

Promoção do ensino de programação e robótica a estudantes de escolas da rede pública de ensino na cidade de Divinópolis

André Luís Ribeiro¹, Lucas Augusto N. S. Fonseca¹, Thales Aparecido S. Elias¹
Anderson Ribeiro O. S. Silva¹, Rodrigo Alves dos Santos¹
Alisson Marques da Silva¹

¹Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CEFET-MG Campus Divinópolis
Divinópolis – MG – Brasil

{andre.rib.luis, lucas.niess, thales.a.elias,

anderson.edu.ead, ralves.professor, alissonmarques}@gmail.com

Abstract. *This article discusses the development of a programming and robotics learning project for students of public schools in the city of Divinópolis - MG. In it, students from the 8th and 9th years of Elementary School are guided to create autonomous robots and computer programs, which stimulates, respectively, the creativity and the logical-arithmetic guessing, developed during the assembly of the robots and the programming of the computers. Thus, it is believed that these adolescents, when exposed to extracurricular knowledge in the area of Informatics, can expand their cognitive ability of abstraction and logical thinking prematurely, which would positively affect their school performance in Exacts curricular components.*

Resumo. *Este artigo aborda o desenvolvimento de um projeto de ensino de programação e robótica a estudantes da rede pública de ensino na cidade de Divinópolis - MG. Nele, alunos dos 8^o e 9^o anos do Ensino Fundamental são guiados a criar robôs autônomos e programas de computador, o que estimula, respectivamente, a criatividade e o pensamento lógico-aritmético, desenvolvidos durante a montagem dos robôs e a programação dos computadores. Dessa maneira, acredita-se que esses adolescentes, ao serem expostos a conhecimentos extracurriculares da área de Informática, possam ampliar sua capacidade cognitiva de abstração e pensamento lógico prematuramente, o que afetaria positivamente em seu rendimento escolar em componentes curriculares Exatos.*

1. Introdução

A pirâmide de aprendizado é uma referência comum para professores prepararem formas efetivas de aula. De acordo com ela, quanto mais envolvido e ativo no processo de aprendizagem o aluno está, mais informações serão armazenadas. A origem dessa conclusão está diretamente relacionada com o Cone de Experiência proposto em 1946 [Dale 1969] cuja criação teve por objetivo classificar os diversos tipos de absorção de informações de acordo com o tipo de experiência, como ilustrado na Figura 1. Com isso, no topo da imagem estão os símbolos verbais, enquanto a base é formada por experiências reais, mais concreta [Dale 1969].

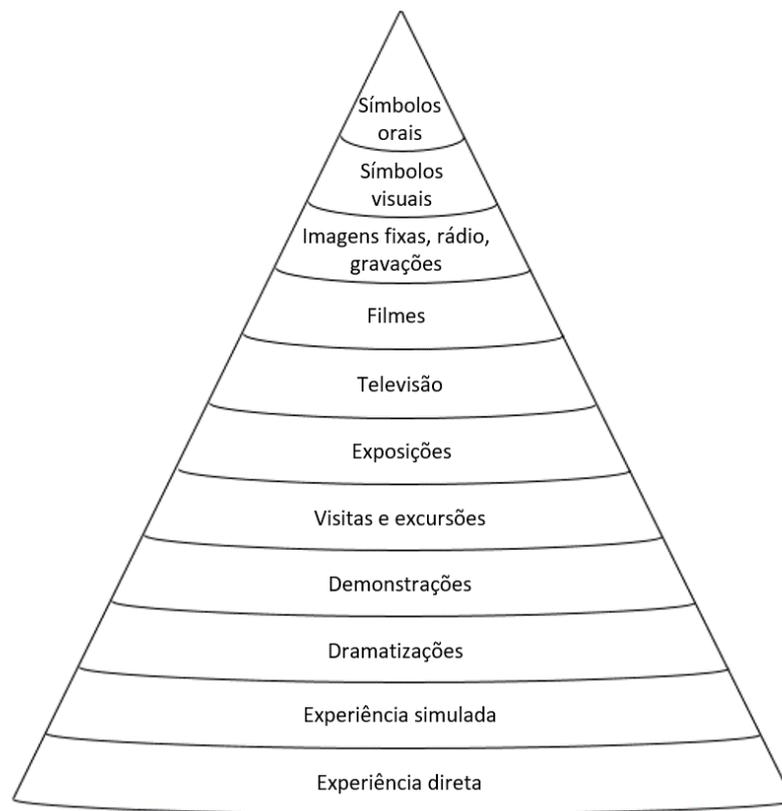


Figura 1. Cone de Experiência. Adaptado de [Dale 1969]

