UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO MATEMÁTICO A PARTIR DA PRODUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS EM UM AMBIENTE CONSTRUCIONISTA DE APRENDIZAGEM:

POSSIBILIDADES E DESAFIOS

GREITON TOLEDO DE AZEVEDO

Goiânia

2017

sistema de bibliotecas ufg

UFG

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **[X] Dissertação** **[ ] Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Nome completo do autor: GREITON TOLEDO DE AZEVEDO

Título do trabalho: Construção do conhecimento Matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem: desafios e possibilidades

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [ ] NÃO

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Greiton Toledo de Azevedo

Assinatura do autor

Data: 15 / 05 / 2017

GREITON TOLEDO DE AZEVEDO

CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO MATEMÁTICO A PARTIR DA PRODUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS EM UM AMBIENTE CONSTRUCIONISTA DE APRENDIZAGEM:
POSSIBILIDADES E DESAFIOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás (PPECM/UFG) - Área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática, como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: José Pedro Ribeiro Machado
Coorientadora: Gene Maria Vieira Lyra-Silva

Goiânia
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Toledo de Azevedo, Greiton
Construção de conhecimento Matemática a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem: possibilidades e desafios [manuscrito] / Greiton Toledo de Azevedo. - 2017.
235 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. José Pedro Machado Ribeiro ; co-orientador Dr. Gene Maria Vieira Lyra-Silva .
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, , Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Goiânia, 2017.
Bibliografia. Anexos. Apêndice.
Inclui gráfico, tabelas, lista de figuras.

1. Conhecimento Matemático. 2. Construção de Jogos Digitais. 3. Ambiente Construcionista de Aprendizagem. 4. Educação Básica. I. Machado Ribeiro , José Pedro , orient. II. Título.

CDU 51

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ATA DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO

Aos 10 dias do mês de abril do ano de 2017, às 16:00 horas no Instituto de Matemática da UFG, reuniu-se a Banca Examinadora composta pelo, Prof. Dr. JOSÉ PEDRO MACHADO RIBEIRO presidente/orientador-UFG; Prof. Dr. MARCOS VINICIUS MALTEMPI- UNESP e a Profa. Dra. VÂNIA LÚCIA MACHADO – UFG, para sob a presidência do primeiro, procederem ao Exame de defesa da Dissertação do trabalho intitulado **"CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO MATEMÁTICO A PARTIR DA PRODUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS EM UM AMBIENTE CONSTRUCIONISTA DE APRENDIZAGEM: POSSIBILIDADES E DESAFIOS"** do discente GREITON TOLEDO DE AZEVEDO, nível Mestrado. Após realizada a avaliação oral no sistema de apresentação e defesa do Trabalho de autoria do mesmo, a Banca Examinadora

Docente/Instituição	Resultado (Aprovado/ Reprovado)	Assinatura
JOSÉ PEDRO MACHADO RIBEIRO - UFG	Aprovado	José Pedro M Ribeiro
MARCOS VINICIUS MALTEMPI - UNESP	Aprovado	Maltempi
VÂNIA LÚCIA MACHADO - UFG	Aprovado	Vania Machado

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
Certifico que esta cópia de documento confere com o original
Goiânia, 15/05/2017
Ass. Juan B. Marques Barrio
Juan B. Marques Barrio
Coordenador do PPGECM

GREITON TOLEDO DE AZEVEDO

CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO MATEMÁTICO A PARTIR DA PRODUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS EM UM AMBIENTE CONSTRUCIONISTA DE APRENDIZAGEM: POSSIBILIDADES E DESAFIOS

Dissertação apresentada à banca examinadora do programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás (PPECM/UFG), como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Educação Matemática.

Banca Examinadora

Prof. Dr. José Pedro Machado Ribeiro (Orientador)
Universidade Federal de Goiás | UFG: Goiânia - GO

Prof[a]. Dra. Vânia Lúcia Machado (Examinador interno)
Universidade Federal de Goiás | UFG: Goiânia - GO

Prof. Dr. Marcus Vinicius Maltempi (Examinador externo)
Universidade Estadual Paulista | UNESP: Rio Claro - SP

Goiânia, abril de 2017.

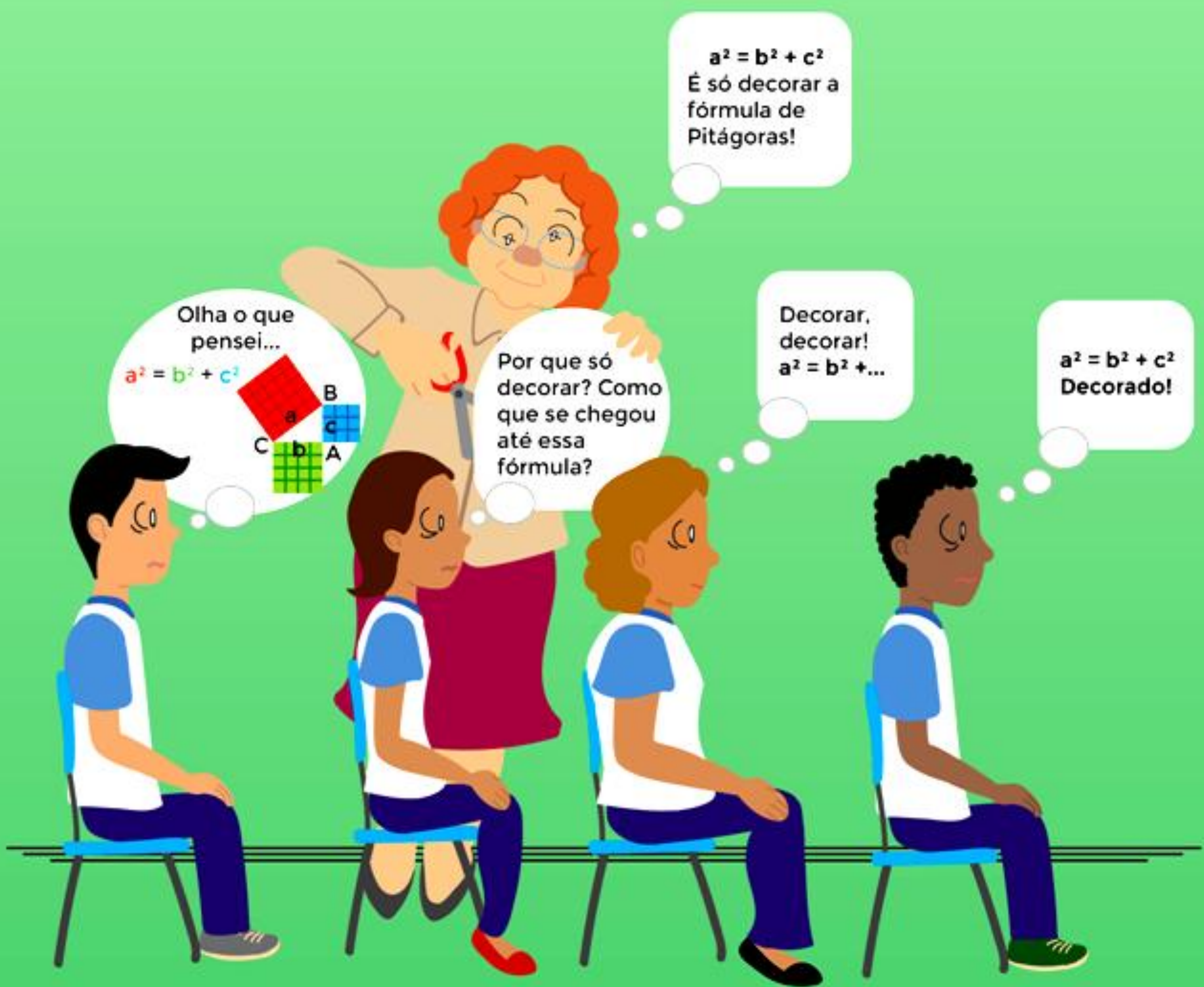
HÁ ESCOLAS QUE SÃO GAIOLAS E HÁ ESCOLAS QUE SÃO ASAS

Escolas que são gaiolas existem para que os pássaros desaprendam a arte do voo. Pássaros engaiolados são pássaros sob controle. Engaiolados, o seu dono pode levá-los para onde quiser. Pássaros engaiolados sempre têm um dono. Deixaram de ser pássaros. Porque a essência dos pássaros é o voo. Escolas que são asas não amam pássaros engaiolados. O que elas amam são pássaros em voo. Existem para dar aos pássaros coragem para voar. Ensinar o voo, isso elas não podem fazer, porque o voo já nasce dentro dos pássaros. O voo não pode ser ensinado. Só pode ser encorajado (**Rubem Alves, 2001, p. 4**)

ALVES, R. Gaiolas e asas. *Folha de São Paulo*, São Paulo, p. 4, 05 de dez. 2001.

E NAS AULAS DE MATEMÁTICA? .... METAFORICAMENTE

ALUNOS-PÁSSAROS OU ALUNOS-ENGAIOLADOS? [...] EIS A QUESTÃO!



4GR4D3CIM3NT0S

"Aprendi que se depende sempre, de tanta muita diferente gente. Toda pessoa sempre é marca das lições diárias de outras tantas pessoas. É tão bonito quando a gente entende que a gente é tanta gente, onde quer que a gente vá. É tão bonito quando a gente sente que nunca está sozinho por muito mais que pense está [...]" **(Gonzaguinha, 1982)**

Tenho crido que este trabalho foi fruto de um longa trajetória que se iniciou em 1994 com meus primeiros anos na escola, no jardim de infância, com apenas quatro anos de idade. De lá pra cá, foram tantas pessoas que contribuíram para a minha formação enquanto pesquisador em Educação Matemática. Não é possível citar todos os nomes dessas pessoas que tanto me encorajaram e, principalmente, me inspiraram de algum modo a ser professor de matemática, até porque muitas delas são anônimas. Mesmo assim, para todas essas pessoas, que permanecem nas minhas melhores lembranças: meus agradecimentos! Obrigado por fazerem parte da minha história escolar/ acadêmica e terem contribuído para ser o pesquisador que hoje me tornei e que ainda desejo me tornar. Há, porém, pessoas que fazem parte desse momento especial - a estas gostaria de agradecer nominalmente.

Meus profundos e sinceros agradecimentos [...]

- a **Deus** pelo dom da vida - pela presença que me sustenta diariamente e me faz prosseguir. Obrigado pela força, que não se explica, de cada novo desafio superado e cada novo sonho realizado.

- a minha **família** pela compreensão nos momentos em que a tarefa parecia ser pesada. Em especial, a minha mãe, Ivete, pelo imenso amor a minha vida. A minha avó, Antônia, pela sabedoria e vibração por cada novo jogo construído no Mattics. Ela se alegrava junto. A senhora é a melhor avó do mundo. A minha irmã pela seriedade e objetividade na literatura desta obra.

- ao meu querido orientador, **José Pedro**, que nunca mediu esforços para sonhar comigo essa pesquisa. Por ler cada página, por vivenciar cada atividade da pesquisa junto comigo no 'chão da escola'. São vários anos de caminhada na academia, desde a graduação, e cada novo passo, a cada novo desafio, posso olhar para trás e pensar: 'Pow, como eu aprendo com esse cara'. Zé, o senhor é, para mim, timbre de humanismo e competência. Permaneça-se nobre e tão fera! Sou seu fã! =)

- a minha coorientadora, **Gene Lyra**. Já são alguns anos juntos, né? Obrigado por ter aceitado mais esse desafio empreendido, pela autonomia a mim concedida. Agradeço-a pelo respeito com meu estilo de produção e pelos descontraídos momentos de apoio e aprendizagem. A senhora é uma pessoa linda, que nem dá para explicar muito não. Expresso a minha admiração pela sua competência profissional e pela forma humana que conduziu minha coorientação. A senhora é um presente! Eu te amo! <3

- a professora, **Vânia Machado**, pela doçura no olhar, pela competência profissional. Aprendo tanto e me inspiro tanto ao dialogar contigo. Uma pessoa que me provoca a pensar na Educação Básica como um olhar mais atento. Você é uma das pessoas mais amáveis que conheço. Permaneça-se incrível! <3

- aos professores/pesquisadores voluntários **Silmara Epifânia** e **Danilo Oliveira** que trouxeram novas páginas, novos sabores e dinamismo à pesquisa. Sem vocês essa pesquisa não teria sido possível. Obrigado por sonharem comigo. Por ler cada nova atividade construída do Mattics e por contribuírem nas anotações e observações. Como é bom ter amigos e sei que sempre poderei contar com vocês. Os passos da pesquisa, com vocês, se tornaram mais leves e muito mais instigantes. Ficávamos horas e horas, né? Ah, como foi bom! Como sonhamos juntos por uma escola na altura do seu tempo.

- ao professor, **Marcus Maltempi**, que gentilmente se dispôs a compor a suplência da Comissão Examinadora desse trabalho. O trabalho foi enriquecido com suas contribuições. É um privilégio tê-lo na banca. Obrigado por ter aceitado o convite. A sua resposta me trouxe alegria e muito entusiasmo.

- à **Gaia +** pela ilustração dos episódios. Como é bom fazer parte dessa ONG, que tanto admiro e tanto amo colaborar com a construção dos livros paradidáticos de matemática da coleção Hora do Pensar.

- à escola **Municipal Irmã Catarina Jardim Miranda**, minha querida casa de trabalho, que me ofereceu espaço para o desenvolvimento da pesquisa e por acreditar nela. Entre vários professores, coordenadores, pais de alunos, que sonharam comigo, destaco: Analy, Luciane, Jane, Juliana, Ceila, Mafalda, Sylvia, Anny e Fatinha. Agradeço pela seriedade verdade e lições de vida.

- aos meus queridos **alunos do Mattics**, que participaram do projeto de matemática. Obrigado, feras, pela dedicação, entusiasmo e força de vontade em aprender Matemática. Agora, já estamos na 2a edição do projeto, né? Vocês me inspiraram a ser um professor cada dia mais apaixonado.

- à **Fundação Victor Civita**, **Fundação Lemann**, **Revista Nova Escola** e **Roberto Marinho** pela valorização do projeto Mattics. O prêmio me incentivou a querer lutar mais por uma Educação Básica pública que tenha a qualidade desejada para todas as crianças e jovens brasileiros.

- à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (**FAPEG**) pela bolsa concedida.

- A turma do Grupo de Pesquisa (**MATEMA**) e a minha especial **Turma de Mestrado/2015**!

- Aos meus queridos **amigos**: Tatiana, Naysa, Mylenna, Mara, Laredo e Lidneia, que acompanharam a pesquisa em sua fase de desenvolvimento. Obrigado por vibrarem de perto e lançarem boas energias!

Greiton Toledo Azevedo
Em uma madrugada de Verão, 2017

AZEVEDO, G. T. **Construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem:** possibilidades e desafios. 2007, 233 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo compreender o processo da construção de conhecimento matemático a partir da elaboração e desenvolvimento de jogos digitais (games) por estudantes do Ensino Fundamental, em sua intrínseca relação com as práticas didático-pedagógicas da Educação Básica. Defende-se com isso a possibilidade dessa construção de conhecimento sem deixar de lado os desafios que se circunscrevem na temporalidade dos acontecimentos do cenário escolar. Para isso, foi desenvolvido no âmbito de uma escola pública, localizada em uma cidade da região metropolitana de Goiânia, um projeto de matemática, que se constitui como campo fértil de investigação, intitulado Mattics, no contraturno escolar, com a proposta de se produzir jogos digitais, ao mesmo tempo que mobilizasse a construção de conhecimento matemático dos 16 participantes da pesquisa. As ações desenvolvidas, tendo como pano de fundo o pressuposto qualitativo, estiveram alicerçadas no uso da linguagem de programação *Scratch*, que foi desenvolvida no *Massachusetts Institute of Technology,* articulada com atividades exploratório-investigativas de matemática. A partir do intercruzamento dos materiais empíricos produzidos no projeto, percorreu-se um caminho que procurou sustentação teórica tanto em aspectos da produção de jogos digitais, quanto da construção de conhecimento matemático pelos estudantes em um ambiente construcionista de aprendizagem. De acordo com os dados coletados e analisados, percebemos que os resultados alcançados, nesta pesquisa, nos dão indícios para entender o processo de construção de conhecimento a partir da produção de jogos como um movimento dinâmico, que conjuga ideias/significados de matemática e que não parte necessariamente de conceitos formais ao longo do processo de uma produção não linear. A construção se fundamenta pela produção quando há participação ativa do estudante no ambiente. Uma produção que não se ausenta de fatores externos e influencia a forma como aluno passa a pensar/discutir/argumentar ao produzir o seu jogo quando interage com o seu meio local.

Palavras-Chave: Conhecimento Matemático; Construção de Jogos Digitais, Ambiente Construcionista de Aprendizagem, Educação Básica.

AZEVEDO, G. T. **Construction of mathematical knowledge from the production of digital games in a constructionist learning environment**: possibilities and challenges. 2017, 233 f. Dissertation (Masters in Education in Science and Mathematics) - Postgraduate Program in Science and Mathematics Education, Universidade Federal de Goiás, 2017.

ABSTRACT

This work has as main objective to understand the process of the construction of mathematical knowledge from the preparation and development of digital games (games) by students of Elementary School, in their intrinsic relation with the didactic pedagogical practices of Basic Education. The possibility of this construction of knowledge is defended without leaving aside the challenges that are limited in the temporality of the events of the school scene. For this purpose, a mathematics project was developed within a public school, located in a city in the metropolitan region of Goiânia, which is a fertile field of research, entitled Mattics, in the school counterpart, with the proposal to produce digital games, while mobilizing the construction of mathematical knowledge of the 16 participants of the research. The actions developed, based on the qualitative assumption, were based on the use of the Scratch programming language, which was developed at the Massachusetts Institute of Technology, articulated with exploratory-investigative activities of mathematics. From the interrelationship of the empirical materials produced in the project, a path was coursed that sought theoretical support both in aspects of the production of digital games and in the construction of mathematical knowledge by the students in a constructionist environment. According to the data collected and analyzed, we found out that the results achieved, in this research, give us indications to understand the process of building knowledge from the production of games as a dynamic movement, which conjugates ideas / mathematical meanings and which is not necessarily part of formal concepts throughout the process of a non-linear production. The construction is based on the active participation of the student in the environment. A production that is not absent from external factors and influences how the students think/ argue when producing their game when interacting with their local environment.

Keywords: Mathematical Knowledge, Construction of Digital Games, Constructivist Learning Environment, Basic Education.

SUMÁRIO

1º EPISÓDIO

CENÁRIO DE INVESTIGAÇÃO: CONHECIMENTO MATEMÁTICO E O JOGO DIGITAL

A construção de conhecimento matemático se dá pela memorização sem sentido, que pouco contribui para a formação crítica do aprendiz? E os jogos digitais, como eles se estruturam nesse mesmo contexto de aprendizagem? É um vir a ser engaiolado? São apenas passíveis de reprodução, diversão e passatempos? É possível explorá-los no sentido contrário a mera instrução e domesticação de conhecimento? Os estudantes podem construí-los, ao mesmo tempo que aprendem matemática? Ao mesmo tempo que mobilizam ideias matemáticas e lançam mão da criatividade? [...] E é nesse movimento, pois, carregado de inquietações, e permeado por um misto de reflexões, que o 1º episódio se encontra, ganha força, e se estrutura como uma investigação científica, que traz ao palco a articulação do problema de pesquisa e seus objetivos, à luz de uma problemática.

1.1 ESCOLA E TECNOLOGIA DIGITAL: POSSIBILIDADES E DESAFIOS

> [...] a minha questão não é acabar com a escola, é mudá-la completamente. É radicalmente fazer que nasça dela um novo ser tão atual quanto a tecnologia. Eu continuo lutando no sentido de pôr a escola à altura do seu tempo. E pôr a escola à altura do seu tempo não é soterrá-la, mas refazê-la. **(Paulo Freire, 1996)**

A fala[1]de Freire, registrada há duas décadas, no final do século XX, se mostra contemporânea e se remonta num processo denso necessário e, precisamente, urgente. Há uma expressiva distância e complexidade de desafios relacionados à educação científico-tecnológica para a educação básica no Brasil, pela qual se conjuga a necessidade de se considerar e de se promover uma aprendizagem efetiva e ativa, que esteja amalgamada aos pressupostos emergentes lançados pela sociedade à escola. Por outro lado, no entanto, o sistema educacional escolar se transforma num processo constante, porém, em um movimento lento, o que o faz distanciar de um de seus principais objetivos, que é o de preparar os estudantes a lidarem com os desafios exigidos, de forma crítica e participativa, pela atual sociedade tecnológica[2]. Uma das propostas para reduzir essa distância, entre sociedade tecnológica e escola, encontra força na adoção efetiva da Informática Educacional como suporte no processo de escolarização, que deve ser incorporada de modo a priorizar a construção do conhecimento em detrimento à memorização de procedimentos e conteúdos.

As discussões acerca da Informática Educacional à escola, em diferentes momentos e circunstâncias, têm se intensificado e se configurado como pilar fundamental de um projeto comprometido com o avanço da educação escolarizada. Reconhecemos que a construção de conhecimentos em campos específicos, legitimados na escola, podem ser favorecidos pelo uso das tecnologias digitais[3]. Isso porque, a utilização da Informática Educacional não se trata, em hipótese alguma, de 'automatizar ou tecnicizar' o ensino ou de habilitar o aluno para trabalhar apenas com as novas tecnologias, nem tampouco camuflar o processo de ensino e aprendizagem, muito menos usá-las numa perspectiva mascarada de recepção, tecnização e

[1] FREIRE, P. Diálogos impertinentes: O futuro da escola. São Paulo: TV PUC, 1996.
[2] Compreendemos 'sociedade tecnológica' ou 'sociedade digital', dentro da concepção de Valente (2016), como construída a partir da constatação da relação entre as tecnologias digitais e sociedade, considerando seus movimentos contemporâneos e reconhecendo um novo modo de vida baseado nas mídias digitais.
[3] A tecnologia digital ou mídia digital é empreendida como todo equipamento eletrônico, pelo qual o funcionamento se baseia em lógica binária de computação. Ou seja, todas as informações (ou dados) são processados e armazenados a partir de dois valores lógicos computacionais (0 e 1). Os *notebooks*, os *softwares* e os videogames são exemplos desse tipo de tecnologia ou desse modelo de mídia.

memorização de conhecimento. Pelo contrário, ela deve ser utilizada no sentido de contribuir à construção do conhecimento, mas também deve ser compreendida em um movimento, não estanque, que possibilite o processo formativo dos estudantes.

O uso da Tecnologia da Informação e Comunicação tem se constituído como um dos instrumentos indispensáveis nas relações cotidianas das pessoas. Seria, então, inapropriado e até mesmo ilógico negá-las aos estudantes no contexto de sala de aula. O acesso à informática na Educação deve ser visto não apenas como um direito, mas como parte de um projeto coletivo que prevê a democratização de acessos a tecnologias desenvolvidas por essa mesma sociedade (BORBA e PENTEADO, 2015, p. 17). Este acesso deve ser empreendido não como um curso de informática, mas, sim, como um aprender com a nova tecnologia. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (9.394/96), por exemplo, abre caminhos para a inovação por meio das tecnologias. Ela não obriga, tampouco garante o seu uso. Porém, por outro lado, permite as práticas inovadoras dos educadores mais preocupados com o alto nível, em qualidade, da educação escolarizada. Além disso, à luz dos documentos oficiais da Educação, em vigência, considerando as suas fragilidades e complexidades no contexto atual, como, Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2015) e o Plano Nacional de Desenvolvimento (PNE, 2014), demonstram-se, de certa forma, a preocupação com o uso das tecnologias como um dos instrumentos que pode contribuir para a melhoria da educação no Brasil, trazendo ao palco a articulação entre o ensino e a aprendizagem não domesticada[4].

Compreendemos que, para além de documentos oficiais da educação, a escola se mostra urgente e desafiadora a imersão das tecnologias digitais, especialmente a partir do reconhecimento de que ambas se fazem presentes, invariavelmente, na sociedade. A sua integração pode ser fator determinante para o desenvolvimento dos estudantes tanto na dimensão social e cultural, quanto intelectual no século XXI, deste que caminhe no sentido contrário à instrumentalização e domesticação de conhecimentos. O uso da informática educacional também, por si só, não garante bons resultados nesta sociedade, tampouco na comunidade escolar. Por isso, é necessário que se siga a filosofia educacional mais ampla e coesa, que justifique seu devido uso. Entendemos que ela deve ser usada como um instrumento de aprendizagem, em que o estudante atua e participa de seu processo formativo.

A exploração de (novas) tecnologias[5] não incide necessariamente inovação, nem sequer modernidade nas aulas. Pode na verdade, quando mal utilizada, desfavorecer situações

---

[4] Entendemos por aprendizagem não domesticada aquela que dialoga com a pedagogia libertadora de Freire. FREIRE, P. Educação como prática da liberdade. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, p. 158, 2001.
[5] Novas tecnologias ou tecnologias digitais são consideradas, nesse trabalho, como sinônimas.

que incentivem o pensamento, a argumentação e a reflexão crítica do conhecimento. O recíproco também é verdadeiro, é útil quando a utiliza numa perspectiva progressista e construtiva, em que o estudante tenha a oportunidade de relacionar ideias, confrontar hipóteses, induzir informações, projetar conceitos e os compreender criticamente. E é nesse movimento, em diálogo com as contribuições de Papert (2008), Resnick (2009), Valente (2016), Maltempi (2012), Rosa (2004), Barcelos (2014), que entendemos o uso da Informática Educacional na escola de modo que possibilite situações significativas aos estudantes, nas quais eles sejam capazes de compreender e construir conhecimentos ao invés de simplesmente memorizar informações para fazer, por exemplo, um teste ou uma avaliação formal.

As mudanças trazidas pela Informática Educacional não devem ser encaradas como triviais ou simplistas em relação ao paradigma entre avaliação formal e ação didático-pedagógica na escola. Não basta apenas incorporá-las, de qualquer forma, no contexto de sala de aula. Implementar mudanças, mesmo que pequenas, dialogando com a sociedade tecnológica, constitui-se como um dos maiores desafios educacionais. Isso porque, entendemos que a escola se constitui como um espaço de trabalho complexo e dinâmico, que envolve, em sua própria estrutura, elementos que vão além de ações pedagógicas e relação dialógica entre professor e estudante, comunidade escolar e sociedade. A implantação de novas ideias depende, fundamentalmente, das ações do professor e dos seus alunos. Porém, essas ações, para serem efetivas, devem ser acompanhadas de uma " (...) *maior autonomia* para tomar decisões, *alterar currículo*, desenvolver propostas de *trabalho em equipe* e usar *novas tecnologias da informação*" (VALENTE, 1999, p. 34, grifos nossos).

Incorporar mudanças na escola a partir da Informática Educacional, assim como bem discute Papert (2008), pressupõe a passagem de um ensino centrado na transmissão de informação e instrução para a construção do conhecimento. Pressupõe ainda a criação de ambientes de aprendizagem nos quais os estudantes possam realizar atividades, despertar a sua curiosidade, o seu espírito investigativo e, principalmente, construir o seu conhecimento. Essa mudança de paradigma entre instrução e construção, conforme esse autor, não só condena a pedagogia do treinamento, mas também exige tanto do professor, quanto do aluno, uma nova postura frente ao seu processo formativo, além de exigir de ambos uma postura mais participativa, mais crítica, mais humana, menos estanque, em vez de apenas se tornarem robôs que executam tarefas e cumprem meramente ordens e procedimentos escolares.

A incorporação da Informática Educacional, em especial, o uso de linguagens computacionais gráficas[6] na construção de conhecimento, à luz da teoria construcionista[7], que caminha no sentido contrário a instrução e a pedagogia do treinamento, tem ganhado, cada vez mais, espaço e destaque no cenário escolar, tanto no âmbito nacional, quanto internacional. Afinal, entre outras atribuições, a linguagem computacional gráfica é uma área de estudo que tem contribuído para o desenvolvimento da educação escolarizada, além de influenciar a construção do conhecimento em diferentes esferas, que se alicerçam para além do contexto de sala de aula. No entanto, é preciso questionar não apenas como a escola tem se apropriado dessa gama de recursos tecnológicos, mas também como tem a utilizado ao longo do tempo (PAPERT, 2008, VALENTE, 1999). Isso porque, uma das principais questões da mudança da educação escolarizada, segundo esses mesmos autores, se alicerça na tensão entre a tecnicização e a não-tecnicização da aprendizagem e da construção do conhecimento.

Desde a invenção da imprensa, no século XV, segundo Papert (2008), nunca aconteceu um movimento tão grande no potencial para fortalecer a aprendizagem tecnicizada. Há, porém, por outro lado, paradoxalmente, a mesma tecnologia possui o potencial de destecnicizá-la, quando é utilizada na perspectiva em que o aluno participa de seu processo de aprendizagem de forma ativa e crítica. Assim, nessa era tecnológica, é preciso envolver o aluno em atividades colaborativas, que estimulem seu raciocínio, de acordo com uma prática formativa e não meramente armazenadora de informações, que impede ou dificulta, muitas vezes, o estudante de pensar, desenvolver competências e construir (novos) conhecimentos. Entendemos, nesse mesmo movimento, em diálogo com as ideias de Freire (2011), que se deve (re) pensar a escola como lugar de produção de diversos saberes, fazer dela um lugar para se vivenciar a educação como modo de vida, e não como conhecimento metódico ou tecnicista. Isso significa viver experiências múltiplas e significativas a partir da educação.

