

Zerobot e Matemática: Relato de Experiência Usando Robôs Programáveis no Ensino Fundamental 1

Yuri Souza Padua¹, Siovani Cintra Felipussi¹

¹Departamento de Computação de Sorocaba – Universidade Federal de São Carlos
CEP 18052-780 – Sorocaba – SP – Brasil

yuripadua@gmail.com, siovani@ufscar.br

Abstract. *This paper is an experience report about application of classes with math contents using a programmable robot with a tablet. Briefly approach Computational Thinking, National Common Curricular Base and also details the planning and execution of 4 lessons using the Zerobot Plataform. Concludes discussing the results of classes assessments performed by students through Emoti-SAM.*

Resumo. *Este artigo é um relato de experiência da aplicação de aulas com conteúdos de matemática utilizando um robô programável por meio de um tablet. Aborda sucintamente Pensamento Computacional, a Base Nacional Comum Curricular e também detalha o planejamento e a execução de 4 aulas utilizando a Plataforma Zerobot. Apresenta os resultados das avaliações das aulas realizadas pelas crianças através do Emoti-SAM.*

1. Introdução

A importância da tecnologia nos dias atuais e seu envolvimento com os diversos setores do conhecimento perpassa pelos conceitos provenientes da Computação nos mais variados níveis de formação e nesse sentido, Jeannette M. Wing define “o Pensamento Computacional – PC – como uma habilidade fundamental a todos e não apenas para os Cientistas da Computação” (WING, 2006). Alguns países têm introduzido essa abordagem desde o ensino básico, dentre os quais podemos citar: Finlândia, Austrália, Alemanha, Portugal, Nova Zelândia e Reino Unido, (GROVER e PEA, 2013), (LOCKWOOD e MOONEY, 2017). Localmente, a Sociedade Brasileira da Computação – SBC – relata ser “fundamental e estratégico para o Brasil que conteúdos de Computação sejam ministrados na Educação Básica” (SBC, 2017). No mesmo ano, foi publicada a versão final da Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BNCC - MEC, 2017) referente ao ensino infantil e fundamental. Este novo documento estabelece e padroniza os conteúdos a serem ensinados em todo território nacional mas não reconhece a Ciência da Computação como disciplina.

Para auxiliar na inserção de conceitos da Computação no ensino fundamental, este trabalho tem por objetivo relatar a experiência em campo sobre a utilização de robôs programáveis para auxiliar a fixação de conteúdos de matemática presentes na BNCC com conceitos do PC em turmas do 5º ano do ensino fundamental.

O presente texto está organizado da seguinte forma: a Seção 2 aborda a introdução ao Pensamento Computacional, BNCC e a revisão da literatura. A Seção 3

apresenta o objetivo e os materiais utilizados nas escolas. Na Seção 4 está o planejamento, levantamento de perfil dos participantes e o relato da execução das atividades. Na Seção 5 e 6 estão os resultados e a conclusão, respectivamente.

2. Contextualização e trabalho relacionados

2.1. Pensamento Computacional – PC

Conforme (KALELIOGLU, *et al.*, 2016), não há definição formal sobre o que é Pensamento Computacional. Esse termo foi empregado pela primeira vez por Jeannette M. Wing em 2006 (GROVER e PEA, 2013) e deste então diversos trabalhos têm explorado o tema com considerável quantidade de publicações sobre quais são as competências a serem desenvolvidas (KALELIOGLU, *et al.*, 2016).

Entre as diversas habilidades discutidas sob o contexto do Pensamento Computacional (CSTA e ISTE, 2011), estão: **Abstração** – é a capacidade de focar apenas nas informações relevantes do problema; **Raciocínio Lógico** – é a capacidade de explicar a corretude de determinada situação (porque algo é do jeito que é); **Decomposição e Generalização** – é capacidade de dividir um problema grande e complexo em diversos problemas de menor ordem e a capacidade de criar uma solução que possa ser aplicada a mais de uma situação nas mesmas condições, respectivamente; **Manipulação de Dados** – é a capacidade de capturar e analisar informações de forma lógica e **Algoritmos** - é a capacidade de criar sequencias de passos para se resolver determinado problema.