Nesse âmbito, o autor descreve experiências reais como aquelas em que o estudante tem participação direta e com responsabilidade nos resultados. Considera-se, assim, que nossas memórias mais vívidas são resultados desse tipo de experiência. Contudo, como todo tipo de técnica tem suas limitações naturais [Dale 1969], é necessário que haja uma combinação nos elementos desse cone e, ainda, que se considere que a distância entre cada nível é um curto caminho. Nestes termos, é preciso que se considere que esse cone serve como forma visual e metafórica para o processo de aprendizagem. Logo, é um erro interpretar cada nível como uma estrutura rígida, sendo necessário aceitar que as camadas podem se sobrepor para se adequar a diversas estratégias. Por fim, é digna de citação a constatação de que o aumento do nível de abstração não está ligado com o nível de dificuldade.

Após a publicação do Cone de Experiência, foi criada uma pirâmide que tem servido como norte para os processos de ensino/aprendizagem até os dias atuais. Nela, a estrutura substituiu os níveis de experiência pelos métodos de instrução. Também é adicionada ao modelo uma proporção que representa o quanto será retido pelo cérebro após cada atividade [Glasser 1986]. A forma mais comum apresentada pela pirâmide possui como camadas: ouvir, ler, utilizar elementos audiovisuais, ver demonstrações, discutir, praticar e ensinar aos outros, o que pode ser visto na Figura 2. A seguir, cada uma dessas camadas é resumida [Lalley and Miller 2007].

Ouvir é um plano de ensino bem estruturado. Essa forma dá destaque na direção que o professor deseja guiar e na interação com o aluno. Nesse modelo, o professor

apresenta diversas experiências relacionadas ao assunto e, assim, guia o estudante a conclusões sobre o conteúdo.

Ler é de comum entendimento que o primeiro objetivo das escolas é guiar os alunos a melhorarem seus diversos níveis de letramento. Pesquisas apontam que a técnica é válida, uma vez que incentiva os estudantes a criarem analogias para entenderem algo fora de sua compreensão.

Audiovisual é um método que utiliza como ferramentas vídeos, sons, gráficos, imagens, entre outros. Uma das grandes vantagens de se utilizar desse tipo de tecnologia é a atenção inerente que ela atrai dos alunos.

Ver demonstrações é o ato de se ter um especialista no assunto, geralmente o professor, a executar uma tarefa enquanto os alunos observam. O principal objetivo desse modelo é corrigir algumas ações dos estudantes e evitar ambiguidades nas explicações.

Discutir esse tipo de técnica tem se provado mais eficaz do que os estudos individuais. Discussões em grupo estimulam o pensamento e a articulação de ideias relacionando-as ao tema. O professor tem o papel de mediador das discussões e de prover incentivo para que todos os alunos participem.

Praticar é efetiva por incentivar os estudantes a trabalhar como um profissional da área. Os alunos trabalham em grupo para descobrir princípios e relações dentro de um conteúdo. Assim, eles desenvolvem um entendimento pessoal sobre o assunto, que é mais aproveitado do que se os estudantes fossem apenas ensinados sobre o tema.

Ensinar outras pessoas é uma boa prática de ensino visto que permite aos monitores aprenderem mais sobre o tema a ser desenvolvido e aumentarem os níveis de relações lógicas dentro de um determinado conteúdo.

