

## Experiência computacional na educação infantil: unindo a robótica, a programação e a destinação de resíduos

Carine G. Webber (Universidade de Caxias do Sul)<sup>1</sup>

Miguel Angelo Mussoi (Universidade de Caxias do Sul)<sup>2</sup>

Tiago André Cattusso (Universidade de Caxias do Sul)<sup>3</sup>

### Resumo

A utilização da robótica educacional como ferramenta para o desenvolvimento de habilidades em crianças está em pleno processo de expansão e fortalecimento. Emergem em todo o mundo iniciativas em que ela atua como interlocutora do ensino em diversas áreas do conhecimento. Neste contexto, o presente artigo apresenta uma plataforma robótica para ensino da correta destinação de resíduos para crianças em idade pré-escolar. Elaborou-se um cenário experimental para teste e avaliação dos artefatos em uma escola de Educação Infantil. Como resultado, 21 crianças participaram das atividades, sendo que em média cada uma necessitou de duas tentativas para conclusão das tarefas de programação. A experiência computacional realizada evidenciou o potencial que as tecnologias têm quando permitem ao professor propor problemas e situações desafiadoras, onde as crianças podem agir com autonomia e criatividade.

**Palavras-chave:** *Robótica Educacional; Ensino de programação; Educação Infantil; Gestão de resíduos.*

### Abstract

The use of educational robotics as a tool for developing skills in children is in the process of expansion and strengthening. Throughout the world, initiatives emerge in which it acts as a middle for teaching in various knowledge areas. In this context, this article presents a robotic platform for teaching the correct disposal of waste to pre-school children. An experimental scenario was developed for testing and evaluating the artifacts at a school of Early Childhood Education. As a main result, 21 children participated in the activities, demanding in average two trials to conclude the task. The computational experiment carried out highlighted the potential that technologies have when they allow the teacher to propose challenging problems and situations, where children can act with autonomy and creativity.

**Keywords:** *Educational Robotics; Programming Teaching; Early childhood education; Waste management.*

---

<sup>1</sup> Contato: cgwebber@ucs.br

<sup>2</sup> Contato: mamussoi@ucs.br

<sup>3</sup> Contato: tacattusso@ucs.br

## 1. Introdução

As tecnologias computacionais estão plenamente presentes nas atividades humanas, sejam elas profissionais, domésticas ou entretenimento. A evolução e a disponibilidade dos dispositivos computacionais (celulares, tablets, etc) faz com que precocemente as crianças e jovens tenham acesso a eles. No papel de usuários dos dispositivos computacionais, as crianças se tornam passivas, e logo se acomodam. Diversos educadores, cada uma a seu tempo, vislumbraram propostas em que os estudantes fariam uso das tecnologias de forma ativa (PAPERT, 2008; FREIRE, 1997; WING, 2006; BRENNAN; RESNICK, 2012), enfatizando o aspecto multidisciplinar a ser explorado.

Brennan e Resnick (2012) foram dos primeiros a reconhecerem a importância de aprofundamento no conhecimento e capacidades das crianças, tanto no domínio das tecnologias quanto no desenvolvimento do pensamento computacional (PC). Desta forma, espera-se que as crianças possam aprender a projetar, combinar e criar, e não somente assistir, navegar e interagir. Torná-las ativas quanto às tecnologias é uma etapa importante na construção das habilidades do PC. Ainda nesta perspectiva, Wing (2006) reforça tal concepção à medida que trata o PC como representando um conjunto de habilidades fundamentais que apoiam a resolução de problemas e o aprendizado infantil, contribuindo na formação do pensamento lógico e analítico de cada criança. Por tanto, o desenvolvimento do PC depende de um conjunto de artefatos (meio físico, software e problemas) adaptados a cada faixa etária.

Neste âmbito, Atmatzidou e Demetriadis (2016) apresenta a robótica educativa como um instrumento para a exposição e disseminação dos conceitos de PC para crianças. De fato, observa-se que a programação e a robótica estão sendo introduzidas em muitas escolas que buscam oferecer um ambiente de aprendizado inovador, onde a resolução de problemas complexos auxilie na construção de habilidades cognitivas e metacognitivas (FARR, 2018; CELLAN-JONES, 2020). Diversos produtos educacionais estão disponíveis no mercado, sendo ainda subutilizados devido aos altos custos envolvidos (LIGHTBOT, 2017; MAIA, 2008).

A sinergia entre a programação e outras disciplinas propicia aos alunos formas de aprendizado diferentes das tradicionais. As crianças na faixa etária de pré-alfabetização necessitam de materiais concretos para compreender significados e desenvolver habilidades lógicas. A partir destes pressupostos, concebeu-se uma plataforma composta por um aplicativo de software e um dispositivo robótico programável para ensino do conceito de separação de resíduos presente na resolução CONAMA 275 (BRASIL, 2020). Esta

resolução pretende reduzir o crescente impacto ambiental associado à extração, geração, beneficiamento, transporte, tratamento e destinação final de matérias-primas por meio de um sistema de identificação de fácil visualização por cores. Espera-se assim criar um universo onde as crianças compreendam a necessidade de destinar os resíduos nos locais corretos, através da programação implementada via aplicativo e executada em um dispositivo robótico representando um caminhão de lixo.