Viver experiências múltiplas, em termos da produção de conhecimento, em articulação com as tecnologias digitais, pressupõe planejamento e desenvolvimento de ações mais efetivas, que privilegie espaços de aprendizagem mais significativos e menos burocráticos. Pressupõe (re) pensar em diferentes formas de conceber e mediar os processos pedagógicos, de ensino e aprendizagem, que possibilite ao estudante participar, refletir e compreender o que

[6] A linguagem computacional ou linguagem de programação, de modo geral, pode ser empreendida como um método padronizado para comunicar ideias para um computador. É um "conjunto de argumentos e códigos semânticos usados para construir um programa. Por meio da linguagem computacional é possível, por exemplo, criar softwares, applets, jogos, plataformas de comunicação, entre outros" (AZEVEDO, 2015, p. 44).
[7] Esta teoria será discutida, enquanto pressuposto teórico-fisolófico no segundo episódio deste trabalho.

faz e o que constrói em vez de ser simplesmente um mero executor ou receptor de tarefas, que pouco contribui para sua formação e autonomia. Isso se torna mais favorável do que folhas de exercício e "[...] experimentos ritualísticos da escola, pois pelo menos os aprendizes estarão engajados em uma atividade significativa e socialmente importante, sobre a qual eles concretamente se sentem responsáveis" (PAPERT, *op. cit.*, p. 38).

Compreendemos que para propor um conjunto de ações em que os estudantes se sintam responsáveis e que possibilite a sua autonomia deve ser situado num movimento antagônico ao de treinar pessoas para uma determinada finalidade pedagógica ou avaliativa. Para que essa autonomia e essa responsabilidade ocorram é necessário, pela qual defende Papert (2008), criar espaços[8] de aprendizagem na escola. Sejam em forma de projetos ou no próprio cenário de sala de aula, de modo que oportunize ao estudante a capacidade de aprender novas habilidades, assimilar novas ideias e novos conceitos, lidar com imprevisto e desempenhar diferentes e múltiplas tarefas não aligeiradas com o uso de tecnologias.

Em uma dimensão menor, porém, não estanque, tampouco menos importante, em articulação com diálogo entre escola e tecnologia, se faz necessário pensar em ações que possibilite o estudante construir o seu conhecimento em diferentes áreas do saber. Em especial, aqui, o conhecimento de matemática, de forma efetiva, que condene ações mecânicas e reprodução de conceitos e proposições sem significados por parte dos estudantes. Ações didático-metodológicas que desprestigiem a instrução e domesticação de conhecimento e valorizem o desenvolvimento de competências[9] matemáticas, do raciocínio lógico-dedutivo e do pensamento matemático, que têm sido um dos desafios da comunidade escolar.

Quando se observa o que acontece na construção do conhecimento de matemática na escola nota-se que o argumento nobre, o desenvolvimento do raciocínio lógico-dedutivo e de competências, não é o aspecto mais comumente encontrado. Muito pelo contrário, "aprender matemática ou fazer matemática é sinônimo de fobia, de aversão à escola e, em grande parte, responsável pela repulsa ao aprender" (VALENTE, 1999, p. 7). Esta situação, em diferentes contextos escolares, em diálogo com o autor, nos possibilita pensar em duas questões que estão intimamente relacionadas com o processo de ensino e aprendizagem de matemática aliada às Tecnologias, tais como: (i) O que acontece, ainda hoje, com a reprodução de conceitos matemáticos sem significados não poderia vir acontecer da mesma forma com o uso das tecnologias digitais nas aulas de matemática? (ii) De igual modo, a Informática

[8] Um desses espaços é entendido, nesse trabalho, que será apresentado a partir do capítulo 2, como ambiente de aprendizagem, situado na teoria construcionista. É um ambiente que integra, em sua própria composição, cinco dimensões, a saber: (i) pragmática; (ii) sintônica; (iii) sintática; (iv) semântica; (v) social.
[9] Entendidas, aqui, como: comparar, medir, relacionar, interpretar, conjecturar, depurar, refutar, entre outras.

Educacional, quando mal explorada, numa perspectiva meramente instrucionista, não poderia se incorporar num movimento inverso à construção do conhecimento de matemática?

Reconhecemos que, assim como discute Papert (2008), o uso das tecnologias, nas aulas de matemática, em termos da produção de conhecimento, precisa ser muito bem articulado para não se igualar aos mesmos moldes da repulsa ao fazer e aprender matemática pelo estudante. É preciso, sim, desenvolver ações, com o uso de tecnologias, numa direção contrária à mera instrução de conhecimento, de modo a estimular a participação do estudante e o seu envolvimento durante todo processo formativo em detrimento ao reducionismo de aquisição de técnicas desnecessárias, à formalização excessiva de definições sem significados, à execução de algoritmos matemáticos desvinculado ao seu conceito e a sua compreensão.

Nesse mesmo movimento, em diálogo com as ideias de Papert (2008) e Freire (2011), por um lado, compreendemos que a visão de 'ensinar' matemática, em articulação com a informática educacional, não deve ser resumida no ato de 'transferir conhecimento', mas criar possibilidades para a sua construção de forma significativa, favorecendo uma proposta educadora que incorpora em suas diretrizes a leitura de mundo do estudante, sua visão crítica da realidade, o diálogo amalgamado entre conceito e significado do conteúdo e que busca, sobretudo, conferir a seus sujeitos elementos para o exercício de emancipação. Por outro lado, de forma dialógica, o ato de 'aprender' matemática não se deve reduzir ao 'modelo bancário', no qual pequenas porções de informações seriam depositadas na mente dos alunos, na mesma conformidade o que aconteceria com o dinheiro em uma conta bancária (FREIRE, 2011).

Quanto mais se exercitem os educandos no arquivamento dos depósitos que lhes são feitos, tanto menos desenvolverão em si a consciência crítica de que resultaria a sua inserção no mundo, como transformadores dele, como sujeitos (FREIRE, 2011, p. 34). Quando se pratica a educação 'receptora' no ato de fazer e aprender matemática, pela qual aponta Papert (2008), não há a construção de conhecimentos, o que há, na verdade, é a memorização de algoritmos isolados, de propriedades ou demonstrações, muitas vezes, sem sentido. Não há um processo de ensino e aprendizagem problematizador, libertador. Porém, quando se propõe situações em que o estudante tenha a oportunidade de construir o seu conhecimento, estará se postando contra a ignorância, valorizando o questionamento, se dedicando aos processos construtivos, se opondo à condição de objeto e procedimentos acumulativos (DEMO, 2011).

Mas, na verdade, o que se entende (ou o que se compreende) por construção de conhecimento, em especial, o conhecimento de matemática?[10] Mais especificamente, como

[10] Será discutida, de forma intensiva, no segundo episódio da dissertação.

possibilitar situações desencadeadoras com o uso da Informática Educacional, à construção desse conhecimento no contexto escolar? É possível promover um cenário menos estanque que valorize, na atual conjectura educacional, a criticidade, argumentação e a reflexão do conhecimento matemático, tendo como pano de fundo os diferentes desafios existentes? O currículo, as salas de aula superlotadas, materiais didático-tecnológicos quase inexistentes e as avaliações estandardizadas à escola têm, de certa forma, ditado como deve proceder o ensino e a aprendizagem? Ditado o que se deve ensinar e aprender da matemática? Reconhecemos, sim, em diálogo com Freitas (2015), que esses desafios não são neutros, são reais e se acentuam, mais fortemente, no contexto das escolas públicas, e acabam influenciando, numa crescente negativa, as ações dos professores e, consequentemente, numa dimensão mais delicada, afetam a construção do conhecimento (de matemática) dos estudantes.

Nessa mesma perspectiva, Freitas (2015) vislumbra, em forma de condenação, a perspectiva empresarial instaurada nos contextos escolares. Reitera que essa influência competitiva, em que o estudante se torna produto do processo, é contraditória e se assenta em um retrocesso sem fim. Um dos grandes problemas das reformas educacionais contemporâneas, em especial dessas baseadas em princípios empresariais, é a ausência de discussão e definição do que se entende por um 'bom ensino' ou de 'uma boa aprendizagem'. Em um contexto específico, porém dialógico, o uso da Informática Educacional (em especial, linguagens computacionais gráficas) no processo de ensino e aprendizagem de matemática deve ser pensado nessa mesma orientação, em que o estudante deve ser visto como sujeito de um processo maior, não como objeto, muito menos como produto mercadológico, que deve ser treinado unicamente para fazer provas, para reproduzir conceitos e proposições, sejam geométricos, aritméticos ou algébricos, ou para dominar apenas a execução de algoritmos.

Em união com esse contexto, em termos da produção do conhecimento de matemática, permeado por complexidades, desafios e exigências, em parte, contraditórias curriculares e avaliativas, bem como por ações pedagógicas lineares, repetitivas e fragmentadas, observa-se, em especial, a partir do Ensino Fundamental, a repulsa e a dificuldade pelo fazer e aprender matemática nas aulas, culminando resultados de aprendizagem, em grande parte, ao longo do processo histórico-social, insatisfatórios ou insuficientes. As agências[11]de avaliações externas de Educação no Brasil, por exemplo, especialmente em matemática, apontam que a maior parte dos estudantes chega no Ensino Médio ou até mesmo no Superior sem aprender o

[11] Programa internacional de Avaliação de Alunos (Pisa); Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), Avaliação Nacional do Rendimento Escolar - (também denominada "Prova Brasil").

esperado de Matemática. Compreendemos, nesse sentido, que, embora haja múltiplas complexidades e desafios, de diferentes ordens, instauradas no sistema educacional, que dificulta ou inviabiliza a construção do conhecimento de matemática, se faz necessário (re) pensar em formas que superem a concepção de que aprender matemática se dá apenas pela repetição de exercícios e reprodução de informações conceituais ou procedimentais, até porque o problema não é só efetuar uma operação matemática, nem sequer encontrar resposta para ela, mas possibilitar a sua interpretação crítica e, sobretudo, a sua compreensão.

Os resultados apresentados pelos órgãos avaliativos externos à educação, que são indicativos, reforçam que o processo da construção do conhecimento matemático não se efetiva assim como deveria, em especial, no nível de Ensino Fundamental. Alguns estudos, em articulação com os autores apresentados, aqui, em tese, apontam que os problemas se constituem numa perspectiva em que se obriga esses estudantes repetirem (de forma mecânica) exercícios matemáticos quando deveriam explorar situações que favoreçam a construção do conhecimento de forma legítima e ativa. Nessa mesma perspectiva, Papert (2008), reitera que o uso da Informática Educacional nas aulas de matemática é uma proposta, entre outras, que demanda um fazer educativo com base mais sólida, em que o estudante se configura como sujeito, não o contrário, que participe de seu processo formativo, no sentido que não receba nada pronto, mas que atue ativamente na construção de seu conhecimento.

Dentre as diferentes ferramentas que vêm sendo exploradas a partir da Informática Educacional na escola para a construção do conhecimento de matemática, em que se valorize a criatividade, a compreensão dos conceitos matemáticos, a reflexão e análise de algoritmos e a argumentação, destacam-se as linguagens de computação gráfica a partir da elaboração e desenvolvimento de jogos digitais feitos pelos próprios estudantes com a mediação pedagógica do professor. A partir dessas construções os estudantes podem assumir, durante o processo formativo, a posição de ativos e questionadores do processo, um vez que nada é dado pronto a eles, mas possibilitado situações para que possam pensar, analisar, (re) criar, verificar conceitos, errar e depurar, e os compreender em diferentes situações e contextos de forma lógica, articulada e problematizada. É nesse movimento, pois, carregado de inquietações e reflexões tanto vivenciais, quanto teórico-filosóficas, que nos propomos a discutir, nesse momento, a possibilidade da construção do conhecimento de matemática de estudantes do ensino fundamental a partir do desenvolvimento de jogos digitais[12].

1.2 JOGOS DIGITAIS E MATEMÁTICA: INQUIETAÇÕES E CON(FLUÊNCIA)

O trabalho com jogos digitais no universo escolar, em especial, no processo de ensino e aprendizagem de matemática, tem sido alvo de diferentes discussões e pesquisas, tanto em nível nacional, quanto internacional, no sentido de possibilitar a construção de conhecimento (VALENTE, 2016), além de favorecer, entre tantas outras atribuições: a liberdade, a descoberta, o pensamento, a curiosidade (GEE, 2004); a motivação e autonomia (PRENSKY, 2008); um cenário mais significativo (HAYES; GAMES, 2008); ações mais integradas e colaborativas entre professores/estudantes e estudantes/estudantes (MALTEMPI, ROSA, 2004); a produção, investigação e exploração de diferentes significados (SQUIRE, 2011); e um ambiente de aprendizagem mais participativo e ativo (PAPERT, 2008, RESNICK, 2009).

Existe um crescente interesse entre pesquisadores e professores em descobrir de que forma os jogos digitais podem ser explorados como recurso para contribuir na aprendizagem e quais são os seus benefícios e potencialidades (MCFARLANE, 2004; ROSA, 2004; MALTEMPI, 2005; DALLA VECCHIA, 2012; VALENTE, 2016). Um desses caminhos que vem se fortalecendo, e cada vez mais se consolidando, não só em pesquisas de mestrado e doutorado de Educação Matemática, no Brasil e no mundo, mas também se legitimado em diferentes práticas escolares, desde o século passado, a partir das primeiras contribuições de Seymour Papert[13], com o uso da linguagem computacional *Logo*, é a construção de jogos digitais feita pelos próprios estudantes, em parceria com a mediação pedagógica do professor. É um movimento contrário, à luz da abordagem construcionista, à instrução, à pedagogia do treinamento e da concepção tradicional de que o estudante deve ser apenas o receptor de informação, ou usuário final, ou até mesmo apenas o consumidor de seu processo formativo.

Compreendemos que, embora as discussões sobre o uso de jogos digitais, tanto em pesquisas acadêmicas, quanto na escola, têm se intensificado e se mostrado, em diferentes contextos, relevante no processo de ensino e aprendizagem de matemática. Considerando as

[12] O jogo digital é um formato de mídia eletrônica no qual as informações são armazenadas em formato digital. É visto como sinônimo de 'videogame', jogos de computador ou jogos para aparelhos móveis, como: celulares. Porém, nesse trabalho, utilizaremos, mais especificamente, o termo "jogo digital ou game", como objeto de estudo, para se referir como um jogo de/para computador, construído por uma linguagem computacional gráfica.

[13] Seymour Papert é criador da linguagem computacional *Logo*, no final da década de 1960, inicialmente para crianças, quando os computadores eram muitos limitados, no período que não existia a interface gráfica, nem sequer internet. Foi um dos pioneiros a propor e a desenvolver um trabalho com a construção de jogos eletrônicos com estudantes da Educação Básica Escolar numa perspectiva de possibilitar o processo de aprendizagem nas aulas de matemática, em especial, o conteúdo de frações.

suas contribuições e o seu potencial para despertar a motivação pelo estudo e pela produção de significados de conceitos e propriedades aritméticas, geométricas e algébricas, por parte dos estudantes, é preciso, ainda, pela qual aponta Resnick (2007) e Valente (2016), reconhecer que a sua incorporação não se trata, nem de longe, de apenas apertar o botão e deixar que a máquina faça tudo para o estudante. Nem sequer juntar diferentes combinações de algoritmos computacionais, muito menos pensar que a introdução de jogos digitais na sala de aula, por si só, promova ações que possibilite o interesse e a reflexão crítica e significativa do conhecimento matemático. Pelo contrário, a incorporação de jogos digitais não é a solução, nem só diversão ou entretenimento, é apenas um instrumento (um meio), uma possibilidade de aprendizagem, que deve ter objetivos muito bem definidos para não se reduzir ao mesmo compasso da transmissão, da passividade e da repulsa do fazer e aprender matemática.

Ainda que o jogo digital tenha apresentado bons resultados no desenvolvimento de competências, muitas destas ações os tratam como "meros transmissores de conteúdos, sem considerá-los como formas culturais, impactando negativamente o potencial destas iniciativas" (DE PAULA, VALENTE, 2014, p. 2). Por isso, reconhecemos, assim como alguns pesquisadores apontam, (PAPERT, 1986, 1994, 2008), (ROSA, 2004), (MALTEMPI, 2005), (BARCELOS, 2014), (DALLA VECCHIA, 2012), que se faz necessário envolver o aluno no processo de produção e construção, na qual tanto professor quanto estudante caminhem juntos, e se responsabilizam mutuamente pelo processo de significados, de ideias e de aprendizagem. Isso porque o grande potencial não está no produto, mas no processo de construção de jogos digitais, e esta produção, por parte de ambos, pressupõe parceria, riscos, retrocessos, avanços, ousadias e estudos (coletivos) de modo a favorecer um cenário mais crítico, mais dialógico e mais problematizador, ao mesmo tempo que possibilite a produção de conhecimentos em campos específicos e o desenvolvimento de competências matemáticas.

A produção de conhecimento e o desenvolvimento de competências, em campos específicos, legitimados pela escola, a partir de jogos digitais, pela qual argumenta Kafai (2006), não está no ato de jogá-los ou no ato singelo de entreter-se e envolver-se somente nele; mas, sim, sobretudo, no processo de produzi-lo e de (re) inventá-lo, uma vez que essa configuração, 'de pôr a mão na massa', possibilitaria o estudante situações mais ricas, menos burocráticas e mais desafiadoras. O uso do jogo é uma proposta pedagógica que une não somente a criatividade e o desenvolvimento de habilidades específicas, como imaginar, criar e inventar, cenários, personagens, a trama e as etapas (fases), mas também propõe, em sua própria dinâmica e organização, a possibilidade do estudante estabelecer ideias, produzir significados e traçar diferentes estratégias para construí-los a partir da análise, interpretação e composição dos mais variados algoritmos[14] lógicos, relacionais e operatórios matemáticos.

A proposta de se produzir jogos, a partir da composição de algoritmos de programação, utilizando linguagens de programação gráfica, no contexto escolar, em especial, no processo de ensino e aprendizagem em matemática, não é uma tarefa direta e trivial, isso porque pressupõe, no mínimo, por não ser neutra, ações mais efetivas e integradoras, pela qual requer um envolvimento mais intenso não só dos estudantes, mas também dos professores como construtores de jogos digitais, de ideias, de contextos e, principalmente, de conhecimentos. Para isso, porém, é preciso estimular um modo diferente de ensino, que desenvolva o protagonismo nos estudantes, em que os professores sejam capazes de atuarem como mediadores, estimulando os educandos a aprenderem (VALENTE, 2016, p. 10).

Concordamos com Valente ao se referir que a construção de jogos digitais, a partir do uso de linguagens computacionais gráficas, em termos da produção do conhecimento de matemática, deve ser desenvolvida pelo estudante e mediada pelo professor, pela qual ambos devem caminhar juntos como parceiros de um processo pedagógico maior, menos hierárquico e mais dialógico. A partir desse movimento, inquietamos-nos com algumas questões que estão, direta ou indiretamente, envolvidas com o fazer e com o aprender matemática, que se refere a construção de jogos digitais, na escola, considerando a interação dialógica entre professor/estudante e estudante/estudante, a saber: (i) a construção de jogos digitais, a partir do uso de linguagens computacionais gráficas, pressupõe um conhecimento complexo, o que dificultaria (ou impediria) a compreensão não só dos estudantes, mas também dos professores? (ii) quais seriam, se existirem, as linguagens computacionais gráficas que podem possibilitar (ou facilitar) a construção de jogos digitais, ao mesmo tempo que mobilize a produção de conhecimentos matemáticos (específicos ou não) pelos estudantes e professores?

As mais diferentes possibilidades de atividades pedagógicas que envolvam a construção de jogos digitais, em ambientes escolares, a partir do uso de linguagens computacionais gráficas, ao mesmo tempo que incorpore diversos domínios do conhecimento matemático, se ampliam, desde o século XX, num movimento significativo e altamente fértil. Devido a uma maior disponibilidade de ambientes de desenvolvimento voltados ao usuário (estudantes, em especial, crianças e adolescentes), tais como: *Logo* (Media Lab, 1970); *Scratch* (Mit Media Lab, 2012); *Greenfoot* (University Of Kent, 2013), *GameMaker* (Yoyo

[14] Em informática, um algoritmo é visto como um conjunto de regras e procedimentos lógicos e operacionais perfeitamente definidos, que levam à solução de um problema em um número finito de etapas. As mais diferentes estruturas destes algoritmos relacionadas à matemática, como: algoritmos lógicos, operatórios e relacionais, serão exploradas, de forma mais intensa, no terceiro episódio deste trabalho.

Games, LTD, 2014), *Kodu Game Lab* (Microsoft Research, 2014), *Alice* (CARNEGIE UNIVERSITY, 2013), entre outros. Estes ambientes permitem o desenvolvimento de jogos digitais, animações e histórias dinâmicas, com pouco ou nenhuma necessidade de conhecimentos específicos de estruturas computacionais e sintaxes de linguagens complexas.

Entre várias linguagens computacionais analisadas e estudadas à construção de jogos digitais, como proposta investigativa, nesse trabalho, escolheu-se a linguagem computacional *Scratch*[15] por ser uma das linguagens gráficas de programação mais acessíveis, de fácil manuseio e por não exigir nenhum conhecimento prévio ou específico de programação, além de ser inteiramente gratuita e intuitiva. Consideramos que essas condições são essenciais para se trabalhar em um contexto escolar na construção de jogos digitais nas aulas de matemática, que deve ter como ponto de partida o uso de uma linguagem de programação adequada, que não seja de difícil manipulação, nem tampouco limitada a ponto de minar ou dificultar o processo de produção dos educandos, que os levará a armadilhas desnecessárias.

A linguagem de programação *Scratch* é intuitiva e não há necessidade de linhas de códigos-fontes extensos, nem sequer sintaxes complexas. Usa-se, ao contrário, blocos lógicos (como se fossem tijolos ou peças do brinquedo *Lego*[16]), que implementam as estruturas básicas de um programa. O *Scratch* é um exemplo de uma linguagem computacional gráfica como sucessora do *Logo*[17], que foi concebida e desenvolvida em 2007 pelo *Lifelong Kindergarten Group*, do *Massachusetts Institute of Technology* MIT Media Lab., que permite o desenvolvimento de aplicativos, como jogos digitais, integrando recursos de multimídia de forma lúdica e dinâmica, pela qual toda ação deve ser sistematicamente programada e devidamente organizada e explicitada, de forma lógica, pelo usuário. Um de seus principais objetivos é o de facilitar a compreensão de conceitos de matemática e de computação, de forma investigativa, enquanto também possibilita o pensamento criativo, o raciocínio sistemático e o trabalho colaborativo em um ambiente construcionista de aprendizagem.

A construção de jogos digitais, a partir do uso da linguagem computacional gráfica, nas aulas de matemática, conforme Papert (2008) e Resnick (2013), pode favorecer situações ricas e desafiadoras, além de estimular o pensamento, a reflexão e análise de conteúdos matemáticos, pela qual se conjuga como uma proposta diferente de atividades mecanizadas, que não mais se justificam. Reconhecemos que o uso dessa linguagem, assim como outras, na

[15] Será discutida, de forma integrada e intensa, a partir do segundo episódio deste trabalho.
[16] "É um brinquedo cujo conceito se baseia em partes que se encaixam permitindo inúmeras combinações criado pelo dinamarquês Ole Kirk Christiansen, é fabricado em escala industrial desde meados da década de 1950"; LEGO. O que é lego?. Disponível em: < http://legofsm.webnode.com.br/ >. Acesso em: 15 de nov. de 2015.
[17] Desenvolvida por Seymour Papert, Massachusetts Institute of Technology - MIT.

construção de jogos, deva ser explorada numa perspectiva dialógica, exploratória e investigativa, sendo percebida como uma verdadeira comunidade de aprendizagem.

A produção de jogos digitais, a partir do uso de uma linguagem computacional gráfica, situada em comunidade de aprendizagem, deve ser entendida como um lugar que possibilite concomitantemente a produção de significados e de conhecimentos, onde o estudante, em especial, do ensino fundamental, possa atuar como sujeito e não como consumidor passivo ou receptor *a-crítico* e *a-histórico* de informação. Nesse mesmo sentido, entendemos que o estudante ao construir um determinado jogo digital na aula de matemática, com objetivos bem definidos, no sentido oposto à pedagogia do treinamento, tenha a oportunidade de participar ativamente de seu processo formativo, sem negar o seu contexto, ao mesmo tempo que tenha a oportunidade de mobilizar a construção de ideias, de questionamentos e de conhecimentos tanto para aquilo que se estuda, quanto para aquilo que se vivencia como sujeito histórico.

Diante desse cenário, em articulação com o escopo evidenciado, no sentido confluente, permeado pela rede de discussões, a qual reuni as complexidades legitimadas entre escola e sociedade, construção do conhecimento de matemática e jogos digitais, questiono-me[18], enquanto pesquisador e professor da Educação Básica da rede pública, em especial, do ensino fundamental, sobre a compreensão da construção de jogos digitais nessa região de investigação escolar, que se abre, e as suas implicações para o campo pedagógico e teórico da área de Educação Matemática, que se preocupa com a construção do conhecimento de matemática no sentido contrário a pedagogia do treinamento. Com base na problemática apresentada, unida com reflexos diretos dos meus questionamentos, surge, de forma inquietante e convergente, um problema de pesquisa, não de forma linear e direta, nem pré-estabelecida, mas intensa, motivada e (re) construída permanentemente pelas minhas leituras, estudos e marcada pela minha práxis docente e que se revela como pergunta diretriz para a presente dissertação, a saber: **Como se mostra o processo de construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais por estudantes do Ensino Fundamental em um ambiente construcionista de aprendizagem?**

A pesquisa assim se orienta no sentido de apresentar indícios dessa construção a partir da produção de jogos à luz do referencial teórico estabelecido. Conjuga-se como um processo de compreender tal construção situado em um ambiente específico de aprendizagem. Parte do

[18] Nesse momento, em especial, faço uso da primeira pessoa do singular, por se tratar exclusivamente da minha trajetória pessoal e profissional, que contribuiu na formulação direta do problema de pesquisa. Por outro lado, porém, os demais questionamentos e textos, desta obra, serão tratados na primeira pessoa do plural, pois entendo que uma pesquisa não se sustenta num só olhar, numa só perspectiva, nem sequer é desenvolvida por uma só pessoa. Antes, porém, é carregada de diferentes olhares, sentidos e mãos, que se incorporam, e se conjugam, num movimento confluente, dinâmico e altamente (re) construtivo.

princípio de entender os fatores que influenciam nessa construção e que centram no desenvolvimento da aprendizagem do aluno e não necessariamente de seu processo cognitivo.

Nessa mesma região de inquérito investigativo, ora apresentada, compreendemos que a construção dessa pergunta (ou problema de pesquisa) está carregada, por um lado, por pressupostos vivenciais do pesquisador, pela qual se amálgama a sua trajetória profissional, enquanto professor de matemática, onde explora linguagens computacionais gráficas em atividades investigativas[19]nas suas aulas, bem como pelas suas pesquisas já desenvolvidas[20], em especial, no curso de graduação em Licenciatura em Matemática e da especialização em Educação Matemática do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal de Goiás (IME/UFG). Por outro lado, essa pergunta está pervadida por pressupostos teórico-filosóficos, que sustentam a presente dissertação e lança luz ao contexto de pesquisa sobre jogos digitais, ao mesmo tempo que influencia na construção de um projeto de matemática, denominado *Mattics*[21] (lê-se Matíquis), com seus alunos do ensino fundamental, que se estrutura e se remonta como campo, além de pedagógico, investigativo à presente pesquisa tanto para a produção de dados, quanto para construção das categorias/movimentos de análise.

A natureza desse problema de pesquisa apresentada nos possibilita pensar nos conhecimentos matemáticos que podem ser mobilizados ao construir um jogo digital na região de investigação do ensino fundamental, bem como nos permite pensar como se dá o processo dessa construção em um ambiente de aprendizagem construcionista, que condena práticas mecânicas, sem sentido e ausência de significados. Isso porque, entendemos que a construção do conhecimento, em especial de matemática, não se sustenta apenas no produto final, mas se encontra, e mutuamente se fortalece e se desenvolve, pela qual defende Papert (2008), Dalla Vechia (2012), Valente (1999, 2016) e Maltempi (2005, 2012), durante todo o processo de sua construção, considerando suas idas e vindas, seus avanços e retrocessos, erros e acertos, análises e depurações, conquistas e decepções, interpretações e inferências ao longo de todo percurso não dado, mas (re) construído em denso movimento permanente.

---

[19] Atividade investigativa nas aulas de matemática pressupõe, conforme Fiorentini (2012), a participação ativa dos alunos na construção do seu conhecimento, pela qual mobiliza atividades abertas, exploratória e que apresentam múltiplas possibilidades de alternativa de tratamento e significação de conceitos matemáticos.

[20] Trabalho final, em forma de monografia, do curso de especialização em Educação Matemática do IME/UFG, que discute o uso da linguagem computacional gráfica *Logo* no processo de ensino e aprendizagem de Geometria plana no ensino fundamental com estudantes do 6º ano escolar.