Além do método de aprendizado, em um processo de ensino é necessário analisar o conteúdo apresentado aos alunos em sala de aula. Isso porque o nível de utilização e aplicação de conhecimento é um dos fatores a definir o aumento ou a diminuição da desigualdade social em países em desenvolvimento [Silva et al. 2005]. Nas áreas da tecnologia, isso pode se manifestar através do processo de inclusão digital, que culmina em uma sociedade mais igualitária [Silva et al. 2005].

Nesse cenário, este trabalho apresenta resultados parciais de um projeto de extensão que se volta para o ensino de programação e robótica a estudantes de escolas da rede pública de educação da cidade de Divinópolis-MG. Dentre seus objetivos encontra-se proporcionar a inclusão digital e tornar os recursos tecnológicos mais acessíveis para escolas públicas da cidade de Divinópolis, município de cerca de 200 mil habitantes localizado no Centro-Oeste do estado de Minas Gerais. Além disso, objetivava-se utilizar o processo de aprendizagem de programação e robótica para integrar o ensino de diferentes disciplinas, despertar o interesse dos alunos por conteúdos das áreas abarcadas e, finalmente, melhorar o desempenho escolar dos alunos. Outro ponto a se destacar é que os treinamentos foram ministrados por alunos do Curso Técnico em Informática do CEFET-MG Campus Divinópolis, sendo objetivo do projeto contribuir para que estes alunos fossem beneficiados com a possibilidade de ensinar o conhecimento adquirido no curso a outros alunos.

O projeto pautou-se na ideia de que o ensino de programação no nível básico contribuiria para melhorar o processo de compreensão/aprendizagem nas demais disci-

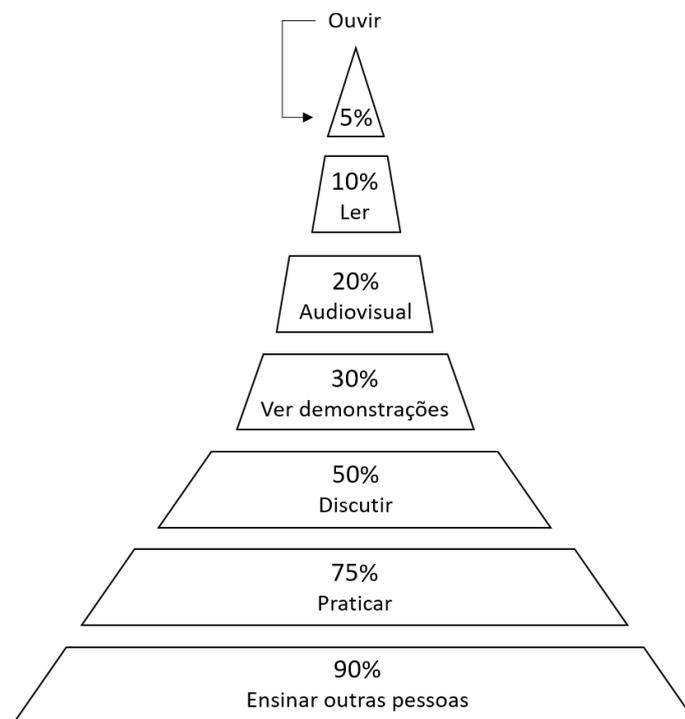


Figura 2. A Pirâmide da Aprendizagem. Adaptada de [NTL 1954]

plinas, diminuir os índices de evasão em cursos profissionalizantes da área e despertar o interesse de alunos por esse conteúdo [Garlet et al. 2016]. Quanto à robótica, do ponto de vista educacional, essa área tem se demonstrado pedagogicamente eficaz por abranger um ensino integrado de diferentes disciplinas [Martins et al. 2012], dentre as quais destaca-se a física [Santos and de Menezes 2005], muito relegada por diversos estudantes.

O projeto teve início em agosto de 2016 em parceria com três escolas do município e com apoio da Diretoria de Extensão e Desenvolvimento Comunitário do CEFET-MG. Cada instituição de ensino selecionou sete alunos para o curso de programação e 5 alunos para o curso de robótica. Todas as turmas contaram com dez encontros, que ocorriam de forma semanal, com uma carga horária de quatro horas. Após o primeiro semestre, as escolas atendidas foram alteradas por outras três que permaneceram por dois semestres.

