

Utilização de robótica livre com dispositivos móveis no ensino de lógica de programação para alunos do Ensino Fundamental

Antonio de Lisboa C. Junior
Universidade Federal do Ceará
Lisboa@virtual.ufc.br

Andrei Bosco B. Torres
Universidade Federal do Ceará
andreibosco@virtual.ufc.br

Maria Joelma P. Peixoto
Universidade Federal do Ceará
joelma@virtual.ufc.br

Carolina Maia Almeida Bezerra
Universidade Federal do Ceará
Carolmaia.smd@gmail.com

Yure Vieira Sampaio A.
Universidade Federal do Ceará
yurevsa@hotmail.com

Davi Antunes de Araujo Gurgel
Universidade Federal do Ceará
davigurgel2@gmail.com

Lucíola Caminha Pequeno
Universidade Federal do Ceará
elcaminha@gmail.com

Wellington W.F. Sarmiento
Universidade Federal do Ceará
Wwagner33@virtual.ufc.br

ABSTRACT

This paper aims to present a report about the algorithmic teaching process and basic programming notions using Educational Robotics as a mechanical-motor learning tool in the context comprised of elementary school students. These are basic concepts, however well contextualized in their levels of difficulty and complexity. The survey was made with two groups of students, in which it was used: applications and programming languages appropriate to the defined age range, as well as an open source hardware platform: Arduino, the latter being the component automaton mediator of learning. For this work, questionnaires were elaborated and a lecture note with the proposed challenge. In addition, there were the crafting of the robotic unit (robot vehicle). We conclude that the medium used (robotic set) and the instruments applied to the teaching of algorithm not only catalyzed the students, but an intensive wish was instigated – protecting their cognitive limits – to find out for themselves logical-algorithmic solutions to the range of problems faced by them, that can be also applied to other educational segments.

RESUMO

O presente trabalho tem por intuito apresentar o relato do processo de ensino algorítmico e algumas noções iniciais de programação, utilizando a Robótica Educativa como instrumento de aprendizagem mecânico-motora, no âmbito compreendido por estudantes do Ensino Fundamental. Conceitos estes básicos, contudo bem contextualizados nos seus níveis de dificuldade e complexidade. A pesquisa foi elaborada com um grupo de alunos, nos quais se utilizou: aplicativo e linguagem de programação apropriadamente elaborada para a faixa etária delimitada; como também uma plataforma de *hardware* livre: *Arduino*, este último

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

XXXXXXXXXXXXX – As informações serão preenchidas no processo de edição dos Anais.

sendo o componente autômato mediador do aprendizado. Para este trabalho, elaboraram-se questionários e uma nota de aula com um desafio proposto. Soma-se, ainda, a confecção de uma unidade robotizada (robô veículo). Conclui-se que o meio utilizado (conjunto autômato) e os instrumentos aplicados no ensino de algoritmo não apenas catalisaram, como também instigaram nos alunos o desejo – resguardados os seus limites cognitivos – de sozinhos descobrirem soluções lógico-algorítmicas para o universo de problemas por eles enfrentados, fazendo com que possam aplicá-las em outros segmentos educacionais.

Descritor de Categorias e Assuntos

K.3.2 [Computers And Education]: Computer and Information Science Education - *Computer science education, Curriculum, Information systems education, Literacy, Self-assessment*

Termos Gerais

Algorithms, Design, Experimentation, Human Factors

Keywords

Algorithm, Design, Programming, Programming Language, Robotics, Educational Robotics

Palavras Chaves

Algoritmo, Programação, Design, Linguagem de Programação, Robótica, Robótica Educacional.

1. INTRODUÇÃO

Na atual sociedade da informação, conjectura-se que toda e qualquer nova tecnologia deve ser absorvida na medida em que se torna acessível. Contudo, para um ideal manuseio de tais ‘novas tecnologias’, são necessários cidadãos aptos a compreendê-las. Por esta razão, sempre que se discutem fórmulas para melhorar os níveis de qualidade de vida da sociedade, a importância da educação estará presente. Conforme Coutinho [1]: é preciso definir que tipo de pessoa a sociedade e a escola pretendem formar. Neste contexto, é preciso estar consciente da importância e da seriedade da tecnologia educacional. De nada adianta introduzir novos e sofisticados *hardwares* e *softwares* se o significado daquilo que se propõem a ensinar permanece sem

sentido para o dia-a-dia do aluno. É fundamental que todos os profissionais das Escolas, Faculdades e Universidades tenham consciência da importância das tecnologias no desenvolvimento intelectual (e.g. matemático, lógico etc.) dos nossos estudantes, para juntos proporem saídas, apontarem metas e, posteriormente, atingirem estes objetivos. Para tanto, a lógica algorítmica, a programação semi-empírica, as ferramentas da Robótica Educativa e as tecnologias móveis (sistemas operacionais, aplicativos e dispositivos) são algumas destas propostas que começam a convergir para os diversos ambientes de ensino. Desta forma, o presente trabalho apresenta uma proposta de uso de Robótica Educativa baseada em Tecnologias Livres para uso no Ensino Fundamental.

O trabalho está dividido em cinco partes, sendo a primeira contextualização do trabalho – introdução –; a segunda, a proposta da pesquisa (Arquitetura Marvin); a terceira o Estudo de Caso; a quarta o Resultados; como a quinta parte as Conclusões.

2. ARQUITETURA MARVIN

Nos últimos anos tem-se discutido bastante a importância do ensino de programação em escolas de Educação Básica e Fundamental. No início do ano de 2013, um vídeo da ONG CODE.ORG[2], foi divulgado com algumas personalidades como Mark Zuckerberg e Bill Gates defendendo o ensino de linguagem de programação de forma simples e intuitiva, afirmando inclusive que esta deveria estar do lado de matérias tradicionais como matemática, biologia e física. Foi com este objetivo que se desenvolveu o Projeto *Mobile Autonomous Robot Vehicle for Indoor Navigation*¹(MARVIN). Trata-se de um sistema formado por *hardware* e *software*livres, para ensino de programação e raciocínio algorítmico para estudantes do ensino fundamental.