A inserção do PC através da robótica educacional na educação infantil, associada à disseminação de atividades de preservação ambiental são o foco desta pesquisa. Aliado a isso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), documento que deve nortear a educação no país, sinaliza que o ensino deve ser abordado de modo que as disciplinas e conceitos tenham maior grau de inter-relacionamento. Este fato tem por objetivo possibilitar que os estudantes construam uma visão de maior integração entre os conteúdos e suas aplicações à realidade. Neste tocante, faz-se necessário o desenvolvimento de projetos que integrem programação e lógica a outras ciências favorecendo a interdisciplinaridade.

Este artigo está organizado em 6 seções. A próxima seção apresenta os principais trabalhos relacionados, destacando os artefatos robóticos desenvolvidos para o ensino na Educação Infantil. A seção 3 descreve aspectos considerados importantes para a pesquisa desenvolvida, tratando da separação e destinação de resíduos. A seção 4 trata dos artefatos desenvolvidos. A seção 5 descreve como transcorreu a experiência computacional proposta. Por fim, a seção 6 apresenta as considerações finais e trabalhos futuros.

## 2. Trabalhos relacionados

A robótica educacional auxilia a criação de novas dinâmicas na sala de aula, estabelecendo ambientes que estimulam a discussão e a troca de ideais, incentivando assim a transdisciplinaridade. A partir das interações com robôs, os estudantes constroem as soluções, testam e avaliam se suas ações foram corretas. Neste processo, eles desenvolvem habilidades cognitivas relacionadas à descoberta, invenção e criatividade, conectando abstrações com o mundo concreto. Os estudantes tornam-se assim agentes no processo de aprendizado, participando coletivamente, coordenando e combinando soluções (MAIA, 2008; SANTOS, 2010).

O uso de robôs como instrumento de ensino, tanto em programação quanto na perspectiva interdisciplinar, ainda é tímido no Brasil. Observa-se, contudo, diversas iniciativas nos últimos anos (ZILLI, 2004; FRANCISCO JUNIOR; VASQUES; FRANCISCO, 2010). Inicialmente a robótica educacional era trabalhada como objeto de estudo da

programação e centrada em montagens. Atualmente, a robótica representa uma atividade pedagógica que objetiva a aprendizagem colaborativa de conceitos científicos através da interação com um robô. Sendo ela assim, ela não se limita ao desenvolvimento e operação de robôs, buscando interações entre conceitos em todos os componentes curriculares. A robótica educacional se vale do ambiente lúdico que ela reproduz, para permitir o desenvolvimento de conceitos abstratos em situações concretas, favorecendo a fixação de conteúdos e ampliando interesse e dedicação dos estudantes (ATMATZIDOU; DEMETRIADIS, 2016). Dessa forma, o raciocínio lógico, a criatividade e a capacidade de resolver problemas dos estudantes são ampliados (SANTOS, 2010).

Diversos produto robóticos de pequeno porte estão disponíveis para ensino das Ciências. Destaca-se aqui os principais disponíveis e em uso nas escolas, tal como o Zowi<sup>4</sup>. Ele é um robô educacional, indicado para iniciação das crianças com as tecnologias e a programação, aprendendo as relações entre a lógica e a execução. O equipamento também atua no desenvolvimento de habilidades no âmbito das ciências, tecnologia, engenharia e matemática. Isso se dá através dos projetos em que os estudantes trabalham o pensamento matemático, reforçam o seu conhecimento físico e tecnológico e potencializam habilidades como a resolução de problemas e a criatividade.

Outro opção robótica é o Shybo<sup>5</sup>. Ele é um robô antropomórfico que simula alguns comportamentos humanos. Ele também tem sido utilizado para iniciação das crianças com a programação e robótica. O robô físico combina hardware e software de código aberto, sendo capaz de perceber sons e reagir através de dois comportamentos não verbais: o movimento e a iluminação do seu chapéu. O equipamento é de fácil utilização e pode ser empregado em pesquisas para apoiar estudos de interação criança-robô e para pesquisar e fomentar as habilidades cognitivas das crianças. Também pode ser usado para aplicações em contexto educacional para apoiar experiências de aprendizado lúdico.

A plataforma Sphero Edu<sup>6</sup> inclui um robô em formato de globo que possibilita conhecer a robótica educativa por meio de atividades criativas, que estimulam as habilidades para o desenvolvimento cognitivo. Diversas atividades são propostas, tais como circuitos ou labirintos em que os estudantes devem programar o robô, desviando dos obstáculos e alcançando o objetivo.