[21] O Mattics é um projeto de Matemática que objetiva possibilitar, aos estudantes do ensino fundamental, a construção do conhecimento de matemática a partir do desenvolvimento de jogos digitais, utilizando a linguagem computacional. Este projeto se configura como pilar essencial da produção de dados e, para tanto, será discutido, de forma mais intensa, a partir do 4º episódio (Percurso Metodológico) desse trabalho.

Nesse mesmo sentido, compreendemos, em diálogo com Rosa (2004) e Dalla Vechia (2012), que a construção do conhecimento de matemática não se limita apenas aos símbolos, aos teoremas, corolários, demonstrações, aos termos isolados, nem tampouco no produto final comumente observado em periódicos matemáticos e livros, mas, por outro lado, compreende diferentes características do processo de construir matematicamente, tais como: interpretar, analisar, classificar, generalizar, conjecturar, comparar, etc. E é desta forma, pois, que ao tratarmos de construção do conhecimento de matemática, nessa obra, estaremos nos referindo como processo, como algo em movimento, fluida, e não como produto final, recebido pronto.

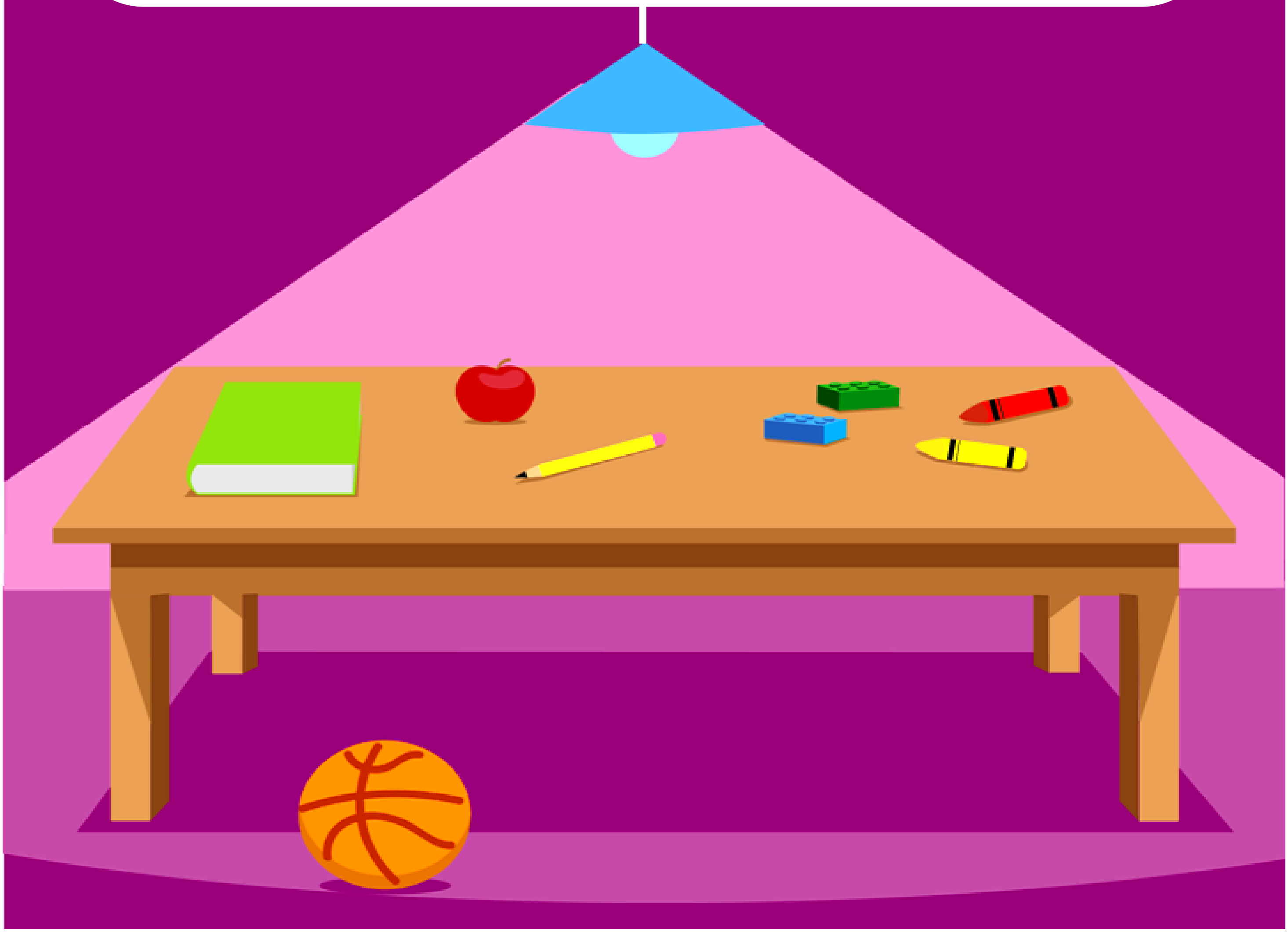
A proposta dessa investigação, no que se refere (e o que se entende) por construção do conhecimento de matemática, como processo fluido, considerando suas diferentes etapas, a partir da elaboração e desenvolvimento de jogos eletrônicos, no Ensino Fundamental, em especial, que caminhe numa perspectiva contrária a pedagogia do treinamento, se alicerça num campo dinâmico e tem por principal objetivo: compreender o processo de construção do conhecimento de matemática a partir da elaboração e desenvolvimento de jogos digitais de estudantes do Ensino Fundamental em um ambiente construcionista de aprendizagem.

Para a compreensão desse processo de construção de conhecimento matemático a partir de jogos digitais, em parte, encontramos visões no nosso referencial teórico, que é estruturado no próximo episódio como um processo de (re) visitação de contextos sobre jogos digitais na Educação Básica a partir de uma visão atenta do construcionismo, que inclui a sua visão, suas dimensões e seus fundamentos sobre a construção do conhecimento matemático. Esse segundo episódio, porém, não se trata de um lugar que irá responder necessariamente a todas as questões, que não foram respondidas nesse episódio, e nem o problema de pesquisa, mas propõe trazer um ponto de vista mais amplo que nos ajudam a compreender essa região de inquérito a partir das principais ideias, de cada autor e teoria, apresentadas.

2º Episódio

Construtores em vez de consumidores de conhecimento matemático

Este episódio se organiza, e mutuamente se fortalece, na busca de compreender, em parte, como se mostra o processo da construção de conhecimento a partir da elaboração e desenvolvimento de jogos digitais à luz da perspectiva teórica do construcionismo. Trata-se de uma (re) visitação *con-fluente*, na qual conjuga um aprofundamento das principais propostas, que foram escolhidas por possibilitar uma base sólida do objeto de estudo. Discute-se ainda, em termos teóricos, o processo de aprendizagem do estudante situado em ambiente construcionista de aprendizagem ao utilizar linguagens computacionais gráficas na construção de um jogo digital. É um episódio que se mostra essencialmente importante para a fundamentação dessa pesquisa e compreensão de nossa região de investigação.



2.1 CONSTRUÇÃO OU TRANSMISSÃO DE CONHECIMENTO MATEMÁTICO?

> Os estudantes aprendem melhor quando eles estão ativamente envolvidos na construção de algo que tenha significado para eles, seja um poema, um robô, um castelo de areia ou até mesmo um programa para computador [...] Para isso, é preciso que os estudantes tenham a oportunidade de pensar, dialogar e construir conhecimentos não apenas repeti-los como geralmente acontece nos ambientes escolares **(Seymour Papert, 2008, p. 137)**

A expressão de Seymour Papert nos possibilita acreditar na utopia, o que para nós, significa caminho, ou sonho, que nos impulsiona a seguir uma outra forma de construir o conhecimento matemático daquele tradicionalmente conhecido nas escolas. Caminho este que prestigia a descoberta, a curiosidade, a criticidade e o pensamento do estudante, além de valorizar as suas ideias e seu interesse pessoal em propor questões de discussões para o grupo e para si mesmo. Essa permissividade nas aulas requer, no entanto, um novo (re) pensar das propostas pedagógicas que às vezes são impostas verticalmente pelo sistema educacional[22].

A proposta de quebrar com a aula e o modelo tradicional, segundo Papert (2008), não significa diminuir a responsabilidade do professor e deixar o aprendiz fazer o que quiser. Pelo contrário, é um movimento que pressupõe a parceria de ambos durante todo processo de produção de significados, de ideias e contextos, e de conhecimentos matemáticos. Essa busca pela mudança, de algum modo, tem por finalidade, descentralizar o foco excessivo do conteúdo procedimental matemático, que muitas vezes se reduz aos aspectos mecânicos, e privilegiar espaços associados à investigação, à exploração, à participação e à cidadania[23].

Não diferentemente, ao promover o uso de tecnologias digitais, em especial, jogos eletrônicos, em ambientes colaborativos adequados para a construção de conhecimentos matemáticos, espera-se que o aprendiz trabalhe de modo responsável e seja incentivado a questionar, propor estratégias e produzir resultados significativos para si próprio e para o grupo em articulação com as diretrizes de educação de seu nível de escolaridade. Construir o

[22] O sistema educacional, de um modo geral, como aponta Freire (2011) e Freitas (2016), desenvolve (ou pelo menos deveria desenvolver) um conjunto de ações em cumprimento às diversas funções que lhe são atribuídas, como a socialização, a aprendizagem e a formação do estudante. Esse mesmo sistema se legitima no movimento complexo, em que diferentes sujeitos convivem com suas múltiplas e singulares histórias, experiências e aprendizagens, que não se dissocia do seu meio social, mas que é influenciado, e mutuamente condicionado, por ele. Nesse mesmo ínterim, estão as fortes pressões institucionais, políticas e sociais que exercem suas influências sobre à escola, fruto de exigências, muitas vezes, mercadológicas e competitivas, como se as escolas se reduzissem ao mero projeto empresarial. Entendemos que as exigências contraditórias lançadas à escola são enormes, o que inclui, a precarização sucessiva do trabalho do professor, as avaliações externas à escola, a promoção automática, os índices de avaliação, etc. Não disjunto a esses fatores, percebemos que essa série de complexidades acabam afetando, de algum modo, o processo da construção de conhecimento matemático.

[23] No sentido de possibilitar o exercício mais consciente e participativo do estudante em seu meio social.

conhecimento matemático de modo significativo e duradouro, com o uso dessas tecnologias digitais, conforme Cysneiro (2008), "exige esforço, persistência, muitas vezes tolerância à frustração, algo diferente da atitude de copiar 'da internet', colar, enfeitar e imprimir trabalhos escolares, prática que está se tornando uma lastimável cultura nas escolas" (p.10).

A construção de jogos digitais, com o propósito educacional, nas aulas de matemática, deve servir aos estudantes como instrumentos para trabalhar a pensar, como meios de realizar projetos, como fontes para produzir novos conceitos e mobilizar novas aprendizagens, não o contrário. Sendo incorporadas nos ambientes de aprendizagem, no contexto escolar, essa mesma produção de tecnologias digitais pode contribuir à construção de conhecimento do estudante, levando em conta a sua participação e reconhecendo-o como um sujeito pertencente ao meio social, que se transforma ao interagir com ele. A construção de conhecimento, porém, conforme Borba, Malheiros e Zullatto (2007), não está no homem e nem na tecnologia, mas sim no coletivo formado pelos seres humanos e seu meio social.

O estudante está inserido em um contexto complexo social, que é constituído pela sua história, comunidade local e cultural[24]. As interações, dinamizadas pelo seu meio, por não serem neutras, acabam influenciando diretamente na forma como este indivíduo estabelece relações e da maneira como constrói seu conhecimento com a sua comunidade. Porém, esse conhecimento não é transferido para o indivíduo, mas é percebido num movimento dinâmico de construção e reconstrução feita pelo próprio sujeito, que não se dissocia do seu meio social. Esta construção e relação de interação mútua com o meio, conforme aponta Papert (2008), possibilita o desenvolvimento de esquemas mentais e, portanto, de aprendizagem. Por outro lado, esse processo é fruto do trabalho mental do aprendiz e não de um processo de simples transmissão de conhecimento, como se este fosse um vasilhame vazio, que recebesse informações prontas e inalteradas a serem exclusivamente preenchidas (FREIRE, 2011).

Nenhum conhecimento, o que inclui o de matemática, conforme Lévy (1999, p. 79), "pode ser depositado de maneira incólume na cabeça do aluno de forma a caracterizar uma transmissão direta". Todo o conhecimento sofre relações na cabeça do aluno, que podem "ser corretas, ricas, perenes ou não dependendo especialmente do trabalho do professor, quando consideramos o ambiente escolar" (MALTEMPI, 2012, p. 3). Concordamos com ideias

[24] O conhecimento gerado pela interação comum, resultante da comunicação social, será um complexo de código e símbolos organizados intelectual e socialmente daquilo que chamamos de cultura. "Cultura é o que vai permitir a vida em sociedade, é também o substrato de conhecimentos, de saberes/fazeres e do comportamento resultante, compartilhado por um grupo, comunidade ou povo" (D'AMBROSIO, 2001, p.32). E todo esse conhecimento mobilizado e (re) construído cultural e historicamente é um resultado complexo cumulativo, que compreende os diferentes tempos de atualização, organização intelectual e difusão de necessidades sociais que se configuram como um todo complexo, que não se constitui necessariamente pela soma das partes, de um conhecimento.

desses autores, pois não acreditamos, enquanto professores de matemática e pesquisadores em educação Matemática, que conhecimento possa ser transmitido, porque não é possível de ser recebido pronto, acabado, sem transformação. Ao contrário, ele é construído a partir de diferentes vivências ocorridas com o meio social, que se mostra permeado pelas múltiplas e complexas interações estabelecidas, carecendo, portanto, ser (re) feito por cada indivíduo.

Compreendemos, ainda, que a visão de ensinar matemática, em articulação com a construção de jogos digitais, não deve se resumir ao ato de 'transferir conhecimento'. Até porque, "mesmo quando parece estarmos transmitindo com sucesso informações dizendo-as, se pudéssemos ver os processos cerebrais em funcionamento, observaríamos que nosso interlocutor está *reconstruindo* uma versão pessoal das informações que pensamos estar *transferindo*". (PAPERT, 2008, p. 137, grifos do autor). Sob este mesmo prisma, a visão de ensinar matemática aliada as tecnologias digitais não pode se limitar ao domínio de técnicas, memorização mecânica e atividades receituárias/fechadas[25]. Pelo contrário, deve ser vista como um movimento que permita o estudante desenvolver o seu potencial criativo e a sua capacidade de verbalizar e de enfrentar criticamente diferentes situações-problema, em vez de apenas receber 'informações prontas' a serem meramente consumidas e reproduzidas.

Nessa mesma perspectiva, entendemos que a construção de jogos digitais nas aulas de matemática não deve se limitar ao consumo e à reprodução, até porque a sua construção vai muito além do entretenimento e da coordenação motora, pois não é o simples modo como se joga, mas é o complexo modo como se pensa ao construir um determinado jogo. Assim, a produção de jogos digitais nas aulas de matemática, portanto, deve ser vista, em articulação com as ideias de Valente (2016) e Maltempi (2005), como um processo dinâmico que não se reduz a mera transmissão direta ou a mera instrução domesticada de algoritmos fechados.

A nossa compreensão em termos da construção de conhecimento matemático, que caminhe no sentido contrário a mera transmissão ou recepção de informação, é carregada de pressupostos não somente vivenciais-acadêmicos, mas também teórico-filosóficos. Um destes pressupostos teóricos é o construcionismo, que nega a transmissão de conhecimento e põe em suspensão o valor da instrução domesticada. A partir desse fluxo de ideias, caminhamos para a busca por uma compreensão de como esse pressuposto teórico pode se associar ao processo de construção de conhecimento assumido nessa dissertação, e como as ideias construcionistas podem contribuir no entendimento da produção de jogos digitais no ambiente escolar.

[25] Atividades tipo receita de remédio (tome isso, agora tome aquilo; repita esse procedimento 'x' vezes por dia).

2.2 O CONSTRUCTO TEÓRICO DO CONSTRUCIONISMO: JARDIM DE IDEIAS

> Se quisermos novas formas de aprendizagem, necessitamos de um tipo muito diferente de teoria de aprendizagem. Aquelas até agora desenvolvidas por psicólogos da educação e acadêmicos em geral correspondem a um tipo de aprendizagem. Enquanto esses modos de pensar sobre a aprendizagem forem dominantes, será muito difícil efetuar uma mudança substancial na forma tradicional da Escola. **(Seymour Papert, 2008, p. 34)**

A partir de um conjunto de ideias educacionais, que nega a transmissão direta do conhecimento e põe em dúvida o valor da mera instrução domesticada, começa a florescer, e mutuamente se organizar, pelas múltiplas relações estabelecidas, no final da década de 1960, um novo pressuposto teórico, que viria mais tarde ser conhecido por construcionismo. Este conjunto de ideias se origina em Seymour Papert, que não se desvincula do seu meio social, mas que é potencialmente influenciado por ele, e é marcado, em especial, pelo trabalho desenvolvido durante alguns anos com Piaget[26], em Genebra, e pelos estudos desenvolvidos ao longo de décadas, junto à sua equipe, no MIT- *Massachusetts Institute of Technology*.

As ideias construcionistas se mostram alternativas para teorias de aprendizagem, que se reduzem ao treino sem sentido e memorização de procedimentos que não se justificam. São ideias que prestigiam a oportunidade à descoberta, à curiosidade e à produção de significados de conhecimentos pelo próprio estudante. O pensamento construcionista se assemelha a um provérbio africano, que diz: 'se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar'. Evidentemente, assim como aponta os construcionistas, não se pode atingir isso apenas reduzindo-se ao ensino, enquanto, porém, todo o restante se mostra inalterado. A atitude construcionista no ensino "[...] não é, em absoluto, dispensável por ser minimalista - a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino" (PAPERT, 2008, p. 134).

[26] Papert, embora tenha recebido influências diretas de Piaget, ao trabalhar em seu Centro de Epistemologia Genética, na Suíça, destaca que há diferença entre a sua teoria e o construtivismo de Piaget. O construcionismo foi desenvolvida por Papert e não se sustenta no método clínico como foi proposto por Piaget. Para o construcionismo, os processos cognitivos não são nivelados e o meio social é um fator importante a ser considerado. O construcionismo é, portanto, uma teoria de aprendizagem em que o aprendiz constrói o seu próprio conhecimento, no qual considera que o seu desenvolvimento cognitivo é um processo ativo de construção e reconstrução das estruturas mentais, no qual o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido do professor para o estudante ou vice-versa. "O aprendizado deve ser um processo ativo, em que os aprendizes 'colocam a mão na massa' no desenvolvimento de projetos, em vez de ficarem sentados atentos a fala do professor" (MALTEMPI, 2012, p. 288). O construcionismo amplia a ideia do construtivismo de Piaget no que se refere à teoria de conhecimento sobre como o aprendiz aprende ao estar inserido em um ambiente de aprendizagem informatizado, que leva em conta as múltiplas relações estabelecidas com o seu meio social.

O construcionismo nega a ideia que um bom caminho para a aprendizagem se reduza ao aperfeiçoamento da mera instrução ou do acúmulo excessivo do ensino. Por outro lado, defende a ideia de que a aprendizagem deve ocorrer especialmente quando o estudante esteja engajado na construção de um produto de significado pessoal, que possa ser investigado, refletido e discutido a outras pessoas, como um poema, uma construção de uma maquete, um jornal escolar, a construção de um jogo, uma obra de arte, etc. Portanto, ao "conceito de que se aprende melhor fazendo, o construcionismo acrescenta: aprende-se melhor ainda quando se gosta, pensa e conversa sobre o que se faz" (MALTEMPI, 2005, p. 3).

Assumindo que o conhecimento é ativamente construído pelos indivíduos, Papert (1986) põe em relevo que educar pressupõe a criação de situações desencadeadoras de aprendizagem, que envolva em potencial a participação ativa do estudante e que valorize os seus pensamentos e o seu interesse em propor ideias para o grupo. Essa mesma construção de conhecimento pode estar ainda associada ao processo da produção de um artefato educacional pelo estudante, que por sua vez pode possibilitar uma série de reflexões e abstrações mentais.

O construcionismo situa o processo de aprendizagem no contexto da produção de “artefatos públicos e compartilhados” e no contexto de interação ativa (PAPERT; HAREL, 1991). Estes artefatos, no entanto, são tipicamente digitais, como *software*, imagens ou jogos. Um dos primeiros artefatos digitais que fortaleceram as ideias construcionistas foi o uso da linguagem computacional *Logo*[27] para a criação de projetos de matemática no ambiente escolar. Foi uma das primeiras ferramentas de *softwares* que contribuíram a repensar o paradigma (construção *versus* instrução) de ensino e aprendizagem de matemática com o uso das tecnologias no final da década de 1960 por Seymour Papert e Wally Feurzeig.

---

[27] A palavra “Logo” é originada do grego *logos*, que significa conhecer. Refere-se uma linguagem interativa que possibilita desenvolver o raciocínio, conceitos de matemática e de lógica (PAPERT, 2008). A linguagem computacional *Logo* foi desenvolvida no MIT de modo que pudesse, inicialmente, processar listas e permitir a criação de procedimentos matemáticos e computacionais, que foi usada por milhões de pessoas, o que inclui professores e estudantes, em diferentes países. Papert, em especial, tinha um imenso desejo em oportunizar aos estudantes uma linguagem computacional que pudesse fazê-los a pensar e construir novos conhecimentos. A *Logo* deveria "servir às crianças como instrumentos para pensar, refletir e construir, como fonte de conceitos para novas ideias" (PAPERT, 2008, p. 158). Os comandos básicos dessa linguagem são propostos por dois principais aspectos: deslocamento e rotação. Ambos se estruturam na configuração de movimento da tartaruga. As movimentações desta são idênticas quando se realiza, por exemplo, uma caminhada, ou seja, anda-se para frente, para trás, para direita ou para esquerda, vira-se para direita ou pra esquerda. A diferença básica é que, usando um recurso computacional, deve indicar o deslocamento e/ou a rotação (giro) da tartaruga. Na utilização do Logo Gráfico, "[...] o aprendiz assume uma postura ativa frente ao seu aprendizado e ao computador e vai, através do desenvolvimento de projetos pessoais, explorando novos conceitos e progredindo em seu próprio ritmo. Além disso, como todos os comandos “ensinados” para a tartaruga ficam registrados e podem ser manipulados por meio do computador, o aprendiz tem à sua disposição um recurso bastante concreto que lhe permite visualizar o que foi feito e aprimorar seus projetos. Este tipo de potencial propiciado pela tecnologia é um ponto-chave enfatizado pelo Construcionismo" (BURD, 1999, p. 70).

A escola e o paradigma instrucionista castram essa nova habilidade de aprender sem ser ensinado e com isso nossa habilidade de criar e de pensar (VALENTE, 1999). Deste modo, a tecnologia no paradigma construcionista é entendida como uma ferramenta que deve possibilitar o pensamento, a construção e o processo de concatenação de ideias do aprendiz, e não como um mecanismo que se resuma ao mero ensino e a mera instrução de conhecimento.

Ao trabalhar com as concepções construcionistas no ambiente escolar deve-se levar em conta dois tipos de construções que ocorrem e reciprocamente se fortalecem. Afinal, quando o estudante constrói um artefato (ou produto) com o mundo, entendido como um sujeito ativo e que pensa para criá-lo, está, ao mesmo tempo, "[...] construindo conhecimento em sua cabeça. Este novo conhecimento permite-lhe a construir produtos mais sofisticados, que o levam a novos conhecimentos, e assim por diante" (MALTEMPI, 2005, p. 3).

Entendemos, porém, que a construção desse artefato, no ambiente escolar, não deva se restringir a produção isolada do estudante com seu computador. Pelo contrário, assim como preconiza o construcionismo, é um movimento que deva considerar as múltiplas relações que se estabelecem no ambiente de aprendizagem, o que inclui a importância da interação entre os sujeitos e diálogos promovidos entre eles. Considera-se que esse ambiente, que vai muito além da dimensão física e simbólica, é um espaço que deva ser capaz de mobilizar a autonomia, a participação, a motivação e a discussão crítico-coletivo entre seus integrantes. Nessa mesma particularidade de ambiente de aprendizagem "[...] as ações educativas oscilam, portanto, num espectro amplo de possibilidades, de mais diretivas, com ênfase no que é fornecido pela instrução, para mais exploratórias, com o aluno assumindo mais autonomia como protagonista no processo de aprendizagem" (GUIMARÃES; DIAS, 2003, p. 37).

O aprendiz na visão construcionista deve assumir uma posição não menos privilegiada no processo educacional e, para tanto, ele "deverá ser motivado a despojar-se da postura de mero ouvinte para assumir a participação ativa, questionadora, criativa e comprometida com o exercício de investigação e construção do conhecimento" (COX, 2003, p. 114). Nessa perspectiva, em especial, em ambiente construcionista, o aprendiz deixa de ser considerado o consumidor de conceitos isolados quando ele atua como construtor de conhecimento por meio da produção de um artefato, e quando desenvolve criticamente sua própria alfabetização com o uso dessas ferramentas digitais, respeitando seu próprio modo e ritmo de aprendizagem.

A base do construcionismo, porém, não está estritamente relacionada com o artefato ou com o produto, mas, sim, com a construção e reorganização dos processos mentais que ocorrem ao longo de todas as etapas de sua criação. São ideias que se centram na mente e têm como pressuposto básico o uso de um instrumento, que pode ser, por exemplo, o uso do computador, para a construção de um artefato, ao mesmo tempo que contribua no *pensar-com* e *pensar sobre-o-pensar*. Isto é, suponhamos que o aprendiz deseja construir um jogo digital, no qual requer o uso do computador em si, que é o instrumento, e ao construí-lo através de algoritmos computacionais lógico-processuais, o instrumento pode possibilitar ao aprendiz o pensar sobre a descrição feita e o pensar sobre o pensar que obteve ao construí-lo.

E ao ensinar o computador a 'pensar', a criança embarca numa exploração sobre a maneira como ela própria pensa. Pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-se um epistemólogo (PAPERT, 1985, p. 35). O uso do computador, assim, no ambiente construcionista, não seria mais o instrumento que pensa pelo aprendiz, e nem um instrumento que fornece respostas prontas para ele, mas uma ferramenta com a qual o aprendiz expressa seus pensamentos e tem a possibilidade de construir o seu conhecimento ao criar um artefato.

A construção de um artefato pode potencializar o pensamento do aprendiz, influenciando diretamente na construção de seu próprio conhecimento. Valoriza-se tanto o pensamento concreto, mas sem a conotação sucessiva de trampolim para o abstrato ou para o pensamento formal ou teórico do estudante. Se assim fosse "[...] deixaria o abstrato plantado imóvel como a forma derradeira de conhecer" (PAPERT, 2008, p. 140), o que para os construcionistas seria um grande erro, senão uma profunda incoerência. O pensamento concreto do estudante, que não é o formal abstrato, não é visto como menos importante no processo, e é considerado o alicerce do funcionamento da mente e, portanto, tem o seu devido valor e a sua importante função no processo de conhecer, de aprender e de desenvolver.

Agir física e mentalmente com objetos concretos, em ambientes naturais ou se valendo de tecnologias de representação, não é melhor nem pior do que formalizar, aprender no nível mais abstrato (PAPERT, 2008, p. 11). O pensamento concreto do estudante, ao construir um artefato público e ter a chance discutir sobre a sua construção e sobre o seu funcionamento, é um pilar da ação da mente, em que as abstrações funcionam para intensificar o concreto. E essa concepção construcionista vai de encontro daquela visão tradicional de que o progresso intelectual do estudante consiste unilateralmente em passar do concreto para o abstrato.

Para o constructo teórico do construcionismo há dois tipos de pensamentos e eles desempenham funções diferentes, mas não excludentes e nem de forma independente (VALENTE, 1999). São pensamentos que não são colocados nem abaixo, nem acima, do outro; agem mútuo e reciprocamente na mente e se mostram num movimento dinâmico ao longo de todo processo de construção. As complexas relações estabelecidas na mente do aprendiz não se mostram separadas do objeto construído - na concretude - por ele. Há, no entanto, uma relação de ligação e ideias ao longo de todos estágios de construção do objeto.

O pensamento concreto e o pensamento abstrato do aprendiz pode ser percebido ao ser externalizado e discutido. Esta externalização, que é provavelmente um dos aspectos mais importantes da atividade do construcionismo, parte do princípio de que a construção de conhecimento se dá pela interação do sujeito *com o mundo*[28], que pode ocorrer potencialmente bem quando o aprendiz constrói algo concreto e, ainda por cima, tem a oportunidade de refletir e discutir sistematicamente o processo de sua construção. Essa reflexão é facilitada se o aprendiz tiver meios de visualizar a estrutura de seu projeto e as estratégias seguidas ao longo de seu desenvolvimento (BURD, 1999, p. 127), e a discussão possibilita o aprendiz a refletir sobre outras maneiras de construir o objeto e de expressar suas ideias com outras pessoas (PAPERT, HAREL 1991, p.76; PAPERT, HAREL, p.362).