Tendo como referência o projeto PRIMO.IO[3], de hardware livre e sua interface tangível de programação, o MARVIN segue a mesma temática associando em conjunto a iniciativa do projeto CODE.ORG, para o fomentar, estimular e divulgar o ensino de programação e lógica de programação direcionado para crianças e adolescentes.

A relevância para se ensinar linguagem e lógica de programação nas escolas de Educação Básica e Fundamental está relacionada ao melhoramento da capacidade cognitiva, o que contribui significativamente para o aperfeiçoamento do raciocínio lógico dos estudantes. O exercício de programar se constitui no desenvolvimento de uma solução para um determinado problema, exigindo, muitas vezes, o uso de várias habilidades cognitivas, como lógica e geometria, para decompor este problema, caso ele seja complexo, em partes menores e criar possíveis soluções.

Para o aprendizado de lógica de programação no ensino fundamental é necessário adotar ferramentas lúdicas e intuitivas que não torne o aprendizado moroso, enfadonho e cansativo. Além disso, um dos grandes desafios tem sido a inclusão de tecnologias no dia-a-dia das escolas, pois é necessário que se aproveite bem os recursos multimídia que um *tableto* ou um computador oferecem. Não se pode, por exemplo, utilizar ferramentas tecnológicas apenas em substituição a cadernos para apenas anotar o que for dito pelo professor em sala de aula.

Segundo Oliveira, Diana, *et al.*,[4]apudPapert[5], utilizar robôs como instrumentos educativos oferece inúmeras vantagens, pois

os robôs são objetos tridimensionais que se movem no tempo e espaço, sendo capazes de simular comportamentos humanos e animais. Dessa maneira, os estudantes aprendem mais rápido do que quando lidam com fórmulas abstratas, que não demonstram uma aplicação prática. A atração que crianças e jovens tem pelos robôs permite que explorem os campos da engenharia e ciências exatas por meio desses "brinquedos inteligentes" numa perspectiva "engraçada" Oliveira, Diana, *et al.*,[4]apudPapert[5].

2.1. Principais componentes de hardware

Para confecção do veículo foi selecionada uma placa *Arduino UNO*, de acordo com a Figura 1, tendo como principal elemento o microcontrolador ATmega 328, um chassi constituído por dois motores de corrente contínua, uma ponte H (para manipulação dos motores) e um módulo *Bluetooth*, para comunicação. Além de duas fontes de energia, uma para sustentar a placa *Arduino* e outra para a ponte H. A implementação, teste e execução da codificação foi realizada somente na IDE *Arduino* nativa da própria placa *Arduino*, não havendo a necessidade de importação de demais bibliotecas além das necessárias para o controle e manipulação dos motores e módulo *Bluetooth*.

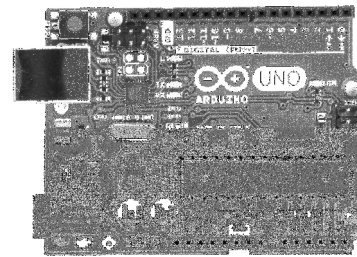


Figura 1 - Arduino UNO

Com isso, foi desenvolvida uma interface de comandos que se comunica com um veículo robotizado desenvolvido na plataforma *Arduino* (Figura 2).

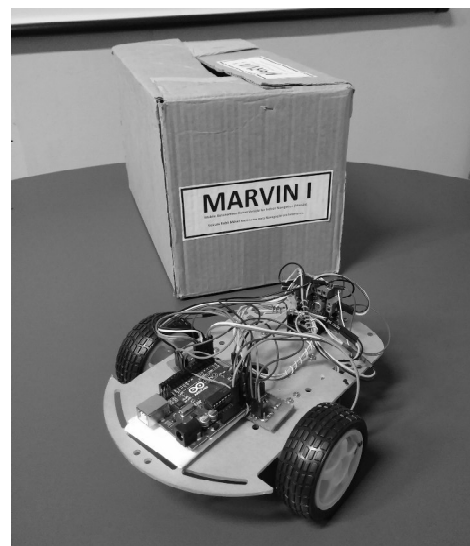


Figura 2 – MARVIN I comArduino

A escolha do *Arduino* para o desenvolvimento do veículo robotizado deu-se, principalmente, em virtude do barateamento dessa tecnologia se comparada com outras, tais como o LEGO[6] ou MODELIX[7]. Em virtude disso, o custo do produto final

¹Veículo Robô Móvel Autônomo para Navegação em Interiores

estaria bem mais acessível às escolas de Educação Básica e Fundamental.

2.2. Principais componentes de software

O recurso conta com uma interface voltada para o público jovem, por isso foi importante a criação de uma identidade visual divertida, mas ao mesmo tempo sóbria, já que trata-se de um dispositivo desenvolvido para práticas educacionais. Tornar as fontes de aquisição de conhecimento cada vez mais agradáveis para os usuários é um desafio. Como explica Júlio Miguel da Costa Pinto: “É necessário motivar os utilizadores, não só proporcionando portais fiáveis e eficientes, como também conquistando a sua confiança, o que pode ser conseguido através de um compromisso concertado entre a simplicidade, a originalidade e a criatividade.” Além disso, fala-se da importância da usabilidade e da experiência do usuário como fatores chave para o sucesso dessas interfaces: “A usabilidade das interfaces em projetos educacionais dirigidos a jovens constitui um fator fundamental para a utilização efetiva dos portais que suportam esses mesmo projetos: se o utilizador não conseguir concretizar as ações a que se propõe e que são oferecidas [...] em tempo útil, sentir-se-á derrotado, o que o levará a orientar-se para outro local”[8].