Este trabalho encontra-se subdividido em mais três seções além desta contextualização. A segunda seção descreve as ferramentas e metodologias aplicadas nas aulas propostas. Já a terceira seção apresenta alguns dos resultados que foram possíveis observar após o fim das turmas. Finalmente, a seção 4 apresenta algumas considerações acerca do projeto e discussões sobre possíveis ações futuras a serem implementadas.

2. Materiais e Métodos

Para compor a equipe de execução do projeto, foram selecionados alunos do último ano do Curso Técnico de Nível Médio Integrado em Informática do CEFET-MG para ministrar as aulas. Essa seleção foi efetuada conforme critérios de rendimento acadêmico, atuação na área, mérito competitivo, domínio e afinidade com Computação e Robótica.

Além disso, os laboratórios das dependências da instituição executora foram utili-

zados para lecionar os conteúdos de ambas as disciplinas. A seguir serão apresentados os instrumentos e técnicas utilizados para promover o ensino de programação e de robótica, respectivamente, dentro do escopo do presente projeto.

2.1. Programação

Para realização do curso de programação, optou-se pelo ensino da pseudolinguagem de programação Portugol, através do ambiente Portugol Studio. Esse ambiente foi desenvolvido especialmente para aprendizado de programação básica e possui, portanto, funções que visam facilitar o desenvolvimento de softwares simples [Noschang et al. 2014]. As funcionalidades incluem um sistema de ajuda, no qual constam as regras da estabelecidas pela linguagem, e um depurador, que permite a execução passo a passo do programa.

Para viabilizar o processo de ensino, o projeto contou com a participação de 5 alunos do Curso Técnico em Informática para ministrar as aulas. Esse número foi necessário para permitir que cada um dos 21 estudantes atendidos semestralmente pelo programa recebesse atendimento individual sempre que produzisse algum programa ou fizesse alguma atividade. Dessa forma, o processo de ensino foi pautado na análise e correção dos erros e pensamentos próprios de cada aluno.

Para o ensino de programação, o projeto utilizou uma metodologia baseada na aproximação do conteúdo visto na sala de aula do visto no dia a dia. Para tal, o ensino das estruturas básicas da linguagem foi feito a partir de comparações com elementos do cotidiano. Uma estrutura condicional básica, por exemplo, foi comparada a uma situação de escolha da vida real. Após o aprendizado pautado em associações, o aluno foi instigado a praticar o que foi visto em sala de aula em diferentes exercícios que propunham interpretar e resolver problemas. Foi principalmente nesse momento que os estudantes puderam contar com o atendimento individual supracitado. Essa estrutura está de acordo com o conceito da prática, apresentado como parte da base da pirâmide de aprendizado.

Sobre os estágios do aprendizado de programação, foram analisados os níveis em modelo hierárquico sobre a pergunta “o que significa aprender a programar?”: 1) aprender, ler e escrever uma linguagem de programação; 2) a aprendizagem de uma forma de pensamento alinhado com uma linguagem de programação; 3) entender o que são programas de computador e como eles aparecem na vida cotidiana; 4) a aprendizagem de uma maneira de pensar que permite a resolução de problemas; 5) aprender uma habilidade que pode ser usada fora das aulas de programação [Eckerdal et al. 2005]. As aulas foram ministradas buscando sempre transitar entre esses diferentes níveis de aprendizado.

Antes da primeira exposição do projeto aos alunos, foi preparado um plano de aulas que marcou as atividades a serem realizadas. O plano incluiu o ensino de matérias como introdução à programação e ao Portugol Studio, variáveis, estruturas condicionais, laços de repetição, funções, bibliotecas e interface gráfica. Em conjunto, esses elementos constituem uma base teórica suficiente para realização de todas as atividades propostas pelo plano de ensino.