A supervalorização do abstrato "bloqueia o progresso da educação, sob formas que se reforçam mutuamente na prática e na teoria. Na prática da educação, a ênfase no conhecimento formal-abstrato é um impedimento direto à aprendizagem" (PAPERT, 2008, p. 142). Não é um modo imperativo de desconsiderar o pensamento abstrato no contexto escolar, muito pelo contrário, é uma ação que reconhece a sua significativa relevância no processo de aprendizagem, mas que não deve ser visto como algo isolado ou unicamente explorado. Trabalhar estritamente com formalismos e signos, que não possui nexos de significados para o estudante, e que não propicie essa compreensão ou até mesmo o seu sentido, em especial, nas aulas de matemática[29], pode comprometer o processo de aprendizagem do próprio aprendiz.

A filosofia da aprendizagem do construcionismo destaca a possibilidade de articular o pensamento abstrato-formal com o pensamento concreto do aprendiz ao construir um conhecimento por meio de um artefato. Este conhecimento, porém, que é influenciado pelo meio, se organiza em forma de processo e que não parte da dicotomia entre certo ou errado, falso ou verdadeiro. O importante não é só o ponto de chegada, nem somente o ponto de partida, mas um todo complexo de sua construção, que alia o erro como fator importante ao longo de todo processo de aprendizagem, que associa à ideia de depuração (*debugging*) à construção de conhecimento do aprendiz (VALENTE, 1993, ROSA, 2004, 2006, 2008).

---

[28] Nem todos os construcionistas ou as estudiosos que trabalham com a perspectiva teórica do construcionismo prefere a expressão *com-o-mundo*, mas, antes, a expressão *no-mundo*. Para nós, particularmente, não é apenas uma troca de palavras, mas "antes uma forma de destacar que não deve separar o ser humano do mundo, o que inclui suas relações com o outro. É um com-junto que permeia a construção do conhecimento, em com-junto seres-humanos-mundo, homens-coisas que se inserem na abordagem construcionista" (ROSA, 2008, p. 126).

[29] "À aquisição de *técnicas ou formalismos* está relacionada com a complexidade das diferentes notações utilizadas para representar o processo de *pensamento*. Isso não significa que essas técnicas [e formalismos] não tenham importância no processo de aprendizagem, mas sim, que uma coisa não deve ser explorada em detrimento a outra. Além disso, o "ensino tradicional de matemática vê a técnica desvinculada do conceito, enquanto que a compreensão da técnica só ocorre quando o aluno *compreender os conceitos matemáticos* a que ela se refere" (VALENTE, 1999, 10, grifos nossos).

Acreditamos que o processo de depuração torna-se um importante momento no processo de aprendizagem, pois ao surgir erros ao longo da atividade o aprendiz poderá refletir sobre eles e ter a chance de propor novas estratégias para corrigi-los. Os estudantes também têm a oportunidade de corrigir os seus erros ao dialogar com os demais colegas, pelo *software* ou até mesmo pelo professor, podendo compreender uma nova ideia ou um novo conceito, que não havia percebido antes ou durante a resolução de um determinado problema.

A construção de conhecimento do estudante, portanto, que considera o erro como um fator importante ao longo do processo, não segue uma trajetória linear e nem pré-vista que "[...] vai de uma *posição verdadeira* a uma outra *posição verdadeira*, mais avançada. Sua trajetória natural inclui *falsas teorias* que ensina tanto sobre a formulação de teorias quantos as verdadeiras" (PAPERT, 1985, p. 162, grifos do autor). A ideia de depuração defendida pelo construcionismo, que tem como matéria prima o erro, pode permitir a manifestação de estratégias poderosas do pensamento criativo do estudante e a reflexão de sua própria ação.

A aprendizagem do estudante pode ocorrer a partir da construção de uma série de teorias transitórias, a partir de tentativas e erros. As teorias que não forem sendo adequadas pelo aprendiz, serão descartadas e substituídas por outras, tornando-as, assim se espera, mais estáveis. Nesse sentido, as atividades que acontecem nos ambientes construcionistas, que leva em conta a aprendizagem de matemática, a partir da produção de jogos digitais, partem da premissa que essas teorias transitórias de pensamento se constituem um fator importante no processo de criação do jogo e da produção de significados pelo aprendiz. Isso porque a depuração, que reuni as distintas etapas do processo, possibilita o estudante não só refletir sobre o algoritmo computacional construído, mas também o permite a pensar nos possíveis erros cometidos, nas tentativas frustradas e nas ideias que ainda precisam ser implementadas.

Os erros são os maus necessários e que não devem ser ignorados no ambiente de aprendizagem de matemática, pois "[...] atuam como um motor que desequilibra e leva o aprendiz a procurar conceitos e estratégias para melhorar o que já conhece" (MALTEMPI, 2005, 18). Por outro lado, assim como apontam alguns autores, Valente (1999), Burd (1999) e Rosa (2004, 2006), não se deve supervalorizar os 'erros' no contexto de aprendizagem, especialmente na produção de jogos digitais nas aulas de matemática. Eles são momentos importantes durante a construção de conhecimento, porém são transitórios, no qual permite o estudante passar de um estado não necessariamente de segurança para o outro.

Acreditamos, a partir do conjunto de ideias apresentadas, que o erro se mostra como um dos elementos importante na construção de conhecimento matemático ao produzir um jogo digital, utilizando linguagens computacionais, pois ele não parte da premissa de bom ou ruim, mas é entendido como um resultado que o aprendiz obteve e não estava necessariamente relacionado com suas expectativas. E essa distância entre expectativa e resultado se mostra benéfica no processo de aprendizagem do estudante no sentido que poderá atrair a sua atenção para a falha e o levar a pensar sobre ela, o que provavelmente mobilizará novas estratégias e novas ideias para propor uma nova solução ou um novo caminho para o problema em questão.

Além do processo de depuração, as investigações com atividades construcionistas especialmente com a exploração de linguagem computacional gráfica nas aulas de matemática levou os pesquisadores, como, Valente (1999, 2005), Rosa (2004, 2008), Maltempi (2012), entre outros, a investigar alguns elementos importantes no processo de construção de conhecimento matemático. Diante disso, partimos por uma compreensão de como pode se estruturar esse processo de construção de conhecimento, em termos do construcionismo, a partir da Espiral de Aprendizagem e do Turbilhão de Aprendizagem, e como essa construção se mostra quando o objeto do construcionismo é a produção de jogos digitais.

2.3 **CONSTRUCIONISMO:** ESPIRAL E TURBILHÃO (DE APRENDIZAGEM)

> As pessoas que sonharam em fazer máquinas voadoras olharam para os pássaros com o mesmo espírito que quero olhar para os exemplos de aprendizagem bem-sucedida. Contudo, não foi suficiente simplesmente observar e copiar que tomaram o caminho errado ao pensar que a essência do voo dos pássaros era o de bater das asas. Os pássaros podem voar sem bater as asas! Devemos aprender a ver a aprendizagem bem-sucedida pelo prisma dessas ideias poderosas. (**Seymour Papert, 2008, p. 40**).

A metáfora de Papert - as máquinas voadoras - nos possibilita iniciar o nosso diálogo pensando sobre os modos de aprendizagem bem-sucedidas e que podem nos inspirar a seguir o caminho. Modos estes que não se reduzem a cópia e que nem tenham a força de banalizar o poder da observação, do pensamento e do processo de depuração. As pessoas sonharam em construir uma máquina que voasse, e depois de muitas tentativas frustradas conseguiram deixá-la nas alturas. No entanto, não foi simplesmente observar e copiar os pássaros que a colocaram entre as nuvens; pelo contrário, foi preciso ir muito além disso. Assim, também é o processo de aprendizagem, não basta apenas repetir o que a tradição sedimentou, pois isso pode, de alguma modo, nos privar do privilégio de avançar e de construir não só novos artefatos, mas também novas ideias, novos contextos e mais conhecimentos.

Ao trabalhar com a metáfora dos pássaros e as máquinas voadoras, Papert se referia também a ideia de que se até hoje o uso das tecnologias digitais não tenha, de algum modo, possibilitado satisfatórios resultados à aprendizagem do estudante, isso não significa dizer que sua contribuição sempre será a mesma. Não é apenas observar e copiar o que se faz hoje com elas, mas sim a de propor caminhos que legitimem a sua contribuição no processo de aprendizagem. O problema não é a tecnologia, e nem a solução, mas muitas vezes é a forma como a utiliza e a forma como a compreende durante a construção de conhecimento.

A construção de conhecimento prescinde o uso de tecnologias digitais. Porém, o seu uso pode trazer, como defende o construcionismo, contribuições para o processo de aprendizagem do estudante, quando este tem a oportunidade de criar novas ideias e criar também novos artefatos por meio delas. É justamente por este motivo que o uso de linguagem de programação gráfica é "um dos aspectos mais enfatizados pelos construcionistas, pois possibilita criar, visualizar e manipular estratégias e ideias (o meta-processo) empregados na solução de um problema" (MALTEMPI, 2005, p. 5). A atividade cognitiva de um estudante ao utilizar linguagens computacionais gráficas para programar um jogo digital pode ser representada por uma "[...] espiral de aprendizagem, formada pelas ações de *descrição-execução-reflexão-depuração*, que auxiliam o entendimento de como se dá o processo de construção de conhecimento do próprio estudante " (VALENTE, 2005, p. 20, grifos nossos).

A espiral de aprendizagem do construcionismo foi desenvolvida pelo pesquisador Valente (1999, 2005), discípulo de Papert, tendo como suporte a sequência e a ideia de não linearidade de ações, na qual uma tarefa ou a produção de um artefato é construída pelo aprendiz. O aprimoramento das etapas (*descrição-execução-reflexão-depuração*) compõe a estrutura da espiral de aprendizagem, que se estabelece na interação do aprendiz e o computador, sem desprezar o seu meio. No entanto, salientamos que a compreensão dessa espiral de aprendizagem veio se firmar mais tarde como uma atualização do ciclo de aprendizagem, que se restringia meramente as etapas sequenciais e previamente lineares.

As etapas, que constituem a espiral de aprendizagem, se complementam e podem ocorrer simultaneamente à medida que a tarefa assumida pelo aprendiz vai sendo feita. Isso porque o aprendiz pode não estar satisfeito com a construção de seu produto, podendo, portanto, retornar uma das etapas da espiral e corrigi-las ou acrescentar mais informações a elas de modo que satisfaça suas ideias. E este processo pode se repetir muitas vezes com um nível de compreensão mais elevado, configurando-se como uma espiral de aprendizagem.

Para compreendermos melhor a dinâmica das ações que estruturam a espiral como proposta de aprendizagem construcionista, com o uso do computador, o que inclui o uso de linguagem de programação gráfica, na produção de um artefato, destacamos abaixo a imagem[30] que reuni as ideias dessa espiral e a sua dinâmica de desenvolvimento.

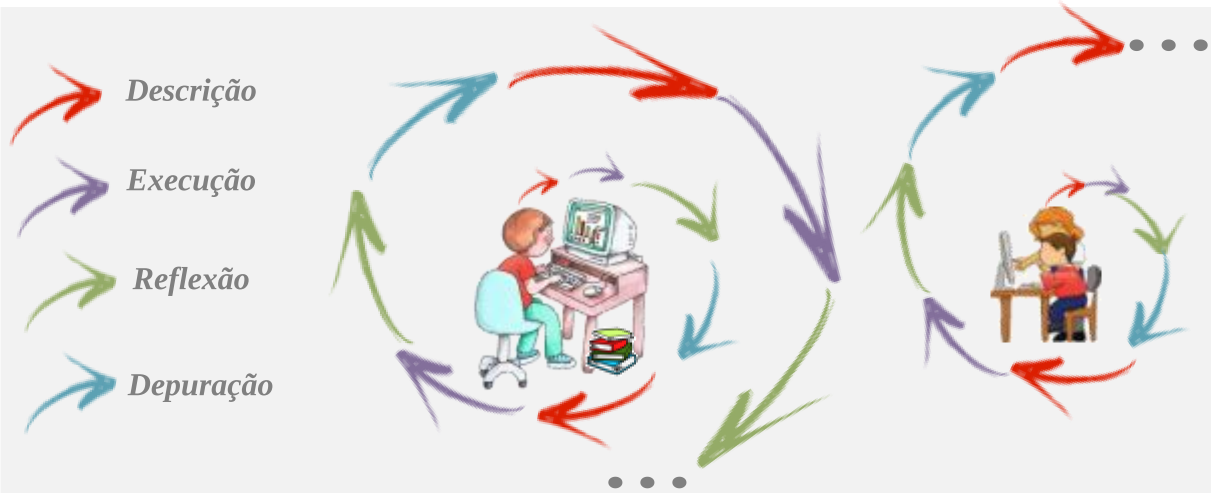


Figura 1 - Espiral de aprendizagem: descrição-execução-reflexão-depuração

Fonte: a pesquisa, 2016.

A **descrição** corresponde à "explicitação de ideias, conceitos e estratégias que o aprendiz usa para elaborar seu programa (artefato), e oferece ao professor a oportunidade de 'ver' o processo de raciocínio do aluno e entender o que está sendo feito" (MALTEMPI, 2005, p. 6). Essa descrição, em termos da produção de jogos digitais, por sua vez, consiste em representar um conjunto de comandos (ou algoritmos) lógico-processuais, o que pressupõe a exploração de ideias e conceitos matemáticos, escritos na forma de linguagem computacional.

Quando o aprendiz 'testa' suas ideias em forma de procedimentos computacionais, na tela do programa, poderá visualizar e perceber o que realmente foi construído e o que ainda precisa ser aprimorado. A resposta apresentada pelo computador, no ato de **execução** do programa, é imediata e fiel ao algoritmo implementado pelo aprendiz. Por exemplo, de forma resumida, um aprendiz deseja construir um programa, em linguagem C ++, sobre o cálculo da média aritmética de dois valores quaisquer reais. Para isso, precisará articular os conceitos desse conhecimento específico e descrever seus pensamentos em termos de procedimentos computacionais. Os valores reais desse programa devem ser genéricos (como, Z e T), M pode ser a variável média, e a lei de formação dessa média pode ser descrita por M=(Z+T)/2, no qual M recebe a metade da soma entre Z e T. Supondo que a descrição feita pelo aprendiz

[30] A imagem produzida teve como inspiração as ideias dos construcionistas Valente (1993) e Maltempi (2005).

esteja correta, o programa abrirá uma nova janela, e pedirá que o aprendiz forneça os valores reais para Z e T, depois, no campo de saída, o programa apresentará a média aritmética a ele.

Ao visualizar a descrição e a execução do programa na tela do computador o aprendiz tem a oportunidade de não apenas contemplar o produto final, mas também a possibilidade de pensar e analisar cuidadosamente sobre as informações apresentadas. Esse processo denomina-se como **reflexão**, o que pode produzir, conforme Maltempi (2005), níveis de abstração, os quais podem provocar mudanças na estrutura mental do aluno. Essa etapa do processo da espiral de aprendizagem permita o aprendiz confrontar suas ideias iniciais com o resultado obtido e podendo ao mesmo tempo traçar outras estratégias para resolvê-lo.

Propor novas formas de estratégias pode ocasionar níveis de abstrações-reflexivas que vai desde o pensamento simples, que é abstração empírica, que possibilita o aprendiz extrair informações do artefato ou ações de execução (sequências de algoritmos, sistema paralelo, etc.), até a abstração pseudo-empírica. Esta abstração-empírica permite o aprendiz "[...] produzir algum conhecimento da sua ação ou do artefato construído, e ela permite a projeção daquilo que é extraído de um nível mais baixo para um nível cognitivo mais elevado ou reorganizado em termos de conhecimento prévio" (VALENTE, 1999, p. 14).

O processo de reflexão do estudante pode indicar dois caminhos distintos. Por um lado, o aprendiz pode (re) analisar o programa construído e perceber que suas ideias iniciais estavam corretas e que não há necessidade de corrigi-las ou de acrescentar mais informações ao programa (ou *software*). Por outro lado, o aprendiz pode perceber que o resultado final não corresponde necessariamente com seus pensamentos propostos inicialmente. Nesse sentido, será necessário que o aprendiz faça o processo de **depuração**, revendo suas ideias iniciais e propondo novas formas de resolução para o problema em questão.

A revisão do programa (ou artefato) construído possibilita o aprendiz a buscar mais informações que lhe faltam e esse processo de busca o permite pensar sobre novas ideias ainda não pensadas. Nessa busca, novos conceitos são processados e novos conhecimentos podem ser construídos pelo aprendiz ao procurar novas estratégias e ideias para aprimorar o que já conhece. E ao fazer o uso desse processo de revisão, que é conhecido como processo de depuração, o aprendiz tem a oportunidade de '[...] coordenar e construir novos conhecimentos, contribuindo para que a aprendizagem cresça na forma de uma espiral, pois a depuração leva a uma nova descrição, diferente da anterior, e assim por diante' (MALTEMPI, 2005, p. 6).

O processo de depuração é uma das etapas, para o construcionismo, conforme Valente (2005), mais importante, pois ocorre não somente da relação computador-aprendiz e vice-versa, mas do aprendiz-computador com o seu meio social. Entendemos que essa etapa, pois, envolve a participação mais efetiva do professor e dos demais colegas da turma, no sentido que estes possam estimular o aprendiz a pensar sobre o que está fazendo e como está fazendo, sobre o que está funcionando e sobre o que ainda precisa ser feito, questionando-lhe sobre suas ideias e sobre suas teorias construídas e hipóteses ainda a serem testadas. É, portanto, um diálogo conjunto que favorece a continuidade da espiral de aprendizagem por meio de novas descrições, execuções e reflexões do artefato (que pode ser um jogo) proposto pelo aprendiz.

A espiral de aprendizagem, apesar de suas contribuições no processo de construção de conhecimento por meio da produção de artefatos, utilizando linguagens computacionais, foi questionada e ampliada pelo construcionista Rosa (2004). Essa mudança de perspectiva se deu pelo fato de o processo de construção não seguir necessariamente uma sequência de passos "*descrição-execução-reflexão-depuração*", como prescrita na espiral. Pelo contrário, esse processo pode não seguir rigorosamente a essa ordem linear de uma determinada construção, pois a 'reflexão' do aprendiz pode vir acontecer antes da 'descrição' do algoritmo ao construir um jogo digital, por exemplo. Essa nova compreensão da construção de conhecimento por meio de um artefato foi caracterizada por *Turbilhão de Aprendizagem*.

Turbilhão é um vocábulo que representa um movimento forte e giratório, voragem, vórtice, no qual "o movimento não possui um único sentido, mas variadas situações e ações ocorrendo ao mesmo tempo, sem que aconteça uma ordem muito explícita” (ROSA, 2004, p.109). Nas ideias defendidas por esse autor, não há uma desconsideração de ações que prestigiem a sequência de etapas, apenas uma não-subordinação exclusiva delas e de situações propostas que se reduzem meramente a uma ordem que se mostra potencialmente definida. Diante deste aspecto, percebemos que a visão construcionista de aprendizagem parece convergir para o mesmo processo de que se associa à mudança que se origina ao longo do próprio caminho de construção, sem ter necessariamente um único método a ser seguido ou um único processo rígido de etapas a ser considerado ao construir (novos) conhecimentos.

Os processos defendidos pela perspectiva do *Turbilhão de Aprendizagem* se estruturam na mesma ideia, em forma de ampliação, da espiral de aprendizagem, e tem como ações não sequenciais, mas dialógicas: *descrição/expressão*, *execução compartilhada*, *reflexão/discussão* e *depuração compartilhada*. Estas ações possibilitam a convergência da construção de conhecimento pelos modos colaborativos no ambiente de aprendizagem entre o estudante-estudante, professor-estudante, professor-estudante-tecnologia e vice-versa.

O uso do termo 'colaboração', como uma situação que não deve ser desprezada do processo de construção de conhecimento, torna-se adequado na perspectiva construcionista, pois "nos casos em que os diversos intervenientes trabalham conjuntamente, não numa relação hierárquica, mas numa base de igualdade de modo a haver ajuda mútua e a atingirem objetivos que a todos se beneficiem" (BOAVIDA; PONTE, 2002, p.45).

O construcionismo, nesse sentido, portanto, conecta-se à perspectiva de atividade colaborativa a partir de ações de aprendizagem que favorecem a construção do conhecimento (PAPERT, 1986, 1994, 2008; MALTEMPI, 2000, 2004; ROSA, 2004). Estas mesmas ações são vistas, conforme Rosa (2004), em consonância com uma estrutura denominada *Turbilhão de Aprendizagem (TA)*, como a troca de ideias, como *feedbacks* constantes, a interação conjunta do grupo e a discussão de teorias, que se mostram nos processos de *descrição/expressão*, *execução/expressão*, *reflexão/discussão* e *depuração compartilhada*.

Abaixo apresentamos uma 'simples ideia' do que viria a ser *TA* no ambiente compartilhado de aprendizagem, porém a imagem não contempla rigorosamente a teoria, uma vez que estamos nos referindo a um turbilhão, que arrasta ou envolve desordenada e impetuosamente uma sequência de ações dinâmicas, fluída e não pré-determinadas.

Figura 2 - Turbilhão de aprendizagem: descrição/expressão, reflexão/discussão e depuração compartilhada

Fonte: a pesquisa, 2016.

A **descrição/expressão** implica no processo da argumentação das ideias e do pensamento do coletivo, não apenas do aprendiz, no qual um das principais linguagens utilizada é a oral. Ao explorar essa mídia o aprendiz não apenas estará descrevendo, por exemplo, a linguagem computacional no computador, mas também estará discutindo com seus pares, revelando, então, suas ideias, a sua forma de pensar e as perspectivas de funcionamento de determinado artefato a ser elaborado. Isso faz com que, segundo Rosa (2004, 2008), Rosa e Maltempi (2004), Maltempi (2005), mesmo estando em um ambiente computacional, outras mídias também se tornem presentes e importantes na construção de conhecimento.

A **depuração compartilhada** se mostra presente no coletivo e não somente da relação restrita do aprendiz com o seu computador ao criar um determinado artefato. É, antes de tudo, empreendida como uma ação de aprendizagem que percorre "[...] o ato de depurar, mas não somente a depuração do que o aprendiz fez com o computador, no caso, mas da atividade desempenhada pelo outro com as mídias em questão, ou seja, uma análise do que foi realizado pelo colega do grupo em um coletivo" (ROSA, 2008, p. 129). A depuração compartilhada no *TA* se associa diretamente a depuração da espiral de aprendizagem, distinguindo-se somente da não existência de uma sequencialidade, uma vez que ela pode acontecer num conjunto dinâmico complexo, sem necessariamente ocorrer após uma determinada etapa pré-definida.

Considerando ainda o coletivo formado pelas mídias e pelos humanos há **execução compartilhada**, na qual o "computador não é o único a fazer a execução, mas também são consideradas outras tecnologias, como lápis e papel" (DALLA VECCHIA, 2012, p. 69). As informações anotadas pelos estudantes, as expressões matemáticas e computacionais mobilizadas no grupo, as ideias discutidas e as reflexões registradas em seus cadernos, os diálogos gravados e as discussões promovidas em um coletivo podem também ser consideradas tipos de execução compartilhada, pois é uma atividade que não é desempenhada apenas pelo computador, como em Valente (1999), mas se apresenta num intenso coletivo de mídias que se mostram em sinergia com os seres humanos e seu meio social.

A reflexão/discussão está alicerçada no entendimento de que "[...] o debate de ideias subentende a própria reflexão" (ROSA, 2008, p. 128) do aprendiz. Neste caso, percebe-se que há herança diretamente da 'reflexão' da espiral de aprendizagem para a reflexão/discussão do Turbilhão de Aprendizagem, na qual esta última acrescenta o compartilhar de pensamentos que se potencializam pelo coletivo e pela troca de ideias entre as mídias. A reflexão não se torna, então, 'isolada' do aprendiz com seu computador, mas se mostra também pelo coletivo.

O *Turbilhão* de ações de aprendizagem, apresentado por Rosa (2004, 2008) e desenvolvida por outros construcionistas, põe o processo de construção de conhecimento por meio da produção de um artefato (em especial a construção de um jogo digital, que mobiliza ideias e conceitos matemáticos) como um processo dinâmico e não exclusivamente linear de acontecimentos. No entanto, esse entendimento se mostra presente não apenas nos estudos e pesquisas desenvolvidas por esse autor, mas também por outros que discutem o jogo digital como proposta de aprendizagem em ambientes escolares, como, Papert (1986, 2008), Resnick (2007, 2009, 2015), Maltempi (2012), Barcelos (2014), Dalla Vechia (2012), e apresentam o aspecto lúdico e dinâmico que podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, tanto para quem joga (KISHIMOTTO, 2001; MATTAR, 2010; JENKINS et al., 2006;

MCGONIGAL 2012, DENNER, WERNER, ORTIZ 2012) quanto para quem constrói jogos numa perspectiva educacional utilizando linguagem computacional (ROSA, 2004, 2008, BITTERCOURT, 2005; DALLA VECCHIA, 2012; BARCELOS, 2012, CLUA, 2005).

Ao abordar pesquisas que envolvem a construção de jogo digital como perspectiva de ensino e aprendizagem de matemática pelo próprio aprendiz, entendemos, em diálogo com as obras dos autores mencionados, que a construção de conhecimento não acontece necessariamente de forma linear-sequencial e nem somente com uma ordem pré-determinada. Ao contrário, assim como menciona Rosa e Maltempi (2006, 2010), o processo de aprendizagem ao construir um determinado jogo pode acontecer de maneira dinâmica, o que inclui constantes mudanças, retrocessos e avanços, situada no coletivo, de modo a permitir o aprendiz testar novas hipóteses, a pensar em outros teorias diferentes do que havia pensado inicialmente e propor novas ideias para si mesmo e para o grupo no qual pertence.

Diante desse conjunto de ideias apresentadas sobre a aprendizagem ao construir um determinado artefato (o que para nós seria um jogo digital) na perspectiva teórica do construcionismo, interrogamos-nos: (a) em tipo de ambiente de aprendizagem esses artefatos podem ser construídos, ao mesmo tempo que contribuam na construção de conhecimento do estudante? (b) O que se entende por ambiente de aprendizagem colaborativo em que os estudantes possam pensar e discutir sobre o que pensam, estudam e constroem? (c) Quais são as características dos ambientes construcionistas de aprendizagem à construção de conhecimento? A partir desse fluxo de questionamentos, buscamos, na próxima seção, compreender os ambientes construcionistas de aprendizagem no sentido de nos ajudar a entender o processo de construção de conhecimento por meio da produção do jogo digital.

2.4 AMBIENTE CONSTRUCIONISTA DE APRENDIZAGEM

> O que torna a Matemática da Escola tão repugnante para os Brians, e chata para o Henrys, não é que ela seja difícil, mas por que é um ritual sem sentido, ditado por um currículo estabelecido que diz: "Hoje, por ser a décima quinta segunda-feira da quinta série, você tem que fazer essa soma, independentemente de quem você é ou do que você realmente deseja fazer; faça o que lhe mandam e faça da maneira como mandam!" (**Seymour Papert, 1993, p. 54**).

A aprendizagem de matemática, na visão construcionista, prestigia o pensamento do estudante, suas escolhas, sua curiosidade e o seu espírito investigativo de descobrir conceitos e produzir significados para aquilo que se explora, algo muito diferente daquilo que é vivenciado por Brians e Henris, apresentados como exemplos de Papert. É vista como uma ação dinâmica e não ritualística. Não se preocupa apenas com o currículo, vai além, e valoriza o conhecimento como uma ação complexa, responsável, não linear e potencialmente criativa.

A visão construcionista enfatiza que a aprendizagem pode ser potencializada em forma de projetos, no qual se destina mais tempo para criação de artefatos, discussão de ideias matemáticas e construção de conhecimento entre os integrantes. É necessária, porém, que a atividade do projeto seja um espaço motivador e não seja limitada ao currículo e nem reduzida a uma "[...] sequência de passos predefinidos, é preciso que o aprendiz tenha tempo suficiente para se relacionar com a tarefa e, assim, executá-la, tendo a participação ativa do professor como problematizador e mediador do processo de aprendizagem" (MALTEMPI, 2008, p. 25).

A proposta de se trabalhar com projetos em ambientes de aprendizagem, na escola, pressupõe coragem de "romper com as limitações do cotidiano, muitas vezes auto-impostas pelo sistema" (ALMEIDA, FONSECA, 2000, p. 22). E isso implica repensar o ambiente de aprendizagem de matemática como um espaço de formação, de autonomia e criticidade, e não deve ser empreendida como uma opção puramente metodológica e restrita ao sistema.

Porém, não é qualquer espaço colaborativo escolar, que concede autonomia ao estudante e contribui para a ampliação e o aprofundamento de seu conhecimento, que se legitima como um ambiente construcionista de aprendizagem. Pelo contrário, este ambiente construcionista carrega características próprias que, ao longo de mais de quase quatro décadas[31] de estudo e centrado potencialmente em pesquisas construcionistas, determinaram concepções e estabeleceram " [...] cinco dimensões, que devem ser buscadas quando a criação de ambientes de aprendizagem forem baseados no construcionismo" (PAPERT, 1986, p. 14).