Para a construção da interface de comunicação foi utilizada a plataforma *PhoneGap*, pois este *framework* é voltado para a criação de aplicativos móveis multiplataforma utilizando HTML, CSS e *Javascript*. Assim, a aplicação irá funcionar em diferentes sistemas operacionais, tais como *Android*, *iOS*, *Windows Phone*, *BlackBerry* e outros, permitindo criar um código base comum que funcione nestes diferentes sistemas. A escolha da ferramenta se deu a partir de análise dos artigos[9] e [10], onde se percebeu que as tecnologias Web seriam as mais adequadas para o cenário de aplicação, por sua facilidade de adequação a diferentes dispositivos. Devido a esta escolha, foi utilizado o *node.js* também, que é um interpretador de código *Javascript* que funciona do lado do servidor, contribuindo para aumentar a escalabilidade das aplicações, o que permite dezenas de conexões simultâneas. Os testes do sistema foram realizados no emulador do Sistema Operacional *Android*, pois assim era possível emular o funcionamento do aplicativo antes mesmo de instalá-lo em um dispositivo móvel real.

A interface do aplicativo se divide em duas telas. A primeira (Figura 3) tem o objetivo de apresentar o sistema ao usuário. A segunda (Figura 4) é o espaço onde o estudante realizará atividades para a manipulação do veículo. O objetivo do aplicativo é que as peças do lado direito da Figura 4 sejam colocadas no painel de encaixe, formando uma trilha, conforme o caminho que se queira que o carro siga. Os comandos apresentados são:

- Seguir em frente;
- Dar a ré;
- Dobrar à direita;
- Dobrar à esquerda;
- Parar;
- Girar 90 graus.



Figura 3 – Início da aplicação MARVIN



Figura 4 – Tela de comandos de realização das ações

A interface segue as diretrizes do *flat design*[11], um conceito que vem sendo bastante difundido e que defende a simplicidade, a clareza e a eficiência nos recursos gráficos desenvolvidos, visando principalmente a funcionalidade, em detrimento a detalhes supérfluos que podem acabar por induzir o usuário ao erro na interação com o produto. Para isso, é preciso livrar-se de texturas, gradientes, sombras e bordas, deixando assim os elementos de tela planos e menos realistas. O oposto do *flat design* é o *skeuomorfismo*, que, de acordo com Hugo Pizaia, “é um ornamento físico, desenho ou técnica sobre um objeto feito para se parecer com outro material ou técnica. [...] A grande vantagem da estética realista é a melhora na usabilidade, as metáforas visuais e os modelos mentais já são familiares ao usuário.”[12]

Os ícones seguiram este mesmo estilo de design, mostrando elegância, clareza e objetividade em seu funcionamento, sendo arranjados em posições estratégicas, tendo como objetivo uma utilização adequada por parte do público alvo. Evitou-se ao máximo a utilização de texto nos ícones, pois partiu-se de um pressuposto mais lúdico, visando o público alvo que é composto por crianças e jovens do ensino fundamental. No painel de encaixe, localizado no canto inferior da tela, foi utilizada uma referência ao quebra-cabeça, um brinquedo já conhecido do público infantil, o que facilitou no entendimento dos usuários de que as peças se encaixam para formar comandos a serem executados pelo recurso físico.

Além da aparência, foi essencial que se proporcionasse uma experiência agradável ao usuário, o que se tornou algo ainda mais complicado devido ao fato de que o recurso seria utilizado numa plataforma mobile, onde o espaço é significativamente mais escasso em relação a diversas outras plataformas. Devido ao pouco espaço de interação do usuário com a plataforma, é importante que se evite a indução ao erro, já que nos dispositivos

mobile a interação se dá de forma mais direta, graças às telas com recursos *touchscreen*, por isso, a simplicidade, foi um dos fatores determinantes no desenvolvimento.

A comunicação entre a interface e o carro em *Arduino* deu-se através da tecnologia *Bluetooth*. Assim, o *Bluetooth* do dispositivo móvel é sincronizado com o do *Arduino*. Logo após estabelecida a conexão, os comandos de movimento são enviados por meio de cada peça do dispositivo à porta serial do *Arduino*, o que faz com que o carro reconheça e execute cada ordem, trilhando o caminho determinado pelo usuário.

Desta forma, é possível desenvolver atividades de raciocínio lógico com crianças da fase inicial do fundamental, fazendo-as pensar em uma maneira de montar uma trilha específica delimitada pelo professor em sala de aula, por exemplo.

Planeja-se ainda acoplar uma câmera ao carrinho para que se possa visualizar as imagens através da interface, assim será possível filmar e visualizar o ambiente por onde o carro passar. Além disso, deseja-se também colocar sensores (e.g. sensores de luz, presença, cor) e laços de repetição na interface.

3. ESTUDO DE CASO

O ambiente em que se desenvolveu o estudo foi delimitado a uma sala intitulada por “Sala de Projetos”, contendo computadores tipo PC, lousa eletrônica e um projetor, além de *tablets* do modelo *Samsung*. A escola escolhida atende exclusivamente alunos do Ensino Fundamental I (2º ao 4º ano) e Ensino Fundamental II (5º ao 9º ano). Este laboratório possui capacidade para vinte e cinco alunos, número este sendo o máximo de cada turma. Como público específico para o estudo, foi escolhido um grupo de quinze alunos de tempo integral, isto é, alunos que permanecem manhã e tarde na escola. A aula foi realizada integralmente na Sala de Projetos. Para o plano de aula, estruturou-se o seguinte roteiro: acolhida dos alunos, explanação sobre a tarefa que seria realizada, apresentação do ambiente de programação (linguagem e *tablet*), exposição do veículo e demonstração do seu funcionamento. Por fim, foi proposta a questão-desafio e, posteriormente, o preenchimento de um questionário. No encontro, foi descrito somente elementos básicos de programação, focando essencialmente conceitos sequenciais, sendo respectivamente: para direita, para esquerda, para frente, para trás, parar e girar. O tempo de aula se limitava a 90 minutos e cada grupo de alunos permanecia somente com um *tablet*, havendo, portanto, pares ou grupos de três membros.

3.1. Instrumentos utilizados no experimento

No presente trabalho, os seguintes instrumentos foram utilizados como ferramentas: **1)** questionário pós-avaliativo, **2)** linguagem de programação customizada, **3)** *kit* robótico livre *Arduino* e **4)** nota de aula.

