluiu-se o condicional “se” para descobrir se a casa à frente está livre e executar comandos diferentes em cada condição; e o conceito de repetição (representado por uma seta que volta ao início do programa), que repete uma sequência de comandos. As condições desta última etapa exigiam que o jogador encontrasse uma solução geral para um problema que poderia ter milhões de configurações diferentes. Desta vez, os alunos desempenhavam ambos os papéis: primeiramente escreviam seus programas para depois executá-los no tabuleiro. Diversas iterações de programação-execução foram realizadas pelos alunos, a fim de realizar a tarefa proposta. Nenhum aluno obteve sucesso em atingir o objetivo do jogo nesta etapa.

Ainda no segundo dia, gabaritos em papel cartão, em um único modelo genérico, foram fornecidos para que as carapaças dos *Robobichos* fossem customizadas. Os materiais disponíveis foram um pouco diferentes: giz de cera, papéis coloridos, lã, penas e penugens variadas, e olhos decorativos (fig. III).

No terceiro e último dia da oficina, ainda havia a necessidade de terminar a customização iniciada no dia anterior. Depois de concluídas, os materiais eletrônicos foram trazidos para o início da montagem dos robôs. Como desta vez havia crianças mais velhas, parte dos materiais foram entregues em etapas anteriores de montagem, para que a participação desses alunos fosse maior. Além da conexão dos fios, encaixe das pilhas e fixação das carapaças, os mais velhos também participaram da fixação de alguns componentes estruturais de seus robôs.

Neste momento, foi explorada a possibilidade de se alterar o comportamento do brinquedo através de diferentes configurações de seus fios, utilizando um guia visual impresso, que traduzia estes comportamentos em algoritmos representados com os mesmos símbolos utilizados no jogo (fig. VIII). Esclareceu-se que, mesmo que este robô não disponha de um controlador digital (um “cérebro”, seguindo a analogia), ele poderia ser “programado” alterando-se as conexões. As quatro possibilidades de comportamento foram listadas.

A oficina foi encerrada após os alunos terem a oportunidade de brincar com suas criações, que então levaram consigo.

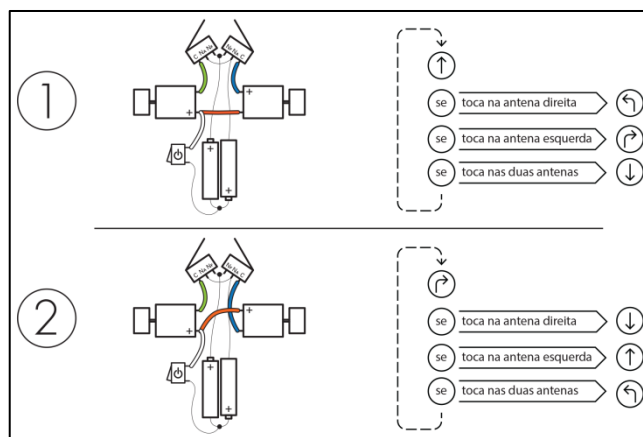


Fig. VIII: Formas diferentes de se “programar” o Robobicho alterando as conexões do circuito analógico.

## 5. Resultados e Discussão

Encaminham-se apontamentos gerais notados ao longo do desenvolvimento e aplicação; alguns pertinentes apenas a este projeto e outros que podem servir como referência para outros em robótica educacional.

Em primeiro lugar, mostrou-se a possibilidade de iniciar o assunto da robótica em crianças do ensino infantil, se o tema for trabalhado com o devido cuidado. Foi notável, em ambas as experiências, o altíssimo nível de engajamento e interesse dos alunos, o que contribui para considerar este tipo de iniciação, nesta idade, bastante enriquecedora e desejável. Ainda assim, há de se levar em consideração a maneira adequada de fazer tal intervenção; uma ação focada puramente na tecnologia e conteúdo irá provavelmente ser de impacto baixo, se não negativo.

Algumas estratégias pedagógicas podem ser decisivas para que este tipo de trabalho atinja resultados satisfatórios, entre elas a construção e repetição da analogia com conceitos e personagens familiares aos alunos, a possibilidade de customização do objeto em construção e a introdução aos assuntos através de jogos e brincadeiras.

Segundo relato da educadora infantil da Célio Lemos, Rail Cassimiro, há uma grande resistência, por parte dos educadores, ao uso de brinquedos eletrônicos no contexto escolar. Em regra geral, a experiência da criança frente ao brinquedo eletrônico é como espectadora passiva de um processo automático [4]. Falta-lhe a interação intensa necessária à construção de novas maneiras de relacionar-se com o mundo. Neste projeto, em contraste, a abordagem *maker* visa colocar a criança como criadora de seu próprio brinquedo, construindo novas maneiras de entender o funcionamento destes objetos e repará-los.

Esta visão contribui para atingir um segundo objetivo, mais profundo, do ensino de robótica: desconstruir uma opinião corrente de que os objetos eletrônicos são caixas-pretas inacessíveis ao entendimento, ao reparo e à recombinação. O relato de uma aluna da primeira oficina reforça esta constatação: durante a conversa a respeito da manutenção do *robobicho*, a criança lembrou-se de um outro brinquedo eletrônico que havia parado de funcionar. Levantou hipóteses sobre a causa: seria o desgaste completo das pilhas? Seria a quebra de alguma conexão interna? Os questionamentos seriam o primeiro passo em direção à exploração de possibilidades de conserto; e indício do surgimento de uma relação mais autônoma frente aos aparelhos eletrônicos.