2.2. Base Nacional Comum Curricular - BNCC

A BNCC (BNCC - MEC, 2017), define “competência” como a “mobilização de (...) conceitos, procedimentos, (...), práticas, (...), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana...”. A “5ª competência geral”, discorre sobre conhecimentos relativos à tecnologia quando diz: “Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais...”. O texto evidencia que entre os conceitos, habilidades, práticas e atitudes importantes para resolver as demandas complexas da vida cotidiana, estão os conhecimentos relativos a compreensão e a criação de tecnologias digitais. Nesse sentido, a SBC define os três principais eixos de ensino da Computação e sugestões de habilidades a serem desenvolvidas desde a educação infantil até o ensino médio (SBC, 2017). Convém salientar que a utilização da BNCC será obrigatória a partir de 2020 e, como contribuição, neste trabalho serão listados os códigos das habilidades os quais foram abordados em cada uma das atividades de matemática com o robô.

2.3. Revisão da Literatura

Trabalhos relacionando questões da matemática aos conceitos do Pensamento Computacional foram conduzidos por (MESTRE, *et al.*, 2015) e por (COSTA, *et al.*, 2016). Em (MESTRE, *et al.*, 2015) foi realizada a pesquisa com 161 questões de matemática aplicadas nas provas do *Programme for International Student Assessment - PISA* entre 2000 e 2012 e conforme os autores, todas as questões envolviam algum conceito do PC. Em (COSTA, *et al.*, 2016), a investigação analisou questões enviadas por professores de matemática de escolas que participaram do PISA. Segundo os autores, todas as questões também apresentavam, em algum grau, relação com o Pensamento Computacional e assim evidenciando a proximidade com a matemática.

Em se tratando da implementação do PC como disciplina independente, (RAABE, *et al.*, 2017) relata a experiência de um colégio que a adotou de forma obrigatória para alunos do 6º ano do ensino fundamental ao 3º ano do ensino médio e através desta vivência os autores descrevem percepções do primeiro ano da disciplina. Foram utilizados *softwares* como *Scratch*¹, computação desplugada e outros. Diversas estratégias de avaliação foram utilizadas desde sistema de pontos *gamificado* a provas escritas.

Usando os kits robóticos *Lego Mindstorms*®, Zanata (ZANATTA, 2013) relata sua experiência com oficinas de robótica abordando os conceitos básicos da 2ª Lei de Newton para o 9º ano do ensino fundamental. Os resultados se mostraram positivos, limitados ao escopo estudado. Ainda usando o mesmo modelo de kit *Lego*, Nascimento (NASCIMENTO, 2012) pesquisou os pontos positivos da robótica educacional focando em proporcionalidade de figuras geométricas. A pesquisa foi realizada com crianças do 6º ano e o autor conclui que a abordagem é positiva, mas exige certos conhecimentos para sua implantação e aplicação.

O mestrado de (MINCHILLO, 2018) relata a criação e os primeiros testes do Zerobot focando no ensino de algoritmos e programação por meio do ZerobotAPP.

O trabalho desenvolvido por este autor, diferencia-se dos demais por:

- As atividades são ministradas no período regular e não sendo contraturno;
- Foco em matemática para o 5º ano;
- Não são oficinas de robótica pois as atividades estão completamente integradas ao planejamento dos professores regulares de matemática;
- Não é uma disciplina exclusiva sobre PC, mas os conceitos são desenvolvidos ao utilizá-los como meio para resolução dos exercícios.

3. Objetivo e Materiais

3.1. Objetivo

O objetivo deste relato de experiência é descrever as primeiras atividades realizadas em um projeto de mestrado, identificando os sujeitos envolvidos, o planejamento, execução, coleta de dados e resultados iniciais obtidos a partir dessa experiência. Espera-se que tais relatos possam contribuir com a comunidade acadêmica envolvida em pesquisas similares e o emprego dos conteúdos de Computação na educação básica.

3.1. Materiais

Para a execução deste projeto, as principais ferramentas são o robô Zerobot² e seu aplicativo ZerobotAPP, doravante denominado “Plataforma Zerobot”.

