

Programação e robótica na escola: aplicação de roteiros e instrumentos avaliativos em um projeto piloto

Christiano Otero Avila, Simone da Costa Cavalheiro¹,
Regina Otero Xavier, Marco Aurélio Justiniano Alkimim, Franco Caballero²,
Carolina Rodeghiero, Maria Simone Debacco, Rosária Ilgenfritz Sperotto³

¹Programa de Pós-Graduação em Computação
Centro de Desenvolvimento Tecnológico

²Centro de Engenharias

³Faculdade de Educação
Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, RS – Brazil

{christianoavila, simone.costa, trilhote, franco.caballero2}@gmail.com

{carolina.rodeghiero, msdebacco, ris1205}@gmail.com

Abstract. *This research describes the methodology for the use of programming and educational robotics as a strategy in the promotion of Computational Thinking (CP), focusing on sociocognitive aspects, when applied to elementary school students in a public school. Using ready and original scripts, during the process, technical and perceptive evaluations were carried out with the objective of observing the students' learning development and the receptivity of the proposed activities. By results, we point to robotics and programming as effective strategies for carrying out co-authoring activities through the CP, as well as providing the incentive to the development of learning in the school curriculum.*

Resumo. *Esta pesquisa descreve a metodologia de utilização da programação e da robótica educacional como estratégia na promoção do Pensamento Computacional (PC), focando aspectos sociocognitivos, quando aplicada a estudantes do ensino fundamental de uma escola pública. Utilizando roteiros prontos e originais, durante o processo foram realizadas avaliações técnicas e perceptivas com o objetivo de observar o desenvolvimento de aprendizagem dos alunos e a receptividade das atividades propostas. Por resultados, apontamos a robótica e a programação como estratégias eficazes para a realização de atividades co-autorais, por meio do PC, além de proporcionarem o incentivo ao desenvolvimento de aprendizagens do currículo escolar.*

1. Introdução

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), apesar de estarem massivamente presentes no dia-a-dia de jovens e adultos por meio de mídias sociais, ferramentas de trabalho colaborativo, *websites* e outros meios, ainda são, no geral, uma linguagem popular quanto a sua criação e funcionamento. Consumir algum aplicativo de *smartphone* pode ser bastante simples para qualquer iniciante em informática, mas, pensar em sua evolução e desenvolvimento, sequer passa pelo pensamento do usuário que não está relacionado profissional ou academicamente à área da tecnologia da informação.

Este artigo, bem como diversos trabalhos da área da programação e robótica educacionais [Avila et al. 2016, Teixeira et al. 2015, Cambruzzi and de Souza 2015, Borges et al. 2016], visa colaborar para a disseminação da programação como uma linguagem necessária a todos, sejam seus aprendizes crianças, jovens ou adultos, diretamente ligados ou não a Ciência da Computação. A teoria do construcionismo de Seymour Papert [Papert and Harel 1991, Resnick 2014] embasa as ações descritas neste artigo ao sugerir que a melhor aprendizagem ocorre quando os alunos têm oportunidade de utilizar o computador como instrumento para pensar e pensar sobre o pensar, ou ainda quando participam ativamente na concepção e construção de um artefato pessoal significativo. Desta forma, esta pesquisa tem o objetivo de descrever e problematizar atividades realizadas em um projeto piloto que investiga possibilidades metodológicas de utilização da programação e da robótica educacional como estratégia de promoção do PC [Wing 2006, Brennan and Resnick 2012], objetivando validar a metodologia de trabalho dos encontros e verificar a receptividade dos participantes (estudantes e professora) em seu processo de construção de conhecimento. O texto está organizado como segue. A Seção 2 detalha a metodologia utilizada, a Seção 3 apresenta os resultados do trabalho e na Seção 4 são apresentadas as conclusões.