3.1.1. Questionário pós-avaliativo

Os questionários foram aplicados após a atividade. O grupo de estudo mostrou-se sempre solícito para responder às indagações. O procedimento de perguntar sobre o assunto estudado mostrou-se bastante satisfatório, pois cada agente, espontaneamente, expressava-se através de palavras sem rodeios, indo sempre direto ao contexto da questão feita.

3.1.2. Linguagem de programação customizada

Através do aplicativo desenvolvido no ambiente *Android* e sua respectiva linguagem de programação, foi possível realizar o experimento sem maiores empecilhos. É importante ressaltar a sempre presente referência da linguagem Logo, contida implicitamente no ambiente do aplicativo trabalhado.

3.1.3. Kit robótico livre *Arduino*

O conjunto de *hardware* livre *Arduino* foi pedra fundamental para o trabalho de implementação, prototipagem, teste e resolução dos algoritmos para a questão-desafio. Com o veículo programável, cada grupo se propunha a descrever soluções, empregando algoritmos descritos apenas textualmente ou figurativamente. De quando em quando, apropriando-se de soluções de outros grupos e aperfeiçoando suas próprias soluções os alunos conseguiam associar partes de ideias distintas e descobrir se aquele resultado era viável ou carente de mais lógica; ou ainda, pediam mais funcionalidades ao autômato para dar vazão a algumas respostas adotadas. Um aspecto importante vivenciado durante cada tarefa foi a espontaneidade dos participantes na troca dos “códigos-fonte codificado”.

3.1.4. Nota de Aula

A nota de aula (instrumento tradicional) mostrou-se como elemento somador dos conceitos aprendidos diretamente pelos estudantes.

A frente de todos esses instrumentos, o *feedback* das consultas e as soluções lógico-algorítmicas encontradas apresentou-se repleto de reverses, principalmente quando se tratava da interpretação por alunos de Ensino Fundamental. Frequentemente, rompiam-se digressões dos princípios apresentados, com reflexões por parte de todos (alunos e instrutor) sobre essa, aquela ou aquela outra solução, permitindo-se, naquele instante, a inserção de novos elementos conceituais. Em tais oportunidades, solicitava-se uma descrição narrativa daquilo que se buscava falar, retornando em seguida ao cronograma estabelecido no início da aula. Os instrumentos apresentados não são por si a solução para todos os entraves que coexistem em uma sala de aula ou em um laboratório tecnológico, tampouco se pretende torná-los ferramentas ortodoxas para esse ou aquele exemplo. Deseja-se, com eles, uma maior flexibilidade quanto ao leque de alternativas para o ensino de algoritmo, lógica de programação e linguagem de programação. Como bem caracteriza Dim e Rocha[13]: Disciplinas onde o raciocínio lógico é um fator de grande importância, como as que tratam de algoritmos, por exemplo, são encontradas desde os primeiros semestres em cursos superiores de computação, e cursá-las com bom aproveitamento tem sido um desafio para os acadêmicos, que enfrentam dificuldades de aprendizagem.

3.2. Nota de aula: Questão-Desafio

Para a aplicação dessa tarefa foi selecionado um dos desafios que compõem o **Torneio Juvenil de Robótica (TJR)**, intitulado: **Viagem ao Centro da Terra**. Em seu Manual de Arbitragem é definido como sendo[14]: um desafio típico para um robô autônomo de exploração que tenha, como percurso, um caminho limitado lateralmente, cujo desenho componha um cenário previamente conhecido. Na atividade o robô deve percorrer o caminho (ida de volta) apresentado na Figura 5; no percurso há diversos obstáculos e o grau de complexidade pode evoluir

gradativamente para cada nível educativo. Além da nota de aula, foi impresso uma arena com o mesmo *layout* do gabarito, isto é, com o percurso que deveria ser realizado, contudo de maiores dimensões. A arena foi disposta por sobre uma mesa, de tal maneira que todos pudessem propor conclusões sobre qual estratégia deveria ser tomada para a solução do experimento.

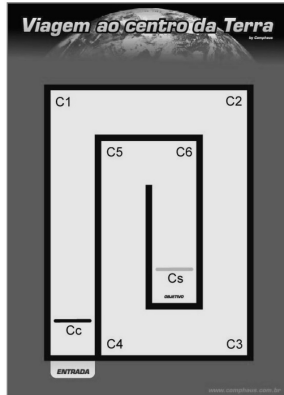


Figura 5 - Desafio TJR

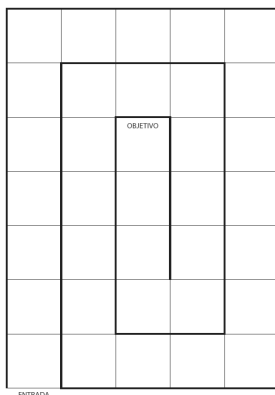


Figura 6 - Gabarito

No experimento da Sala de Projetos foi entregue aos alunos um gabarito segmentado, Figura 6, no qual cada espaço corresponderia respectivamente a um comando da linguagem de programação definida no aplicativo. Com o gabarito, o aplicativo e o robô, os pares de alunos divididos em equipes propuseram soluções em um tempo delimitado de 5 a 10 minutos. Depois de decorrido o tempo, ocorreu à troca de equipe e nova codificação foi realizada.

3.3. Relato da Questão-Desafio

A atividade “Viagem ao Centro da Terra” dividiu-se em três outras tarefas, sendo:

- Tarefa A: percorrer o caminho delimitado, sem obstáculo, ida e volta;
- Tarefa B: percorrer o caminho delimitado, com obstáculo, ida e volta;
- Tarefa C: percorrer o caminho delimitado, com obstáculos, instruindo o veículo com o menor número de comandos.

Nas três tarefas, os conceitos de sequência de comandos foram essenciais para solução de cada desafio proposto. Com isso, os princípios trabalhados abriram espaço para a compreensão de estruturas sequenciais de programação. A aplicação da folha com o gabarito do percurso demonstrou ser uma solução assertiva, nela teria que ser descrita toda a sequência de comandos para resolver o problema. Desta forma, o desafio e a compreensão deste foram documentados e discutidos posteriormente com os participantes.