---

<sup>4</sup> Disponível em <https://robots.nu/en/robot/zowi>

<sup>5</sup> Disponível em <https://wikifactory.com/@marialuce/shybo>

<sup>6</sup> Disponível em <https://edu.sphero.com/>

A empresa Make Block<sup>7</sup> oferece três modelos de robôs educacionais os quais visam oportunizar às crianças formas de descobrir, compartilhar e aprender programação e robótica, interagindo com outras áreas. Os produtos foram projetados para a Educação Infantil, disseminando conceitos de pensamento lógico, programação, habilidades práticas manuais, liderança, criatividade, trabalho em equipe e a interdisciplinaridade.

Em termos de kits de robótica, o kit LEGO Mindstorms é o mais famoso. Ele compreende um kit de montagem que contém diversas peças de blocos e uma unidade de controle programável que permite a concepção de uma variada gama de robôs. Entre diferentes modelos disponíveis, o Ev3 é especialmente projetado para uso educacional<sup>8</sup>. O modelo padrão do kit inclui todos os componentes necessários para desenvolvimento de interfaces simples, incluindo sensores, motores, um controlador programável e uma variedade de componentes, sendo estes: engrenagens, correias, eixos, rodas e conectores.

Como pode-se notar, as opções robóticas identificadas neste artigo são para uso em variados componentes curriculares. No momento desta pesquisa não foram identificadas plataformas ou produtos robóticos com ênfase na conscientização ambiental (separação de resíduos ou afins). Foi identificado um kit robótico, denominado Solar kit<sup>9</sup>, que faz uso de energia solar como fonte de energia para os equipamentos. O kit tem por característica ser desmontável, podendo ser adaptado para 6 robôs diferentes. Este produto não oferece recursos de programação, apenas possibilita o uso da energia solar para sua alimentação.

Evidencia-se, por fim, o papel dos professores no planejamento e adaptação das ferramentas para potencializar o ensino em suas respectivas disciplinas, evitando assim o ensino das tecnologias em si. Buscando contribuir, o presente trabalho propõe a concepção de um recurso educacional destinado ao tema da separação de resíduos. A fim de descrever a relevância, e as possibilidades desta temática, o próximo capítulo trata da destinação dos resíduos, destacando as normas relacionadas ao produto almejado.

### 3. Separação e destinação de resíduos

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) através da NBR 10.004:2004 define resíduo como sendo: "restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo-se apresentar no estado sólido, semi-sólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional." Como afirma o Ministério do Meio Ambiente do Brasil, cada tipo de resíduo tem um processo próprio de

<sup>7</sup> Disponível em <https://www.makeblock.com/>

<sup>8</sup> Disponível em <https://www.legobrinq.com.br/lego-mindstorms-ev3/p>

<sup>9</sup> Disponível em <http://www.wskits.com.br/brinquedo-robos-6in1-solar>

reciclagem. Desta forma, ao misturar-se resíduos sólidos de diversas naturezas, acaba-se por dificultar o processo de reciclagem, tornando-o mais custoso ou mesmo inviável. O processo industrial de reciclagem de uma lata de alumínio, por exemplo, é diferente da reciclagem de uma caixa de papelão.

Diante do exposto, é de suma importância que a reciclagem de resíduos seja incentivada, facilitada e expandida no país, a fim de reduzir o consumo de matérias-primas, recursos naturais não-renováveis, energia e água. Com o intuito de facilitar a identificação dos coletores de cada tipo de resíduo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da resolução 275 de 25 de abril de 2001, estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, que deve ser adotado na identificação de coletores e transportadores.

Os materiais devem ser dispostos em coletores da seguinte forma:

AZUL: papel/papelão;

VERMELHO: plástico;

VERDE: vidro;

AMARELO: metal;

PRETO: madeira;

LARANJA: resíduos perigosos;

BRANCO: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;

ROXO: resíduos radioativos;

MARROM: resíduos orgânicos;

CINZA: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

As sobras que são geradas tanto por empresas, em processos industriais, como em residências podem gerar valor e renda quando são recicladas. Conforme dados do Instituto IPEA, no Brasil são gerados aproximadamente 160 mil toneladas diárias. Deste montante, são caracterizados como passíveis de reciclagem cerca de 30% a 40% dos resíduos.

A atividade de reciclar ainda é pouco explorada no país, pois apenas 13% desses resíduos são encaminhados para a reciclagem. Os principais itens que são reciclados são aqueles de maior valor agregado, a exemplo do alumínio. Dados da Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) atestam que o Brasil detém a liderança quando se trata da reciclagem de embalagens de alumínio para bebidas, com aproximadamente 97,9% no ano de 2015. Desenvolver e incentivar este processo é

papel da Educação, sendo fortalecido por meio de competências e habilidades contidas na BNCC.