Uma das dimensões que deve ser levada em conta na criação de ambiente de aprendizagem construcionista denomina-se por **Pragmática**. Esta dimensão se refere à " [...] sensação que o aprendiz tem de estar aprendendo algo que pode ser utilizado de imediato, e não em um futuro distante. O despertar para o desenvolvimento de algo útil coloca o aprendiz em contato com novos conceitos" (MALTEMPI, 2008, p. 267). Ao aprender o sistema de coordenadas (x, y), por exemplo, e poder ter a oportunidade de construir um personagem que utilize esse mesmo conteúdo dentro de um jogo digital, em termos da linguagem *Scratch*, que reúna a ideia de localização, de distância, 'salto', etc., o aprendiz poderá relacionar não só a posição de tal personagem, mas também a ideia de fixação de uma variável '*x*', enquanto a outra '*y*' se mostra variada ao ser pressionada pelo usuário. Isso faz com que o personagem

[31] Uma das fortes pesquisas relacionadas aos ambientes construcionistas nessas últimas décadas se deu prioritariamente com o uso da linguagem computacional Logo em diferentes países e sistemas educacionais.

'salte' no sentido vertical, enquanto a sua posição horizontal se mantém inalterada. Esta situação, embora particular, pode permitir o aprendiz explorar (novos) conceitos matemáticos, ao mesmo tempo que o possibilita utilizá-los durante a construção de um determinado jogo.

Porém, não é só dominar os conceitos estudados, tampouco explorá-los durante a construção de um jogo, mas a partir deles ter a oportunidade de criar novas coisas, ter a oportunidade de discutir sobre elas com outras pessoas, favorecendo assim "[...] a troca de ideias e opiniões que podem auxiliar e impulsionar o aprendiz a desenvolver projetos mais complexos que envolvam novos conhecimentos" (PAPERT, 1994, p. 127). E é justamente esta troca de ideias e a assimilação de novos conceitos que carregam um sentido prático que pode estimular o aprendiz a continuar num processo de busca por novas aprendizagens.

A dimensão **sintônica** é outra característica forte a ser considerada ao promover ambientes de aprendizagem que levem em conta os aspectos construcionistas. Como a própria palavra sugere, é um ambiente que deva prestigiar as ideias dos estudantes e estar em sintonia com suas perspectivas, ações, curiosidades e diferentes formas de compreender um determinado conteúdo. Deve fortalecer a relação do diálogo entre os integrantes do processo de aprendizagem e também a participação do aprendiz na escolha de uma temática.

Para que a dimensão sintônica seja abrangida em ambientes construcionistas de aprendizagem, é fundamental que considerem a "[...] participação do aluno na escolha do tema ou do problema que pretende desenvolver, fortalecendo assim a relação entre aprendiz-projeto e, consequentemente, fortalecendo a conceitualização por parte do aluno" (DALLA VECHIA, 2012, p. 64). E para que essa dimensão seja efetivada, é necessário conceder a autonomia aos aprendizes na escolha e na delimitação de assuntos que podem ser trabalhados e problematizados pelo professor. A escolha do tema[32], por exemplo, a partir de um diálogo conjunto entre aprendizes e professor, pode ser o meio ambiente. A partir dele, os estudantes podem ser estimulados a construírem não só os jogos digitais que remetam o significado desta temática proposta, mas também podem problematizar a sua importância no decorrer das fases do jogo, podendo indicar soluções para a redução da poluição, do desmatamento, etc.

A dimensão sintônica é assim caracterizada pela contextualização de determinadas situações não necessariamente pré-determinadas pelo professor, mas se constitui no conjunto dinâmico de acontecimentos promovido pelo ambiente de aprendizagem. A partir dessa dimensão, destaca-se outra, que denomina-se por **sintática**, a qual objetiva privilegiar a "[...] possibilidade de o aprendiz facilmente acessar os elementos básicos que compõem o ambiente

[32] Será discutido no 4º episódio dessa dissertação.

de aprendizagem e progredir na manipulação destes elementos de acordo com a sua necessidade e desenvolvimento cognitivo (MALTEMPI, 2012, p. 291). Não basta que os materiais de aprendizagem (aqui, em especial, a linguagem computacional para a produção de um jogo digital) estejam disponíveis para serem explorados pelo aprendiz. O ideal é que, para além dessa disponibilização, os materiais de uso estejam acessíveis aos alunos e que não haja demasiadamente pré-requisitos que os impeçam a compreender um determinado assunto.

Compreendemos que uma das grandes preocupações do construcionismo na produção de jogos digitais, que mobilize conceitos matemáticos, é que a linguagem computacional, a estrutura de sua sintaxe, não deva ser o empecilho e nem a ação de bloqueio à mobilização de ideias do aprendiz. Isso porque, não é a estrutura sintática - a linguagem computacional - que deve ser supervalorizada no processo de aprendizagem, mas, sim, o movimento de sua construção e ideias materializadas pelos estudantes ao longo da produção de um jogo.

Outra dimensão a ser considera é a **semântica**, que se refere à "[...] importância de o aprendiz manipular elementos que carregam significados e que fazem sentido para ele, em vez de formalismos e símbolos (MALTEMPI, 2005, p. 268). O processo de construção de conhecimento, em termos dessa dimensão, não se reduz ao formalismo ou simplesmente ao pensamento abstrato do estudante, mas prestigia o seu conhecimento prévio de modo a incentivá-lo a construir significados (sigmas) para aquilo que se explora e estuda. E é por isso que ao construcionismo subjaz um conceito denominado de *hands-on*[33], isto é, aquilo que pode ser manipulável e compreendido, condenando o ato simplista de 'construir por construir' ou ato banalizado de 'fazer por fazer' de forma meramente processual.

Ao construir jogos digitais, em ambientes construcionistas, tendo em vista a dimensão semântica, os aprendizes são desafiados a entender como os jogos funcionam, como os algoritmos computacionais se estruturam e como as ideias matemáticas se organizam nesse processo dinâmico de construção (MALTEMPI, 2005, PAPERT, HAREL, 1991), o que favorece um movimento lúdico e importante (KAFAI; RESNICK, 1996), e que prestigia a comunicação de ideias, de conceitos e de significados matemáticos (VALENTE, 2016).

A quinta dimensão do construcionismo é a **social**, que integra a atividade educacional com as mais diversas relações estabelecidas pela comunidade local. A partir dessa dimensão tem-se a valorização dos aspectos culturais mobilizados pelos aprendizes durante a construção de conhecimento. Trata-se, pois, de uma dimensão que valoriza a identidade local da

[33] O termo hands-on foi utilizado por Papert (1986) para identificar um tipo de aprendizado baseado no construcionismo. Essa ideia de Papert foi mais tarde expandida em Computadores e Conhecimento: repensando a educação (VALENTE, 1999).

comunidade e leva em conta os materiais valorizados pelo convívio social do qual os estudantes fazem parte. Um desses materiais que se mostra presente nessa atual conjectura social dos aprendizes é o uso das tecnologias digitais e nesse sentido"[...] a programação de computadores e o domínio da tecnologia em geral representam bons materiais a serem aproveitados, uma vez que são valorizados na sociedade atual" (MALTEMPI, 2005, 291).

Entendemos que os ambientes construcionistas, a partir das cinco dimensões apresentadas, se mostram como um lugar de aprendizagem e vão muito além do aspecto meramente cognitivo, pois levam em conta o aspecto social e cultural dos estudantes. São ambientes que integram as mais diferentes situações em que o aprendiz se torna um sujeito ativo no processo de aprendizagem (PAPERT, 2008, ROSA, 2004), no qual é estimulado a pensar e discutir suas ideias e construções com seus colegas (MALTEMPI, 2005).

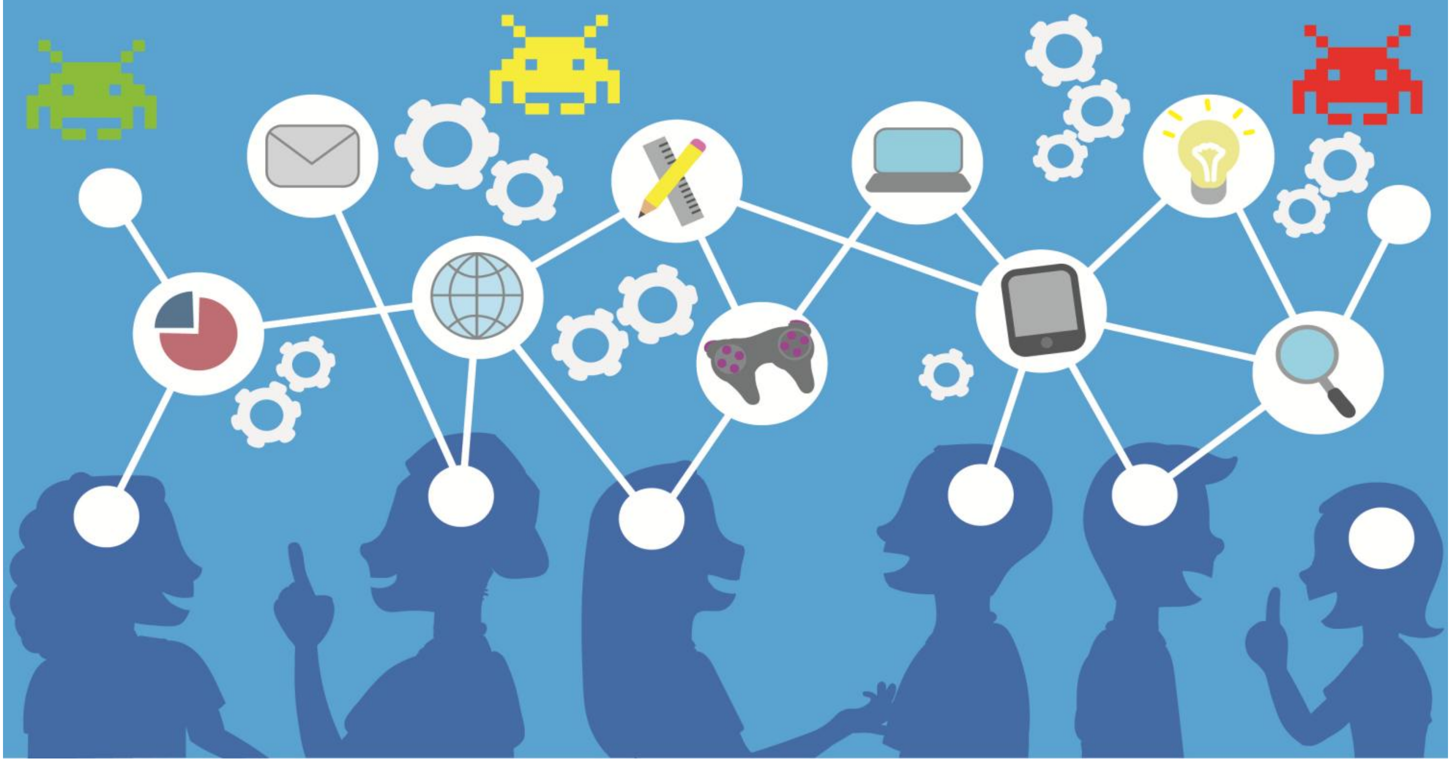
A partir da teoria construcionista apresentada nesse episódio, é possível compreender os aspectos fundamentais da construção de conhecimento, constituindo assim uma base mais sólida para investigar a aprendizagem de matemática a partir de linguagem de programação. E é buscando a atualização dessa visão construcionista, que partimos para o próximo episódio, no qual discutimos as potencialidades e os desafios da construção de jogos digitais utilizando linguagem de programação gráfica *Scratch* na construção de conhecimento matemático.

3º Episódio

Construção de jogos digitais nas aulas de matemática? Eis a questão!

O terceiro episódio apresenta o papel dos jogos digitais no contexto escolar, evidenciando o processo de ensino e aprendizagem de matemática da Educação Básica. Traz ao palco a discussão sobre o processo da construção de jogos digitais ao mesmo tempo em que se aprende matemática e mobiliza conceitos e ideias das características do fazer matematicamente. Tal construção é sustentada sob a ótica do construcionismo, que permite compreender o processo de construção como não estático e nem tampouco linear, mas que se mostra diverso e dinâmico em suas potenciais singularidades. É um etapa da investigação que contribui para nossas reflexões em termos da construção de jogos digitais e a relação do conhecimento matemático e computacional.

[...] construir um jogo para aprender matemática, não simplesmente aprender matemática para construir um jogo



3.1 JOGO DIGITAL NO CENÁRIO ESCOLAR: PERSPECTIVAS E CONCEITOS

> Os jogos digitais ensinam às crianças o que os computadores estão começando a ensinar os adultos - que algumas formas de aprendizagem são rápida, muito atraentes e gratificantes. O fato de exigirem muito tempo pessoal e de requererem novos estilos de pensar é um pequeno preço a pagar (e talvez até mesmo uma vantagem) com retorno no futuro. Não é de surpreender que, em comparação, para muitos jovens a escola pareça lenta, maçante e claramente desatualizada. (**Seymour Papert, 2008, p. 20**).

Os jogos digitais são importantes ferramentas pedagógicas e não são simplesmente brinquedos eletrônicos. Constituem-se como instrumentos de aprendizagem se bem planejados e incorporados para o contexto escolar. Os jogos digitais (ou os games) podem subsidiar um novo tipo de aprendizagem baseado nas tecnologias digitais. Foram os primeiros instrumentos eletrônicos que, a partir da década de 1970, possibilitaram a porta de entrada das crianças para o universo da informática. Estes jogos digitais, "dando autonomia às crianças para testar ideia, utilizando regras e estruturas preestabelecidas - de um modo como poucos brinquedos são capazes de proporcionar -, provaram ser capazes de ensinar aos aprendizes as possibilidades e limitações" (PAPERT, 2008, p. 20) de um novo paradigma de aprendizagem.

Na década de 1980 já havia certo interesse dos pesquisadores e professores, em diferentes áreas do conhecimento, em utilizar os jogos digitais na educação básica (SQUIRE, 2003). O pensamento do que se tinha não era muito diferente do que se tem hoje, pretendia-se explorá-los não apenas como uma forma de entreter e motivar, mas, sim, como estratégia que pudesse possibilitar ambientes mais atraentes de aprendizagem e contribuir com o processo de formação e autonomia do estudante (JONASSEN, LAND, 2000, VALENTE, 2016).

No início da década 1990 fortaleceu-se o entusiasmo em aproveitar os benefícios que os jogos digitais trariam à construção de conhecimento. Tal entusiasmo se centrou como uma alternativa para possibilitar a criação de ambientes de aprendizagem em que os alunos pudessem ter uma participação mais ativa, menos estanque e mais crítica. Desde então, a tecnologia de jogos digitais vem evoluindo, mas, por outro lado, os estudos e as formas de incorporá-los aos ambientes de aprendizagem não tem acompanhado essa mesma velocidade. Pouco se tem feito, e ainda hoje estudos nessa área carecem de mais atenção e mais cuidado.

As pesquisas e as ações voltadas para os jogos digitais na educação básica como estratégia educacional é recente e está "lentamente se tornando uma prática aceita em diferentes ambientes de aprendizagem" (ECHEVERRÍA *et al*., 2011) do contexto escolar.

Existe um reconhecimento expressivo de que vários fatores subjacentes a esses jogos digitais possam contribuir para o processo formativo do estudante, tais como: eles dão um *feedback* imediato, facilitam o intercâmbio de conceitos da teoria à prática, permitem o progresso do aprendiz, respeitando o seu tempo e ritmo de aprendizagem (MARINHO, STRUCHINER, 2013), a sua concentração e o seu raciocínio (VALENTE, 2016), sua liberdade de explorar, pensar, descobrir (GEE, 2004, KAFAI, 2006, SQUIRE, 2003) e motivar (PRENSKY, 2008).

A trajetória da pesquisa sobre jogos digitais educacionais surge mais fortemente em países de língua inglesa, em especialmente nos Estados Unidos, sendo mais tarde disseminada para outros países. Um dos principais objetivos destas pesquisas iniciais "foi o de estudar os efeitos dos jogos digitais - comportamento agressivo, dependência, isolamento, desempenho escolar etc." (MARINHO, STRUCHINER, 2013, p. 10). Porém, por outro lado, se preocupava também em compreender o potencial dos jogos no processo de ensino e aprendizagem, tanto para quem joga, quanto para quem o constrói (VALENTE, 2016).

A incorporação de jogos digitais, a partir dos anos 2000, no cenário escolar brasileiro, começa a se intensificar mesmo que timidamente e tem se tornado cada vez mais conhecida. Porém, é preciso alertar que a sua incorporação não se trata de algo direto e nem trivial, pois não basta "acreditar que a simples introdução de um jogo qualquer seja o suficiente para uma nova abordagem que motive e faça com que os alunos construam conhecimento" (VALENTE, 2016, p. 9). Os jogos digitais podem trazer benefícios se bem explorados, porém por não serem neutros demandam um novo pensar das práticas pedagógicas a serem desenvolvidas.

O trabalho com jogos digitais no contexto escolar pressupõe uma nova organização de ensino e exige uma nova postura tanto do professor quanto do aluno frente a construção de conhecimento. Isso porque, o jogo digital, além de ter um caráter dinâmico e educacional, é uma atividade que deve ser exercida dentro de "[...] certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente de um sentimento de tensão e de alegria" (HUIZINGA, 2007, p. 33). É uma atividade que se instaura no contexto de ludicidade, regras, confrontos, mas que se sustenta no objetivo comum de aprendizagem.

O jogo digital é assim entendido como uma atividade lúdica e dinâmica composta por múltiplas interações e decisões que, ao longo de seu desenvolvimento, corresponde a uma condição final (SCHUYTEMA, 2008). Estas interações e decisões são formadas por um conjunto de regras que, em conjunto, se estruturam em forma de um programa de computador. Tais regras fornecem mais desafios ao jogo e destinam-se evitar que o seu objetivo seja facilmente alcançado pelo jogador, determinando o que este pode ou não fazer.

O jogo digital, para além de regras e objetivos, se constitui através de seus específicos desafios (enigmáticos ou não), por sua trama (real ou fictícia), por seus personagens e cenários, por suas narrativas e contextos. Todo componente do jogo digital, assim, representa algo e pode oferecer elementos importantes para aprendizagem do estudante (VALENTE, 2016). E esta aprendizagem vai desde a imaginação de contextos e compreensão de narrativas até a elaboração de estratégias, que visam solucionar os desafios e cumprir os objetivos propostos. A título de exemplo[34], ilustramos o jogo 'A sujeira no labirinto[35]', que além de considerar os aspectos de imaginação, enredo e fantasia, exige um pensar específico sobre o contexto de meio ambiente, que lança mão da coleta seletiva de lixo e de sua reciclagem.

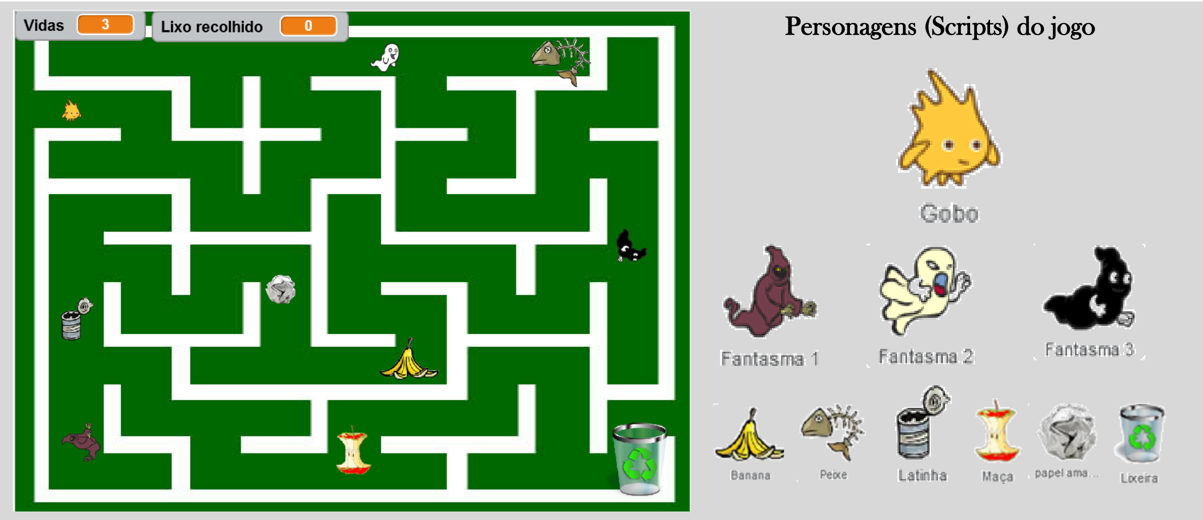


Figura 3 - Jogo: a sujeira no labirinto

Fonte: a pesquisa, 2015.

O jogo digital - a sujeira no labirinto - traz ao palco a temática sobre o meio-ambiente e conduz o jogador (aqui, o estudante) a pensar sobre a poluição e a importância do recolhimento do lixo e de sua reciclagem. Este jogo, por exemplo, pode ser explorado em um contexto de aprendizagem e pode integrar uma ação de ensino "[...] através da interação, da motivação e da descoberta, facilitando a aprendizagem” (PRIETO et al., 2005, p. 10).

A interação, a motivação e a descoberta a partir dos jogos digitais já foram temas de discussão (PRENSKY, 2012, MALONE, 1981, MARINHO, STRUCHINER, 2013,

---

[34] Este jogo digital foi construído por estudantes do 6º ano junto ao professor no projeto Mattics, utilizando o *Scratch* e mobilizando ideias matemáticas, como, sistema de coordenadas cartesianas, distância, conjuntos numéricos, laços de repetição (*looping*), teoria de conjuntos, etc. Este projeto é cenário de investigação para essa pesquisa e, portanto, a sua organização e suas ideias serão melhor discutidas no próximo capítulo deste trabalho.

[35] O principal objetivo do jogo é o de recolher todos os lixos espalhados pelo chão do labirinto, sem tocar nos fantasmas. Se o jogador conseguir reuni-los e caminhar até o final do labirinto, onde se encontra a lixeira, vencerá o jogo, caso contrário não. Mas, é preciso ter cuidado, pois, cada vez que o jogador tocar em algum fantasma voltará para a posição inicial e se tocar mais de três vezes em um desses fantasmas perderá o jogo.

VALENTE, 2014, 2016) e se apresentaram como elementos importantes para possibilitar um ambiente significativo de aprendizagem. Isso parece se justificar pelo fato de tais jogos serem mídias que "[...] produzem imagens, despertam curiosidades, utilizam técnicas de persuasão, que invadem o cotidiano e criam uma nova realidade mais interessante de aprendizagem" (COSTA, 2002, p. 65). A exploração do jogo digital, porém, exige atenção, organização e comprometimento do professor/aluno no sentido de não reduzi-la apenas ao entretenimento.

Acreditamos que, ao trabalhar com jogo digital como um recurso didático, é preciso que o professor atente alguns cuidados pedagógicos, pois o jogo em si pode transcender as necessidades específicas daquele contexto. Todo jogo, por mais simples que ele seja, significa alguma coisa, que confere a sua ação e que pode ir muito além dela. Para isso é necessário lançar mão de alguns cuidados de modo a potencializar o processo de aprendizagem, como: organizar o espaço pedagógico e definir os objetivos de aprendizagem; explorar com antecedência o jogo em questão; possibilitar um ambiente rico em materiais de referência e um ambiente favorável para resolução de problemas (STAHL, 1991, BONGIOLO, 1998).

Para além disso, em um panorama histórico, percebe-se que, a partir do século XXI, a representação dos jogos digitais começa a se modificar e a influenciar novos modos de explorá-los. Primeiro os computadores e consoles (videogames) propriamente ditos, e hoje sendo representados por diferentes dispositivos portáteis, tais como, *game boy*, *tablets*, *smartphones*, entre outros. Apesar dessa mudança de representação, o jogo digital continua ter o mesmo objetivo pedagógico, que é o de incentivar o aluno a estudar, a promover o interesse pelo estudo, a desenvolver competências, a trabalhar coletivamente, a respeitar o seu ritmo de aprendizagem e a construir o conhecimento por meio de atividades desafiadoras e prazerosas.

O uso dos jogos digitais no contexto escolar pode garantir "[...] uma rica fonte de pesquisa e se colocará como um desafio aos atuais e futuros professores, aventureiros o suficiente para entrar na arena e jogar" (DICKEY, 2010, 170). Por outro lado, a exploração do jogo digital nessa mesma arena é um contexto complexo, permeado de respostas não prontas, e que apresenta desafios aos pesquisadores e aos educadores que têm por objetivo trabalhar com esse tipo de tecnologia em seu campo de atuação. O seu uso deve ser visto como algo mais amplo e menos padronizado de modo a não se restringir ao conteúdo programado.

Não se deve desperdiçar o potencial dinâmico e o caráter lúdico que os jogos digitais apresentam no contexto escolar em detrimento ao acúmulo de conteúdo programático (em especial, aqui, o conteúdo de matemática da Educação Básica de Ensino). É preciso que haja um ponto de equilíbrio entre a utilização do jogo digital e o trabalho com conteúdo curricular na sala de aula. Nesse sentido, o jogo digital deve servir aos alunos como uma ferramenta para trabalhar a pensar, a criar e a desenvolver sua capacidade criativa e de concentração, e não ser utilizado puramente para o ensino formal do conteúdo curricular programado.

3.1.1 O jogo digital e o conteúdo curricular (de matemática)

O jogo digital na escola é algo propriamente novo, o currículo não. No entanto, é o currículo que determina o que e quando se ensina, e o jogo como elemento pertencente a esse contexto acaba se tornando um potencial conflito por demandar novas posturas frente a sua utilização. Não é inserir, pois, o jogo de qualquer forma na sala de aula, mas encontrar meios para explorá-lo sem desconsiderar o currículo vigente. É encontrar meios que potencialize a aprendizagem crítica e criativa do estudante por meio dele. E para isso é preciso refletir "[...] sobre a nossa proposta político-pedagógico, sobre o papel histórico da escola, sobre o tipo de sociedade que queremos, sobre o tipo de aluno que queremos formar, sobre qual matemática acreditamos ser importante para esse aluno" (FIORENTINI; MIORIM, 1990, p.9).

O conteúdo curricular de matemática não pode mais ser puramente estável, nem somente previsível, com ações fechadas e atividades totalmente prontas desde o início do primeiro bimestre. Pelo contrário, é preciso reservar um espaço na programação do currículo para a curiosidade, questionamento, descoberta, imprevisibilidade, a criatividade e inovação. Acreditamos assim que o currículo de matemática deve ser "[...] concebido como algo em andamento, instável e dinâmico, em que a organização e as atividades são definidas conforme o curso se desenvolve" (MATTAR 2010, p. 51). E isso não significa dizer que o desenvolvimento do currículo seja feito de forma não intencional e sem organização. Mas, pressupõe dizer que este deve ser organizado de modo a prestigiar a flexibilização e o trabalho que se desenvolve não apenas na zona de conforto, mas também na zona de risco.

Ao desenvolver o trabalho na zona de risco inerente ao currículo, o professor pode aproveitar o potencial que a tecnologia digital tem a oferecer para aprimorar sua prática, o seu contexto e também possibilitar novas formas de aprendizagem (BORBA; PENTEADO, 2015). E essas práticas, que se desenvolvem junto aos jogos digitais, quando trabalhadas na zona de risco, podem contribuir à espontaneidade de ideias, mudanças de contextos, a flexibilização do conteúdo e a desvalorização de ações pedagógicas meramente lineares.

Partimos do princípio que é possível, nessa zona de risco, aliar a aprendizagem de matemática a partir de jogos digitais, sem desprezar o modo de organização pedagógica que o conteúdo curricular se apresenta. Esse elo deve oportunizar não só o trabalho com o conteúdo conceitual matemático, mas também as características do fazer matematicamente, como: abstrair, organizar, induzir, generalizar, interpretar, etc. É ainda perceber o aprendiz, diferentemente de seu papel passivo, como um construtor de conhecimento, e que seja capaz de desenvolver o seu raciocínio matemático e a sua capacidade de resolver problemas.

Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)[36], que é atualmente um documento que pretende orientar o conteúdo curricular vigente, propõe objetivos básicos de aprendizagem de matemática do Ensino Fundamental, como, por exemplo: (a) identificar os conhecimentos matemáticos como meios para compreender o mundo à sua volta; (b) desenvolver o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e a capacidade para criar/elaborar e resolver problemas; (c) fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos presentes nas práticas sociais e culturais, sabendo selecionar, organizar e produzir informações relevantes, para interpretá-las e avaliá-las criticamente; (d) comunicar matematicamente em diferentes eixos (como, por exemplo: *Geometria; Espaço e Forma; Grandezas e Medidas; Tratamento da Informação; Estatística e Probabilidade; Números e Operações; Álgebra e Funções*); (e) recorrer as tecnologias digitais a fim de compreender e verificar conceitos matemáticos nas práticas sociocientíficas (BRASIL, 2015).

Acreditamos que os objetivos propostos na BNCC são importantes e podem contribuir, de algum modo, se bem desenvolvidos no contexto de sala de aula, para uma formação mais crítica e mais autônoma do estudante em matemática. Além disso, percebe-se que um desses objetivos aponta para o uso das tecnologias digitais (aqui, o jogo digital) no contexto escolar como forma para potencializar a aprendizagem do conteúdo curricular, facilitar a expansão de ideias e possibilitar a continuidade da exploração de conceitos matemáticos.