Tendo em vista a total liberdade de manuseio das ferramentas (*software* e *hardware*) disponibilizadas para os alunos, inicialmente adotou-se a seguinte estratégia: os participantes foram deixados livres para tentarem compreenderem os comandos básicos apresentados. Com essa abordagem, os princípios de lateralidade, direcionamento, espaço e lógica sequencial foram introduzidos.

Na tarefa A, observou-se que os alunos não compreendiam, no primeiro momento, o correto direcionamento do deslocamento, visto que na Figura 7 e Figura 8 temos as soluções adotadas por dois grupos. Na Figura 9, temos uma proposta de solução adotada. É perceptível a limitação inicial no que se refere aos conceitos de lateralidade, espaço e direcionamento do movimento, contudo as instruções escolhidas na aplicação foram corretas.

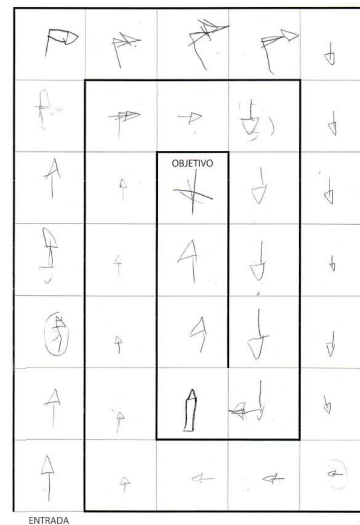


Figura 7 - Grupo A

apresenta como instrumento de excelência para a absorção de problemas lógicos e computacionais.

É possível notar que as práticas que trabalhem conceitos de Algoritmo como método de solução para problemas diversificados como: formas, compreensão espacial, movimento, etc., devem espelhar a evolução cognitiva de cada grupo e/ou alunos. Assim, o trabalho de ensinar Algoritmo para a Educação Fundamental, na verdade, pode ser visto como uma forma de abordar problemas já presentes em diversas disciplinas curriculares (matemática, ciências etc.) através de um modo diferente, seguindo uma linguagem mais clara, sem ambiguidades e ordenada, ou seja, uma abordagem algorítmica. Com isso, o aprendizado de algoritmos e lógica de programação torna-se um instrumento conceitual-metodológico da criança para a solução de problemas, tornando tais práticas algo concreto e significativo para seu aprendizado.

4. RESULTADOS

No que se refere à análise da tabulação realizada com o pós-questionário, percebe-se que os alunos demonstraram satisfação na realização da tarefa. Conforme o Gráfico 1, observa-se um panorama para uma melhor exploração de conteúdos e espaço para inserção de elementos de lógica-matemática e programação.

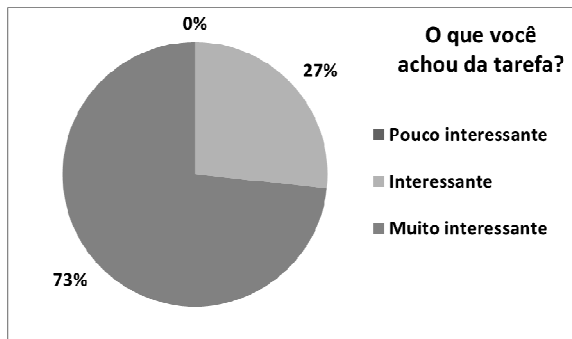


Gráfico 1 - Aceitação da tarefa

Com o gráfico de "Aceitação da tarefa", é possível notar que, das quinze crianças que participaram da atividade, 73% (setenta e três por cento) avaliaram a proposta educacional como muito interessante e 27% (setenta e três por cento) como interessante.

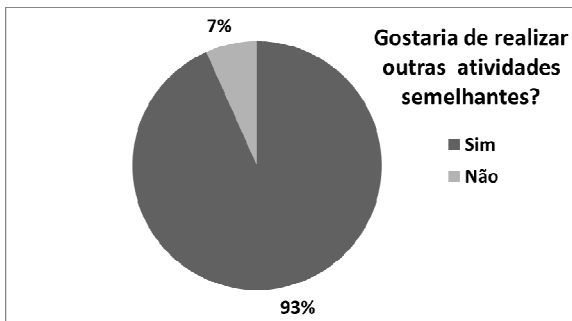


Gráfico 2 - Realização de atividades semelhantes

O modelo adotado de construção de algoritmos em par, de trabalho colaborativo entre as equipes e do compartilhamento de informações assimiladas, também despertou o empenho dos participantes da atividade, que diante dos novos instrumentos educativos apresentados, ficaram empolgados para realizar várias outras atividades semelhantes. Observa-se o interesse dos

estudantes no Gráfico 2 de "Realização de atividades semelhantes", tendo 93% (noventa e três por cento) dos alunos interessados em fazer outras atividades e apenas 7% (sete por cento) dispensariam outras oportunidades similares.

No gráfico "Autoavaliação", constata-se que os alunos compreenderam a importância da tarefa e a sua singularidade. Observa-se isso refletido no item "Estive atento", em que onze dos quinze alunos escolheram a opção "Sempre" e quatro marcaram "Muitas vezes". O comportamento de interação entre os participantes nos itens "Trabalhei bem em grupo" e "Dei sugestões e/ou fiz críticas" foi bastante satisfatório, tendo doze estudantes escolhido a opção "Sempre", um escolheu "Muitas vezes" e dois escolheram "Algumas vezes" para o item "Trabalhei bem em grupo". No que se refere ao "Dei sugestões e/ou fiz críticas", seis crianças optaram por "Sempre", duas escolheram "Muitas vezes", uma escolheu "Algumas vezes", quatro marcaram "Poucas vezes" e uma nunca opinou.