No aspecto do objeto educacional, há alguns pontos a serem observados. O projeto mostrou grande potencial educacional, mas o material utilizado ainda apresenta algumas inadequações que tornam necessária uma revisão e desenvolvimento do objeto num kit melhor finalizado.

Alguns dos componentes necessários são comercializados, em varejo, sem qualquer preocupação com a precisão ou uniformidade no desempenho. Como é o caso dos motores DC, que apesar de obtidos com a mesma voltagem nominal, tiveram de ser pareados manualmente em bancada de testes durante a preparação, para que entregassem desempenho semelhante em cada robô.

Aspectos de construção também encontraram desafios. O brinquedo finalizado era por vezes frágil, necessitando de reparos frequentes. Em especial, notou-se a inadequação da fixação das antenas nas alavancas das chaves inversoras, problema para o qual não foi encontrada solução satisfatória. Há também a necessidade de obter maior controle sobre a velocidade do robô, obtendo um bom equilíbrio entre duração das pilhas e desempenho dos motores. Caso o conjunto movimente-se com muita rapidez, está sujeito a impactos destrutivos, caso seja demasiado lento, pode não ter força suficiente para ativar as chaves conectadas às antenas.

Outra questão de desenho do objeto foi levantada, de importância central para a adequação a crianças. Na Célio Lemos, o primeiro modelo testado utilizava, para a conexão dos robôs, pequenos fios coloridos de cobre com as pontas descascadas, pareados com orifícios do tipo *header* fêmea (utilizados normalmente em montagem de circuitos integrados sobre placas de circuito impresso). Esta solução, apesar de funcional e confiável, dificultou bastante a montagem por parte das crianças, que nesta idade não possuem habilidade motora fina suficientemente desenvolvida para manipular objetos tão pequenos.

Em uma segunda ocasião, não relatada neste artigo, foi testada a solução de adicionar garras condutoras aos fios coloridos, na tentativa de facilitar a montagem por parte das crianças. A modificação obteve êxito em permitir que as mãos infantis fossem capazes de realizar esta etapa da montagem, mas ainda assim houve problemas. As garras metálicas eram desproporcionais ao conjunto que conectavam, e mais de uma vez houve o contato acidental de diferentes pontos, criando o risco de curto-circuitos. Esta ocorrência foi verificada em ao menos duas ocasiões, quando houve super-aquecimento de partes dos cabos e derretimento da camada isolante.

Na última experiência, no espaço Co-necta, utilizou-se garras que contavam com capa isolante. O resultado, embora satisfatório, encontra-se longe do ideal, por constituir elementos desajeitados para a montagem, dificultando a fixação da carapaça customizada, e por vezes estabelecendo conexões pouco confiáveis.

No jogo de programação, no espaço Co-necta, apesar de não haver sucesso na resolução do desafio o objetivo foi atingido, pois os alunos compreenderam o que era um algoritmo e que existiam inúmeras maneiras diferentes e corretas de chegar a um mesmo objetivo.

## 6. Conclusão

Apesar das adequações que o produto (*robobicho*) ainda necessita, o projeto se mostrou satisfatório na conclusão de seus objetivos e proposições.

Para realizar todo o potencial desta ideia, é necessário tornar o robô um kit melhor preparado para funcionar como um sistema. Um maior volume de produção poderia abrir espaço para solucionar problemas de fornecimento de componentes de desempenho mais uniforme, novos materiais e meios de produção poderiam resolver grande parte dos defeitos funcionais do objeto, que ainda é produzido artesanalmente. A montagem de um kit incluiria materiais educativos impressos na forma de cadernos ilustrados, folhas de adesivos, entre outros, que auxiliariam na aplicação das atividades em diferentes contextos.

Dessa forma, os próximos passos serão o desenvolvimento do projeto de produto que leva em conta os requisitos educacionais, materiais e funcionais consolidados em um kit pronto, fabricável em maior escala, adequado à aplicação das oficinas no contexto da rede pública brasileira.

## 7. Agradecimentos

Na Obra Social Célio Lemos, a Paulo Fernandes, Carlos Villarraga e Joana Almeida pelo apoio material e institucional, e à educadora Rail Cassimiro por confiar suas crianças ao primeiro experimento deste projeto. No Co-necta, a Daniela Asdente, Luís Paulo Loretti, Jeter Siqueira e Paulo Miranda por auxiliarem na viabilização da ideia e por cederem o espaço.

## 8. Referências

- [1] Francisco Júnior, N. M., Vasques, C. K., Almino, T. A. F. Robótica Educacional e a Produção Científica da Base de Dados da Capes. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)*. ISSN:1989-2446. pp 35-53, 4 de julho de 2010.
- [2] Demers, J. 2008. *How to Build a Robot - The BeetleBot v2 (Revisited)*. Disponível em: <http://www.instructables.com/id/How-to-Build-a-Robot-The-BeetleBot-v2-Revisite/?ALLSTEPS>.
- [3] Fellipe, L. 2015. *Como fazer seu primeiro robô!* Disponível em: [www.youtube.com/watch?v=GUVGve4\\_7Ss](http://www.youtube.com/watch?v=GUVGve4_7Ss).
- [4] Souza, G.A., Ronsó, D.A.C.L. 2015. *Robobichos*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0JWMIaXL2>