2. Métodos

Tendo por objetivo validar instrumentos de avaliação e a própria dinâmica de funcionamento de um clube de computação, o grupo de pesquisa, do qual fazem parte os autores deste artigo, em parceria com uma escola municipal de ensino fundamental, colocou em atividade um clube piloto de computação com roteiros e desafios que envolvem programação em Scratch [Resnick et al. 2009] e robótica. A escola foi selecionada tendo como critério a proximidade com o campus da universidade onde ocorreriam as atividades do clube de computação, e a turma foi escolhida pela diretora da escola. Além da liderança promovida pelos pesquisadores e bolsistas do grupo de pesquisa, o projeto teve a participação de 15 alunos do quarto ano de uma escola de ensino fundamental - todos com faixa etária em torno de 10 anos de idade - e sua professora, a qual participou de todos os encontros e foi entrevistada ao final das atividades. Mais informações sobre os sujeitos, instrumentos e recursos utilizados na intervenção podem ser visualizadas na Tabela 1.

A metodologia dos encontros de programação foi baseada na realização dos roteiros de aprendizagem do Code Club Brasil [Zanatta et al. 2016, Smith et al. 2014], no qual os alunos seguem as instruções passo-a-passo para a construção de algum artefato digital e, desta forma, têm a possibilidade de adquirir conhecimentos a respeito da linguagem que está sendo estudada. As aulas expositivas, com explicação de comandos, são evitadas. Após a realização dos roteiros, os participantes são desafiados com alguma tarefa relacionada à proposta de trabalho do dia, para alterar algum aspecto da mesma ou para ampliar o artefato digital já considerado.

Para viabilizar a execução dos roteiros e desafios relacionados à robótica, foram realizadas demonstrações que visam apresentar o funcionamento dos dispositivos robóticos, principalmente em relação aos sensores, motores e sincronização dos programas desenvolvidos em Enchanting [Dasgupta et al. 2015, Pereira et al. 2014]. Este é um software produzido a partir de uma modificação no código-fonte do Scratch que permite trabalhar com os equipamentos LEGO Mindstorm NXT, ou seja, manipular os sensores e

Tabela 1. Dados sobre os sujeitos, instrumentos e recursos da pesquisa

Sujeitos da pesquisa	<ul style="list-style-type: none">● 15 alunos do ensino fundamental de escola pública, com faixa etária entre 9 e 10 anos;● A professora da turma.
Materiais e instrumentos	<ul style="list-style-type: none">● Roteiros de programação com Scratch e Minecraft (Code.org);● Roteiros de robótica;● Instrumento avaliativos técnico;● Instrumento avaliativo de feedback.
Local e recursos	<ul style="list-style-type: none">● Computadores para uso em grupo (2 a 3 alunos por máquina);● Conexão com a Internet;● Kits de robótica LEGO Mindstorm NXT;● Scratch;● Minecraft - Code.org.

atuadores.

Além disso, as atividades para o clube de computação foram planejadas levando-se em consideração a realização de pré e pós-teste técnico sobre o Scratch, roteiros para a programação de projetos específicos e mensuração constante do feedback dos alunos em relação ao proposto pela equipe de pesquisadores. Para tanto, foi cumprido um cronograma de cinco encontros - ocorridos de novembro a dezembro de 2016, semanalmente, em um laboratório de informática da universidade, conforme pode ser observado na Tabela 2

O propósito dos roteiros consiste em realizar um passo a passo para a construção de algum artefato digital e, desta forma, adquirir conhecimentos a respeito da linguagem que está sendo estudada. Do Code Club Brasil foram integrados os roteiros "Banda de Rock", "Caça Fantasmas" e "Corrida de Barco". Os roteiros sobre robótica tratavam de: 1) conceitos básicos da programação com Scratch/Enchanting para programar um carrinho montado com o Kit LEGO e 2) manipulação de sensores. Após a realização dos roteiros (autoexplicativos para evitar aulas expositivas), os participantes foram desafiados com alguma tarefa relacionada ao roteiro, objetivando viabilizar a execução destes, alterar algum aspecto ou ampliar o artefato digital. A dinâmica de funcionamento do clube de computação foi analisada com instrumentos de avaliação aplicados durante o processo, ao final de cada um dos cinco encontros. Os dispositivos robóticos (Kits LEGO) foram montados previamente pelos bolsistas pesquisadores e disponibilizados aos alunos para que estes pudessem testar os programas desenvolvidos nos roteiros e desafios. Neste clube piloto não foram solicitadas atividades de montagem dos kits.