## 4. Artefatos tecnológicos

A fim de alcançar-se os objetivos deste trabalho de pesquisa, aliando a robótica às ações educacionais de preservação ambiental na educação infantil, concebeu-se uma plataforma composta por um aplicativo de software e um dispositivo robótico programável. Os recursos foram projetados exclusivamente para ensino do conceito de separação de resíduos. A presente seção descreve o processo de criação e definição de dois artefatos tecnológicos: 1) aplicativo para dispositivos móveis e 2) unidade robótica.

### 4.1. Aplicativo para dispositivos móveis

O objetivo deste trabalho compreendeu desenvolver um aplicativo e um dispositivo robótico para o ensino dos princípios básicos de programação (programação sequencial) no contexto da correta destinação de resíduos (Figura 1). O aplicativo foi desenvolvido para o sistema operacional Android utilizando a linguagem de programação Java. Ele pode ser executado em dispositivos móveis compatíveis com o sistema operacional Android. A comunicação com a unidade robótica e o aplicativo é realizada através da tecnologia bluetooth.

Com objetivo de tornar as interações da criança com o caminhão imersivas e lúdicas, o aplicativo possui efeitos sonoros que indicam a situação atual do robô (Figura 2). Na concepção dos artefatos, considerou-se importante criar um cenário divertido, estabelecendo conexão entre as crianças e as situações que poderiam ocorrer (colisão, erro, acerto, entre outros).

Figura 1 – Visão da comunicação entre dispositivos móveis e o caminhão de reciclagem via Bluetooth.



Fonte: Elaborado pelos autores

Quando o caminhão colide com um obstáculo, o dispositivo deve vibrar e emitir o som de uma batida. Já, caso o caminhão alcance o objetivo correto, um som de vitória e de realização é tocado. Em outro cenário, quando o caminhão leva o lixo para a lixeira de cor incorreta, o dispositivo emite um som de equívoco. A escolha dos sons levou em conta a diversão. Sendo assim, até mesmo o som de equívoco deve gerar no aluno motivação para tentar novamente.

Figura 2 – Cenário de uso do aplicativo para controle do robô.



Fonte: Elaborado pelos autores

A criação dos cenários para programação é feita pelo professor (Figura 3). Para adicionar um novo cenário, deve ser utilizado o ícone verde de adição na tela inicial. O cenário deve ter um nome, número de linhas e número de colunas. Na tela de edição de cenários, a área abaixo do ambiente possui três tipos de ícones. O ícone do caminhão verde é utilizado para cadastrar o ponto inicial em que o caminhão partirá. O quadrado preto é utilizado para cadastrar obstáculos intransponíveis. Os ícones de lixeira (neste caso em três cores), são utilizados para cadastrar os objetivos finais do cenário.



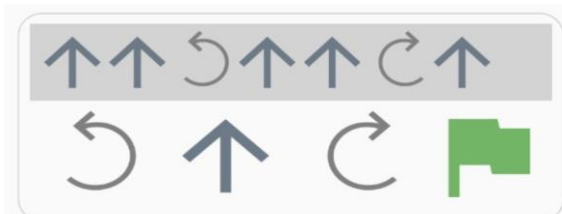
Figura 3 – Ambiente do professor para criação de cenários e desafios de programação.



Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 4 exibe, na parte inferior, os quatro botões disponíveis para a programação visual do caminhão, respectivamente: girar 90 graus à esquerda, andar reto, girar 90 graus à direita e executar. Na região superior, a sequência de imagens representa uma sequência de movimentos que serão executados pelo caminhão assim que o aluno clicar na bandeira verde. Esta sequência simboliza que o caminhão andará dois quadrados para frente, um giro à esquerda, dois quadrados para frente, um giro à direita e mais um quadrado para frente. Quando o aluno clicar na bandeira verde, o caminhão executará os movimentos indicados e a solução é confrontada com a posição desejada. Alcançando o destino, será emitido alerta sonora de sucesso. Caso contrário, um alerta sonoro de equívoco é emitido.

Figura 4 – Ambiente do professor para criação de cenários e desafios de programação.

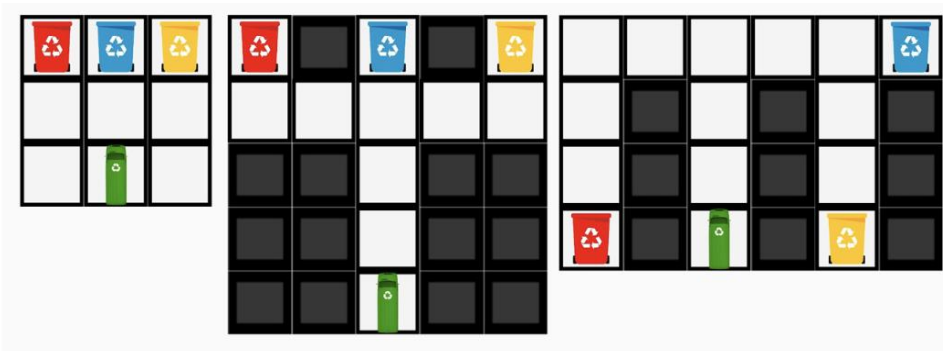


Fonte: Elaborado pelos autores

O aluno deve inserir todos os comandos de movimento, na ordem que deseja, e só então tocar na bandeira verde. Após feito, a unidade robótica e sua representação visual no aplicativo executam os comandos pré-programados pelo aluno. A Figura 5 ilustra outros

cenários para a programação do caminhão. O primeiro à esquerda é um cenário iniciante. O cenário central exige mais instruções de programação, mas é simples também. O terceiro cenário envolve mais instruções e operações envolvendo giros.