Os atuadores do robô são: 2 motores de passo (para movimentação), *buzzer*, sensor de distância ultrassônico, 2 LEDs, um botão de pressão e um suporte para caneta de quadro branco. Todos os movimentos do robô e/ou o controle dos atuadores é realizado por meio do ZerobotAPP via *bluetooth*. Sua estrutura é em MDF e existe um suporte para caneta desenvolvido por uma impressora 3D.

¹ Scratch - <https://scratch.mit.edu/>

² Zerobot - <https://zerobot.com.br/>

O ZerobotAPP é o aplicativo desenvolvido exclusivamente para controlar o robô através de programação em blocos (ou visual), usando a API do *GoogleBlockly* (GOOGLE DEVELOPERS, 2019). No aplicativo, há o “modo livre”, ou seja, sem objetivo definido e “modo aula” pelo qual as atividades planejadas são inseridas. Existe a separação de temas/disciplinas em 3 níveis: disciplinas, conteúdo e exercícios. Também há materiais de apoio elaborados para as aulas como objetos para o robô empurrar, regiões para se movimentar e/ou riscar, entre outros.

4. Planejamento e relatos de experiência

4.1. Planejamento

O público alvo selecionado para realização das aulas são crianças do 5º ano do ensino fundamental com potencialmente maior capacidade de abstração nessa faixa etária que ainda possuem um único professor, e assim facilitando o planejamento. A disciplina de matemática foi selecionada em razão da aderência com os conceitos do PC (BARCELOS, *et al.*, 2015), (MESTRE, *et al.*, 2015) e (COSTA, *et al.*, 2016).

No início do segundo semestre, após receber a permissão da escola para a implementação, foram contatados os professores de 5º ano para detalhar o projeto e estruturar a execução. Durante o planejamento, definiu-se que o tema das atividades seria frações pois é um dos mais complexos para os alunos. As aulas foram ministradas seguindo o calendário pedagógico entre outubro e novembro.

4.2. Execução

Para execução das atividades, diante da limitação de 5 robôs, foi definido que as 3 turmas de 30 alunos seriam divididas em 6 turmas de 15 discentes, possibilitando o trabalho com duplas ou trios. Dessa forma, metade da sala permanecia em aula com o professor regular e a outra parte realizava as atividades com o pesquisador em um espaço reservado utilizando a plataforma Zerobot. Ao total, foram 4 aulas de aproximadamente 1h30 para cada uma das 6 turmas de 15 alunos, resultando em cerca de 6 horas/aula por turma, totalizando 36 horas/aulas ministradas pelo pesquisador.

4.2.1 Levantamento de Perfil

Preliminarmente, foi realizado um levantamento de perfil dos alunos através de um questionário estruturado. Foram contabilizados 89 participantes nas três turmas, sendo 43 (48.3%) do sexo feminino e 46 (51.7%) masculino. Havia duas turmas no período matutino totalizando 58 (65.2%) participantes e outra no vespertino com 31 (34.8%) alunos. Em relação a idade, 19 (21.3%) crianças possuíam 10 anos, 57 (64%) 11 anos, 5 (5.6%) 12 anos e 8 (9%) não responderam ao questionário devido a faltas consecutivas.

Quando questionados se utilizavam *smartphone*, *tablets* e/ou computadores, foram apresentadas 5 opções de resposta: Todos os dias, 5 vezes por semana, 3 vezes por semana, 1 vez por semana ou não utilizo/tenho. Cerca de 73% dos alunos utilizam o celular pelo menos 5 vezes na semana. Tal informação é relevante pois a utilização do robô é por meio de *tablets* e o fato da maioria das crianças estarem familiarizadas com *smartphones* é um facilitador devido à proximidade entre os dispositivos.