Foram realizadas três avaliações neste trabalho. A primeira, para medir a

Tabela 2. Atividades e habilidades desenvolvidas

Atividades	Habilidades desenvolvidas
Semana 1 <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação • Pré-teste técnico sobre Scratch • Atividade orientada de introdução 	Início da familiarização com a linguagem de programação em blocos
Semana 2 <ul style="list-style-type: none"> • Roteiro 1 de programação (Banda de Rock Ferramenta:Scratch) • Aplicação de questionário feedback 	Comandos em sequência
Semana 3 <ul style="list-style-type: none"> • Roteiros 2 e 3 de programação (Caça fantasmas e Corrida de barco Ferramenta: Scratch) • Aplicação de questionário feedback 	Comandos em sequência, repetição, variáveis, decisão e lógica booleana
Semana 4 <ul style="list-style-type: none"> • Roteiro 1 de robótica (Andar em forma de um Quadrado Ferramentas: LEGO/Enchanting) • Aplicação de questionário feedback 	Comandos em sequência, repetição, variáveis, orientação espacial (direita/esquerda), manipulação do dispositivo robótico
Semana 5 <ul style="list-style-type: none"> • Roteiro 2 de robótica (Trabalhando com sensores Ferramentas: LEGO/Enchanting) • Aplicação de questionário feedback • Pós-teste técnico. 	Comandos em sequência, repetição, variáveis, orientação espacial (direita/esquerda), manipulação do dispositivo robótico

percepção dos participantes em relação às atividades do clube, foi efetivada mediante a aplicação de um instrumento ao final de cada encontro. Também procurando averiguar a percepção, foi realizada a segunda avaliação mediante entrevista com a professora dos estudantes. Já a terceira avaliação foi realizada em dois testes, no primeiro encontro, chamado de pré-teste técnico, e outro, no último encontro, chamado de pós-teste técnico.

Para conhecer a percepção dos participantes em relação aos encontros, foram empregadas quatro perguntas com escala de Likert para avaliar as dimensões: a) facilidade; b) divertimento; c) passagem do tempo; d) avaliação geral. Além das questões com escala de Likert, foram incluídas três perguntas abertas relacionadas a cada encontro, para os participantes registrarem: a) o que mais gostaram; b) o que menos gostaram; e c) falar livremente sobre o encontro.

O teste técnico sobre o Scratch utilizado para o pré e pós-teste com os alunos é baseado no teste aplicado pelo Ministério da Educação de Israel

[Gal-Ezer and Stephenson 2014, Zur-Bargury et al. 2013] desde 2011. Foram aplicadas 11 questões em formulário *on-line*, construído pelo grupo de pesquisa, que exigem conhecimentos básicos sobre comandos em sequência, decisão e repetição.

3. Resultados e discussão

Quanto à avaliação da percepção dos estudantes referente às atividades realizadas no clube, a Tabela 3 sumariza o total de respostas recebido a cada semana. O número de retornos não é constante devido ao não comparecimento de alguns alunos em certos encontros.

Tabela 3. Total de questionários feedback recebidos

Semana	1	2	3	4	5
Respostas	14	13	10	13	11

O primeiro gráfico apresenta as respostas obtidas em relação à dimensão “facilidade” dos roteiros e desafios dos encontros. Analisando o gráfico da Figura 1 é possível observar que no primeiro encontro, quando foi trabalhada a temática MineCraft no Code.org, os alunos, em sua maioria, consideraram a atividade “fácil”. Porém, no segundo encontro, quando foi trabalhado o primeiro roteiro de Scratch, os alunos consideraram “difícil”. A percepção de dificuldade no segundo encontro corresponde também a observação dos pesquisadores. Foi possível observar que os alunos estavam com dificuldade de entender o funcionamento do ambiente Scratch e de localizar os componentes para seguir o roteiro por conta própria.