No entanto, assim como aponta Gee (2004) e Kafai (2006), o potencial do jogo digital não está simplesmente no conteúdo curricular formal, mas sim nas relações que são estabelecidas pelo jogador. Nesse sentido, os jogos digitais não são apenas "[...] um instrumento para se ensinar as mesmas coisas e os mesmos conteúdos de uma outra forma, mas são ferramentas que mobilizam os conhecimentos dos aprendizes e os encorajam a pensar sobre eles e, sobretudo, compreendê-los" (SQUIRE, 2011, p. 193 - tradução nossa).

Pensar sobre os conteúdos (aqui, em especial, de matemática, como: ângulos, conjuntos numéricos, sistema cartesiano, áreas, polígonos, perímetros, etc.) e utilizá-los ao longo do jogo é muito diferente do que simplesmente repeti-los ou reproduzi-los em um

[36] A BNCC, assim como quase todos os documentos oficiais da Educação, senão todos, perpassa por questões não só pedagógicas, mas também políticas. O poder de governo tem forte influência na construção de normativas e processos educacionais, assim como foi a legitimação das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), na década de 1990. A BNCC, como parte orgânica do poder político, recebe também implicações governamentais em sua própria construção e desenvolvimento, bem como interferência da própria iniciativa privada em sua formulação. Desta forma, a base é um documento plural, que tem recebido influências da população, do setor governamental e privado para sua construção e implementação.

exercício mecânico qualquer. Isso porque o jogo digital, apesar de seu caráter lúdico e atraente, exige esforço, disciplina e muita concentração. Exige um pensar diferente para que o desafio proposto seja alcançado. E esse desafio é "[...] crucial para o sucesso do jogo, caso contrário, ele não se sustenta e as ações deixam de ser significativas, tornando assim o jogo desmotivante e afastando o jogador de sua aprendizagem" (VALENTE, 2016, p. 9).

Trabalhar com o jogo digital nas aulas de matemática vai muito além de conceitos isolados e fixados. É uma proposta que não se resume apenas ao conteúdo em si, mas pode possibilitar, em movimento dinâmico, a pesquisa, o questionamento, o debate e a reflexão de ideias e de conceitos mais específicos e/ou mais gerais do currículo de matemática. E é nesse sentido que entendemos o conteúdo curricular de matemática como um projeto que "[...] se constrói à medida que ocorrem os processos de transformação das atividades práticas, ganhando forma e recebendo significado" (POETA e GELLER, 2014, p. 52). E uma dessas atividades que se destacam a partir do uso de jogos digitais é a problematização do conteúdo que se interconecta com outras áreas de conhecimento. É uma transformação que vai além 'do quadradinho fechado' e lança luz na contextualização de conceitos e busca conferir aos sujeitos uma participação mais ativa de aprendizagem e mais consonante a sua realidade.

Mas, por outro lado, acreditamos que o grande potencial dos jogos digitais não está simplesmente no ato de apenas jogá-los e nem somente na ação de trabalhar com eles. Ao contrário, está no ato de construí-los juntamente com os alunos. Esse tipo de iniciativa, assim como os estudos de Kafai (2006) apontam, apresenta uma ligação mais profundamente entre o conteúdo curricular, jogos digitais e aprendizagem de matemática. Afinal, nessa abordagem os estudantes são os responsáveis pela construção de jogos digitais que, ao construí-lo, pode mobilizar tanto conhecimentos específicos, quanto gerais de matemática, e também podem desenvolver competências, como: autonomia, independência, domínio das tecnologias, etc.

Olhamos assim para a construção de jogos digitais sob a ótica do construcionismo. Este posicionamento nos permite compreender esse processo de construção como não estático e nem linear, mas que se mostra diverso em suas potenciais singularidades. Acreditamos que atração exercida pelos jogos digitais estimula a curiosidade e a criatividade dos aprendizes: Mas, como os jogos digitais são feitos? O que é preciso saber para construí-los? Seria possível construir um jogo personalizado? Questões como essas não são raras de escutar na Educação Básica de Ensino pelas crianças e pelos adolescentes. Estas demonstram, por vezes, seu interesse em saber como os *games* são construídos. E a partir dessas questões que propomos a discuti-las em parte na próxima seção com um viés mais teórico. É uma seção que contribui para nossas reflexões em termos da construção de jogos digitais e ao mesmo tempo contribui para a compreensão de nossa região de investigação.

3.2 PROFESSOR, COMO SE PRODUZ UM JOGO DIGITAL?[37]

> [...] a base de tudo é a curiosidade. A curiosidade é uma coceira nas ideias e a coisa essencial para a aprendizagem é o prazer. Tem que ter prazer e ter curiosidade. O prazer é uma coisa que a gente sorri quando está fazendo. A gente aprende aquilo que tem a ver com a vida e o que nos inquieta (**Rubem Alves, 1994**).

A curiosidade pelo conhecimento nos inquieta e nos desperta a conhecer coisas que provavelmente não conhecemos. Coisas que se mostram de algum modo interessante e que nos motiva a conhecê-las. Pode-se traduzir de um modo prazeroso e tanto perturbador. É uma 'coceira nas ideias', e é um modo diferente de demonstrar a sua vontade de conhecer. Não diferentemente, a construção de jogos digitais, em ambientes de aprendizagem, assim como os estudos de Papert (2008) e Resnick (2008) apontam, é algo que fascinam os aprendizes e têm os levado a conhecer a estrutura de seu funcionamento pela curiosidade e pela descoberta.

Ao desenvolver jogos digitais os aprendizes são desafiados, numa concepção construcionista, a entender como se dá a estrutura de seu funcionamento, o que pressupõe a utilização de linguagem computacional gráfica. Eles também são instigados a compreender a estrutura da elaboração de imagens, de áudios e de textos para comunicar ideias e expressar (novos) conhecimentos. A concepção da construção de jogos digitais possibilita ainda o aprendiz a compreender o processo de sua própria aprendizagem, na medida em que o permite a trabalhar de forma autônoma e participativa na escolha do tema e das estratégias.

A construção de jogos digitais, por outro lado, pelo estudante, não pode igualar a uma mera prática que tende a reforçar somente conceitos específicos ou globais. Nem tampouco se limitar a uma alternativa com a tecnologia para se ensinar as mesmas coisas do mesmo modo como se ensina na perspectiva instrucionista, reduzindo-se o potencial dos jogos à atividades simples, ações mecânicas e questões repetitivas de papel e lápis (PAPERT, 1986). Isso não significa que uma iniciativa que preze por esse método esteja fadada ao fracasso; porém, limitar os jogos digitais a esse papel seria desperdiçar muito de seu potencial educacional (DE PAULA, VALENTE, 2014, p. 7) e de seu potencial criativo e lúdico (ROSA, 2004, 2008).

[37] Não pretendemos explicitar exaustivamente a construção do jogo, apenas destacar algumas ideias de sua construção. No entanto, tal construção será melhor discutida nos próximos capítulos (e inclusive no apêndice2).

A construção de um jogo digital, na abordagem construcionista, é vista como algo que deva, acima de tudo, despertar a curiosidade e o potencial criativo do estudante e não reduzir a sua própria aprendizagem a métodos repetitivos. Tal construção deve servir como instrumento para os aprendizes a desenvolver o seu pensamento conceitual e analítico, como fonte para expressar novas ideias. Deve ser como última instância a instruir um "[...] programa de exercício e prática dizendo-me para fazer uma soma ou escrever uma certa palavra (PAPERT, 2008, p. 158). É um programa de computador que deva ser construindo pelo estudante de modo que possibilite a compreensão não só do tema e personagens, mas também da construção dos algoritmos por meio da linguagem computacional gráfica utilizada.

Os algoritmos se constituem como peças importantes para a construção de jogos digitais e são representados por uma determinada linguagem computacional gráfica, que pode ser gratuita ou não. Mas, o que são algoritmos? O que são linguagens computacionais? Como eles se organizam nesse processo de construção de jogos digitais no ambiente escolar para estudantes do Ensino Fundamental? Estas e outras questões serão tratadas na próxima seção.

3.2.1 Construção de um jogo digital: algoritmos e linguagem computacional gráfica

Os algoritmos computacionais são basicamente uma sequência finita de passos que levam a execução de uma determinada ação ou tarefa. É também considerado como um procedimento sequencial lógico e bem organizado, no qual não deve ser redundante e nem subjetivo. A título de exemplo, ilustramos, abaixo, a sequência de dois algoritmos que objetivam condições distintas para a realização da travessia da avenida de um personagem.

Algoritmo1 // AtravesssarAvenida

```
Ir para a faixa de pedestre
    Olhar à esquerda
    Olhar à direita
        Se estiver vindo automóvel
            Não atravesse
        Senão
            Atravesse
    Fim
Fim do algoritmo1
```

Algoritmo2 // AtravesssarAvenida

```
Ir para a faixa de pedestre
    Olhar à esquerda
    Olhar à direita
        Se estiver vindo automóvel
            Atravesse
        Senão
            Não atravesse
    Fim
Fim do algoritmo2
```

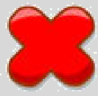


Figura 4 - Travessia da avenida: explicitação do algoritmo

Fonte: a pesquisa, 2016.

Os algoritmos acima não estão representados por uma linguagem computacional. Porém, é possível observar no algoritmo1 que há uma sequência lógica de passos a serem seguidos pelo personagem do jogo ao atravessar a avenida. Caso contrário, a mudança de ordem de alguma etapa do algoritmo poderá provocar algum tipo de acidente ao personagem. Os algoritmos, assim, ao serem utilizados para a construção de uma ação, devem ser organizados com o objetivo de dizer alguma coisa e alcançar uma determinada finalidade.

Os algoritmos computacionais, em especial, utilizados na construção de um específico jogo digital, podem ser entendidos como um método "[...] finito, escrito em um vocabulário fixo, regido por instruções precisas, que se movem em passos discretos 1,2,3,.., e que mais cedo ou mais tarde chega a um fim" (BERLINKI, 2002, p. 21). E é nesse sentido que entendemos que o algoritmo computacional, ao ser escrito por um estudante, no contexto escolar, se constitui, entre outras propostas, como modo de organizar ideias, expressar o pensamento lógico, testar hipóteses, verificar possibilidades e mobilizar conhecimentos.

A natureza procedimental do algoritmo, segundo Mor e Noss (2008), definido pela sequência de passos a serem seguidas, se aproxima da linguagem discursiva do aprendiz. Assim sendo, representar uma determinada ação na forma algorítmica pode se "constituir como etapa intermediária entre a narração verbal e a linguagem algébrica, podendo promover uma transição mais 'suave' para compreensão da linguagem matemática" (BARCELOS, SILVEIRA, 2012, p. 3). Porém, as diferenças de representação semiótica de ambas as linguagens não são imediatas e exige esforço e um pensar diferente para quem as explora.

A exploração de algoritmos é um processo que pode exigir do aprendiz a articulação de diferentes linguagens - discursiva, computacional e matemática (RESNICK, 2008, BARCELOS, 2014). É ainda um processo dinâmico que vai muito além de 'decorar' procedimentos, reproduzir passos e simplesmente aplicá-los de qualquer forma. Escrever um determinado programa, utilizando algoritmos, assim como Papert (2008) aponta, é uma forma de pensar sobre o próprio pensar que articula diferentes tipos de linguagens.

Ao escrever um determinado algoritmo é preciso pensar sobre a sua forma de organização. Ao construir, por exemplo, um algoritmo que recrie a forma de fazer um sanduíche, abrir a porta do carro, trocar uma lâmpada, calcular a soma de dois números inteiros, encontrar os números primos de 1 a 100, entre outros, o aprendiz não estará apenas articulando conceitos e linguagens específicas de programação, mas estará também pensando sobre a sua estrutura de funcionamento. Estes exemplos, e tantos outros, são possíveis de serem apresentados em forma de algoritmos e 'traduzidos' por uma determinada linguagem computacional, que representa a própria linguagem do computador[38].

A linguagem computacional ou linguagem de programação, de modo geral, pode ser empreendida como um método padronizado para comunicar ideias para um computador. É um conjunto de argumentos e códigos semânticos usados para construir um determinado programa, como, *software*, jogos digitais, redes sociais, entre outros. Atualmente existem diversas linguagens computacionais utilizadas ao longo de diferentes partes do mundo, entre as mais simples até as mais complexas, podemos citar: Fortran, *Pascal*, *Java*, *C*$^{++}$, *Python*, *Logo*, *Scratch*, entre outras linguagens. Apresentamos abaixo, em forma de exemplo, a construção de um programa em C[39] que determina a soma de dois números inteiros (*a*,*b*).

Algoritmo // Soma de dois números inteiros X = a + b // Em linguagem computacional C

```
/* programa adiciona dois numeros inteiros Z = {...,-1, 0, 1, ...} */
/* inclui informacao sobre a biblioteca de comandos */
#Include <stdio.h>
/* definimos uma funcao main que nao recebe argumentos */
main()
{
/* definimos as variaveis a e b que serao somadas em X como inteiros */
   int a;
   int b;
   int X;
/* scanf() e printf() entrada e saida de dados, respectivamente */
   printf("Digite o valor de a:");
   scanf("%d", &a);
   printf("Digite o valor de b:");
   scanf("%d", &b);
/* soma dois numeros (a e b) inteiros */
/* X --> recebe a soma de dois valores quaisquer inteiros a e b */
   X = a + b;
/* %d imprime o resultado da soma de a e b */
   printf("o resultado da soma eh: %d", X);
   printf("  ");
}
```

Figura 5 - Algoritmo da soma de dois números inteiros em C

Fonte: a pesquisa, 2016.

[38] Na metade da década de 1950 surgem às primeiras linguagens computacionais ou linguagens de máquinas (baixo nível, binária). Já final da década 1960, na 2ª geração, as novas linguagens trouxeram outras contribuições, como, sistema de execução em tempo real e desenvolvimento de gerenciadores de base de dados, como: Fortran e Basic. Na 3ª geração, as linguagens se aprimoram e permitem a possibilidade do usuário criar sistemas distribuídos, incorporar sistemas mais inteligíveis e exigir um hardware mais avançado (VALENTIM, KOSCIANSKI, 2009). A partir da década de 1980 até os dias atuais, na 4ª geração, utiliza-se as linguagens computacionais artificiais, que são mais acessíveis, menos robustas e combinam características procedurais e não procedurais, que pressupõe um alto nível de abstração e permite a elaboração de programas mais aprimorados.

[39] O algoritmo, em linguagem C, foi construído e compilado através do *software* Visual C++ 2008.

Na figura 5, observa-se que programa em linguagem computacional C fornece a soma de dois números quaisquer inteiros. Tal programa lê um valor do teclado para *a* e outro para *b* (campo de entrada), depois o programa soma os valores representados por *a* e *b* (processamento) e, por fim, apresenta o valor resultante ao usuário (que é o campo de saída). É um programa que faz uso de uma linguagem de programação e, portanto, preserva um tipo de sintaxe específica, que lança mão de termos próprios computacionais, 'main', 'return', 'include', etc. Tais termos são exigências do compilador, que visa traduzir o programa escrito em uma linguagem de alto nível (em C) para uma outra linguagem de baixo nível (binária).

A tradução das linguagens no computador envolve "[...] a análise sintática, a qual tem por objetivo verificar se o programa está escrito dentro das regras da linguagem de programação do compilador (VALENTIM, KOSCIANSKI, 2009, p. 4). Por exemplo, na linguagem C, todo comando do programa deve terminar com um ponto e vírgula, senão, o compilador emitirá uma mensagem de erro ao usuário. Depois dessa análise, o usuário realizará a análise semântica, o sentido entre os algoritmos construídos, como, utilizar uma variável Y, que não esteja declarada no programa, se constitui como erro semântico. Somente após essas duas análises, o programa será 'convertido' para a linguagem da máquina.

O programa, que fornece a soma de dois números quaisquer inteiros, parece ser simples, mas não se constitui trivial para quem não está necessariamente familiarizado com essa linguagem, que é a de programação para o computador. Isso porque, tendo em vista as exigências que envolvem a compilação e o processo sintático de um programa, a aprendizagem do aprendiz pode ficar ameaçada e se tornar difícil, além de desmotivadora. Afinal, o processo de construção de algoritmo não é tão simples (dependendo do que se pretende construir) e sua conversão, mesmo que feita pela máquina, obscura aos nossos olhos, pode de algum modo, criar obstáculos de aprendizagem ao estudante da Educação Básica.

Acreditamos que, à luz do construcionismo, assim como defende Maltempi (2012), a dimensão sintática e semântica da aprendizagem do aluno não pode ficar à mercê e nem ser desvalorizada do processo como um todo integrado. Deve ao contrário fazer sentido para aquilo que o aprendiz aprende e deseja aprender. E essa aprendizagem não pode ficar 'presa' a códigos específicos (como, termos próprios da linguagem computacional) e procedimentos demasiadamente técnicos, que minam a ação do estudante de pensar e de criar um programa.

Olhamos assim para o uso da linguagem computacional à Educação Básica de Ensino, baseado no construcionismo, não no sentido de possibilitar necessariamente a formação dos aprendizes como programadores profissionais e sujeitos capazes de dominar sintaxes demasiadamente complexas. Mas, os enxergamos como sujeitos capazes de usá-las para desenvolver o seu pensamento matemático, a sua lógica de organização e a desenvolver a sua criatividade. E é por isso que acreditamos que a sintaxe da linguagem deva ser acessível ao aluno de modo a não criar obstáculos desnecessários ao processo de sua aprendizagem.

A lógica de programação por si só exige esforço e é considerada 'o bicho papão' pela grande maioria dos alunos da área de informática (ROCHA, 1994, GOMES E MENDES, 2000, BARCELOS, 2014). Tal dificuldade no ensino de programação na disciplina de Informática se caracteriza como algo desafiador no Ensino Superior e pode se agravar, ainda mais, na Educação Básica de Ensino. Porém, por outro lado, algumas iniciativas, para o contexto escolar, no sentido de mudança da estrutura de programação e de sua sintaxe, têm sido feitas e trazido resultados mais significativos à aprendizagem de crianças e adolescentes.

Uma das iniciativas que têm sido feitas, desde a década de 1980, a partir das primeiras contribuições de Seymour Papert, foi a criação de linguagens de programação mais acessíveis para estudantes da Educação Básica. Tais linguagens, como a do *Scratch*, *Alice*, *Kodu Game Maker*, entre outras, têm possibilitado crianças e adolescentes, de diferentes partes do mundo, a programar um computador de modo a não se limitar a estrutura de sintaxe complexas e formalismos desnecessários. Após a análise dessas diferentes linguagens, escolhemos, para essa investigação, o uso da linguagem computacional *Scratch* por ter um caráter mais simples, lúdico e intuitivo (LIFELONG KINDERGARTEN, 2015), além de ser inteiramente gratuita.

3.2.2 'Skrach'... o quê? Ah, linguagem de programação Scratch [...] perscrutações

O *Scratch* é um exemplo de uma linguagem computacional como sucessora da *Logo*, que foi concebido no MIT (*Massachusetts Institute of Tecnology*) e desenvolvido pelo grupo *Lifelong Kindergarten no Media Laboratory*, liderado pelo construcionista Michael Resnick. É uma linguagem de programação que integra recursos de multimídia de forma dinâmica e intuitiva, voltada especialmente para o público de estudantes a partir de 8 anos de idade. Um dos principais objetivos dessa linguagem de programação é o de facilitar a introdução de conceitos de matemática e de computação, além de contribuir com o desenvolvimento do pensamento criativo e lógico do aprendiz, e o de incentivar o trabalho colaborativo entre eles.

O *Scratch* faz o que pareceria ser impossível - ajuda no ensino de crianças e jovens a programar um computador e criar os seus próprios programas de forma prazerosa (RESNICK, 2015). É um *software livre*[40] que se constitui como uma das linguagens de programação gráfica e permite a criação de animações, jogos digitais, simuladores, ambientes virtuais de

[40] É uma expressão que se refere a um determinado programa de computador que pode ser executado, alterado, copiado, difundido e redistribuído pelos usuários, a qualquer momento, gratuitamente.

aprendizagem, tutoriais, histórias, além de possibilitar a composição de melodias e obras artísticas. No *Scratch* não é necessário construir um algoritmo através de comandos sintáticos complexos e com formalismos exagerados. Em vez disso, o usuário (aqui, o estudante) precisa apenas arrastar os blocos gráficos e os encaixar de forma lógica para formar o algoritmo.

Para o manuseio da linguagem *Scratch*, o estudante necessita expressar o seu pensamento e suas ideias na forma de comandos. Tais comandos se estruturam em forma de blocos que são combinados, assim como seria feito com as peças de um quebra-cabeça ou os blocos de um brinquedo Lego®. Toda ação de qualquer objeto (personagem, cenário, etc.) deve ser programada e explicitada, o que possibilita o aluno a pensar sobre o pensar e a pensar sobre a sua própria ação (DALLA VECCHIA, 2012, MALTEMPI, ROSA, 2008).

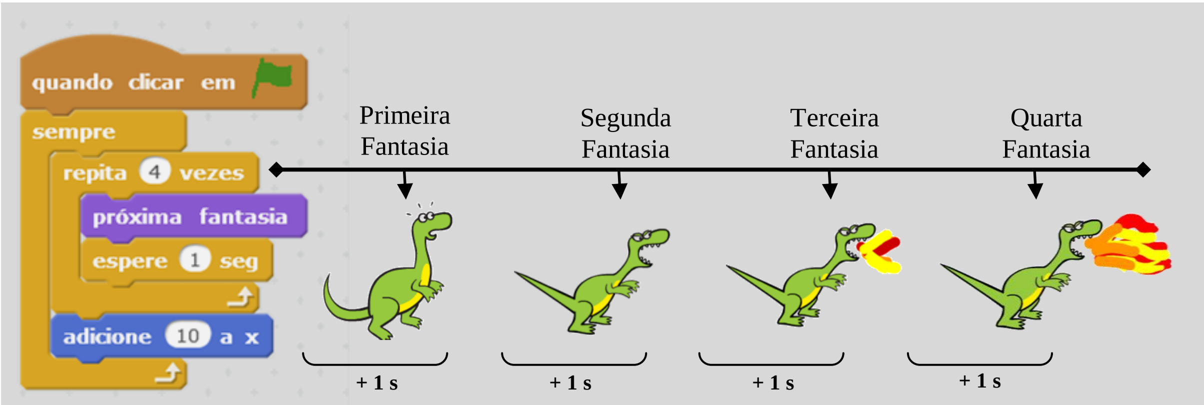


Figura 6 - Algoritmo em Scratch: ação do Dino

Fonte: a pesquisa, 2016.

Na figura 6, percebe-se o algoritmo da ação do personagem Dino explicitado em forma de blocos, que se encaixam ao serem combinados. Observa-se nesse algoritmo uma organização lógica e sequencial dos laços de repetição (*looping*) finito e infinito, que são um dos termos da linguagem de programação. O *repita4*, por exemplo, irá executar quatro vezes o que está dentro dele (fantasia e o tempo de espera - dado em segundos). Assim que esse comando for executado completamente pelo número de vezes determinado, o personagem, Dino, então, caminhará um passo de tamanho 10 para frente. Depois disso, em razão do comando 'sempre', que reveste toda estrutura algorítmica, fará com que o Dino repita tudo novamente, reproduzindo sequencialmente os comandos (susto, abre a boca, cospe fogo e intensifica o fogo, caminha um passo de comprimento 10), e assim cíclico e infinitamente.

O movimento do Dino (personagem: *script*), que é situado em um sistema de coordenadas cartesianas (em pixels, 480 x 360)[41], faz com que ele caminhe para frente e não para trás, pois o valor do parâmetro "10' é positivo e, portanto, caminha pela direita em 'x'. Se

[41] Pode ser melhor compreendido no apêndice 2 (Plano de atividades) desse trabalho.

contrário, caminharia na direção oposta, que seria um parâmetro inteiro negativo. Observa-se ainda que há uma ordem dos comandos a ser executada, se trocada ou retirada, a ordem de execução se modificaria. A partir dessa descrição do algoritmo, da ação do Dino, embora superficial, podemos perceber uma série de ideias matemáticas e computacionais que podem ser exploradas no contexto escolar e descobertas pelo aprendiz com a mediação do professor.

O ambiente *Scratch* propicia a construção de algoritmos em blocos, como foi a ação de desenvolvimento do Dino, de forma mais acessível. É uma linguagem que permite visualizar graficamente a execução do programa e perceber as ideias matemáticas e computacionais envolvidas no processo de construção (RESNICK, 2015). Além disso, a interface do *Scratch* é intuitiva e o manuseio de suas ferramentas não exige comandos complexos. Tal interface se estrutura em três principais áreas, a saber: (1) a área que fica à esquerda é a região de interface do programa, na qual é possível visualizar as criações; (2) a área que fica no centro é formada pelos blocos de comandos, que se estruturam basicamente em 10 paletas coloridas, com até vinte opções cada uma; (3) à direita do programa é a área de construção dos algoritmos, na qual os blocos são arrastados e conectados um ao outro.

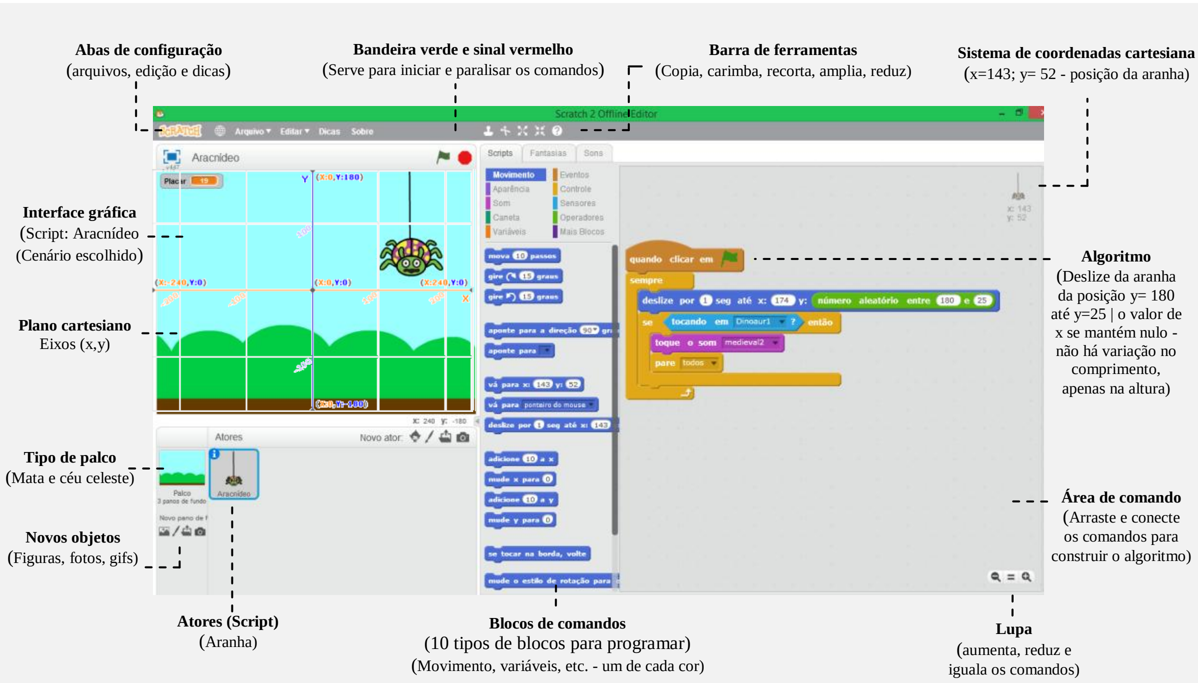


Figura 7 - Interface do *software Scratch 2.0* (versão atual)

Fonte: a pesquisa, 2015.

O *Scratch*, conforme figura 7, é um *software* que permite a construção de programas no formato bidimensional (2D) e oferece a opção da linguagem em português, o que favorece ainda mais o contato do aprendiz com a linguagem de programação gráfica. Possui uma série de conceitos computacionais relacionados à matemática, tais como: sequências, iterações (*looping*), variáveis, argumentos condicionais (se, senão), álgebra booleana, manipulação e controle de eventos, desigualdades numéricas e algébricas, números aleatórios, termos geométricos, entre muitos outros (LIFELONG KINDERGARTEN GROUP, 2015).

A programação em *Scratch* também ajuda a desenvolver um novo jeito de pensar, de ver o mundo por meio do raciocínio matemático e da lógica computacional, que guia qualquer linguagem de programação (RESNICK, 2015). Os aprendizes aprendem a programar realizando cálculos, projetando ideias e criando cenários e mapas no *software*. Nessa perspectiva, acreditamos que muita matemática (de forma direta ou indireta) pode ser mobilizada ao trabalhar com o *Scratch* na Educação Básica. E é a partir dessa concepção que partimos para outra seção no sentido de compreender melhor a relação dessa linguagem computacional com o processo de ensino e aprendizagem de matemática no contexto escolar.