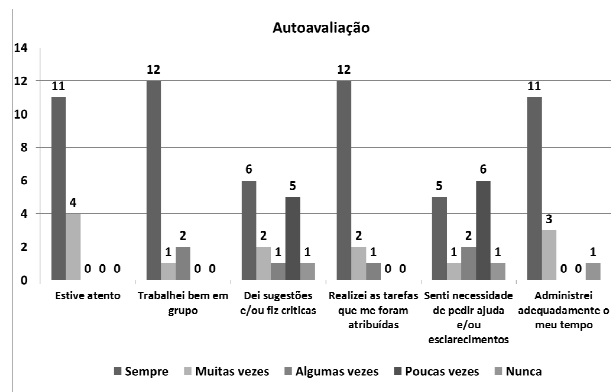


Gráfico 3 - Autoavaliação

No item "Realizei as tarefas que me foram atribuídas" doze alunos marcaram "Sempre", dois escolheram "Muitas vezes" e um afirmou que "Algumas vezes" realizou as atividades propostas. Verifica-se ainda a espontaneidade em solicitar ajuda aos demais colegas e instrutores, não furtando-se o desejo de aprender e compreender melhor o modelo de linguagem de programação apresentado e a estrutura do artefato robótico, pois cinco alunos escolheram "Sempre" para o item "Senti necessidade de pedir ajuda e/ou esclarecimentos", um optou por "Muitas vezes", dois escolheram "Algumas vezes", seis marcaram a opção "Poucas vezes" e apenas um afirmou que "Nunca".

Por fim, no item "Administrei adequadamente o meu tempo", onze alunos afirmaram que "Sempre", três escolheram "Muitas vezes" e apenas um afirmou nunca conseguir administrar bem o tempo.

Através dos resultados apresentados, atesta-se a integração educação-tecnologia como elemento de convergência no ensino. Essa mesma junção, já propagada por Seymour Papert[5], torna-se mais evidente, flexível e cotidiana a partir do momento em que são disponibilizados recursos de fácil assimilação e simples aglutinação de conteúdos lógicos-matemáticos.

A adoção de disciplinas/conteúdos que possuam em seus Planos de Aula ou em seus Planejamentos Pedagógicos inserirem componentes tecnológicos, em qualquer nível escolar, devem ser adequadamente enfatizadas e exploradas. Portanto, a experimentação e o constante aprimoramento de mecanismos didáticos pedagógicos em consonância com ferramentas de consulta

pré e pós atividades, não obstante também no decorrer das mesmas, devem ser a referência para um melhor tratamento de ferramentas educacionais.

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho, procurou-se seguir de maneira fidedigna os objetivos estipulados com forte atenção ao foco do tema. Observou-se de maneira imparcial as soluções encontradas, não se fazendo juízo de ideia dos meios utilizados ou das implementações e algoritmos sugeridos.

Como aprendizado, deixam-se as seguintes ponderações quanto aos objetivos delimitados. A análise de algoritmos específicos para o Ensino Fundamental apresentou-se como um desafio de médio esforço, por haver um leque de propostas em livros didáticos e na própria *Internet*, mais ainda, que a participação criativa e ativamente dos alunos nesse processo é de essencial importância. Contudo, deve-se observar o nível de complexidade da tarefa proposta para se ter a melhor forma de desenvolvimento do algoritmo a ela relacionada.

O estudo das soluções obtidas por alunos de diversas idades, segmentos educativos e maturidade lógico-matemática, delineou-se de forma, a princípio, desmembrado e, em alguns casos, descontinuado, não havendo consonância entre os algoritmos ‘desenhados’ pelos alunos com o objetivo estipulado, de maneira que se sentiu a necessidade de uma abordagem lúdica.

Posteriormente, com a familiarização dos instrumentos e ferramentas de programação, o comportamento lógico-algorítmico dos grupos convergiu para códigos estruturalmente bem definidos. Importante acentuar o estímulo e a resposta imediata do desafio com a utilização dos artefatos programáveis robóticos.

Quanto à proposta de mecanismos próprios de investigação, tais como: questionários, tarefas, proposições, desafios etc., para melhor afinar resultados e compará-los com outros materiais produzidos durante a pesquisa, mostrou-se consoante com artigos, monografias e dissertações pesquisados. A utilização contínua e sistemática de formulários (físicos ou virtuais) para aferir resultados – mesmo sendo uma prática tradicional –, ainda é um dos modelos ideais para medir a satisfação e o grau de compreensão daqueles envolvidos no processo de aprendizagem, principalmente quando o âmbito de estudo é propositalmente condicionado a resultados lógicos e matemáticos.

Em referência ao desenvolvimento de artefatos automatizados como ferramentas de aprendizado, distinguiu-se como peça fundamental para exemplificar diretamente as estruturas lógicas de programação. Por conseguinte, a proposta de ofertar aos alunos outra forma de conduzir o saber na área da matemática e da lógica, perfez-se em conformidade às ideias ponderadas por Papert, segundo POZZA[16], onde se tentou maximizar: escolhas e diversidades. Desaprovou-se a hierarquização do conhecimento, sugerindo-se a localização de algoritmos lógicos estruturais no interior do próprio saber absorvido pelo aluno ou pelo grupo.

Ao final, ocorreu uma preocupação em acumular sugestões e críticas entre os membros dos grupos estudados, para posteriores reorganização de estratégias e ações metodológicas. Deixando-se sempre livre o desejo de criação lógico-matemática dos alunos, não pondo obstáculos às dificuldades, nem se opondo a soluções algorítmicas extravagantes, desconcertantes ou mesmo esdrúxulas. Pois se compreende que esse é um dos elementos essenciais para o enriquecimento do conhecimento humano. Tendo em vista o

que foi dito acima, pode-se sugerir ainda as seguintes linguagens da Tabela 1, para a introdução conceitual de elementos básicos de programação.

Tabela 1 - Linguagens de programação.

APLICAÇÃO	
ROBÓTICA	NXT-G (*), Robolab (*), C-Arduino (**), Robomind(*), NXC(*), NQC(*)
DIDÁTICA	Jeliot, Scratch(**), Stencyl, Robocode, Logo, Visualg
COMERCIAL	LabView(**)
(*) Trabalha com Lego (**) Trabalha com Arduino	

Neste trabalho, mostrou-se a viabilidade do ensino de algoritmos com a mediação de autônomos programáveis. Tarefa que pode ser realizada em perfeita harmonia com alunos de Ensino Fundamental, sem nenhum empecilho, e mais, que as referidas ferramentas e instrumentos podem ser incorporados ao universo do Ensino Médio e Superior.