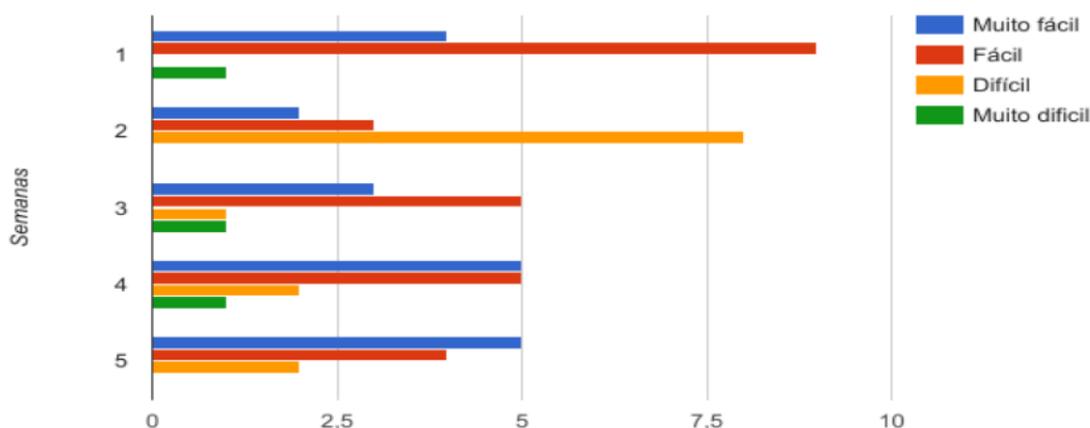


Figura 1. Percepção dos alunos em relação a dificuldade dos roteiros e atividades

O terceiro encontro, pautado pelos roteiros de Scratch Caça Fantasmas e Corrida de Barco, teve percepção de fácil ou muito fácil por parte dos estudantes, em sua maioria. Fácil ou muito fácil também foi o feedback para o quarto encontro do clube, que trabalhou o primeiro roteiro de robótica, utilizando pela primeira vez os kit LEGO Mindstorm NXT. O quinto e último encontro foi percebido pela maioria dos alunos como muito fácil, em contraste com 18% de estudantes que consideraram a atividade difícil.

A dimensão “divertimento”, apresentada na figura 2 mostrou que os participantes estavam se divertindo enquanto participavam do clube. A grande maioria registrou que achou os encontros “muito divertidos” em todo o período do projeto. Nenhum aluno registrou algum encontro como “chato” ou “muito chato”.

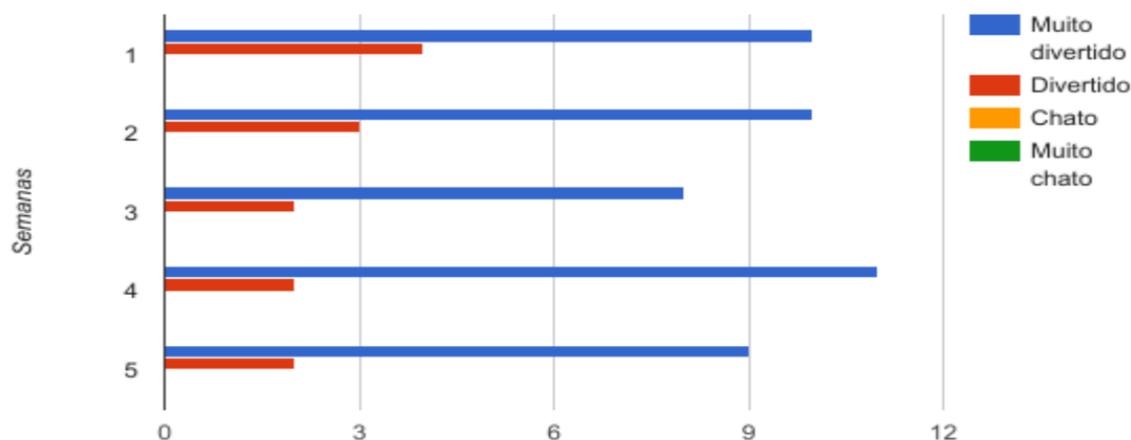


Figura 2. Percepção dos alunos em relação ao divertimento dos encontros

A dimensão seguinte diz respeito à percepção da “passagem do tempo”, ou seja, de que forma os participantes classificam a passagem do tempo, se passou rápido ou, no lado extremo, se demorou muito a passar. Esse indicador pode mostrar que os alunos estão “curtindo” o projeto, se informarem que o tempo passou muito rápido. Na figura 3 é possível observar que no primeiro encontro a resposta mais assinalada pelos alunos foi “rápido” e nos demais encontros foi sempre “muito rápido”. Essas respostas são um indício da percepção dos alunos de que trabalharam em um projeto no qual possuem genuinamente interesse.