Figura 5 – Exemplos de cenários para programação visual.



Fonte: Elaborado pelos autores

## 4.2. Componente robótico

Este projeto adotou um microcontrolador Arduino UNO, indicado para projetos de média complexidade. Com 14 pinos de entradas e saídas digitais, 6 entradas analógicas, é uma das placas recomendadas pelo fabricante para projetos de robótica. O Arduino é uma plataforma de hardware, software e conteúdo de código aberto de origem italiana.

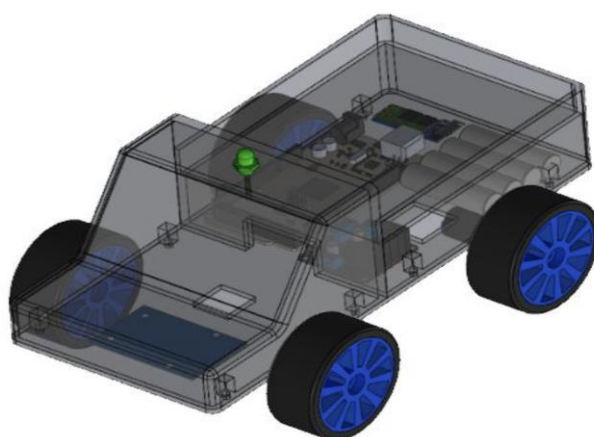
Tendo em vista que o hardware deve se movimentar em um determinado espaço, existe a necessidade de fazer curvas. Para isso foram aplicados ao robô kits de motores de corrente contínua (DC) com rodas integradas de 65 milímetros de diâmetro. Este kit possui *encoder* agregado ao eixo do motor, que funciona como sensor para medir velocidade e apurar o sentido de rotação. A corrente exigida pelos motores é superior ao valor que as saídas do microcontrolador conseguem suprir. Para executar o acionamento dos motores foi utilizado o circuito conhecido como ponte H, que além de trabalhar com valores de corrente superiores, traz a possibilidade de inversão do sentido de rotação do motor. Para inverter o sentido de rotação de um motor de corrente contínua é necessário inverter a polaridade da sua alimentação, invertendo o sentido da corrente.

Para a comunicação entre o componente robótico e o aplicativo, a ser executado em dispositivo móvel, foi escolhido o protocolo *bluetooth*. Este é um protocolo que permite a comunicação sem fio de dispositivos que estejam próximos, até no máximo 10 metros. É uma forma de comunicação de dados eficiente, de baixo custo e que possibilita que o seu projeto possa se comunicar com dispositivos como *tablets* e *smartphones*.

A carroceria foi desenvolvida para acomodar todos os componentes na parte interna, exceto os motores e rodas que ficarão fixados abaixo dela. Uma abertura na parte inferior foi usada para passagem dos chicotes de alimentação. O protótipo foi desenvolvido com o auxílio do software de modelagem *3D Solid Works*<sup>10</sup>, tendo sido impresso por meio de tecnologia de impressão 3D em polímero na própria universidade.

Dentre os principais aspectos observados para sua criação estão a robustez do componente, para que não sofra danos ao ser manuseado, a facilidade de manutenção e a importância de trazer um produto com um design atraente aos alunos, que lhes instiguem a brincar. A figura 6 ilustra a modelagem do caminhão.

Figura 6 – Projeto do dispositivo robótico com carroceria de caminhão e componentes interno.



Fonte: Elaborado pelos autores

O protótipo foi montado sobre uma plataforma impressa em ABS (acrilonitrila butadieno estireno) na própria universidade. Uma das principais preocupações com a montagem foi a fixação dos componentes, para que o produto final ficasse robusto o suficiente para suportar os impactos das interações com as crianças. Sendo assim, foram utilizados parafusos na união do chassi com a carroceria e também na fixação dos componentes no chassi.

As baterias também receberam atenção em sua fixação, tendo sido utilizado um fecho de velcro para sua estabilização na posição desejada. O peso dos componentes também foi dividido de forma que a maior concentração ficasse sobre as rodas com tração, visto que nos testes esta configuração apresentou melhores resultados em relação ao controle em curvas.

<sup>10</sup> <https://www.solidworks.com/pt-br>

Na parte dianteira foram utilizadas duas rodas do tipo bola de metal, lado a lado. Diversas outras configurações foram testadas, tendo sido esta a de melhor desempenho, permitindo ao veículo se movimentar em linha reta e fazer as curvas de 90 graus. Para completar a parte estética do veículo, foi feita a identificação do veículo com adesivos externos. Os adesivos trouxeram as identificações comuns, presentes em um caminhão de coleta de resíduos com seu motorista ao volante.