Na sequência, foi indagado sobre a afinidade com algumas disciplinas e as opções eram: Gosto muito, Gosto, Indiferente, Não gosto e Não gosto nada. É válido ressaltar

que mais de 50% dos alunos afirmaram “Gostar muito” ou “Gostar” de matemática e ciências. Os resultados estão apresentados na Figura 1 abaixo:

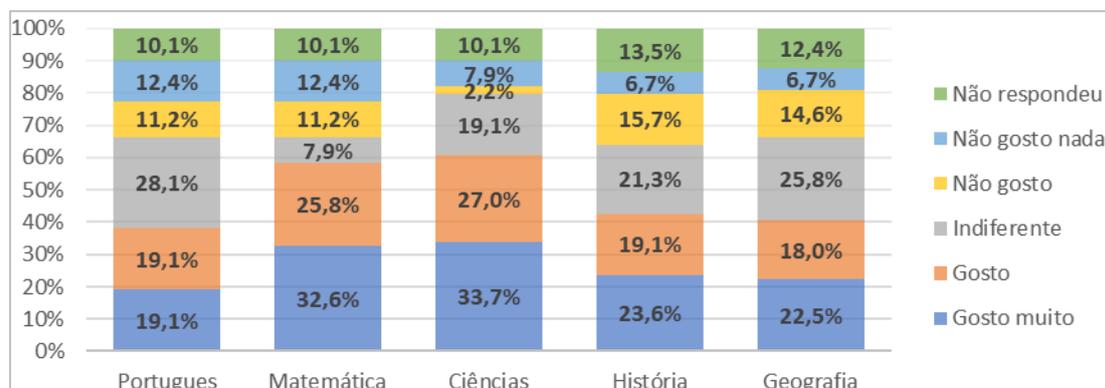


Figura 1 - Afinidade por disciplina

Quando perguntados se sabiam o que é programação de computadores as respostas foram: 76 (85%) afirmaram não saber o que é programação de computadores, 5 (5.6%) disseram que sabiam e 8 (9%) não responderam. Quando questionados se tinham alguma ideia de como os aplicativos de celular eram desenvolvidos, 72 (80.9%) disseram que não sabiam, 9 (10.1%) afirmaram saber e 8 (9%) não responderam. Aos que responderam ter conhecimento em alguma das questões anteriores, foi solicitado que descrevessem brevemente seu entendimento. Quando observadas estas respostas, evidencia-se que nenhuma criança tinha esse conhecimento de forma clara. Abaixo seguem alguns destes *feedbacks*:

Se você sabe o que é programação de computadores, faça uma breve descrição:

- “É você controlar pelo computador robôs”
- “Acho que é você ajustar o seu computador do jeito que você gosta”
- “Eu sei um pouco do Word e mexer nas pastas”
- “Programação é quando você programa o computador e ele faz”

Se você sabe como são feitos os aplicativos de celular, faça uma breve descrição:

- “Eu acho que eles pegam outros programas de celular e modificam”
- “Com a parte de metal e a chapa verde que tem dentro e as outras tecnologias que tem dentro”
- “Eles criam o aplicativo e eles fazem uns sistemas com coisas dentro do aplicativo”
- “Uma empresa de jogos de celular tem que ter uma ideia na sua mente e tenta botar em prática”

A última pergunta do questionário buscava identificar se os alunos conheciam e/ou jogavam alguns dos *games* listados através de imagem e nome. Foram selecionados jogos associados ao desenvolvimento do raciocínio lógico ou a programação e, entre as opções estavam os jogos Sudoku, Xadrez, Lightbot³, os sites CODE.ORG⁴ e Scratch. O *game* mais praticado foi o Xadrez com 55.1% dos alunos afirmando jogá-lo algumas vezes por mês e este valor deve-se a existência de oficinas de Xadrez na escola. Por outro lado, as opções menos praticadas são CODE.ORG, Lightbot e Scratch com,

³ Lightbot - <http://lightbot.com/>

⁴ CODE.ORG - <https://code.org/>

respectivamente, 85.4%, 80.9% e 79.8% dos alunos afirmando nunca terem jogado nenhum destes. Essas respostas eram esperadas, pois não existe nenhum projeto relacionado a programação na escola.

Em suma, o levantamento mostrou equilíbrio entre os sexos (48.3% feminino e 51.7% masculino) e cerca de 85% dos alunos têm entre 10 e 11 anos. Quase 75% dos discentes utilizam *smartphone* ao menos 5 vezes por semana, e matemática e ciências são as disciplinas preferidas entre as opções. Nenhum aluno conceitualmente sabia o que era programação de computadores e a maioria não joga *games* relacionados a programação.