2.2. Robótica

A principal ferramenta utilizada nas aulas de Robótica foi o Kit LEGO Mindstorms [LEGO 2017], que possui peças plásticas de montagem facilitada, sensores de diferentes características, motores-servo, rodas emborrachadas, cabos flexíveis para estabelecer

transações de dados e uma unidade de controle e processamento de dados, onde são criados os programas que controlam o robô nas situações propostas. Nessas situações, o robô deve se locomover, seja de maneira retilínea ou curvilínea, além de detectar obstáculos e seguir linhas. Tais atividades foram baseadas no desafio Resgate de Alto Risco proposto pelo Torneio Juvenil de Robótica, em que jovens do Ensino Fundamental, Médio ou Técnico participam todos os anos nas pistas pré-determinadas em edital [TJR 2017a].

Para constituir a base de funções de controle dos robôs foi utilizado o software disponibilizado pela LEGO. Como o público-alvo do projeto em questão era composto por adolescentes, a programação foi ensinada e aplicada através da metodologia de blocos, em que as ações do robô eram guiadas pela associação de blocos condicionais, de repetição, de ação, dentre outros. Isso tornou o aprendizado lógico-aritmético simplificado, uma vez que as ações executadas foram claramente distinguidas entre um ou mais blocos de comando [Cardoso and Antonello 2015].

Previamente, ao início de cada turma, foi definido um plano de aula baseado em metas a serem alcançadas ao final do projeto. Como era recomendado que cada instituição possuísse uma matriz curricular própria que se moldasse ao meio em que estava inserida e às dificuldades dos estudantes [Zilli et al. 2004], as aulas foram adaptadas de forma a explorar o máximo dos instrutores. O plano de ensino do projeto norteava os alunos a construir, de forma simplificada, um robô capaz de identificar e se relacionar com obstáculos e trilhas em seu caminho.

Para executar tal plano da maneira mais otimizada possível, as classes foram lecionadas de maneira a estimular a criatividade e o trabalho em equipe. Como o total de alunos por ciclo foi de 15, foram formados três grupos de 5 pessoas cada. Cada equipe recebeu um robô LEGO Mindstorms com seu respectivo kit de peças. A partir disso, o conteúdo teórico, que se dividia em montagem e programação, era exposto ao início do semestre por, aproximadamente, 4 aulas. No restante do tempo, desafios eram propostos todas as semanas, sendo introduzidas aos poucos dificuldades de percurso para que os adolescentes pudessem desenvolver, além das habilidades já supracitadas, seu pensamento perceptivo em relação às necessidades de adaptação do robô.

3. Resultados Obtidos

Nesta seção, serão expostos os resultados concretos obtidos com a realização do projeto. Primeiramente na área de Programação e, logo após, na área de Robótica. Um ponto importante desta seção é o relato do aluno H¹, que revela a importância do conhecimento adquirido em Programação na decisão de sua carreira futura.

3.1. Programação

A Figura 3 exibe o ambiente de desenvolvimento Portugol Studio executando o projeto semestral das aulas de Programação. Na imagem, observa-se um jogo da velha tradicional, desenvolvido por cada aluno ao término das aulas ministradas. Esse jogo, que representa a aplicação de todo o conteúdo passado no decorrer do curso, teve seu desenvolvimento instigado a partir dos elementos disponíveis no próprio programa utilizado. Dessa forma, pode-se constatar que os elementos explorados no Portugol Studio constituíram um sistema de apoio aos alunos permitindo que eles revisassem a matéria a qualquer momento

¹Por motivos de confidencialidade o nome do aluno foi suprimido.

do desenvolvimento do código e analisassem cada tarefa executada por seus programas, a fim de criar projetos como o mencionado.