## 5. Experimentação e resultados

A fim de proceder com testes do aplicativo e do caminhão robô foram realizados experimentos. A fim de desenvolver-se as atividades instrucionais sobre a destinação dos resíduos e de programação, planejou-se dois encontros de duas horas. As atividades foram realizadas em uma escola de Educação Infantil. Os experimentos foram acompanhados pela equipe de desenvolvimento, mas conduzidos exclusivamente pelos professores responsáveis pelas turmas. Ao longo dos encontros foram analisados aspectos como imersão e interação dos alunos com as atividades utilizando o aplicativo, além do número de tentativas de cada aluno na resolução dos cenários propostos. Por se tratar de um artigo, apresenta-se aqui um recorte das análises realizadas.

As atividades foram desenvolvidas com 21 crianças (faixa etária de 4 a 6 anos) da Educação Infantil. Denomina-se os alunos da último ano da Educação Infantil como sendo a turma do pré. Já os alunos do penúltimo ano são chamados de turma do jardim. Tal nomenclatura é utilizada localmente. Os encontros iniciaram com atividades introdutórias com uso de slides, seguido pela utilização do aplicativo e da unidade robótica.

### 5.1. Detalhamento das atividades do primeiro dia

No primeiro dia, os alunos foram organizados de frente à tela projetada. O slide inicial continha uma animação de uma tartaruga nadando. A escolha deste slide foi feita para criar uma conexão inicial para o tema de separação de resíduos, poluição marítima e o seu efeito nas tartarugas marinhas. Os alunos demonstraram uma conexão afetiva com a tartaruga, copiando seus movimentos. Seguiu-se com a apresentação das cores usadas nas lixeiras para cada tipo de resíduo. Diversas brincadeiras e truques mágicos foram utilizados para cativar a atenção das crianças, incluindo atividades de coleta e depósito de um resíduo nas lixeiras das cores corretas. Premiações simbólicas com adesivos comemorativos foram dadas aos alunos de acordo com seu desempenho nas brincadeiras.

Optou-se por trabalhar com três lixeiras apenas (azul, verde e amarela), para os resíduos de papel, plástico e metal. Além de serem estes os mais comuns, também eram os

mais conhecidos das crianças. Confirmado o aprendizado das cores, os alunos foram divididos em trios. Cada trio sentou próximo ao cenário físico, representando a atividade definida no aplicativo. Cada aluno na sua vez utilizou o aplicativo e programou os comandos sequenciais do caminhão robô. Os alunos demonstraram muita atenção e diversão enquanto utilizavam o aplicativo. A utilização de sons divertidos para representar acontecimentos, e som de motor com o caminhão em movimento, tornaram a atividade bastante imersiva. Mesmo os alunos que esperavam sua vez imitavam as músicas de sucesso e insucesso quando as mesmas aconteciam.

Os cenários de atividade foram elaborados considerando um tabuleiro de três linhas por três colunas, sem obstáculos (Figura 5, cenário da esquerda). Esta atividade serviu também para confirmar se os alunos haviam aprendido as cores das lixeiras correspondentes aos tipos de resíduos. O percurso do caminhão robô era executado com um resíduo específico na caçamba (papel, plástico ou metal).

## 5.2. Detalhamento das atividades do segundo dia

No segundo dia de experimento foram utilizados os mesmos slides do primeiro para uma revisão das cores de cada lixeira. Identificou-se a necessidade de incluir novos slides para explicar de forma simples a execução de comandos sequenciais. Foram produzidos slides que representavam a ideia de algoritmo, por meio de um passo-a-passo para escovar os dentes. Foi questionado aos alunos cada um dos passos e definida a importância e a dependência de cada um deles. Diversas situações de aprendizagem foram exploradas, como por exemplo, simulação no tapete do caminhão, testes com instruções incorretas, retirada de passos ou giros para ver onde o caminhão pararia, entre outros casos. A diversidade dos testes estimulou as interações com os artefatos (aplicativo e robô caminhão), quanto produziu nitidamente insights, compreensões e analogias entre as crianças. Por fim, as atividades iniciais, planejadas visando o desenvolvimento do pensamento lógico sequencial, foram concluídas.

Na atividade seguinte, os alunos utilizaram o aplicativo e a unidade robótica com novos cenários, e de forma individual para que fossem feitos registros de seus resultados. O cenário foi configurado num ambiente de tabuleiro de quatro linhas por quatro colunas. Não foram utilizados obstáculos, mas as lixeiras foram dispostas de forma a criar um desafio maior. Os demais alunos, podiam assistir a programação, respeitando o tempo do colega e mantendo-se em silêncio. Foi entregue uma touca do personagem *Pikachu* para o aluno que realizava a tarefa, criando um ar de importância e atenção. A Figura 7 apresenta o desenvolvimento desta tarefa.