3.3 APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA E *SCRATCH*: UM DIÁLOGO POSSÍVEL

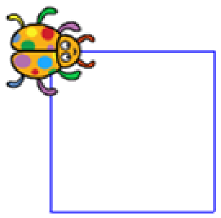
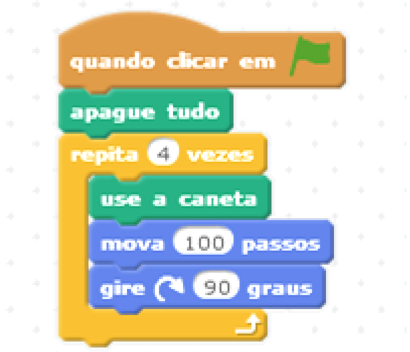
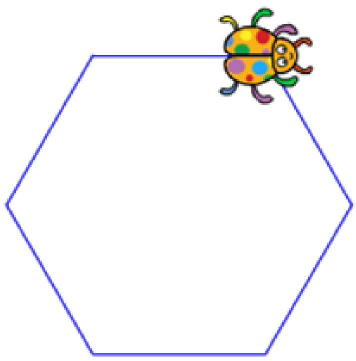
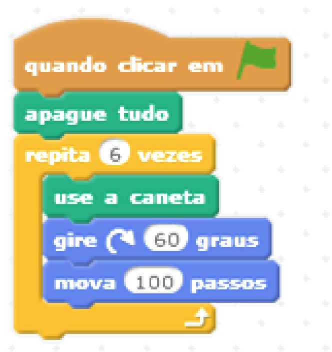
> [...] não é a preparar as pessoas para seguir uma carreira profissional como programadores, mas para incentivar uma nova geração de estudantes criativos, pensadores críticos e que possam, por meio das tecnologias, expressar suas ideias, aprender a lógica de computação e conceitos matemáticos, e não apenas consumi-las (**Resnick, 2007, p. 60, tradução nossa**).

No processo de aprender programação em linguagem *Scratch*, os aprendizes aprendem muitas outras coisas. Eles não estão somente aprendendo a programar, eles estão programando para aprender, para expressar suas ideias e a desenvolver a sua criatividade. Além de aprender ideias matemáticas e computacionais (como, condicionais, variáveis), estão ainda aprendendo estratégias para a elaboração de projetos e resolução de problemas de diferentes ordens (RESNICK, 2015). Ao programar um computador o aprendiz lança mão à sua imaginação e o seu pensamento, põe em ação um currículo de matemática que vai para além do estabelecido e se posiciona como criador de ideias e sobretudo de conhecimento.

Ensinar programação não é difícil em *Scratch*, principalmente para crianças, cuja ocupação principal é exatamente o aprendizado. Tornar-se fluente em um sistema de códigos é um processo similar a aprender a ler e escrever (RESNICK, 2015). Por outra perspectiva, porém, a programação pode se tornar um processo maçante e pouco significativo se reduzida à ações puramente instrucionistas. É um processo que o aprendiz pode iniciar a sua jornada aprendendo com o professor os passos básicos do programa e ter ao mesmo tempo a oportunidade de explorar diferentes tipos de animação. A partir daí, o aluno deve imaginar o seu próprio projeto, estabelecendo uma conexão com o programa e tentar dar vida a sua obra.

Para um aprendiz programar em *Scratch*, ele não precisa saber necessariamente a matemática formal da escola. Mas, por outro lado, o conhecimento curricular matemático pode ser mobilizado durante a exploração do *Scratch* em um ambiente de aprendizagem. Tal exploração pode ainda possibilitar a compreensão de conceitos matemáticos, quanto favorecer ações que prestigiam as características do construir matematicamente. Na especificidade do *Scratch*, "existe a possibilidade tanto de um afastamento quanto de uma aproximação explícita com a linguagem formal matemática. Desse modo, mesmo utilizando-a, é possível abranger diferentes objetivos pedagógicos" (DALLA VECHIA, 2012, p. 215). Ao se trabalhar, por exemplo, com a construção de polígonos no *Scratch*, o aprendiz pode testar hipóteses, corrigir erros e, ao mesmo tempo, compreender conceitos específicos matemáticos.

Quadro 1 - Construção de polígonos regulares no *Scratch (Conceitos matemáticos específicos)*

Polígonos regulares *(Zona Gráfica)*	**Algoritmo computacional** *(Zona de comandos)*
	
	

Fonte: a pesquisa, 2015.

É possível perceber que, no quadro 1, na construção do quadrado e do hexágono, como exemplos, foram mobilizados conhecimentos matemáticos específicos, como: ângulos (internos e externos), sequências (repetição de eventos - como giro e deslocamento), números e operações, além de exigir a noção da soma interna dos ângulos de um polígono convexo. São conteúdos que podem ser explorados e não simplesmente entregues para os estudantes. Podem ainda ser desenvolvidos através de atividades investigativas e exploratórias (VALENTE, 2016). Nesse sentido, entendemos que a aprendizagem de matemática, a partir de atividades investigativas, deve ser situada num movimento antagônico ao de treinar pessoas para reforçar meramente conceitos específicos através de comandos computacionais.

Trabalhar com atividades investigativas, com o uso do *Scratch*, para a compreensão de conceitos específicos matemáticos, pressupõe um trabalho que deva causar a curiosidade e criatividade. Ao tentar construir um programa no *Scratch*, de forma investigativa, o aprendiz pode seguir diversos caminhos, sendo obrigado a pensar em diferentes aspectos que envolvam o processo criativo de aprender e fazer matemática, tais como: "[...] a observação, a experimentação, a indução, a analogia e o raciocínio lógico" (PONTE *et al*., 2003, p.1).

Além disso, a construção de um determinado programa deve permitir o aprendiz a pensar os conceitos matemáticos não de forma isolada, mas articulada (AZEVEDO, LYRA-SILVA, 2016). A construção do hexágono, por exemplo, feito no *Scratch*, mobiliza uma série de termos matemáticos não isolados e exige um pensar das ações de deslocamento e rotação de forma mais integrada. Tal construção pode ser melhor compreendida na ilustração a seguir, na qual retrata, em forma de 'esqueleto', o deslocamento e a rotação da joaninha (personagem) para formar o contorno hexagonal (6 segmentos de 100 passos e 6 ângulos de 60º).

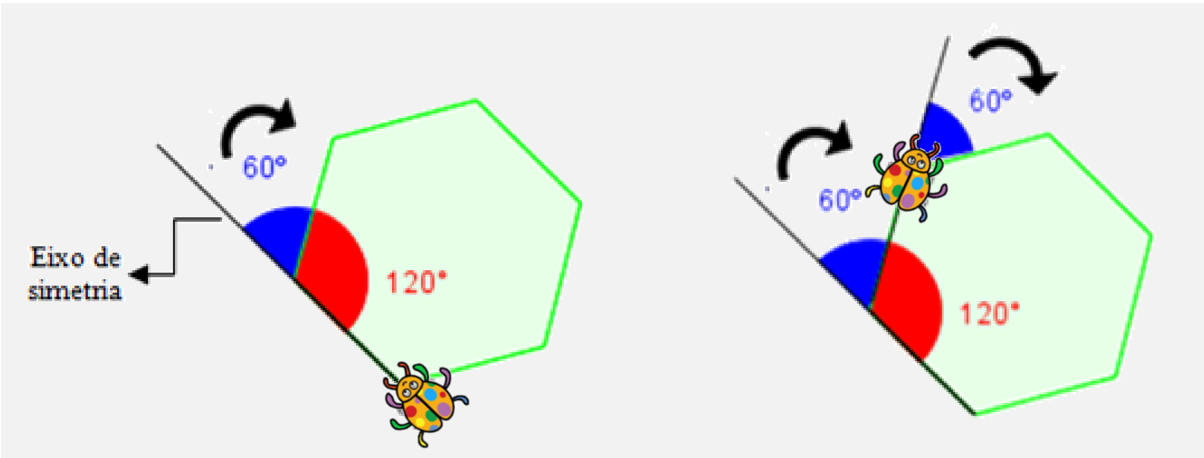


Figura 8 - Entendendo a construção de um hexágono regular *no Scratch*

Fonte: a pesquisa, 2016.

É uma atividade que requer uma organização pedagógica. É também uma ação que prestigia a construção de conceitos matemáticos. É uma animação dinâmica que, ao pensar sobre os movimentos da joaninha, o aprendiz precisará projetar as ações baseadas na própria experiência de deslocamento e rotação no espaço. Nesse sentido, acreditamos que quando se dá a oportunidade para o aprendiz explorar, investigar e ficar mexendo na própria estrutura de programação em *Scratch*, muitas coisas de matemática podem ser descobertas ali. E é isso que a abordagem construcionista defende, que a programação (em especial, na construção de uma animação ou de um jogo) deve trazer o protagonismo do aprendiz, sem necessariamente deixar de lado a sua motivação e o sentido daquilo que se explora e daquilo que se aprende.

Ao se trabalhar com a construção de polígonos utilizando a linguagem *Scratch*, que é um conteúdo específico de matemática, os estudantes não só precisam compreender a sua definição, mas também as suas propriedades e perceber diferentes relações entre as figuras de forma exploratória (AZEVEDO, 2015). Além disso, as respostas mencionadas aos comandos computacionais são direcionadas ao estímulo para uma nova tentativa, na qual o erro e a tentativa são vistas como elementos importantes no processo de aprendizagem. Por outro lado, não obstante, existe um fazer com a linguagem *Scratch* em que a matemática se apresenta de modo implícito e indiretamente na construção de um programa (para nós, aqui, um jogo digital). Desse modo, é possível considerar que as discussões e reflexões envolvendo a matemática podem acontecer de forma natural nas construções de jogos digitais através da linguagem computacional gráfica *Scratch*, mesmo quando o movimento do jogo não envolva direta ou indiretamente um assunto ou algum aspecto do conteúdo de matemática.

3.3.1 Produção do jogo: mobilizando (direta ou indiretamente) conhecimentos matemáticos

O conhecimento matemático, à luz do construcionismo, não é separado do sujeito. É contextualizado e é fruto de um processo histórico-social. E no processo de conhecê-lo, o sujeito (aqui, o aprendiz) vai construindo ideias e atribuindo a uma série significados específicos e globais para aquilo que se vivencia em seu meio social. Tal 'conhecer' implica compreender o processo de modo a compartilhar com outros o próprio conhecimento. Na particularidade da produção de um jogo digital, o conhecimento matemático se mostra contextualizado e se apresenta não necessariamente de forma direta e explicitamente (ROSA, 2008, DALLA VECCHIA, 2012; MALTEMPI, ROSA, 2008; DE PAULA, VALENTE, 2014). Pode, no entanto, se manifestar indiretamente através das características do processo da construção matemática, tais como: mensurar, analisar, comparar, generalizar, etc.

Assumir a matemática como processo de construção envolve a busca por compreensões que dizem respeito às estruturas, aos modos, às ações e conexões que contribuíram para construção de conceitos relacionais à essa ciência (DALLA VECCHIA, 2012, p.22). Dessa maneira, é possível perceber a matemática, na multiplicidade da construção de um jogo digital, a partir de uma visão mais ampla e não apenas centralizada em conceitos técnicos e termos já determinados. A partir desse ponto de partida, compreendemos que aprender a matemática durante o desenvolvimento de um jogo digital não é simplesmente conhecer a matemática já feita e tampouco aquela que se mostra pronta. Mas ser capaz de construí-la e compreendê-la ao longo do processo de elaboração de estratégias, de etapas etc.

As ações propostas para a construção desses jogos, em um ambiente de aprendizagem, que se estruturam em uma sequência de nível de dificuldade, permitem que os aprendizes explorem conceitos matemáticos e estruturas básicas de programação. Permitem também a exploração de assuntos que frequentemente são considerados “avançados” em programação, como: paralelismo, sincronização entre processos, lógica booleana, argumentos condicionais etc. (BARCELOS, 2014, DALLA VECCHIA, 2012). Há, portanto, diferentes conhecimentos matemáticos envolvidos na produção de um jogo, sem contar com a lógica de programação presente na construção de algoritmos, conforme pode ser observado na figura[42] a seguir.

Figura 9 - Programação do movimento do urso polar (para capturar os flocos de neve)

Fonte: a pesquisa, 2015.

Na programação em blocos, observa-se a utilização do sistema de coordenadas cartesianas (*x=-68, y=-88*) para estabelecer a posição inicial do urso. Além disso, na estrutura de repetição aliada ao argumento condicional (*SE*), é possível perceber uma sequência lógica da estrutura do algoritmo, que permite a locomoção do urso tanto para direita, quanto para esquerda (referindo-se a região - $240 \leq x \leq 240$). Porém, a construção desse algoritmo não é

[42] Apresentamos apenas um 'recorte' do jogo (Capturando os flocos de neve) no sentido de mostrar ideias matemáticas e as características do fazer matematicamente, além de evidenciar a lógica computacional presente.

única e essa ideia de locomoção do personagem pode ser desenvolvida por diferentes formas e combinada por diversos outros comandos. São termos computacionais e conteúdos matemáticos que requerem um cuidado específico para serem combinados e construídos. A programação demanda assim um esforço não só operacional, mas sobretudo lógico e analítico. Para além disso, é preciso pensar na interação de um algoritmo com os demais do jogo, como podemos observar nos algoritmos do floco de neve no quadro a seguir.

Quadro 2 - Algoritmos do floco de neve

Programação em *Scratch* *(Comandos de programação)*	**Matemática e Lógica de programação** *(Conceitos e ideias simplificados)*
	O algoritmo se estrutura numa sequência de passos ordenadamente definidos (listas). Inicia-se a pontuação do jogo igual a zero (variável). Baseia-se ainda numa estrutura de repetição que faz o bloco de neve aparecer 50 vezes (repetição). O bloco inicia-se na altura inicial y= 180 e na posição x entre -220 e 220 (aleatoriedade de números - sentido horizontal). Se o bloco de neve chegar até o chão, ele sumirá da tela (sincronização). O bloco de neve é clonado, o que faz com que ele apareça 50 vezes no jogo (instanciação de objetos).
	Esse algoritmo é vinculado ao primeiro. Ele funciona num sistema de (paralelismo). Isto é, ao mesmo tempo. Percebe-se na estrutura algorítmica os (argumentos condicionais - SE). O floco de neve inicia-se na posição y=180 e cada novo instante, a partir do *looping* de repetição, decresce sucessivamente num valor igual a -10. Ou seja, *180-10 =170*; *170-10 =160*; 160-10= 150, até chegar no valor menor que - *160*, isto é, *n+1 < - 160* (operatória). Além disso, se o floco de neve 'tocar' no Bear (que é o urso), a variável receberá um novo valor e armazenará sempre uma unidade. Ou seja, *0+1 = 1*; depois, *1+1 =2*; e assim sucessivamente até alcançar a pontuação determinada no jogo.

Fonte: a pesquisa, 2016

Na programação do floco de neve, no Quadro 2, percebe-se o uso de diferentes termos de computação. São comandos que não devem ser simplesmente copiados de um aluno para o outro, nem do professor para o aluno, mas que devem ser explorados, compreendidos e discutidos de forma conjunta. Na particularidade da matemática, acreditamos que a construção desses algoritmos não é o de direcionar necessariamente os conceitos e os termos propriamente ditos. Isso significa dizer que a formalização do conceito matemático não deve anteceder o processo de criação, de análise e investigação. Os conceitos formais matemáticos podem ser apresentados no final do processo de construção. É construir um jogo para aprender matemática, não simplesmente aprender matemática para construir um jogo.

Em relação aos conteúdos matemáticos e os termos computacionais destacados nessa seção, em articulação com outros tópicos, servem de apoio para o prosseguimento de nossa investigação. Isso porque, a relação entre a matemática e a programação nos permitiu, em termos teóricos, compreender algumas ações e ideias que podem ser mobilizadas ao construir um determinado jogo digital na Educação Básica com o uso de linguagem computacional.

A partir desse episódio é possível compreender os aspectos essenciais ao se trabalhar com a linguagem de programação (em especial, o *Scratch*) e os desafios que não devem ser desconsiderados no processo de ensino e aprendizagem em um ambiente construcionista. Desta forma, partimos para o próximo episódio (caminhos da pesquisa), que mostra o percurso metodológico de nossa investigação, destacando os critérios de escolha do cenário, dos sujeitos e instrumentos, bem como os procedimentos adotados para a coleta e análise de dados, os quais viabilizam, ao mesmo tempo que sustentam, este estudo.

4º Episódio

Caminhos da pesquisa:
fincando estacas e construindo trilhas

Este episódio apresenta o caminho da pesquisa. É um percurso dinâmico que se constitui na temporalidade de seus acontecimentos. Não destaca, porém, o 'engessamento' metodológico da pesquisa. Busca, ao contrário, uma interlocução entre as distintas etapas da investigação e ações do pesquisador. Ao fincar estacas em nossa trajetória, demarcávamos os acontecimentos e podíamos melhor compreendê-los ao longo do processo investigativo. É um episódio que reforça o caráter qualitativo dessa pesquisa, ao mesmo tempo que apresenta o cenário de investigação, o processo da escolha dos sujeitos, os métodos e as técnicas escolhidas, o processo de produção de dados e a forma como pretendemos analisá-los. Trata-se, portanto, de um episódio que orienta nosso caminhar em busca da resposta do problema de pesquisa, tendo como base orientadora os objetivos estabelecidos.

E aí, vamos caminhar um pouco? Então, pegue a sua estaca e vamos lá!

4.1 TRAVESSIA: AS NOSSAS ESTACAS... AH, A NOSSA PESQUISA

> [....] a coisa não está nem na partida e nem na chegada, mas na travessia. Na travessia está a coisa... (**Rubem Alves, 2008, p. 33**)

Embora a expressão de Rubem Alves se trata de outra travessia, posicionamos-nos acerca da travessia da pesquisa. E é nessa fala que iniciamos nossa discussão, no qual nossos diálogos se mostram como processo de investigação e não se centram apenas no início ou fim. O principal objetivo de nossa pesquisa é o de compreender o processo da construção de conhecimento matemático a partir da elaboração e desenvolvimento de jogos digitais por estudantes do Ensino Fundamental em um ambiente construcionista de aprendizagem. E por isso que precisamos compreender a travessia do percurso. Precisamos fincar estacas e demarcar espaços. Se estamos tratando de processo, precisamos, portanto, ter a consciência das distintas etapas que integram o ato de compreender a construção de conhecimento. Faz-se necessário, pois, juntar as partes de um contexto, sem desconsiderar os retrocessos e os avanços. Reconhecer os caminhos incertos, mas norteadores. Afinal, são peças, são estacas.

Tendo assumido a construção de conhecimento matemático a partir de jogos digitais como campo investigativo, pondera-se que essa região se mostra de modo qualitativo. Por compreender que a natureza do interrogado - *como se mostra a construção de conhecimento matemático de estudantes do ensino fundamental a partir da elaboração e desenvolvimento de jogo digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem*? - envolve contextos de subjetividade, torna-se necessário, portanto, ações de interpretação que não se restrinjam a dados numéricos ou quantitativos[43]. E é nesse sentido que essa pesquisa se sustenta numa perspectiva naturalística de investigação, pois busca "[...] atingir aspectos humanos sem passar pelos crivos da mensuração, sem partir de métodos previamente definidos e, portanto, sem ficar presos a quantificadores e aos cálculos recorrentes" (BICUDO, 2006, p. 107).

Ao assumir o caráter qualitativo em nossa pesquisa, colocamos um olhar mais atento e reflexivo frente aos acontecimentos da produção de dados e análise de nosso campo de investigação. Desse modo, negamos a neutralidade do pesquisador durante todo processo investigativo e consideramos que há sempre um aspecto subjetivo a ser considerado (TRIVINOS, 2009, BOGDAN, BIKLEN, 1994). É inevitável a convivência com a ideologia em nossa travessia de pesquisa, porém, é possível controlá-la criticamente de modo a fazer

[43] Não é que os números por si não tenham valor ou algum significado. Em vez disso, o "investigador qualitativo tende a virar o processo de compilação na sua cabeça perguntando-se o que os números dizem acerca das suposições das pessoa que os usam e os compilam" (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p. 195).

ciência (DEMO, 2011), a cuidar dos procedimentos que escolhemos e do caminho teórico que estabelecemos, nos quais se mostraram essenciais para a realidade de nossa investigação.

A partir dessa perspectiva percebo que a minha vivência[44], enquanto pesquisador e professor de matemática, que atua com jogos digitais na Educação Básica e trabalha com linguagens de programação há alguns anos, foi um fator decisivo para o surgimento e desenvolvimento dessa pesquisa. É uma investigação que surge da minha práxis e, num processo sucessivo de afunilamento, se fortalece como problema de pesquisa quando confrontado de frente com as minhas inquietações, diálogos, leituras e espaços ocupados. Essa investigação, portanto, não exclui o pesquisador do cenário de pesquisa e de seus pesquisados, mas busca principalmente a integração entre os espaços e pessoas envolvidas.

Partimos do princípio, em nossa pesquisa, que tanto o pesquisador quanto os integrantes da pesquisa devem ser valorizados durante todo o processo investigativo. O pesquisador se torna participante ao mesmo tempo que se faz sujeito da pesquisa, na medida em que exerce a sua ação e intervém diretamente na realidade investigada (ROSA, 2008). E é com essa motivação que procuramos unir o cenário, os pesquisados e a escolha do referencial teórico, sem deixar de lado a presença do pesquisador que interpreta o seu meio de investigação sem se desvencilhar totalmente dele. Uma motivação que se baseia na premissa qualitativa e nos conduz a compreender o processo da construção de conhecimento matemático utilizando jogos no contexto escolar por distanciamentos e aproximações. Por outro lado, temos a consciência de responder o problema de pesquisa feito e não todos os fatores que circunscrevem a nossa região de investigação, pois pesquisa é, conforme Demo (2011), um processo interminável, intrinsecamente processual, nunca esgotada, jamais dada a uma situação definitiva, diante da qual não haveria mais nada a se interpretar e a se descobrir.

Não classificamos o nosso campo de pesquisa de modo previsível e nem esgotado. Mas, o compreendemos como um espaço potencialmente fértil, amplo e complexo. E foi nesse sentido que precisamos fazer o recorte sucessivo da nossa região de investigação de modo a observar, descrever e compreender melhor o nosso contexto de pesquisa frente aos acontecimentos de sua dinamicidade e temporalidade. É um recorte que prioriza procedimentos descritivos e busca entender as ações de estudantes ao construir jogos digitais na Educação Básica. Porém, é uma descrição que se mostra contingente ao ser interpretada e jamais rígida ou absoluta. Afinal, o que é considerado 'verdadeiro', dessa concepção de pesquisa qualitativa, é sempre dinâmico e possível de ser modificada (BORBA, 2004).

[44] Fazemos uso da primeira pessoa do singular por se tratar de uma trajetória exclusivamente do pesquisador.

4.2 O PERCURSO DA PESQUISA: UM RECORTE E DUAS PRINCIPAIS ESTACAS

> [...] pensava que nós seguíamos caminhos já feitos, mas parece que não os há. O nosso ir faz o caminho (**C. S. Lewis, século XX**)

O percurso da pesquisa se mostra dinâmico e não previsto em sua totalidade. Apresenta-se marcado por planejamentos e ações, e é principalmente constituído por diferentes decisões tomadas ao longo do caminho, que precisaram ser revistas e aprimoradas. No entanto, o nosso percurso planejado, antes da coleta de dados, tomou outras direções na medida em que avançávamos no desenvolvimento de nossos estudos. Desta forma, ao iniciar o nosso caminho da pesquisa, vários cuidados e encaminhamentos foram definidos no sentido de "[...] não correr o risco de se perder em um emaranhado universo de dados e não encontrar significados algum para eles" (ARAÚJO, BORBA, 2004, p. 29). Uma dessas precauções foi sustentada pelo aprofundamento do estudo de nosso referencial teórico, que nos permitiu compreender melhor a nossa região de inquérito. Assim, ao assumir a visão construcionista como aporte teórico dessa pesquisa, procuramos organizar sistematicamente nossas ações.

A partir do entendimento de nosso referencial teórico, começamos a analisar os possíveis caminhos que nos conduzissem a resposta do problema de pesquisa. De modo mais específico, entendemos que as ações que envolveram o desencadeamento desse caminho de investigação pode ser apresentado por duas grandes etapas complementares. Na primeira etapa, realizada ao longo do primeiro semestre do ano de 2015, foi possível aprofundar os estudos e as análises teóricas sobre a construção de conhecimento matemático através de jogos. Nesse etapa também pudemos melhor definir o cenário de investigação, os sujeitos de pesquisa e pensar como os dados poderiam ser construídos e posteriormente analisados.

Para que todos os aspetos pensados dessa pesquisa fossem contemplados, propusemos a criação de um projeto de matemática na Educação Básica para elaboração e desenvolvimento de jogos digitais ao mesmo tempo que possibilitasse o aprendiz a construção de conhecimento matemático e a mobilização das características do fazer matematicamente. Para a criação desse projeto (**Mattics**[45]), que se consolida ao mesmo tempo como espaço de investigação, levamos em conta as cinco dimensões do construcionismo articuladas com as ações didático-pedagógicas, que seriam construídas ao longo do desenvolvimento do projeto.

Pensar sobre as cinco dimensões construcionistas para o cenário de investigação antecedeu qualquer ação desenvolvida, mas, permaneceu ocorrendo durante e depois destas

[45] Mattics foi o nome atribuído ao projeto de Matemática, definido pelo professor-pesquisador, e significa a junção de duas sílabas *mat (*matemática) e t*ics* (Tecnologias da Informação e Comunicação).

ações. No início, em especial, a dimensão sintônica foi alvo de forte discussão uma vez que trataríamos de um projeto investigativo na Educação Básica em que os alunos pudessem propor atividades para o grupo e a para si mesmo a partir de conceitos que desejassem saber.

Ao referirmos a dimensão sintática, preocupávamos com os códigos e com a linguagem utilizada. E foi assim que tivemos o cuidado minucioso de escolher o *software Scratch* por não exigir estruturas complexas de sintaxe de computação e por facilitar a construção de jogos digitais. Mas não apenas o uso dessa mídia (aqui, visto como meio), como também todo material que viria a ser trabalhado. Afinal, o importante seria que "[...] os materiais usados pudessem ser acessados sem nenhum pré-requisito e que também oferecessem um escopo de desenvolvimento ilimitado" (MALTEMPI, 2004, p. 267-268).

A partir da visão construcionista, inquietávamos constantemente em compreender de que forma os conhecimentos matemáticos e computacionais (a partir de linguagens de programação gráfica) poderiam ser mobilizados e compreendidos pelos estudantes do Ensino Fundamental no projeto. Desta forma, procuramos organizar um ambiente de aprendizagem acolhedor que propiciasse a motivação do aluno a continuar aprendendo, que incentivasse a discussão, a participação e a descoberta em distintas etapas (MALTEMPI, 2004). Tais ações deveriam assim possibilitar a construção de significados matemático pelo próprio aprendiz, fazendo assim uma correspondência direta com a dimensão semântica do construcionismo.

As primeiras atividades pedagógicas do projeto foram pensadas e previamente organizadas no primeiro semestre de 2015. Embora já tínhamos uma ideia dos conteúdos matemáticos e computacionais que exploraríamos através da construção de jogos digitais em forma de temática, deixamos os planos de atividades[46] sempre abertos e jamais rígidos. Isso porque, a sua construção se daria de forma dinâmica ao longo do desenvolvimento do projeto e se vincularia diretamente com a participação dos estudantes na escolha de temas e ações.

A dinamicidade do planejamento das atividades para o ambiente construcionista foi estruturado como um campo fértil de modo que possibilitasse a construção de conhecimento. Foi organizado no sentido de oportunizar aos alunos a explorar os conceitos matemáticos e computacionais e usá-los de forma imediata ao construir um jogo, e não em um futuro distante, como geralmente se acentua ao aprender um determinado conteúdo de matemática na Educação Básica. Procuramos assim priorizar a dimensão pragmática do construcionismo nas ações a serem desenvolvidas no projeto Mattics de modo que pudesse trazer "[...] a sensação

[46] Disponível no apêndice 2 desse trabalho.

de uma aprendizagem que se mostrasse útil em um estado imediato ao aluno, não sendo vista como uma 'reserva' de conhecimento para o futuro" (DALLA VECCHIA, 2012, p. 127).

Estruturamos, por fim, a organização do projeto considerando a dimensão social do construcionismo. As ações, portanto, valorizaram o meio social e a sua complexidade local. Valorizamos também as experiências que os estudantes traziam para o contexto de discussão durante a construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais em cada temática desenvolvida no projeto. Para que tudo isso ocorresse, porém, decidimos que todo trabalho fosse desenvolvido em grupos de estudantes e que, por meio dessa dinâmica de organização, eles pudessem intensificar a interação uns com outros e consigo mesmo, sem deixar de lado seu ritmo de aprendizagem. Essa forma de trabalho coletivo considera que o "[...] compartilhamento de informações (seja entre duplas ou grupo ou por pessoas externas ao processo) pode implicar em reestruturação tanto na construção feita quanto na própria forma como as pessoas se relacionam umas com outras" (DALLA VECCHIA, 2012, p. 128).

Nesse sentido, a partir das cinco dimensões do construcionismo, o ambiente de aprendizagem - o projeto de matemática: *Mattics* - foi montado e, aos poucos, organizado no sentido de não apenas contemplar a dimensão pedagógica, mas principalmente se constituir como um cenário de investigação. Um espaço que pudesse nos permitir interagir diretamente com o nosso foco de estudo, produzir os dados de pesquisa e ao mesmo tempo aprofundar a relação com os sujeitos da investigação (Estudantes do Ensino Fundamental), sem perder de vista a forma como organizaríamos as categorias de análise a partir dos dados obtidos. Assim, buscamos integrar os diferentes elementos de nossa pesquisa e compreender o porquê das coisas de nossa região de investigação, apoiando-nos em uma "investigação do tipo descritiva e exploratória" (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p. 70). Decidimos ainda registrar os dados coletados e buscamos analisá-los e interpretá-los em confronto com nosso referencial teórico, identificando os fatores que determinam ou contribuem, de algum modo, para a construção de conhecimento matemático do estudante através da produção de jogos digitais.