4.2.1 Execução das atividades

Foram desenvolvidas 4 aulas-atividades, sendo a primeira uma introdução à Plataforma Zerobot e a programação em blocos. Os 3 encontros seguintes abordaram conteúdos relacionados às frações, nas quais os alunos deveriam resolver exercícios matemáticos e programar (usando os *tablets*) os robôs para executarem as ações que cumpririam o objetivo da atividade. Durante a introdução de cada aula o pesquisador também revisou os conteúdos da BNCC que seriam necessários para a realização das atividades e apresentou conceitos de Pensamento Computacional como raciocínio lógico, generalização e decomposição, algoritmos, abstração entre outros. Tais conceitos não foram aprofundados mas utilizados como formas de resolver os problemas propostos.

Na aula de introdução à Plataforma Zerobot, o aplicativo e o robô foram apresentados aos alunos. Em seguida resolveram problemas como “Faça um algoritmo para que o Zerobot ande 1 passo”, “Faça um algoritmo para que o Zerobot acenda o LED vermelho, ande 3 passos e apague o LED”, “Faça um algoritmo para que o Zerobot desenhe um L”, entre outros. Utilizou-se papel *Kraft* como superfície para os desenhos efetuados pelo robô. Nesta aula, os conceitos do PC concentraram-se em raciocínio lógico e/ou algoritmos e não foram abordados conteúdos de matemática.

Acompanhando o planejamento professor, a primeira aula de matemática com o robô baseou-se na introdução ao tema através de frações de figuras. Os códigos das habilidades da BNCC trabalhadas nesse encontro foram o EF05MA03 (frações) e o EF05MA13 (partes do todo). Um exemplo de exercício é: “Faça um algoritmo para que o Zerobot desenhe um quadrado e marque $\frac{3}{4}$ desse quadrado”. Além dos conceitos de raciocínio lógico e algoritmos, o pesquisador também abordou decomposição e generalização, discutindo com os alunos como “dividir” o problema de desenhar um quadrado em partes menores, por exemplo.



Figura 2. Aula Frações 1 – Frações de figuras

Na sequência, foram abordadas as frações na reta, frações equivalentes e/ou frações de inteiros. Os alunos deveriam programar o robô para marcar frações que representassem partes de uma reta. Os códigos da BNCC abordados nessa aula foram EF05MA03 (frações), EF05MA04 (frações equivalentes) e EF05MA05 (representar números na reta). Os principais conceitos de PC discutidos, além de algoritmos e raciocínio lógico, foram abstração e manipulação de dados devido a necessidade dos alunos entenderem a natureza do problema, ou seja, o que estava sendo solicitado e como obter a solução usando as informações fornecidas. Abaixo alguns exercícios desta aula:

- Crie um algoritmo que marque um ponto que represente a fração (3/10) na reta.
- Crie um algoritmo que marque um ponto que represente a fração (4/5) na reta.

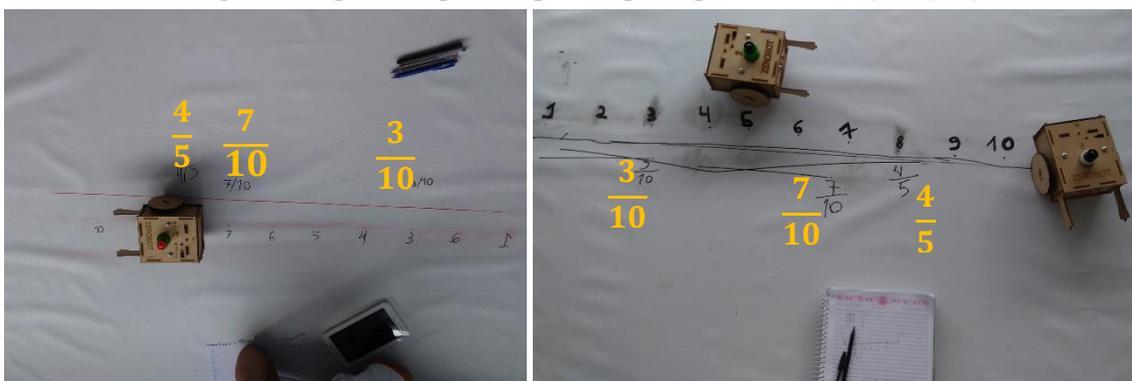


Figura 3. Aula Frações 2 – Frações na Reta

Na Figura 3 estão alguns exemplos de exercícios resolvidos pelos alunos (frações destacadas na imagem para facilitar a visualização). Para todas as atividades, o robô deveria partir de um mesmo local abaixo da reta numérica. Os estudantes foram orientados a escrever qual fração era representada pelo ponto que o robô havia marcado.