Por fim, a dimensão “avaliação geral” tinha como objetivo obter dos alunos a percepção em relação ao encontro, sem destacar nenhum aspecto em especial. É possível observar (figura 4) que, em geral, os alunos se dividiram em assinalar “excelente” e “bom” (semana 1 e 4). Nas demais semanas a opção mais escolhida foi “excelente”. Nenhum aluno assinalou a opção “Ruim”.

Em relação à pergunta aberta “O que menos gostei foi”, a grande maioria respondeu “nada” ou simplesmente deixou a resposta em branco. Por outro lado, quando questionados sobre o que mais gostaram, em geral, responderam descrevendo a atividade realizada no encontro. Por exemplo, no primeiro encontro a grande maioria respondeu “jogar” ou “jogar Minecraft”. Alguns poucos responderam “Tudo”. Em relação ao segundo encontro, a grande maioria respondeu “da banda” ou “criar a banda” pois era essa a atividade a ser realizada no ambiente Scratch.

Em relação aos resultados da avaliação técnica, não foi possível detectar uma melhoria em relação ao desempenho geral dos participantes. Ao contrário, houve redução geral no percentual de acertos de 3,3% quanto subtraído o valor total do pré-teste menos o valor total do pós-teste.

A Figura 5 apresenta os percentuais por questão. É possível observar que a linha vermelha, que representa o percentual de acerto por questão do pós-teste, não se mantém