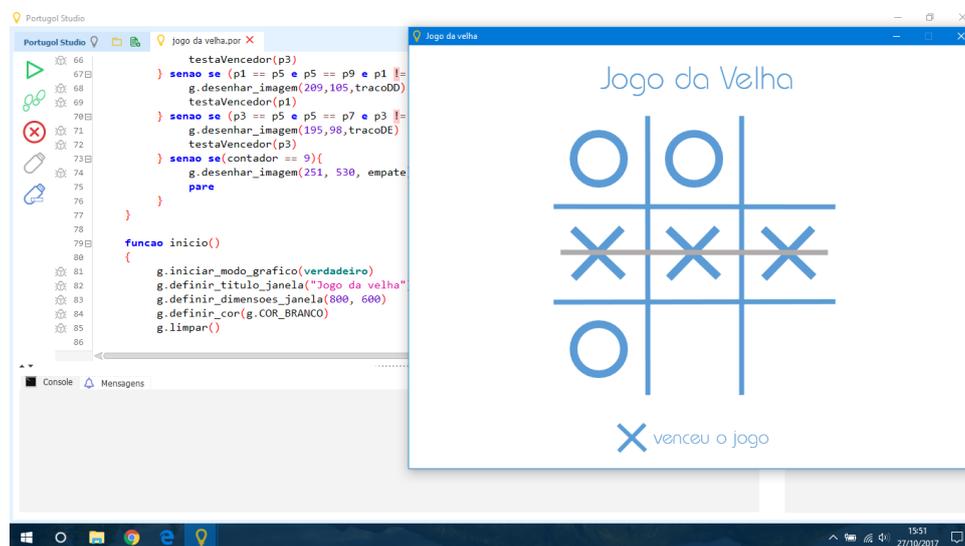


Figura 3. Exemplo de programa desenvolvido durante o projeto pelos alunos

Durante as aulas, a turma do segundo semestre de 2017 foi ainda submetida a um teste sobre o conteúdo apresentado, contando tanto com questões de múltipla escolha quanto com questões requisitando a resolução de algum problema através de programação. No teste aplicado, a turma obteve resultados satisfatórios, ao passo que, muito mais que avaliar os alunos, ele permitiu que os monitores identificassem os erros recorrentes e, logo após sua execução, discutissem os problemas com cada aluno de maneira individual. Nesse processo, pôde-se observar que as principais dificuldades encontradas foram resultado de pouca atenção a conceitos básicos da área de programação. É o caso, por exemplo, da ausência recorrente de identificação em diversos códigos, que resultou em erros de fechamento de chaves e em consequente travamento do programa.

Em situações à parte, alguns alunos puderam também se aproximar ao máximo da base da pirâmide de aprendizado: ensinar aos outros. No segundo semestre de 2017, um aluno egresso do projeto se dispôs a atuar como um monitor extra no projeto. Dessa forma, ele pôde aplicar todo o conhecimento aprendido em seu semestre anterior para não apenas ajudar os outros a compreenderem o conteúdo explicado, como também aprimorar seus conhecimentos pela técnica base da pirâmide apresentada.

Essa atuação do aluno permitiu avaliar o nível de conhecimento transmitido para a turma anterior e, ainda, compreender o projeto como influente em escolhas futuras para seus alunos, a exemplo da determinação de um curso superior. Em algumas palavras descrevendo o projeto, ele afirmou: *“Quando o curso foi colocado em questão em minha escola, eu logo me interessei pelo campo mesmo sem ter grandes conhecimentos na área. A experiência ampliou minha mente para pesquisar e aprender sobre programação. Ela permitiu que eu aprendesse e entendesse se realmente quero seguir na área de informática”*.

Através deste trabalho, foi possível também observar a transição dos alunos pelos diferentes níveis categorizados por Eckerdal e Berglund. Nas primeiras aulas, os es-

tudantes compreenderam a utilização, necessidade e aplicações de uma linguagem de programação para, posteriormente, compreenderem por completo a linguagem e aprenderem a utilizar o conhecimento adquirido para resolução de problemas.

Finalmente, grande parte do conteúdo apresentado nas aulas de programação pôde ser aplicado de maneira ainda mais prática na continuidade do projeto. As aulas de programação também visaram preparar os alunos também para o curso de robótica, posteriormente oferecido a eles. Os resultados adquiridos no segundo curso oferecido estão descritos na Seção 3.2.

3.2. Robótica

À medida em que as aulas eram ministradas, exercícios diferentes sobre peças mecânicas e lógica de robótica eram solicitados aos alunos. A cada encontro, os estudantes se mostravam mais interessados e conhecedores de tais assuntos dentro do escopo proposto, a ponto de solucionar vários problemas distintos com base nas matérias aprendidas.