5.1. TRABALHOS FUTUROS

Como perspectivas futuras, uma nova proposta será feita, além de melhorias na aplicação do ensino fundamental com a inclusão de componentes mais avançados de programação. Então, uma nova interface com foco no ensino médio e superior será desenvolvida, contendo componentes e funcionalidades que proporcionam um controle pormenorizado.

Nesta nova versão, poderão ser combinados e explorados elementos de controle, sensores, estruturas de *loop*, conjuntos de operações matemáticas e lógicas e a criação de funções customizadas (sequência de comandos pré-determinados pelo usuário).

Quanto à interface (ver Figura 11), manteve-se a linha de *flat design*, porém quebrando o formato rígido de trilha da primeira versão, dando um grau de liberdade ao usuário quanto ao posicionamento e conexão dos elementos, incentivando e fortalecendo o pensamento e raciocínio lógico para abstração e compreensão da comunicação entre os elementos, pois com a introdução de estruturas mais avançadas, como *loop*, a lógica não é mais estritamente linear.

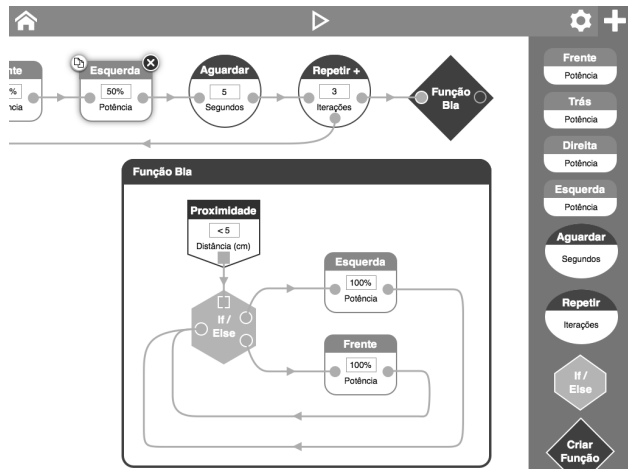


Figura 11 – Proposta de interface de aplicativo para Ensino Médio e Superior

Cada elemento possui um ponto de entrada e um de saída, e cada ponto pode ser conectado com os de outros elementos (com exceção dos sensores, que obtêm os dados de entrada diretamente do hardware), sendo possível até mesmo a criação de um *loop*, onde a saída de um elemento pode levar à entrada de um elemento no início da cadeia.

Respeitando a evolução do ambiente de programação, o próximo veículo MARVIN, na sua segunda versão – em avançado desenvolvimento – (Figura 12), deverá incluir uma interface de programação tangível, *tags* de comando semelhantes ao projeto PRIMO.IO, contudo com elementos de programação de maior complexidade. Uma estrutura com maior robustez mecânica, tendo um chassi com quatro rodas, que proporciona melhor estabilidade, equilíbrio e espaço físico para acondicionamento e manipulação de diversos componentes eletrônicos.

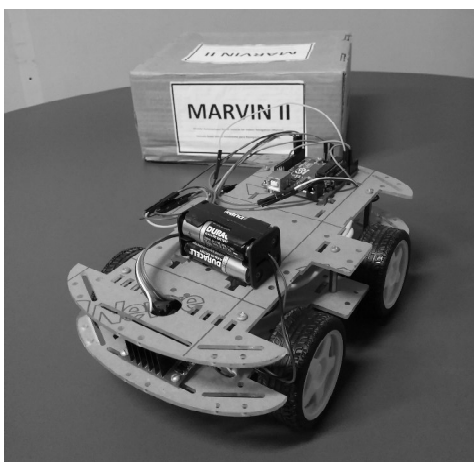


Figura 12 – MARVIN II com Arduino

Um pincel, tipo *Pilot*, retrátil, acionado por um comando específico será acrescentado para desenhos diversos em uma superfície com papel ou cartolina, possibilitando uma abordagem não somente *desktop*, *web* ou *mobile*, mas também factual para tarefas que evoluam: formas geométricas, ângulos, estudo de retas, coordenadas cartesianas, lateralidade, geografia e atividades

outras, que podem ser resgatas das diversas propostas e projetos advindos da linguagem Logo.

Este segundo autômato contará com uma gama de sensores, três mecanismos de comunicação diferenciados e devidamente preparado para acomodar outras placas *Arduino* e/ou *RaspberryPi*. Completando este *kit* planeja-se a integração com um leitor de RFID (Identificação por Rádio-frequência ou *Radio-Frequency Identification*), para tarefas sensoriais e uma câmera CCD (Dispositivo de Carga Acoplada ou *Charge-coupled Device*) integrada ao aplicativo de programação que auxilie na imersão de ambientes.

Conforme a Tabela 2 apresenta, tem-se um comparativo dos componentes pretendidos para os respectivos veículos e suas correspondentes áreas de atuação educacionais. É importante ressaltar, que tendo em vista este conjunto de componentes e ambiente de programação proposto, o planejamento de atividades e o leque de experimentos lógicos, físicos, matemáticos e computacionais serão devidamente contemplados em sua grande maioria.

Tabela 2 - MARVIN I e MARVIN II.