Na última aula, ainda trabalhando as habilidades da BNCC EF05MA03, EF05MA04 e EF05MA05, os alunos deveriam calcular uma fração de um inteiro e programar o Zerobot para que, partindo de um ponto inicial (Figura 4 – Posição inicial), percorresse um caminho até um determinado cubo marcado com um valor e o impulsionavam até a posição indicada. Foram criados cubos com números para serem empurrados sobre papel quadriculado. Na Figura 4 (regiões destacadas para facilitar a visualização) cada quadrado representava o tamanho aproximado de um passo do robô, os cubos possuíam posição inicial fixa (Região 1) e marcação para o local em que um número deveria ser empurrado a cada exercício (Região 2 e 3). Também foram abordados

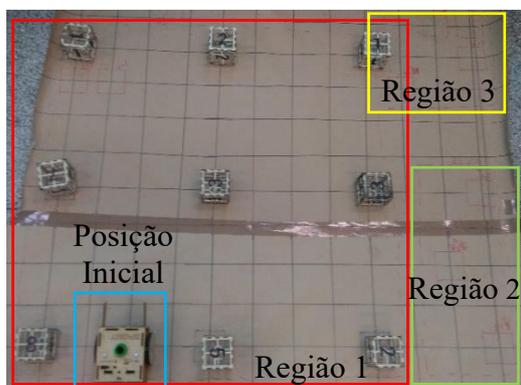


Figura 4 - Aula Frações 3 - Frações de inteiros - Regiões

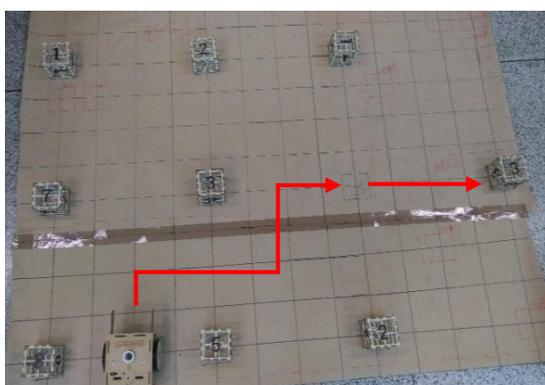


Figura 5 - Aula Frações 3 - Frações de inteiros - Possível Solução

os conceitos do Pensamento Computacional trabalhados na aula anterior. Abaixo alguns dos exercícios desta aula:

- Crie um algoritmo para levar o valor da fração $1/3$ de 9 da região 1 até a região 2.
- Crie um algoritmo para levar o valor da fração $2/5$ de 10 da região 1 até a região 3.

Na Figura 5 está destacada uma das possibilidades de solução de um dos exercícios. Também é válido ressaltar que a atividade somente seria considerada correta quando o Zerobot percorresse todo o caminho desde sua posição inicial, avançando até o cubo em questão e levando-o até o ponto indicado. Caso houvesse erros em alguma parte do algoritmo enviado para a execução/trajeto, o participante deveria retornar o cubo e o robô às posições iniciais. O algoritmo deveria ser corrigido e executado novamente, ou seja, não eram permitidas “execuções por partes”.

4.3. Coleta de dados das aulas

Ao final de cada encontro foi solicitado que aos alunos que respondessem um questionário Emoti-SAM (HAYASHI, *et al.*, 2016) avaliando integralmente os processos da aula, ou seja, conteúdo, utilização do *tablet* e do robô. As opções de resposta foram apresentadas em uma escala *likert* com 5 possibilidades e estão consolidadas na seção 5.