O principal desafio encontrado foi manter os alunos animados com as atividades e, conseqüentemente, evitar que se dispersassem enquanto desenvolviam o trabalho em grupo. Para isso, a principal estratégia utilizada foi um auxílio constante no desenvolvimento dos alunos. Com isso, evitava-se que uma sequência de problemas quebrasse as expectativas dos estudantes e eles direcionassem a atenção a outros pontos.

A linguagem de programação baseada em blocos se mostrou bastante efetiva durante o processo de adaptação do pensamento lógico ao programa de computador. Por não necessitar de conhecimentos aprofundados de comandos específicos, os alunos foram capazes de entender e aplicar a lógica dos exercícios a uma linguagem adequada ao *hardware* do sistema.

Diversos problemas foram propostos de acordo com a progressão de dificuldade apresentada na Figura 4, que indica diversos desafios classificados por complexidade. Além do desenvolvimento de um robô para o cabo de guerra, foram também apresentadas soluções para o sumô e viagem ao centro da Terra.

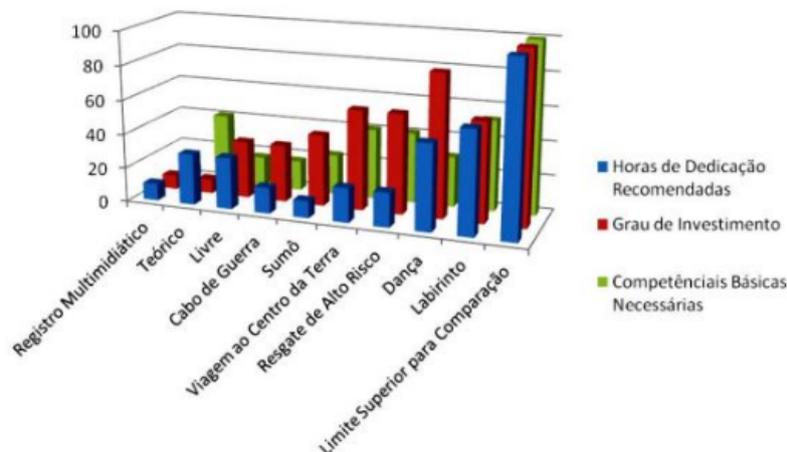


Figura 4. Gráfico de dificuldade de desafios [TJR 2017b]

Conforme os objetivos, os alunos do projeto desenvolveram robôs autônomos como planejado no início das aulas. A cada desafio proposto, eles eram encorajados a

modificar os robôs e sua programação, a fim de concluir no menor tempo possível a tarefa. A Figura 5 apresenta o robô construído para o desafio do cabo de guerra.

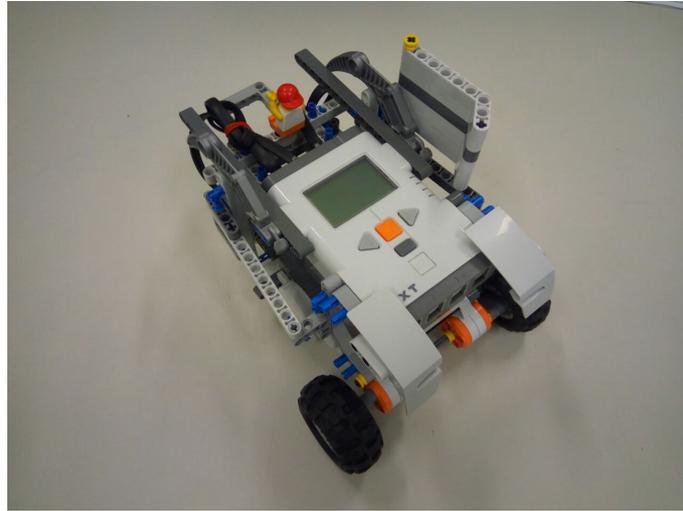


Figura 5. Exemplo de robô desenvolvido durante o projeto pelos alunos

4. Considerações Finais

Este trabalho apresentou o uso de informática e da robótica como ferramentas de aprendizagem. No decorrer do projeto, foram ministradas aulas, sendo as turmas de programação com 21 alunos e as de robótica com 15, totalizando 78 adolescentes de diferentes escolas públicas da cidade de Divinópolis, do 8º e 9º ano do Ensino Fundamental. Esses estudantes foram selecionados em suas respectivas escolas, de acordo com quesitos como rendimento escolar, interesse em Informática e Robótica.