Figura 7 – Programação do **robô caminhão** com as crianças da Educação Infantil.



Fonte: Elaborado pelos autores

Sobre a capacidade de compreensão da tarefa, raciocínio e lógica de programação, foi notado que, em média, os alunos que obtiveram melhor resultado foram os que refletiram por mais tempo, simularam mentalmente os resultados e então ajustaram seu código. Os alunos que impulsivamente programaram comandos, sem usar o raciocínio lógico, não obtiveram bons resultados. Foi percebido que estes últimos apenas usaram o robô como um brinquedo, sem usufruir dos benefícios cognitivos da experiência. Também aferiu-se que, no geral, quando o aluno errava ocorria uma desmotivação na segunda tentativa, configurando um aspecto normal de comportamento humano.

Aos estudantes foi atribuída uma classificação estimada com base em seu desempenho na experiência (veja Tabela 1). Em média, a classificação ficou em 65%, o que significa que, a maior parte dos estudantes teve um desempenho considerado “razoável/bom”. Foram necessárias em média duas tentativas para que cada criança obtivesse sucesso no objetivo final. Esta simples experiência demonstra indícios de que as crianças estão, em sua maioria, abertas para receberem novas tecnologias e interagir com elas. Nota-se também o fato de que elas apresentam aptidão para desenvolver raciocínios lógicos e sequenciais. Com a frequência de atividades semelhantes, elas poderão realizar tarefas de programação mais avançadas.

Tabela 1 – Resultados do acompanhamento das programações das crianças.

N.	Sexo	N. tentativas até sucesso	Observações	Avaliação estimada de capacidade
1	M	3	Conseguiu somente com dicas, na 3 <sup>a</sup> tentativa	40%
2	M	1	Obteve algumas dicas, sucesso na 1 <sup>a</sup> tentativa	70%
3	F	1	Obteve algumas dicas, sucesso na 1 <sup>a</sup> tentativa	70%
4	F	1	Conseguiu na 1 <sup>a</sup> tentativa, poucas dicas, facilidade	100%
5	F	2	Na 1 <sup>a</sup> tentativa faltou o último movimento, sucesso na 2 <sup>a</sup>	80%
6	M	2	Programou sem dicas, falhou na 1 <sup>a</sup> , sucesso na 2 <sup>a</sup>	90%
7	F	1	Programou, revisou o código, refez e obteve sucesso na 1 <sup>a</sup> vez	100%
8	F	2	Na 1 <sup>a</sup> tentativa faltou o último movimento, sucesso na 2 <sup>a</sup>	90%
9	M	2	Na 1 <sup>a</sup> tentativa faltou o último movimento, sucesso na 2 <sup>a</sup>	90%
10	M	4	Falhou nas 3 primeiras tentativas, precisou de muita ajuda para ter sucesso	20%
11	F	1	Conseguiu na 1 <sup>a</sup> tentativa, com dicas	70%
12	M	2	Falhou na 1 <sup>a</sup> , obteve dicas e conseguiu sucesso na 2 <sup>a</sup>	60%
13	M	1	Programou analisando o caminho e simulando mentalmente, sucesso na 1 <sup>a</sup>	100%
14	M	3	Falhou 2 vezes, obteve sucesso somente com dicas	40%
15	F	2	Na 1 <sup>a</sup> tentativa faltou o último movimento, sucesso na 2 <sup>a</sup>	70%
16	M	1	Conseguiu na 1 <sup>a</sup> vez, facilidade	100%
17	F	4	Falhou 3 vezes, na última tentativa passou do ponto final, bastante dificuldade	10%
18	F	2	Falhou na 1 <sup>a</sup> , acertou na 2 <sup>a</sup> com muitas dicas, bastante dificuldade	20%
19	F	1	Acertou na 1 <sup>a</sup> vez, com dicas	70%
20	F	4	Errou a cor do resíduo e teve muita dificuldade. Sucesso na 4 <sup>a</sup> vez com dicas	10%
21	F	N/A	Recusou-se a interagir com o robô, aparentemente medo ou timidez	N/A

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao avaliar-se os resultados foram observados os seguintes pontos:

- As turmas do Pré e Jardim não obtiveram grandes diferenças em seus resultados. Constatou-se que não houve diferença significativa no desempenho em termos cognitivos.
- Não houve diferenças significativas de resultados entre gêneros dos alunos.
- Os alunos que prestaram maior atenção nas atividades predecessoras à atividade de programação obtiveram melhores resultados.
- É indicado aumentar o nível de dificuldade dos cenários, pois quatro alunos conseguiram resolver os desafios na primeira tentativa e com bastante facilidade.
- O layout do aplicativo foi de fácil entendimento dos alunos. Comandos disponíveis, suas funcionalidades, remoção de comandos e modo de jogar foram utilizados de forma intuitiva.
- Foi possível editar cenários compatíveis com as necessidades de cada aluno ao longo das interações.
- A utilização de artifícios sonoros foi um grande sucesso entre os alunos. Os alunos interagiram de forma intensa e isso auxiliou na manutenção da atenção durante as atividades.
- O aplicativo foi utilizado de forma intuitiva e sem maiores dificuldades pelos alunos.
- Os cenários utilizados tiveram a compatibilidade esperada com o nível das turmas.