5. Resultados

Os dados coletados através do Emoti-Sam objetivam discretizar sucintamente os sentimentos dos alunos sobre o processo de aprendizagem utilizando a Plataforma Zerobot em uma tentativa de mensurar as sensações de Felicidade, Excitação e Controle durante a realização da aula-atividade utilizando o robô, e desta feita, possibilitar a comparação entre as opiniões dos participantes e evidenciar as potencialidades da Plataforma.

Os três sentimentos coletados foram apresentados aos alunos através dos *Emotis* sugeridos por (HAYASHI, *et al.*, 2016) em sua versão do SAM (Self-Assessment Manikin) – o Emoti-SAM, associadas às legendas listadas abaixo:

- Felicidade: Muito Feliz, Feliz, Indiferente, Triste e Muito Triste.
- Excitação: Muito Animado, Animado, Indiferente, Desanimado, Muito Desanimado.
- Controle: Totalmente no Controle, No controle, Indiferente, Pouco Controle, Nenhum Controle.

Na somatória das respostas das 4 aulas ministradas nas 3 turmas (Figura 6), os alunos consideraram que estavam Muito Felizes ou Felizes em 96% das aulas para turma A, 94% na turma B e 88% na turma C. Este resultado mostra que as aulas foram agradáveis para a maior parte dos alunos, em relação ao sentimento de Felicidade.

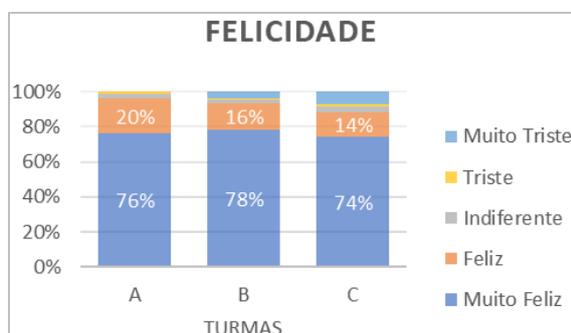


Figura 6 - Sumarização Emoti-SAM - Sentimento Felicidade

Analisando as respostas dos alunos em relação ao sentimento de Excitação/Animação (Figura 7), os resultados também foram promissores, pois a maioria dos estudantes consideraram-se Muito Animados ou Animado em participar das atividades. As respostas foram 93% para turma A, 89% para turma B e 89% para turma C.

Por fim, analisando o sentimento de Controle (Figura 8), a maioria das respostas foram Totalmente no Controle e No Controle. A soma destas opções para a turma A foi de 89%, para turma B 86% e 79% para turma C.

Embora preliminares, tais resultados indicam que as aulas-atividades utilizando a Plataforma Zerobot focada em matemática, demonstraram-se promissores para os alunos do 5º ano.

6. Conclusão

Este trabalho relata as experiências na aplicação de atividades que reforçam conteúdos da matemática utilizando um robô programável. Detalhou o perfil dos participantes, as aulas ministradas, as opiniões dos alunos e podemos destacar:

- Há dificuldades no transporte, montagem do cenário e os seus respectivos suprimentos (recarga de bateria, caneta para quadro branco e provisão dos cubos).
- A região em que o robô se locomoverá e/ou desenhará é relevante para execução dos experimentos. Entre as soluções testadas, o papel *Kraft* é econômico e fácil aquisição, todavia, dificilmente pode ser reutilizado e possíveis impressões necessitam de um equipamento compatível. Se houver muitos desenhos em uma aula ou devido a erros consecutivos, é possível que as crianças tenham dificuldades em identificá-lo. A lona de faixa mostrou-se uma solução reutilizável pois os desenhos podem ser apagados mas seu valor é elevado.
- Conforme os sentimentos aferidos e detalhados na seção 5, a utilização de um robô programável foi bem avaliada pelas crianças. A abordagem de ministrar os conteúdos das disciplinas convencionais (matemática), utilizando a Plataforma Zerobot como meio de atingir os objetivos das aulas e reforçar habilidades do Pensamento Computacional apresenta-se promissora e nos motiva a elaborar aulas de outras disciplinas/conteúdos.

Este trabalho é parte de um projeto em andamento e as experiências serão incorporadas com o objetivo precípuo de se obter resultados mais robustos ao final do segundo ciclo de atividades.

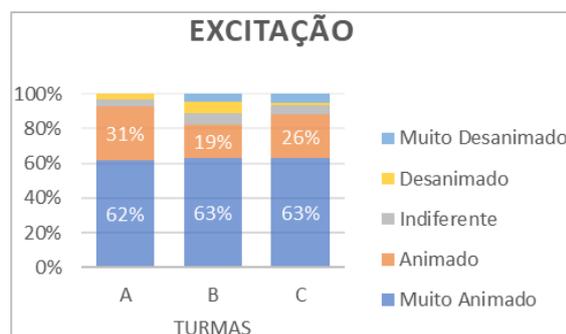


Figura 7 - Sumarização Emoti-SAM - Sentimento Excitação

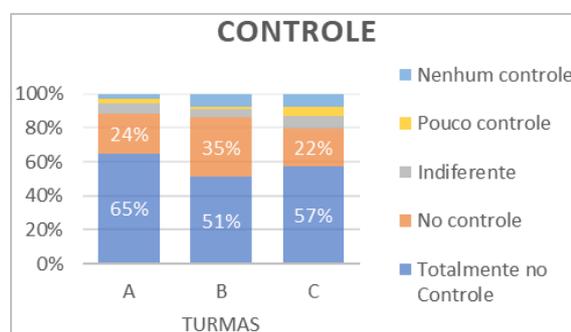


Figura 8 - Sumarização Emoti-SAM - Sentimento Controle

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001 e também da empresa TecSinapse Tecnologia Da Informação LTDA.

7. Referências

- BARCELOS, T. et al. Relações entre o pensamento computacional e a matemática: uma revisão sistemática da literatura. Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. out. 2015. p. 1369.
- BNCC - MEC. Base Nacional Comum Curricular - MES, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>.
- COSTA, E. J. F.; CAMPOS, L. M. R. S.; GUERRERO, D. D. S. Pensamento Computacional na Educação Básica: Uma Análise da Relação de Questões de Matemática com as Competências do Pensamento Computacional. Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. nov. 2016. p. 1060.
- CSTA; ISTE. Computational Thinking - [S.l.]. 2011. Disponível em: <<https://www.iste.org/explore/Solutions/Computational-thinking-for-all>>.
- GOOGLE DEVELOPERS. Google Blockly, 2019. Disponível em: <<https://developers.google.com/blockly/>>.
- GROVER, S.; PEA, R. Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. Educational Researcher, v. 42, p. 38-43, jan. 2013.
- HAYASHI, E. C. S. et al. Exploring new formats of the Self-Assessment Manikin in the design with children. Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems - IHC '16, p. 1-10, 2016.
- KALELIOGLU, F.; GÜLBAHAR, Y.; KUKUL, V. A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. Baltic Journal of Modern Computing; Riga Vol. 4, ISS. 3, (2016) 583-596, 2016.
- LOCKWOOD, J.; MOONEY, A. Computational Thinking in Education: Where does it fit? A systematic literary review. A systematic literary review. arXiv preprint, mar. 2017.
- MESTRE, P. et al. Pensamento Computacional: Um estudo empírico sobre as questões de matemática do PISA. Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. out. 2015. p. 1281.
- MINCHILLO, L. V. Towards better tools and methodologies to teach computational thinking to children: Na direção de melhores ferramentas e metodologias para o ensino de pensamento computacional para crianças, 2018.
- NASCIMENTO, G. M. Uso da Robótica no Ensino de Proporção aos Alunos do Ensino Fundamental II, 2012.
- RAABE, A. et al. A Experiência de Implantação de uma Disciplina Obrigatória de Pensamento Computacional em um Colégio de Educação Básica. Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. out. 2017. p. 1182.
- SBC, S. B. D. C.-. Referenciais de Formação em Computação: Educação Básica. 2017.
- WING, J. M. Computational Thinking - The begening. Communications of the ACM, v. 24, p. 33, mar. 2006.
- ZANATTA, R. P. P. A robótica educacional como ferramenta metodológica no processo ensino-aprendizagem: uma experiência com a segunda lei de Newton na série final do ensino fundamental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. [S.l.]. 2013.