	Marvin II (quatro rodas)	Marvin I (duas rodas)
Sensor ultrassônico	EM, ES	EM, ES
Wireless (Xbee)	EF,EM,ES	EF,EM,ES
Bluetooth	EF,EM,ES	EF,EM,ES
Shield Ethernet	NÃO	NÃO
RFID	EF,EM,ES	EF,EM,ES
Transceptor rádio	EF,EM,ES	EF,EM,ES
CCD (câmera)	EM, ES	EM, ES
Sensor seguidor de linha	EM, ES	EM, ES
Raspberry Pi	EM, ES	NÃO
Arduino UNO	EF,EM,ES	EF,EM,ES
Arduino MEGA	EM,ES	NÃO
Arduino ROMEO	NÃO	NÃO
Arduino Lilypad	NÃO	NÃO
Acelerômetro	EM,ES	NÃO
GPS	EM,ES	NÃO
Sensor luz	EM,ES	NÃO
Sensor cor	EM,ES	NÃO
Sensor temperatura	EM,ES	NÃO
Interface Mobile	EF,EM,ES	EF,EM,ES
Interface Tangível	EF,EM	NÃO
Giroscópio	EM,ES	NÃO
Sensor sonoro	EF,EM,ES	EF,EM,ES
Pincel de desenho	EF,EM,ES	NÃO

EF – Ensino Fundamental, EM – Ensino Médio, ES – Ensino Superior

Dessa forma, permite-se que alunos não somente do Ensino Fundamental, Ensino Médio e Superior, como também os estudantes do Ensino Tecnológico e Profissionalizante, adultos de projetos EJA (Educação para Jovens e Adultos), e mais – aqui enfatiza-se um segmento com escassos recursos – crianças com disfunções mentais, como por exemplo: autismo, ou até

jovens/adultos com transtornos de comportamento e/ou distúrbios cognitivos, possam compreender, desenvolver e codificar soluções de forma simples e elegante.

Seguindo ainda uma perspectiva colaborativa, pretende-se integrar a *interface* de programação ao Ambiente Virtual de Aprendizagem SOLAR 2 [17]. Com isso a abrangência da aplicação torna-se parte de um processo maior, onde se poderá ter ferramentas de discussão, conteúdos e colaboração atrelados ao ambiente de programação. Tudo isso acessível através da Web. Como exemplo de uso desta nova fase do MARVIN têm-se:

- **Exemplo 1:** uma tarefa é solicitada a um conjunto de alunos de uma disciplina específica. A turma não dispõe de um robô. Remotamente os mesmos manipulariam um robô localizando em outro ambiente (laboratório, cidade, etc.), efetuariam a atividade e coletariam os dados.
- **Exemplo 2:** alunos de uma **disciplina A**, de uma **turma B**, de uma **cidade C**, codificam uma **solução S-1** (contendo código e manipulação de um autômato), a mesma solução poderia ser executada, recodificada, ou simplesmente tomada como referência para uma variante **solução S-2**, por alunos de uma **disciplina X**, de uma **turma Y**, de uma **cidade Z**. Posteriormente os resultados poderiam ser comparados, criando uma base dados com respostas diversas.

6. REFERÊNCIAS

- [1] COUTINHO JÚNIOR, A. D. L. **Aprendizagem de Algoritmos e Programação no ambiente de Robótica Educativa para o Ensino Fundamental**. Fortaleza: Faculdade Lourenço Filho - Curso: Ciência da Computação, 2013.
- [2] PEREIRA, L. Escolas defendem ensino de programação a crianças e adolescentes. **Olha Digital**, 06 jun. 2013. Disponível em: <<http://olhardigital.uol.com.br/noticia/escolas-defendem-ensino-de-programacao-a-criancas-e-adolescentes/35075>>. Acesso em: 06 jun. 2013.
- [3] YACOB, F.; LOGLIO, M.; LEONARDI, V. **Primo.IO**, 22 dez. 2013. Disponível em: <<http://www.primo.io/home>>. Acesso em: 22 dez. 2013.
- [4] OLIVEIRA, D. et al. UMA PROPOSTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO UTILIZANDO ROBÓTICA EDUCATIVA E STORYTELLING. **II Congresso Internacional TIC de Educação**, Lisboa, p. 10, 30 dez. 2012.
- [5] PAPERT, S. **The Children's Machine: Rethinking School In The Age Of The Computer**. Basic Books: [s.n.], 1994.
- [6] LEGO. **LEGO Mindstorms**. Disponível em: <<http://mindstorms.lego.com/>>. Acesso em: 01 set. 2014.
- [7] MODELIX ROBOTICS. **Modelix Robotics**. Disponível em: <<http://www.modelix.cc>>. Acesso em: 01 set. 2014.
- [8] PINTO, J. M. C. D. C. Desenvolvimento da interface de portais educacionais para jovens. Porto: Universidade do Porto, 2006. p. 144. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Engenharia.
- [9] OHRT, J.; TURAU, V. Cross-Platform Development Tools for Smartphone Applications. **Computer Journal, IEEE Computer Society**, p. 72-79, 2012. ISSN 0018-9162.
- [10] CHARLAND, A.; LEROUX, B. Mobile Application Development: Web vs. Native. **Communications of the ACM**, New York, v. 54, n. 5, p. 49-53, 2011.
- [11] CAMPBELL-DOLLAGHAN, K. O que é flat design? **Gizmodo**, 2013. Disponível em: <<http://gizmodo.uol.com.br/o-que-e-flat-design/>>. Acesso em: 01 set. 2014.
- [12] PIZAIA, H. Skeuomorfismo uma análise. **Revista Cliche**, 2013. Disponível em: <<http://www.revistacliche.com.br/2013/03/skeuomorfismo-uma-analise/>>. Acesso em: 01 set. 2014.
- [13] DIM, C. A.; ROCHA, F. E. L. D. APIN: Uma Ferramenta Para Aprendizagem de Lógicas e Estímulo do Raciocínio e da Habilidade de Resolução de Problemas em um Contexto Computacional no Ensino Médio. **XXXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC)**, Natal, 2011.
- [14] GESTOR, C. **Manual de Arbitragem - Torneio Juvenil de Robótica - Desafio Viagem ao Centro da Teraa**. São Paulo: Torneio Juvenil de Robótica, 2013.
- [15] UNICAMP. O Ciclo de Aprendizagem. **Instituto de Artes**, 2001. Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/disciplinas/ciclo/defineciclo.html>>. Acesso em: 01 set. 2014.
- [16] POZZA, A. E. Ambientes mediados por computadores: aprendizagem colaborativa e cooperativa. **Revista Aatoria**, n. Número 3, 2007.
- [17] UFC - VIRTUAL, I. U. V. **SOLAR - Ambiente Virtual de Aprendizagem da Universidade Federal do Ceará**, 2013. Disponível em: <www.solar.virtual.ufc.br>. Acesso em: 1 set. 2014.