Para finalizar, cabe destacar que a escola foi extremamente receptiva para a realização das atividades apresentadas neste trabalho. As crianças apresentaram curiosidade e relataram a vontade na continuação das atividades em encontros futuros.

## 6. Considerações finais

A inserção do aprendizado da lógica computacional na educação infantil é um desafio. A falta de estrutura nas escolas e a capacitação de professores são grandes barreiras a serem superadas. A criação e a utilização de ferramentas que auxiliem nesta tarefa é fundamental.

A pesquisa descrita neste artigo apresenta o desenvolvimento de um aplicativo e dispositivo robótico para ensino dos conceitos computacionais e de correta destinação de resíduos. O aplicativo desenvolvido tem a função de ser um suporte ao professor na elaboração das tarefas, bem com controle e registro das produções dos alunos. Com



modulação e customização, o professor tem a possibilidade de desenvolver cenários compatíveis com as habilidades dos seus alunos. Os cenários são desafios que transmitem um ambiente de jogo, com o objetivo de cativar e ensinar os alunos. O dispositivo robótico materializa a programação, favorecendo a aprendizagem e a criação de um ambiente concreto, onde se materializam as concepções dos alunos.

Pretendeu-se desenvolver uma alternativa de baixo custo para auxiliar a inserção da lógica computacional para crianças. Buscou-se criar um aplicativo que tivesse a capacidade de oferecer uma solução, dando autonomia para professores na construção de desafios relacionados à área. O aplicativo elaborado para o professor, de forma simplificada, apresenta um *feedback* necessário para avaliar as produções dos alunos. Recursos simples facilitaram o aprendizado e domínio do aplicativo pelos professores da escola onde se realizou o experimento. Notou-se que os professores com maior familiaridade no uso de tablets e jogos se apropriaram rapidamente da ferramenta proposta. Para os demais, rompida a primeira barreira e o medo de errar, todos prosseguiram e conseguiram programar o caminhão e realizar os desafios. Embora seja uma etapa inicial no caminho para o domínio das tecnologias, as evidências demonstram que os professores necessitam de mais tempo do que as crianças para compreenderem os conceitos de programação e assimilarem o funcionamento do controle sobre o robô. Graças a facilidade demonstrada pelas crianças, tanto na programação quanto na compreensão e remediação da sequência de passos do caminhão, os professores passaram a aceitar melhor e assegurar-se de que estavam no caminho certo na proposta das atividades.

Por fim, destaca-se que os experimentos foram realizados pouco antes da pandemia do Covid fechar as escolas. À medida que as atividades retomam, espera-se que o projeto volte a ser implementado e que novas versões possam ser disponibilizadas para a escola envolvida na pesquisa.

## 7. Referências

ATMATZIDOU, S.; DEMETRIADIS, S. Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: a study on age and gender relevant differences. **Robotics and Autonomous Systems**, [S.l.], v. 75, p. 661–670, 2016.

BRENNAN, K.; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In*: AERA, 2012, **Anais [...]** [S.l.: s.n.], 2012.

CELLAN-JONES, R. **Are teachers ready for the coding revolution?** Disponível em: <http://www.bbc.com/news/technology-25857276/>. Acesso em: 30 mar. 2018.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Resolução CONAMA n. 275/2001**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>. Acesso em: 06 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da educação. **Base nacional comum curricular**. 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC\\_EnsinoMedio\\_embaixa\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf). Acesso em: 02 jun. 2018.

FARR, C. **What's the right age for kids to learn to code?** Disponível em: <https://venturebeat.com/2013/06/25/whats-the-right-age-for-kids-to-learn-to-code-debate/>. Acesso em: 12 abr. 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

FRANCISCO JÚNIOR, N. M. VASQUES, C. K.; FRANCISCO, T. H. A. Robótica educacional e a produção científica na base de dados da capes. **Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)**, [S.l.], v. 35, p. 53, 2010.

LIGHTBOT. **Lightbot** - Puzzle game based on coding. Disponível em: <http://lightbot.com/>. Acesso em: 10 mai. 2017.

MAIA, L. D. O. A robótica como ambiente de programação utilizando o kit Lego Mindstorms. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE)*, 19., 2008, Fortaleza. **Anais [...]** p. 1-10.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças** – repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SANTOS, M. F. **A robótica educacional e suas relações com o ludismo: por uma aprendizagem colaborativa**. 2010. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) — Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2010.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, [S.l.], v. 3, n. 49, 2006.

ZILLI, S. R. et al. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. Florianópolis, SC: [S.l.], 2004.