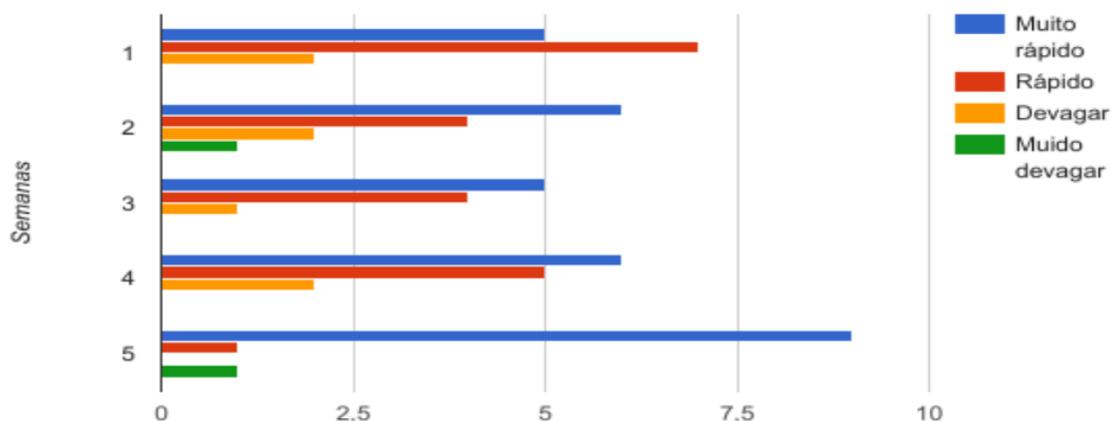


Figura 3. Percepção dos participantes em relação a passagem do tempo

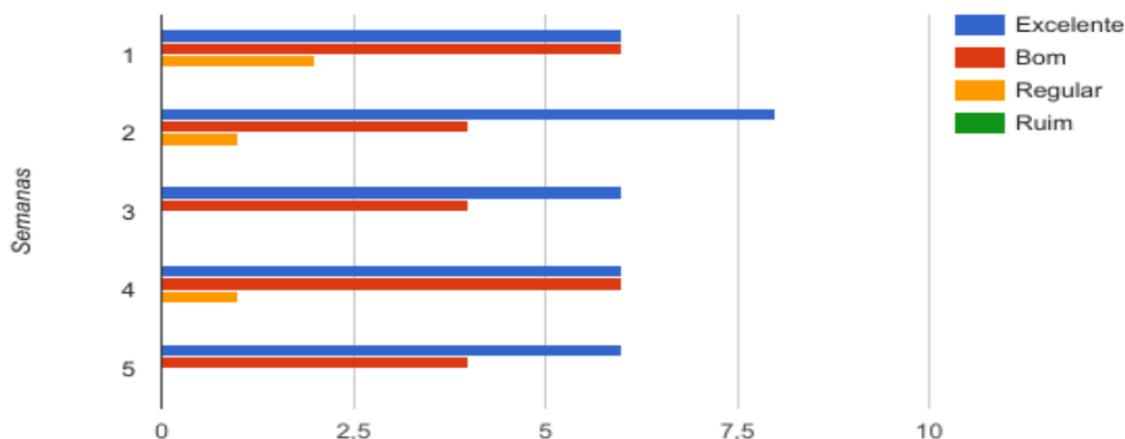


Figura 4. Percepção geral dos participantes em relação aos encontros

sempre acima da linha azul, ou seja, em algumas questões (4, 5, 6 e 8) menos alunos acertaram as questões no pós-teste.

Entendemos que o desempenho negativo dos alunos em algumas questões, e sua dificuldade em lidar com os desafios, possivelmente se deu pelos requisitos curriculares de matemática que ainda não haviam sido providos pela escola. Um exemplo são as coordenadas x , y e os números negativos, bastante utilizados no raciocínio da programação com o Scratch, porém, naquele momento, ainda eram novidade para as crianças membros do clube. Contudo a professora da turma, não pode deixar de explicar noções básicas sobre os números negativos e positivos e suas respectivas interpretações.

Após o encerramento das atividades de programação com a turma, a professora foi entrevistada objetivando registrar sua avaliação em relação às atividades de computação e robótica realizadas pela sua turma de alunos do 4º ano. A professora declarou que as atividades foram importantes para a formação dos alunos uma vez que foi possível verificar a melhoria no desempenho escolar dos mesmos, já após a realização dos primeiros encontros. Observou melhora significativa em relação principalmente, a aprendizagens que envolviam cálculo mental, resolução de problemas e compreensão de leitura. Reporta



Figura 5. Comparação dos percentuais de acerto - pré-teste x pós-teste

que mudou a forma dos alunos perguntarem, com interesse devido, sobre o que estavam aprendendo. Segundo ela, o clube despertou curiosidade em assuntos que ainda não haviam sido abordados em sala de aula, e sequer estavam previstos para o respectivo ano escolar. Como exemplo, os conteúdos sobre ângulos e números negativos. Já quanto aos roteiros de aprendizagem, a professora percebeu que no início alguns alunos tiveram dificuldade e que ela mesma, chegou a pensar que eles não conseguiriam executar as atividades propostas, mas que com o passar do tempo, pode observar que eles foram avançando e desenvolvendo os programas do passo a passo. A professora foi questionada se seria melhor ter os roteiros impressos, se facilitaria, quando a mesma respondeu que achava "melhor que não tivesse impresso, pois forçaria um pouco mais os alunos a lembrar (mentalizar) as instruções do roteiro, alternar a tela e fazer a atividade". Embora a maioria dos alunos tenha encontrado dificuldade no início dos encontros, 100% dos participantes assinalaram que estavam se divertindo, 85% que o tempo parecia passar muito rápido e 93% consideraram os encontros excelentes ou bons.

Sobre a preferência dos alunos, respondeu que o comentário dos estudantes, no geral foi de que gostaram muito dos "professores" (bolsistas da universidade). Os bolsistas dispensaram dedicada atenção aos alunos e que os mesmos gostaram dos jogos, especialmente o Minecraft! Quanto aos aspectos negativos, a professora não soube responder, dizendo apenas que o clube deveria ser uma atividade contínua durante o ano letivo, uma vez que, suas constatações centralizam aspectos como, a satisfação dos alunos com os dias de atividades de programação e robótica, a melhora na curiosidade, nos questionamentos em sala de aula, bem como a promoção de expressões afetivas com o grupo de pesquisadores do projeto.