O projeto em questão no artigo vem apresentando resultados satisfatórios. O interesse dos alunos e a evolução de seu pensamento lógico-aritmético é de perceptível aumento no decorrer das aulas. As metas estabelecidas nos planos de aula, tanto na área da Programação quanto na área da Robótica, se cumpriram pontualmente.

Como propostas futuras, espera-se iniciar uma parceria com as escolas públicas engajadas no projeto, a fim de acompanhar o desempenho acadêmico dos alunos participantes. Dessa maneira, será possível realizar levantamentos quantitativos em relação às notas dos estudantes antes e depois de entrarem em contato com a formação proporcionada. Com isso, os resultados a serem expostos futuramente poderão ser mais concretos, possibilitando a exploração mais efetiva do potencial sócio-educativo deste projeto.

5. Agradecimentos

Os autores deste artigo agradecem à Diretoria de Extensão e Desenvolvimento Comunitário do CEFET-MG pelo apoio, as Escolas Municipais Dona Maria Rosa, Prof. Hermínia Corgozinho, Prof. Odilon Santiago e João Severino de Oliveira e as Escolas Estaduais Engenheiro Pedro Magalhães e Manoel Correa Filho pela parceria. Também aos integrantes direta ou indiretamente envolvidos no projeto: Flávio Marcos Alves Adriano, Gabriel Aguiar Amaral, Leonardo Amorim de Sena, Lucas Sousa Vieira, Pablo Henrique Marques. Um agradecimento especial aos Profs. Eduardo Habib B. Maia e Thiago Magela R. Dias pela parceria nesse projeto.

Referências

- Cardoso, R. and Antonello, S. (2015). Interdisciplinaridade, programação visual e robótica educacional: relato de experiência sobre o ensino inicial de programação. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1255.
- Dale, E. (1969). *Audiovisual Methods in Teaching*. USA: The Dryden Press, 3rd edition.
- Eckerdal, A., Thuné, M., and Berglund, A. (2005). What does it take to learn 'programming thinking'? In *Proceedings of the first international workshop on Computing education research*, pages 135–142. ACM.
- Garlet, D., Bigolin, N. M., and Silveira, S. R. (2016). Uma proposta para o ensino de programação de computadores na educação básica.
- Glasser, W. (1986). *Control theory in the classroom*. New York: Perennial Library.
- Lalley, J. P. and Miller, R. H. . (2007). The learning pyramid: Does it point teachers in the right direction?
- LEGO (2017). *Home - Mindstorms LEGO.com*. Disponível em: <https://www.lego.com/en-us/mindstorms>. Acessado em 08 out. 2017.
- Martins, F. N., Oliveira, H. C., and Oliveira, G. F. (2012). Robótica como meio de promoção da interdisciplinaridade no ensino profissionalizante. In *Anais do Workshop de Robótica Educacional*.
- Noschang, L. F., Fillipi Pelz, E. A., and Raabe, A. (2014). Portugal studio: Uma ide para iniciantes em programação. *Anais do CSBC/WEI*, pages 535–545.
- NTL (1954). *Learning Pyramid*. National Training Laboratories.
- Santos, C. F. and de Menezes, C. S. (2005). A aprendizagem da física no ensino fundamental em um ambiente de robótica educacional. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 1.
- Silva, H., Jambeiro, O., Borges, J., and Brandão, M. A. (2005). Inclusão digital e educação para a competência informacional: uma questão de ética e cidadania.
- TJR (2017a). *Caderno de apoio - Resgate de Alto Risco*. Torneio Juvenil de Robótica.
- TJR (2017b). *Caderno de apoio - Viagem ao Centro da Terra*. Torneio Juvenil de Robótica.
- Zilli, S. d. R. et al. (2004). A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática.