

Construindo uma calculadora: uma atividade envolvendo Robótica, Programação e Matemática

Building a calculator: an activity that involves Robotics, Coding and Mathematics

Marcelo Puziski

Universidade de Caxias do Sul (UCS)

Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Caxias do Sul, RS, Brasil

mcelopu@gmail.com

Informações do Artigo



Histórico do Artigo

Submissão: 28 de março de 2017.

Aceite: 31 de maio de 2017.

Palavras-chave

Construcionismo

Robótica

Ensino de Matemática

Calculadora em Sala de Aula

Resumo

O uso de calculadora em sala de aula sempre foi um tema polêmico. Com isso em mente, considerou-se que a construção de uma calculadora com o kit de robótica da LEGO pode possibilitar a reflexão sobre o uso e funcionamento da calculadora de maneira crítica pelo estudante. Baseado nas ideias construcionistas de Seymour Papert e nas direções curriculares dos projetos de robótica educacional da LEGO, pensou-se em uma prática em que os estudantes constroem uma calculadora, entendem a sua programação e refletem sobre seu uso em sala de aula e em outros contextos científicos e educacionais. Realizou-se a atividade com estudantes de oitavo ano (no sistema brasileiro de ensino fundamental de nove anos) e os dados registrados em relatório foram analisados. Foram encontradas diversas reflexões sobre o uso da calculadora em contextos educacionais, e sucesso parcial no entendimento do funcionamento de uma calculadora.

Keywords

Constructionism

Robotics

Math Teaching

Calculator in the Classroom

Abstract

The use of the calculator in the classroom has always been a polemic subject. Keeping that in mind, it was considered that building a calculator with the LEGO robotics kit may allow the critic reflection on the use and operation of the calculator by the student. Based on the constructionist ideas of Seymour Papert, as well as the curricular directions of the LEGO educational robotics project, an activity was conceived in which students build their own calculator, understand its code and think about its use in the classroom, as well as in other scientific and educational contexts. The activity was developed with 8th year students (of the Brazilian 9 year primary school system) and later, the data they registered on their report was assessed. Many reflections on the use of calculator in the classroom in educational contexts were found, as well as partial success on the understanding of the operation of a calculator.

1. Introdução

1.1. Objetivos

O artigo proposto e o trabalho realizado tiveram como objetivo, especialmente, propor e avaliar uma prática que possa ser utilizada em contextos educacionais para incentivar a reflexão sobre o uso da calculadora em sala de aula. Além disso, a proposta da atividade foi planejada pensando em fazer com que os estudantes compreendam o funcionamento de uma calculadora.

Entende-se que, ao programar uma calculadora e ao entender o algoritmo, o estudante tem a oportunidade de ver o que acontece quando insere dados e escolhe uma operação naquela

máquina, e espera-se que isso faça com que seu uso seja consciente, pois ele entenderá o que está acontecendo com as informações inseridas.

1.2. A Calculadora e a Educação Matemática

Estudos sobre o uso da calculadora em sala de aula aparecem a partir da segunda década de 1970 (SILVA, 1991). Este assunto é, evidentemente, uma inquietação de todos aqueles que se preocupam com a educação matemática.

Com o fácil acesso que existe atualmente a calculadoras científicas relativamente completas, muitas opiniões sobre seu uso podem ser identificadas entre educadores e estudantes das mais diversas áreas. Dentre os argumentos para os que não acreditam no potencial do uso da calculadora em sala de aula, encontramos textos sobre a importância dos cálculos mentais e sobre a necessidade de conseguir fazer os cálculos sem calculadoras na hora de provas de avaliações e concursos como o ENEM e vestibulares. Já aqueles que defendem o uso da calculadora afirmam que esta é um instrumento criado para auxiliar o ser humano, e que, ao não utilizar a calculadora, o estudante está perdendo tempo fazendo cálculos extensos e mecânicos.

Em 1989, o Conselho Nacional de Professores de Matemática dos Estados Unidos emitiu um documento de padrões de avaliação e currículo para a matemática da escola. Neste documento, foi considerado que as mudanças nas tecnologias mudaram a natureza dos problemas e os métodos de investigação (NCTM, 1989).

Este documento também emite algumas recomendações aos professores e assessores de currículo referentes ao uso das tecnologias em sala de aula, dentre elas: “Calculadoras apropriadas devem estar disponíveis para todos estudantes, todo o tempo” e “Estudantes devem aprender a usar o computador para processar informações e resolver cálculos para investigar e resolver problemas” (NCTM, 1989).

É evidente que as tecnologias invadiram a sociedade. É interessante notar que as recomendações acima foram feitas em 1989. Nos tempos atuais, o impacto da tecnologia é muito maior, com a invasão dos *smartphones* e tecnologias portáteis. Levando isso em conta, o debate sobre o uso da calculadora em sala de aula, hoje em dia, pende ao uso consciente deste instrumento em sala de aula e, apesar disso, ainda encontra-se muita resistência por parte de professores e gestores escolares.

Para Guinther (2009, p. 60), alguns professores não utilizam a calculadora “por medo de não dominarem essa tecnologia ou mesmo por acharem que os alunos deixem de pensar”. Claro que se deve levar em conta que

A utilização da calculadora em sala de aula deve ser bem planejada, tendo um conhecimento prévio de suas possibilidades e limitações. Os alunos devem saber por que as atividades serão desenvolvidas com o uso dessa ferramenta e com quais objetivos. (Guinther, 2008, p. 1905).

1.3. Problema de Pesquisa

O artigo presente não está proposto para responder se o uso da calculadora em sala de aula é benéfico ou não. Diversos autores já constataram que, se bem planejado, utilizar a calculadora pode ser uma prática potencializadora para o ensino de matemática (GUINHER, 2009).

A investigação aqui feita considera importante:

- Quantificar a opinião dos estudantes sobre o uso da calculadora, e;
- Verificar a validade pedagógica da proposta da construção de uma calculadora com o kit LEGO de robótica educacional e a programação desta.

A seguir, apresentamos o referencial que dá suporte a esta pesquisa, seguido da metodologia utilizada e da interpretação dos resultados.

2. Referencial Teórico

2.1. O Construcionismo de Seymour Papert

A teoria construcionista de Seymour Papert parte dos pressupostos construtivistas da teoria de Piaget, onde o processo de aprendizagem é visto como “construção de estruturas do conhecimento” independente das circunstâncias do aprendizado, e complementa a teoria com a ideia de que esse aprendizado acontece de maneira especialmente efetiva onde o aprendiz está conscientemente engajado em construir uma entidade pública, “seja ela um castelo de areia na praia ou a Teoria do Universo” (PAPERT; HAREL, 1991).

É, portanto, uma teoria construtivista que defende que o conhecimento é construído na realização de ações concretas que resultam em produtos palpáveis e que sejam do interesse de quem o produz. Este produto é geralmente, mas não exclusivamente, desenvolvido através de ferramentas de computação, como a calculadora e o computador.

No caso desta proposta, a interação entre os estudantes e o objeto será mediada pelo *software LEGO Mindstorms* e pela robótica educacional.

Turkel e Papert (1990, p. 129, tradução nossa) também identificam a importância do que eles chamam de pluralidade epistemológica, especialmente no contexto da educação informática e computação: “A diversidade de abordagens à programação sugere que acesso igualitário até mesmo aos elementos mais básicos da computação exige a aceitação da validade de diversos jeitos de saber e pensar, uma pluralidade epistemológica”.

Essa pluralidade está presente na proposta no que se refere a aceitar diversos caminhos e soluções para o mesmo problema. No caso desta proposta, também é importante deixar que o estudante seja livre para modificar e criar sua própria programação, sem considerar um só tipo de programação como correto.

2.2. O Pensamento Computacional

Não existe um consenso sobre o que é o pensamento computacional, ou *computational thinking* (CT). O termo foi utilizado pela primeira vez por Seymour Papert em um artigo publicado em 1996, carente de definição. Em 2006, no entanto, Jeannette Wing apresentou e definiu o conceito de CT como uma habilidade não exclusiva dos cientistas da computação (KALELIOGLU *et al.*, 2016).

Wing (2006, p. 33, tradução nossa) destaca o pensamento computacional como “[uma habilidade que] se constrói nos poderes e limites da computação, seja ela executada por um humano ou por uma máquina.” Para ela, é uma habilidade fundamental para todos, que envolve usar a abstração e decomposição de problemas para enfrentar tarefas complexas. Wing (2006), por fim, sumariza uma definição básica para CT como uma maneira de “resolver problemas, projetar sistemas e entender o comportamento humano se baseando nos conceitos da ciência da computação”.

O CT nos guia nesta proposta no quesito da avaliação dos programas dos estudantes, bem como nas diretrizes do planejamento de uma atividade estruturada de acordo com esses preceitos.

A avaliação do desenvolvimento do pensamento computacional, no entanto, não é um processo trivial, e é um dos tópicos mais discutidos por educadores e pesquisadores da área (MORENO-LEÓN; ROBLES, 2015).

Brennan e Resnick (2012) propõem algumas formas de abordar a avaliação do CT. São elas: a análise de portfólio de projetos, entrevistas, e cenários de *design*, onde o estudante deve resolver erros e outros tipos de atividades planejadas (cenários).

Outros métodos de avaliação são propostos em diversos trabalhos da área (WILSON *et al.*, 2012).

No caso desta proposta, o método de avaliação consiste em um cenário de *design* onde o estudante deve adaptar a programação, conforme descrito abaixo. Será considerado bem-sucedido o estudante que conseguir decompor a programação e modificá-la conforme o desafio. Também será considerado um caso de sucesso, porém a nível menor, o estudante que conseguir executar a programação e utilizar a calculadora de forma correta, mesmo sem cumprir o desafio proposto, visto que se constata que o estudante conseguiu ler o código disponibilizado e através disso, entender, sem ajuda de terceiros, como se dá o funcionamento do artefato construído.

3. Metodologia

3.1. A Proposta

A atividade aqui proposta consiste na montagem, programação, apresentação e registro da construção de uma calculadora. A calculadora em questão é feita com as peças do kit *LEGO EV3 Mindstorms Education 45544*.

A atividade foi realizada em uma escola da rede particular de ensino de Caxias do Sul, com estudantes do oitavo ano do ensino fundamental que, em sua grande maioria, tiveram robótica no currículo desde o sexto ano do ensino fundamental. No total, foram 76 estudantes, divididos em três turmas: uma com 30, outra com 31 e a última com 15 estudantes.

A avaliação destes objetivos está fundada nos pressupostos epistemológicos do referencial teórico. O método de levantamento de dados será dividido em 3 partes: a observação, a aplicação de um questionário e a discussão em grupo.

A observação realizada nesta pesquisa foi uma observação ativa, onde o pesquisador participou da atividade, assumindo o papel de orientador (GIL, 2008). A segunda parte da coleta, o questionário aberto, conta com questões elaboradas para avaliar as opiniões dos estudantes sobre o uso da calculadora e para servir de registro de atividade.

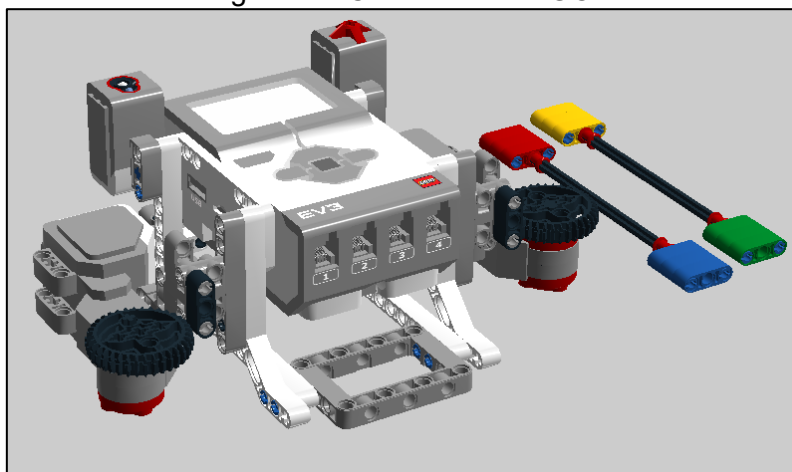
A parte final do levantamento de dados foi a discussão aberta com toda a turma. Estes dados foram registrados junto com o questionário: por solicitação do professor, todos os grupos registraram seus argumentos no questionário, junto com as respostas das perguntas.

Para a realização da atividade, disponibilizou-se 2 horas no laboratório de robótica. As turmas foram divididas em grupos de 3 ou 4 componentes, e a cada um foi atribuída uma função:

- **Organizador:** responsável por organizar o material, separar as peças para a construção, cuidar da organização, no geral;
- **Construtor:** responsável por construir a calculadora, seguindo os passos disponibilizados;
- **Programador:** responsável por realizar a programação da calculadora e o registro no relatório;
- **Líder:** responsável por manter a ordem no grupo, unir as ideias e apresentar os resultados para a turma, no final.

Cada grupo teve disponível uma maleta do kit *LEGO* e um *notebook* com o *software LEGO MINDSTORMS Education EV3* instalado. A calculadora que foi montada seguia um modelo, conforme Figura 1.

Figura 1 – Calculadora LEGO.



Fonte: Elaboração do autor.

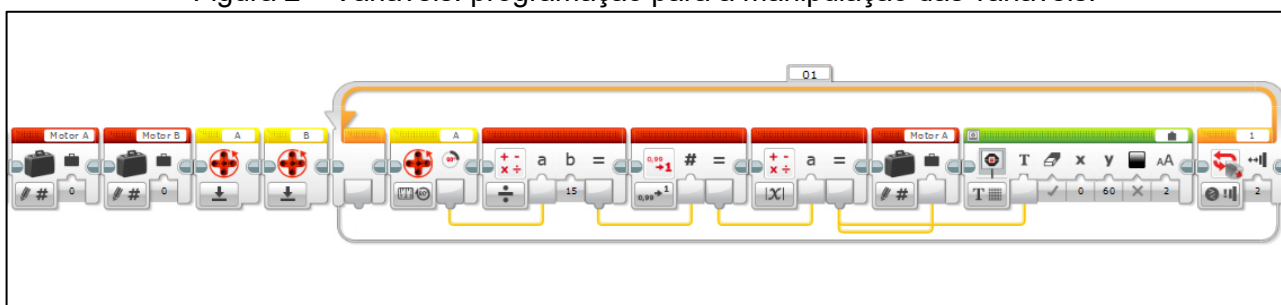
O seu funcionamento era dado da seguinte maneira:

- **Motor A:** Ao girar o motor, era alterada a primeira variável de entrada;
- **Motor B:** Ao girar o motor, era alterada a segunda variável de entrada;
- **Sensor de toque (botão):** ao apertar o sensor de toque, o usuário trocava entre os passos do cálculo (primeiro toque: confirmar primeira variável, segundo toque: confirmar segunda variável);
- **Sensor de cor:** dependendo da cor que o usuário passava na frente do sensor de cor, a calculadora realizava uma operação com os dois valores de entrada.

O desafio proposto para os estudantes do grupo era utilizar a calculadora algumas vezes com as operações básicas (adição, subtração, multiplicação e divisão), que foram disponibilizadas em uma programação para os estudantes, conforme segue abaixo.

Na primeira parte, criam-se duas variáveis (Motor A e Motor B), para representarem os valores de entrada da calculadora. O valor de entrada do Motor A e B é o valor arredondado de quantos graus cada motor foi girado com um fator de redução (dividido por 15, para que seja mais fácil de manipular este valor) (Figura 2).

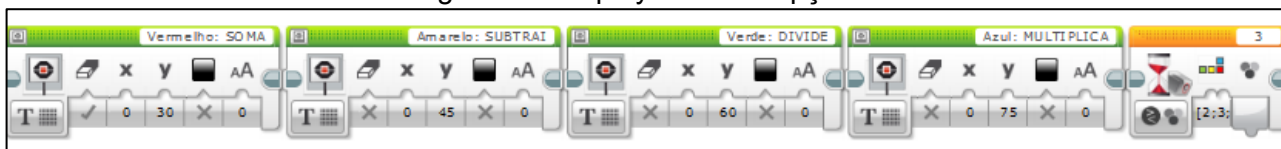
Figura 2 – Variáveis: programação para a manipulação das variáveis.



Fonte: Elaboração do autor.

Após escrever as variáveis “Motor A” e “Motor B”, a calculadora mostra no *display* as opções de cor e operação e espera que uma delas seja detectada pelo sensor de cor (Figura 3).

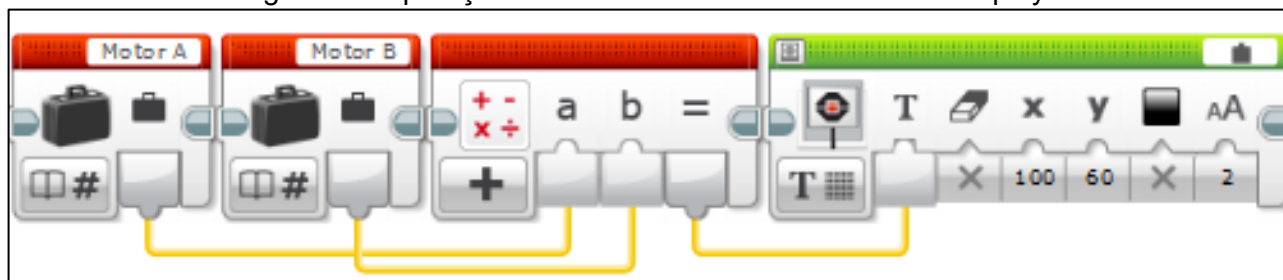
Figura 3 – Display: mostrar opções.



Fonte: Elaboração do autor.

A calculadora vai esperar a cor, e dependendo da cor que for mostrada, vai operar as variáveis conforme programado (Figura 4).

Figura 4 – Operação: Somar as variáveis e mostrar no display.



Fonte: Elaboração do autor.

Após interpretar estes passos, os estudantes devem, então, trocar uma dessas operações pela potenciação. Essa troca só irá ser realizada se o grupo realmente entendeu a programação, pois eles devem entender em que momento está determinada a operação que será feita entre as variáveis (Figura 4).

No final desta prática, cada grupo apresentou sua versão da programação e respondeu se conseguiu:

- Utilizar a calculadora de maneira adequada;
- Trocar alguma das operações pela potenciação;
- Explorar a programação o suficiente para encontrar outras maneiras de modificar a calculadora, como adicionar a operação potenciação (ao invés de trocar por outra), adicionar a operação de radiciação ou qualquer outra alteração que o grupo pudesse vir a considerar.

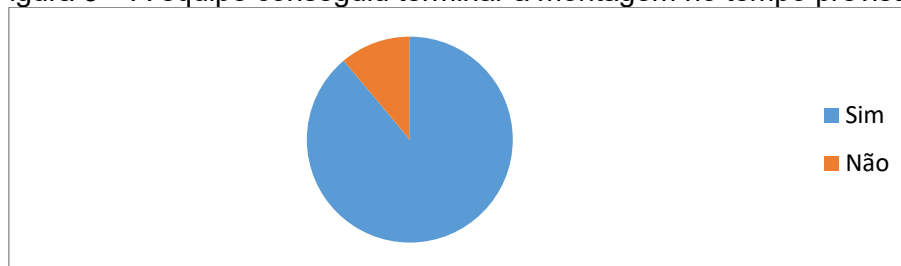
3.2. Análise de Dados

Os dados foram computados do registro feito no relatório, e são analisados a seguir. As perguntas que constavam no relatório eram:

1. Identificação da Equipe.
2. A equipe conseguiu terminar a montagem no tempo previsto? Caso a resposta seja negativa, liste os motivos.
3. Caso tenha terminado a montagem, a equipe conseguiu utilizar a calculadora como o previsto?
4. A equipe conseguiu substituir uma das operações da calculadora pela operação de potenciação?
5. Você é a favor ou contra o uso da calculadora em sala de aula? Argumente sobre sua posição.
6. Como a calculadora ajudou a sociedade nos avanços científicos?

Dos 18 grupos, apenas 2 deles não terminaram a montagem (Figura 5). Os grupos alegaram que houve confusão na hora da montagem das peças e acabaram se atrasando.

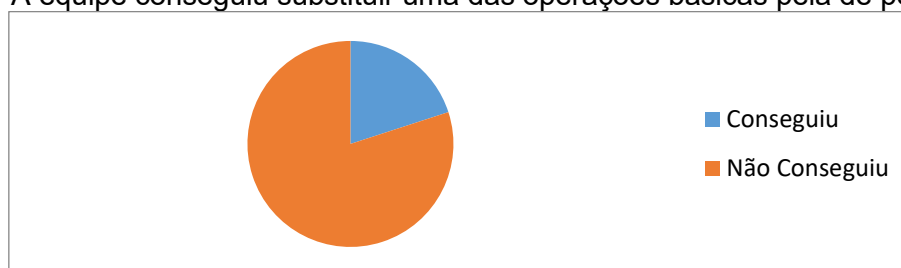
Figura 5 – A equipe conseguiu terminar a montagem no tempo previsto?



Fonte: Elaboração do autor.

Quanto à utilização da calculadora, 100% das equipes que terminaram a montagem conseguiram utilizar a calculadora conforme o previsto. Já referente ao desafio de substituir uma das operações básicas pela potenciação, apenas 4 grupos conseguiram realizar o desafio (Figura 6).

Figura 6 – A equipe conseguiu substituir uma das operações básicas pela de potenciação?



Fonte: Elaboração do autor.

4. Resultados e Discussão

Uma análise qualitativa verificou que, nos 4 grupos que conseguiram realizar o desafio, as características do CT estavam presentes, em especial as capacidades de testar e depurar, resolução de problemas em grupo e confiança em lidar com a complexidade (BARR; STEPHENSON, 2011).

Apesar do baixo índice de equipes que conseguiram cumprir todo o proposto (aproximadamente 22%), observou-se grande sucesso no uso das habilidades do CT, tanto nas equipes que conseguiram concluir o desafio quanto nas que conseguiram apenas colocar a calculadora em prática.

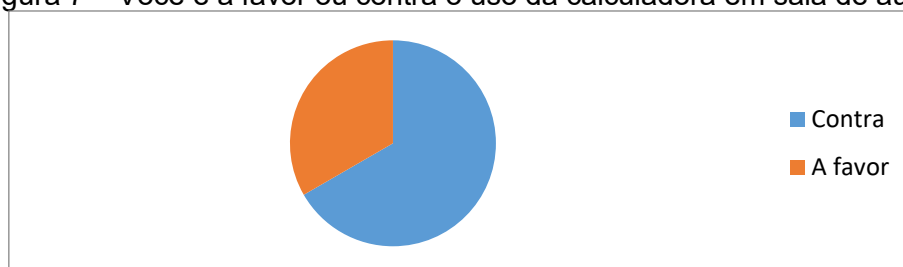
Isso porque, para conseguir fazer a calculadora funcionar, era preciso, pelo menos, entender o que estava escrito na programação disponibilizada. O entusiasmo e coragem em enfrentar desafios complexos que a turma apresentou também faz parte das habilidades que o CT promove (BARR; STEPHENSON, 2011).

No entanto, uma adequação de nível parece ser necessária. O nível da atividade é complexo e, apesar disso, era esperado que o número de grupos que conseguiriam superar o desafio fosse maior.

Alguns fatores da atividade que podem ser adequados e corrigidos são o tempo, a complexidade da programação e o mapeamento das habilidades que os estudantes já possuem antes da atividade, em especial a habilidade de trabalhar com variáveis.

A discussão sobre o uso da calculadora em sala de aula também foi frutífera. Dos grupos, 12 argumentaram pela proibição da calculadora em sala de aula, e 6 grupos argumentaram a favor da utilização livre da calculadora pelos estudantes (Figura 7).

Figura 7 – Você é a favor ou contra o uso da calculadora em sala de aula?



Fonte: Elaboração do autor.

Apesar disso tudo, todos os grupos concordaram que o uso da calculadora pode ser muito benéfico se bem planejado. Tanto os grupos que foram contra o uso da calculadora, quanto os que foram a favor, concordaram que ela facilitou a realização de cálculos corriqueiros e pode agilizar a resolução de problemas e otimizar o tempo da aula.

Também foi consenso que é necessário fazer a reflexão do cálculo, por mais simples que seja, sempre que utilizando qualquer recurso de computação.

Dos argumentos que surgiram, foi predominante a preocupação com provas como ENEM e vestibulares e a necessidade de saber fazer rapidamente os cálculos mentais e armados, e que a calculadora pode gerar dependência em alguns casos.

Quanto à última pergunta do relatório, foi unanimidade que a velocidade que a calculadora possibilita para realizar cálculos mecânicos é uma grande ferramenta de cientistas e técnicos, sendo essa uma de suas grandes contribuições para a sociedade acadêmica.

5. Considerações Finais

Dos problemas de pesquisa, considera-se alcançado o objetivo de avaliar a proposta pedagógica da montagem e programação de uma calculadora como uma prática pedagógica efetiva dentro dos pressupostos construcionistas e para o desenvolvimento do *Computational Thinking* de estudantes, apesar de considerar-se também que adequações no planejamento são necessárias.

O levantamento de dados da discussão proposta sobre o uso de calculadora na sala de aula com os estudantes mostra que a cultura da calculadora como um objeto perigoso para as habilidades de cálculo do estudante está muito presente na escola, e que existe uma preocupação muito grande com a não possibilidade de utilizar este instrumento em avaliações como ENEM e vestibulares.

Pesquisas mostram que o uso consciente da calculadora por parte do estudante e de professores é benéfico para o ensino de matemática (GUINThER, 2009), e as preocupações dos adolescentes com as avaliações externas mostram que na escola talvez não tenham tido este uso consciente ou talvez não tenham percebido isso.

Vale ressaltar que, na escola onde esta atividade foi aplicada, o uso da calculadora é proibido em todos os níveis de ensino como uma regra da instituição.

Constataram-se, então, concepções equivocadas sobre este instrumento e preocupações válidas.

Considera-se esta atividade, assim, um sucesso. De modo geral, a atividade ajudou os estudantes a desenvolverem e mostrarem qualidades do *Computational Thinking*, bem como a construir um objeto que é um produto palpável e passível de compartilhamento com o público, mantendo-se sempre abertos à pluralidade epistemológica dentro de cada grupo e da turma.

Referências

BARR, V.; STEPHENSON, C. Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? **ACM Inroads**, Nova York, v. 2, n. 1, p. 48-54, 2011.

BRENNAN, K.; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, 2012, Vancouver. **Proceedings ...**, 2012. p. 1-25.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUINThER, A. **Análise do desempenho de alunos do Ensino Fundamental em jogos matemáticos**: reflexões sobre o uso da calculadora nas aulas de matemática. 2009. 177 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

GUINThER, A. O uso das calculadoras nas aulas de Matemática: concepções de professores, alunos e mães de alunos. In: EBRAPEM – ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., Rio Claro, 2008. **Anais...**, p. 1904-1909, 2008.

KALELIOGLU, F.; GÜLBAHAR, Y.; KUKUL, V. A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. **Baltic Journal of Modern Computing**, Riga, v. 4, n. 3, p. 583, 2016.

MORENO-LEÓN, J.; ROBLES, G. Analyze your Scratch projects with Dr. Scratch and assess your computational thinking skills. In: SCRATCH CONFERENCE, 2015, Amsterdã, p. 1215.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM). COMMISSION ON STANDARDS FOR SCHOOL MATHEMATICS. **Curriculum and evaluation standards for school mathematics**. National Council of Teachers of Mathematics, 1989.

PAPERT, S.; HAREL, I. Situating constructionism. **Constructionism**, Nova York, v. 36, p. 1-11, 1991.

SILVA, Albano. A calculadora no percurso de formação de professoras de Matemática. Portugal: APM, 1991.

TURKLE, S.; PAPERT, S. Epistemological pluralism: Styles and voices within the computer culture. **Signs: Journal of Women in Culture and Society**, Boston, v. 16, n. 1, p. 128-157, 1990.

WILSON, A.; HAINEY, T.; CONNOLLY, T. Evaluation of computer games developed by primary school children to gauge understanding of programming concepts. In: EUROPEAN CONFERENCE ON GAMES BASED LEARNING, 2012. Academic Conferences International Limited, 2012. p. 549.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, Nova York, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.