4. Conclusões

De forma geral, os membros do clube piloto de programação e robótica tiveram facilidade para realizar as tarefas propostas pelo grupo de pesquisadores da universidade. Na realização desta pesquisa, tivemos o cuidado de aplicar uma metodologia que identificasse feedbacks frequentes, por meio de instrumentos de avaliação dos encontros. De

forma técnica, esta pesquisa se preocupou em avaliar os membros do clube antes e após a realização de todas as atividades propostas com o Scratch, Minecraft e kits de robótica educacional, o que possibilitou identificar a evolução dos estudantes quanto a conceitos básicos do PC e o desenvolvimento do pensamento/raciocínio lógico matemático. Neste sentido, entendemos que o conjunto metodológico proposto e aplicado pode servir como exemplo para a realização de projetos, programas e clubes com o mesmo ou maior tempo de duração, já que leva em consideração tanto a adaptação de instrumentos pedagógicos durante o processo de ensino e aprendizagem, quanto a avaliação da realização de atividades antes, após e ao longo da formação em PC. Os resultados apontam que a robótica e a programação podem ser indicadas como estratégias para o desenvolvimento do PC, quando se utiliza a metodologia referenciada no construcionismo de Papert, aliado a roteiros e desafios conforme os disponíveis em Code.org e Code Club Brasil e aqueles criados pelo grupo de investigadores. Assim sendo, a programação e a robótica na escola acenam para a possibilidade de potencializar habilidades e competências, capazes de viabilizar trabalhos autorais e coletivos, condições indispensáveis no processo de desenvolvimento do PC.

Referências

- Avila, C., Bordini, A., Marques, M., Cavalheiro, S., and Foss, L. (2016). Desdobramentos do pensamento computacional no brasil. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, pages 200–209.
- Borges, K., de Menezes, C., and Fagundes, L. (2016). Projetos maker como forma de promover o desenvolvimento do raciocínio formal. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, pages 515–524.
- Brennan, K. and Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada*, pages 1–25.
- Cambruzzi, E. and de Souza, R. M. (2015). Robótica educativa na aprendizagem de lógica de programação: Aplicação e análise. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, pages 21–28.
- Dasgupta, S., Clements, S. M., Idlbi, A. Y., Willis-Ford, C., and Resnick, M. (2015). Extending scratch: New pathways into programming. In *Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC), 2015 IEEE Symposium on*, pages 165–169. IEEE.
- Gal-Ezer, J. and Stephenson, C. (2014). A tale of two countries: Successes and challenges in k-12 computer science education in israel and the united states. *Trans. Comput. Educ.*, 14(2):8:1–8:18.
- Papert, S. and Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 36(2):1–11.
- Pereira, M. S., Reis, B. H., Oliveira, G. B., Farias, G. E., Júnior, A. J. S., and Lopes, C. R. (2014). Usando enchanting em robótica educativa. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*.
- Resnick, M. (2014). Give p’s a chance: Projects, peers, passion, play. In *Constructionism and creativity: Proceedings of the Third International Constructionism Conference. Austrian Computer Society, Vienna*, pages 13–20.

- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., et al. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11):60–67.
- Smith, N., Sutcliffe, C., and Sandvik, L. (2014). Code club: bringing programming to uk primary schools through scratch. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education*, pages 517–522. ACM.
- Teixeira, A., Martins, J. R., Batistela, F., Pazinato, A., and Oro, N. (2015). Programação de computadores para alunos do ensino fundamental: A escola de hackers. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.
- Zanatta, A. C. et al. (2016). Programação de computadores para crianças: metodologia do code club brasil.
- Zur-Bargury, I., Pârv, B., and Lanzberg, D. (2013). A nationwide exam as a tool for improving a new curriculum. In *Proceedings of the 18th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE '13*, pages 267–272, New York, NY, USA. ACM.