Após o planejamento das ações do projeto associado as ideias construcionistas, já na transição da primeira etapa para a segunda, no início do mês de junho, organizamos o espaço físico na escola onde realizaria o projeto *Mattics*. Também organizamos todos os materiais didático-tecnológicos necessários e fizemos o empréstimo de alguns *notebooks* para que o projeto se materializasse, uma vez que a escola não dispunha da quantidade necessária de computadores, e nem de alguns equipamentos específicos, como projetor multimídia, câmeras, etc. A partir do ambiente físico organizado, estabelecemos algumas ações que prestigiassem o movimento do Turbilhão de Aprendizagem (ROSA, MALTEMPI, 2010) com o uso dos equipamentos, nos quais os estudantes tivessem a oportunidade de construir os seus *games* uns com outros, que pudessem ainda refletir sobre o seu funcionamento de forma colaborativa e ter a oportunidade de depurar as distintas etapas da construção de seu jogo.

No final dessa transição, da primeira etapa para a segunda, em julho de 2015, com alguns encaminhamos já feitos, produzimos os últimos documentos necessários[47] para o comitê de ética da UFG, que viabilizariam a autorização da pesquisa com os alunos do Ensino Fundamental. Nessa etapa também definimos os instrumentos de coleta de dados e pudemos formalizar o convite a dois professores voluntários, que participariam do projeto como professores e concomitantemente auxiliaram no processo de produção dos dados da pesquisa. Afinal, conforme Steffe e Thomson (2000), as observações feitas por outros professores, enquanto testemunhas da pesquisa, podem ajudar na complementação da produção de dados. Ao interagir com eles, é possível ainda ampliar a visão de investigação e compreender melhor os fatores do cenário de pesquisa a partir de suas contribuições e resgatar alguns aspectos que poderiam passar desapercebidos aos olhos do pesquisador (DALLA VECCHIA, 2012).

Ao fincarmos a segunda estaca em nosso caminho, no segundo semestre de 2015, na primeira quinzena de agosto, pudemos formalizar o convite aos participantes do projeto e coletar a autorização de seus responsáveis por meio de uma carta convite e termos de responsabilidade. E foi nessa etapa que o projeto de matemática (ou palco de investigação) se materializa e reúne inicialmente os vinte e cinco estudantes do Ensino Fundamental e dois professores voluntários, além de contar com o apoio da coordenação pedagógica da escola e dos pais dos estudantes. É um projeto que se estabelece no contraturno escolar e se constitui como um ambiente a ser explorado não só para observá-lo e compreendê-lo, mas, sobretudo, para mudá-lo em direções que permitam a melhoria de aprendizagem aos participantes.

É um tipo de ambiente que se centra no tripé da ação-reflexão-ação do processo da construção de conhecimento matemático a partir do uso de linguagem de programação ao construir um determinado jogo digital e pretende, por extensão, trazer contribuições para a formação dos alunos da Educação Básica. Mas, por que um projeto de matemática no contraturno? Quem são os estudantes do Ensino Fundamental que participaram desse projeto investigativo e ao mesmo tempo participaram como sujeitos da pesquisa? Quais critérios foram estabelecidos e de que forma eles foram definidos? Quais instrumentos de coleta de dados foram utilizados para responder o problema da pesquisa? Para responder esse conjunto

[47] Todos os documentos (comitê de ética, cartas de convite do projeto Mattics, termos de responsabilidade, autorizações, entre outros) utilizados na pesquisa podem ser vistos no apêndice 1 deste trabalho.

de questões, faz-se necessário, antes, porém, compreender a estrutura pedagógica do Mattics, que deu base para a construção do palco de nossa pesquisa.

4.3 PROJETO MATTICS: CENÁRIO DE INVESTIGAÇÃO

> O projeto *Mattics* me permitiu construir jogos digitais e aventurar pelos caminhos da matemática. Pensar como as coisas funcionam, que são os algoritmos, é um pouco difícil! É desafiador! Mas, é legal aprender... a gente tem que pensar, analisar e discutir para construir! Sempre gostei muito de matemática, mas, agora, com o projeto Mattics, está mais legal! A gente gosta muito! (**participante do projeto Mattics, 2015**).

O projeto *Mattics* foi implementado no segundo semestre de 2015, a partir do mês de agosto, e permitiu a alunos do Ensino Fundamental unir matemática e linguagem de programação para construir jogos digitais e aprender conceitos matemáticos de forma problematizada. Inicialmente, nos primeiros encontros do projeto, os alunos puderam compreender, através de atividades investigativas e exploratórias, os conceitos computacionais e as características do fazer matematicamente na construção de pequenas animações no *Scratch*. Mais do que isso, puderam analisar e debater ideias uns com outros. Ao longo do tempo, no projeto, eles foram desafiados a estabelecer temáticas, como, por exemplo, meio ambiente, a escola que queremos, etc., para construir seus próprios jogos.

Os próprios estudantes desenharam o futuro jogo, discutiram objetivos e desenvolveram os algoritmos computacionais, com o auxílio do professor-pesquisador e professores voluntários. Aos poucos os estudantes, com idades entre 10 e 13 anos, iam se deparando com problemas matemáticos e, mesmo sem ainda terem sido apresentados aos conceitos, aprenderam a lidar com tópicos, como: plano cartesiano, conjuntos numéricos, etc. Com o *Mattics* temos por meio de atividades lúdicas e investigativas o terreno fértil para fomentar um ambiente construcionista que pensa a matemática construindo significados e dando sentido ao mundo a partir de situações cotidianas do próprio aprendiz. Foi um projeto pensado no sentido de não apresentar conceitos matemáticos prontos ou ensiná-los de forma direta aos estudantes. Pelo contrário, os conceitos matemáticos foram construídos pelo alunos a partir de diferentes atividades exploratórias mobilizadas ao longo dos 4 meses de projeto.

Ao longo das atividades do projeto de matemática, estruturadas em temáticas e organizadas em forma de oficinas, de agosto a dezembro de 2015, os estudantes foram desafiados a questionarem os jogos digitais construídos pelos demais colegas e foram, aos poucos, aprendendo a pensar matematicamente - rompendo com o ciclo de aprendizagem baseada na apresentação de conceitos e fórmulas prontas. O movimento do projeto, assim, se alicerçou em ações que contribuíssem para a participação ativa do estudante e que prestigiasse o seu protagonismo de acordo com uma prática formativa e não meramente armazenadora de conceitos, que impede muitas vezes o aluno de pensar e comunicar-se matematicamente.

O projeto *Mattics* foi desenvolvido em uma escola pública municipal, localizada em uma cidade da região metropolitana de Goiânia. Tal projeto, especialmente na dimensão de investigação, se organiza como estratégia para atender os alunos que apresentavam dificuldade em matemática nas aulas do professor-pesquisador, sem deixar de lado aqueles que apresentavam bons rendimentos. É uma investigação que se justifica ainda pelo interesse dos próprios estudantes em conhecer a estrutura do funcionamento dos jogos digitais e, principalmente, ter a oportunidade de construí-los. Por outro lado, o movimento dinâmico desse projeto idealiza-se não somente por satisfazer o gosto pessoal dos estudantes por tais jogos, nem tampouco prepará-los a seguir uma carreira profissional como programadores profissionais, mas, antes, foi pensado no sentido de incentivá-los, por meio da construção de tecnologias, a discutir ideias e expressá-las, além de construir o conhecimento matemático.

O projeto *Mattics* se estrutura e, mutuamente se consolida na própria contradição do sistema escolar. Isso porque a sua organização de desenvolvimento não objetou necessariamente seguir um roteiro previamente sequencial de conteúdos e nem tampouco se restringiu a dinâmica das avaliações estandardizadas à escola, como Pisa e Saeb. Buscou-se, ao contrário, aproximar a relação direta entre as ideias matemáticas e as estruturas computacionais ao produzir um determinado jogo digital de forma problematizada. Por meio do projeto, buscamos estar em contato direto com os estudantes (que são os sujeitos da pesquisa) no intuito de obter o aprofundamento almejado de nosso estudo, no sentido de compreender a construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais. Com base nas ações desse projeto e na interação direta com os sujeitas da pesquisa frente a construção de jogos, pudemos melhor observar e compreender a nossa região de investigação.

Embora a investigação não tenha sido realizada exclusivamente no contexto de sala de aula, considera-se que ela se constitui em seu ambiente natural em que os alunos estão inseridos. Não se desconsidera a complexidade escolar e seu meio social, mudando-se de sala. A pesquisa assim, que não se desvincula da sua complexidade local, busca "dar sentido ou interpretar o fenômeno de estudo em termos de significados" (DENZIN e LINCOLN, 2000, p. 3). E é na interação com o meio natural, em que as coisas acontecem, que buscamos compreender a construção de conhecimento matemático a partir da produção de games.

PROJETO MATTICS

Figura 10 - Luz, câmera e Mattics: cenário de investigação

Figura 11 - Movimento do projeto Mattics: produção, coleta de dados e resultados

*O **Mattics** recebeu o Prêmio Nacional pela Fundação Victor Civita em parceira com a Rede Globo de Televisão, Fundação Lemann, Revista Nova Escola e Grupo Abril no ano de 2016.*

Saiba mais em*:* < http://www.fvc.org.br/educadornota10/vencedores/greiton-toledo-azevedo-969683.shtmlI >

Curta-metragem do projeto *"A Matemática por trás dos games": < https://www.youtube.com/watch?v=VNK8ZxyraCw >*

4.3.1 Sujeitos da pesquisa: Mattickers

O projeto *Mattics* contou inicialmente com a participação de 25 alunos do 6º ano do Ensino Fundamental, que foram escolhidos pelo professor-pesquisador. A escolha desses alunos se deu de forma natural, porém, não direta. Foi um processo que se constituiu ao longo de 4 quatro meses de observação feita pelo próprio professor-pesquisador a partir da combinação de alguns critérios no primeiro semestre de 2015. Um dos principais critérios de escolha desses estudantes se deu pelo do fato do pesquisador ser o próprio professor da turma, o que facilitaria uma aproximação maior com os sujeitos da pesquisa. Essa aproximação poderia contribuir na coleta de dados da investigação, uma vez que estamos tratando de processo da construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos em um ambiente construcionista, o que se dá por "[...] comportamentos naturais das pessoas quando essas estão conversando, ouvindo, trabalhando, estudando em classe, pressupondo um grande envolvimento do pesquisador na situação" (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p. 107).

Outro critério estabelecido é de que os estudantes, que participariam do projeto e da pesquisa, morassem próximo à escola. A decisão desse critério se deu pelo fato de garantirmos a manutenção da frequência dos estudantes tanto no projeto, quanto nas aulas. O projeto *Mattics* aconteceria pela manhã e não poderia, de hipótese alguma, prejudicar o retorno dos estudantes à escola - no período vespertino. Também entrevistamos os alunos no sentido de saber a sua motivação em participar do projeto e ao mesmo tempo da pesquisa ao longo de quatro meses. Desta forma, o projeto *Mattics* contou com a participação inicial de 25 alunos. Como alguns ganharam casas do governo em outra cidade, ao longo do percurso, o grupo se reduziu para 21 alunos. Destes, apenas 16 alunos participaram da pesquisa, pois decidimos priorizar os estudantes que se envolveram, pelo menos, 80% das atividades desenvolvidas ao longo dos 20 encontros oficiais do *Mattics*, além dos encontros extraordinários, que se mostraram necessários ao decorrer do percurso investigativo.

O perfil dos sujeitos da pesquisa é heterogêneo. A grande parte dos alunos mora com seus pais e tem pouco contato com teatro, cinema e afins. São adolescentes de 10 a 13 de idade. De modo geral, são alunos que têm compromisso com estudos, não são faltosos e muito participativos nas aulas de matemática, embora alguns apresentam dificuldade de aprendizagem. No grupo há um aluno que é diagnosticado com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDHA) e é medicado com ritalina. Há também outro aluno que tem dislexia. Apesar da sua dificuldade, ele apresentou, ao decorrer do projeto, em parte, bom desempenho e demonstrou dedicação e esforço em cada temática desenvolvida.

Os estudantes do projeto *Mattics* receberam um nome especial - *Mattikers*. Assim sendo, no sentido de preservar o anonimato dos nomes dos estudantes nessa pesquisa, os chamaremos de *Matticker1* (M1), *Matticker2* (M2), e assim sucessivamente. Decidimos estabelecer o anonimato dos nomes dos estudantes, pois apresentaremos as suas dificuldades, as suas aprendizagens, os seus retrocessos e os seus avanços acerca da construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais e isso, de algum modo, pode trazer constrangimento, caso exposto, os nomes dos sujeitos da pesquisa vinculado a sua imagem. A partir do contato prolongado com os sujeitos da pesquisa (*Mattikers*), em seu ambiente natural, foi possível compreender melhor nossa região de investigação e produzir os dados da pesquisa e definir os caminhos de análise. No entanto, a escolha dos instrumentos de coleta de dados da pesquisa foi um processo de amadurecimento constante. Ela se deu de forma progressiva à medida que desenvolvíamos as atividades no projeto *Mattics* e podíamos observar sistematicamente as múltiplas interações dos estudantes entre si ao construir seus primeiros artefatos computacionais até a construção de jogos digitais mais complexos.

4.3.2 Caixa de ferramentas: instrumentos da coleta de dados

A escolha dos instrumentos da coleta de dados de nossa pesquisa não se deu de forma arbitrária, mas foi sendo definida antes e durante o processo investigativo. Como o nosso interesse é o de responder o problema de pesquisa a partir da própria expressão e ações dos sujeitos ao produzir um jogo digital em um ambiente construcionista, precisamos, portanto, lançar mão de alguns instrumentos de coleta de dados ao longo do nosso percurso. Essa perspectiva de combinar diferentes procedimentos para obtenção de dados é chamada de triangulação, e ela é "a combinação de múltiplas práticas metodológicas, materiais empíricos, perspectivas de observadores em um único estudo é melhor entendida, então, como uma estratégia que adiciona rigor, abrangência, complexidade, riqueza e profundidade a qualquer pesquisa" (DENZIN, LINCOLN, 2000, p. 5). Por outro lado, a escolha pela triangulação de método dessa pesquisa não se sustenta como uma estratégia de validação, mas como "uma alternativa para a validação" (FLICK, 1998, p. 230) de nossa região de investigação.

Entendendo a construção de conhecimento matemático a partir da elaboração e produção de jogos digitais como processo, utilizamos o caderno de campo com o intuito de sistematizar melhor a organização de nossas observações feitas. Este caderno nos permitiu "registrar observações de fenômenos, fazer descrições de pessoas e cenários, descrever episódios ou retratar diálogos" (FIORENTINI; LORENZATO; 2009, p. 118-119) no *Mattics*.

Para além dos cadernos de campo do professor-pesquisador e dos professores voluntários, utilizamos outros cadernos de registros, que foram chamados de cadernos de memórias.

Cada estudante do projeto recebeu o seu caderno de memória e a partir dele os estudantes podiam relatar suas dificuldades, sua aprendizagem e os conceitos matemáticos e computacionais compreendidos em cada encontro do projeto, além de registrar as suas ideias e estratégias utilizadas para construir um jogo digital. O caderno de memória foi um instrumento utilizado na pesquisa de modo a perceber a forma como os estudantes pensavam a construção dos algoritmos do jogo e a maneira como mobilizavam as ideias matemáticas. Com base nesse caderno, pudemos avaliar, à luz do referencial teórico, as informações registradas nos cadernos de memórias e, em parte, compreender as ações dos sujeitos ao construir um jogo e as estratégias estabelecidas por eles ao construir algoritmos.

Essa perspectiva de produção de dados por diferentes instrumentos de coleta de dados, em especial, os distintos cadernos de campo, nos permitiu relacionar as informações como uma "[...] teia, que se constrói ao longo do pesquisar, promovendo uma harmonia entre os procedimentos e concepções de conhecimento" (BORBA, ARAÚJO, 2006, p. 43). Sendo assim, o nosso foco sobre esses materiais se deu de forma interpretativa, buscando uma relação de aproximação entre os dados obtidos e aprendizagem de matemática do estudante frente aos acontecimentos de sua real temporalidade no projeto. Ao considerar essa ação interpretativa das informações, entendemos que as nossas visões estiveram filtradas pelo enfoque vivencial e teórico, nos quais estiveram presentes em nossa análise e resultados.

E foi na busca permanente de entrelaçar os diferentes registros dos estudantes em busca de compreender a construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais que decidimos utilizar filmagens em todos os encontros do projeto. A filmagem foi utilizada como um outro potencial instrumento para a produção de dados da pesquisa e nos permitiu captar as múltiplas ações e interações dos estudantes uns com outros ao decorrer do projeto. A partir dessas filmagens, pudemos analisar os distintos movimentos das construções dos jogos digitais de forma mais rica e detalhada, as falas dos estudantes e, de algum modo, as suas expressões, evitando, assim, perdas de informações relevantes à pesquisa.

As filmagens nos permitiram registrar até mesmo acontecimentos fugazes que possivelmente passariam desapercebidos as nossas observações. E é por isso que as videogravações foram adequadas ao nosso contexto investigativo, pois, buscou captar fenômenos complexos como o da nossa prática pedagógica, que é carregada de dinamismo e complexidade, que sofreu mudança ao interagir com os múltiplos fatores circunscritos ao ambiente. Esse instrumento tem se "mostrado altamente produtivo quer nas pesquisas em que o enfoque é o professor quer nas investigações que procuram entender como os alunos constroem os conhecimentos científicos durante as aulas" (CARVALHO, 2004, p. 3).

Todas as gravações audiovisuais foram complementadas por diálogos, que tivemos com os *Mattikers* no fluxo dos acontecimentos da produção de seus jogos e também no final de cada encontro do projeto, quando se fazia necessário. A cada jogo construído, os grupos de estudantes deveriam discuti-los não somente entre si, mas também com todos os participantes do *Mattics*, apresentando seus cenários, personagens e algoritmos. A partir dessa interação com toda a turma, cada grupo recebia contribuições para o seu jogo, além de serem incentivados a explicitarem a construção de seus algoritmos computacionais e matemáticos. Esse envolvimento conjunto, portanto, nos permitiu registrar as estratégias que os estudantes utilizavam durante a construção de seus jogos digitais e as ideias matemáticas e as estruturas de programação que mobilizavam quando argumentavam sobre o funcionamento do jogo.

Outro instrumento de coleta de dados que se constituiu como potencial fonte de análise da pesquisa foi os próprios jogos. A partir da análise de cada um deles, pudemos entender melhor o processo da relação entre algoritmos de programação e matemáticos, que foram estabelecidos pelos alunos. Pudemos verificar os comandos e perceber a forma como os alunos se apropriavam desses conceitos matemáticos e computacionais. Cada jogo representa algo e nos permitiu compreender as distintas formas de ideias e estratégias mobilizadas.

As distintas etapas do projeto *Mattics*, ao longo dos vinte encontros oficiais, em cada temática, organizados em mais de 25 horas de gravação, se constituíram como espaço fértil para entender melhor a construção de conhecimento matemático do aluno a partir de produção de jogos. Foi possível também ampliar o nosso entendimento sobre tal construção através dos potenciais diálogos promovidos entre *Mattikers*, professor-pesquisador e professores voluntários. Nessa perspectiva, ao mesmo tempo que íamos produzindo os materiais da pesquisa, a partir da combinação de diferentes instrumentos de coleta de dados, pensávamos sistematicamente em sua organização. Tanto a produção quanto a organização do material foram fatores que caminharam juntos ao longo de nossa investigação e assim nos permitiram compreender melhor a forma como estabeleceríamos a estrutura de análise da pesquisa.

4.4 ESTACA INDISPENSÁVEL: ORGANIZAÇÃO À ANALISE DOS DADOS

> Com organização e tempo, acha-se o segredo de fazer tudo e bem feito (**Pitágoras, matemático, VI a. C**)

O processo de organização dos dados de nossa pesquisa começou a ser a pensado desde o início da elaboração da primeira atividade pedagógica do projeto *Mattics* e se desenvolveu ao longo de todo percurso. Foi uma etapa que pressupôs planejamento sistematizado, sem desconsiderar a reflexibilidade e as mudanças que se faziam necessárias. Porém, por outro lado, a organização dos dados da pesquisa não se constitui como regra e nem receita, até porque isso não existe. Foi um caminho escolhido tendo em vista a complexidade e as particularidades da investigação. Desta forma, a partir da organização dos diferentes instrumentos de coleta de dados e observações participantes, pudemos entender melhor o caminho que precisaríamos estabelecer para a responder o problema da pesquisa.

O caminho que percorremos para organizar e analisar os dados da pesquisa se formou através da busca em identificar os múltiplos fatores que se faziam presentes na construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais. Foi um caminho que se constituiu pela forma como nos posicionamos ao longo do processo de investigação em tentar reconhecer e analisar as principais evidências que se repetiam no fluxo de acontecimento dessas produções no projeto *Mattics* pelos estudantes. Esse caminho, portanto, envolveu, de algum modo, "[...] a procura de evidências, padrões e descoberta dos aspectos importantes" (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p. 205). Assim sendo, ao fazer o nosso caminho, buscamos sistematizar, categorizar e analisar os dados produzidos e as observações feitas sobre as ações dos alunos em sua temporalidade e as confrontar juntamente com o referencial teórico.

Mais do que isso, tivemos uma visão atenta e reflexiva frente ao processo de construção de animações simples até a produção de jogos mais elaborados pelos *Mattikers* no projeto. A partir dessa visão, procuramos sistematizar os dados obtidos, e aqueles que se fizeram necessários ao longo do processo de investigação foram transcritos e analisados, o que inclui as falas dos estudantes e os escritos registrados nos cadernos de campo. E é desta forma que a análise de dados dessa pesquisa se constituiu como um processo de "[...] busca e de organização de transcrições que foram sendo acumulados, com o objetivo de aumentar a sua própria compreensão desses mesmos materiais" (BOGDAN; BIKLEN 1994, p. 205).

O conjunto de materiais produzidos e analisados se constituiu com uma técnica útil de investigação e nos permitiu assim construir as categorias de análise, nas quais receberam direta ou indiretamente influências pelos "[...] itens principais, mais frequentes e diferentes que surgiram nos dados" (FIORENTINI, LORENZATO, 2009, p. 103) ao longo do projeto. Tais categoriais foram construídas no sentido de refletir as diversas matizes do *Mattics* e as diferentes singularidades de nossa pesquisa. Desse modo, as categorias de análise foram pensadas antes, durante e depois do fluxo de acontecimentos das múltiplas ações do projeto.

Ao longo da organização dos dados da pesquisa para a construção das categorias de análise, fizemos a leitura sistemática e exaustiva de todo material coletado. Nessa etapa do processo de investigação pudemos articular os diferentes materiais obtidos, o que incluiu as filmagens, as imagens, as falas dos estudantes, a troca de ideias nos bastidores do projeto *Mattics* e a revisão da literatura do construcionismo. Com essa articulação do material coletado e pré-analisado, selecionamos as potenciais informações que evidenciam o processo dinâmico da construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos.

4.4.1 Nossas categorias de análise? Eis a questão!

As categorias de análise foram escolhidas como uma ação norteadora dessa investigação. Elas surgiram a partir do olhar atento que tivemos dos dados, os quais foram organizados de acordo com cada temática do projeto. Inicialmente, decidimos analisar apenas os encontros que valorizaram a construção de jogos digitais por se referir diretamente a nossa região de investigação. Mas, ao analisar com mais acuidade, percebemos que os diferentes encontros do projeto *Mattics*, que tiveram apenas a produção de animações e ações investigativas, se faziam importantes de serem consideradas no processo de investigação. Até porque essas ações do projeto se constituíram como base para os alunos entenderem a complexidade de se construir um artefato utilizando a linguagem de programação *Scratch*.

Nesse sentido, definimos duas principais categorias de análise de nossa investigação, que recebem o nome de **Cenários**. No cenário1, que reúne os múltiplos movimentos do projeto, é evidenciado as primeiras interações dos estudantes ao produzir suas animações e seus jogos digitais. Os dados que são contemplados nesse cenário não foram apenas transcritos e analisados, mas também contextualizados e confrontados com os diálogos que tivemos com os alunos. Tais diálogos nos ajudaram a eliminar interpretações truncadas e nos permitiram analisar os dados de forma mais profunda, com rigor e não precipitadamente.

Os diálogos, que se fizeram necessários ao longo do projeto, embora espontâneos e não previstos, podem ser entendidos como espécie de 'entrevistas abertas'. Isso porque, através destas "buscamos aprofundar sobre um fenômeno ou questão específica, [...] e, inclusive, formular questões não previstas inicialmente" (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p. 121) em nosso campo de investigação. Os movimentos considerados nesse cenário são gerais e não se centralizam apenas em um grupo de estudantes ou exclusivamente em um só *Matticker*. Pelo contrário, é uma categoria que nos ajuda entender melhor os fluxos das ações do projeto e as interações dos sujeitos da pesquisa ao construir um determinado jogo.

No cenário2, que é a segunda categoria estabelecida, decidimos analisar a produção de quatro jogos digitais construídos por quatro grupos de estudantes, contendo quatro *Mattickers* em cada um. Estes jogos foram construídos ao longo de cinco principais encontros. Apresenta-se nesse cenário as distintas etapas da produção dos personagens e *layouts* dos jogos, além do estabelecimento de uma temática do ambiente local. São jogos que levam a temática do meio ambiente, que foi seriamente debatida e proposta pelos integrantes do projeto de modo que correspondesse com as suas perspectivas e com seus reais interesses.

A partir do cenário2, pudemos analisar mais profundamente a produção de jogos digitais feita pelos *Mattickers*, interpretar as suas estratégias ao definir códigos de programação e a forma como mobilizavam as ideias matemáticas ao longo do processo. Deste modo, evidencia-se nesse cenário os excertos das falas dos alunos sobre os conceitos matemáticos e as características do fazer matematicamente. É um campo fértil que nos permite analisar não só os rascunhos e as interações dos estudantes, mas também as suas falas quando descrevem e argumentam a estrutura do funcionamento do jogo. Isso foi possível, pois a dinâmica do projeto *Mattics* priorizou o incentivo constante da participação dos alunos em apresentar suas ideias, suas estratégias e argumentar suas construções e discuti-las.

As diferentes etapas que impulsionaram os estudantes argumentarem sobre o funcionamento do seu jogo, o que inclui as estruturas computacionais, e a forma como pensavam para construí-las matematicamente, nos ajudou a estruturar as descrições e a partir destas fazer as inferências de nosso campo de investigação. Ao considerar todos os aspectos de elaboração e desenvolvimento das diferentes etapas da construção dos jogos digitais pelos grupos, precisamos fazer sucessivos recortes, no sentido de aproximar cada vez mais à pesquisa e valorizar apenas os dados que mais se aproximavam de nossa pergunta/problema.

4.4.2 Cenários: luz, câmera e descrições-investigativas

No Cenário1, evidenciam-se as ações dos estudantes e a sua forma de pensar matematicamente para construir os seus primeiros artefatos computacionais, o que correspondeu ou contribuiu direta ou indiretamente para compreender a construção das primeiras ideias matemáticas e conceitos computacionais (PAPERT, 2008). A partir desse cenário percebemos, por extensão, a nossa região de investigação, que é possível pensar em distintas maneiras de modificar o ensino da matemática da Educação Básica, que geralmente parte de conceitos e fórmulas apresentadas de maneira direta e muitas vezes sem sentido, sem permitir que o estudante possa aprender a raciocinar de forma lógica. Foi a partir destas ações que começamos a pensar formas de desafiar os *Mattickers*, de 10 a 13 anos, a estabelecer temáticas que se relacionavam com o cotidiano para desenvolverem seus jogos digitais.

Todo o processo começa com a reflexão sobre problemas cotidianos, como a conversação do meio ambiente. A partir daí, os estudantes esboçavam em folhas de papel o 'esqueleto' dos jogos que, em seguida, eram transpostos para o computador. Essas ações nos permitiram pensar inicialmente na forma como os estudantes interpretam os problemas e situações de seu cotidiano e a forma como esses temas poderiam ser relacionados à matemática. Aos poucos e meio sem se darem conta, durante esse processo os estudantes se deparam com situações matemáticas a serem solucionadas - como sistema de desigualdades numéricas, sequências, etc. O resultado é que durante a apresentação dos seus projetos, os alunos se percebiam usando e explicando aos colegas conceitos como planos cartesianos, números negativos e funções. Isto sem nunca terem tido uma aula sobre esses conteúdos.

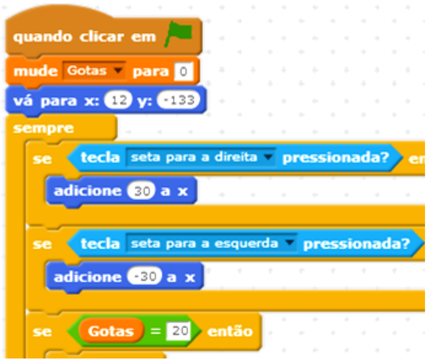
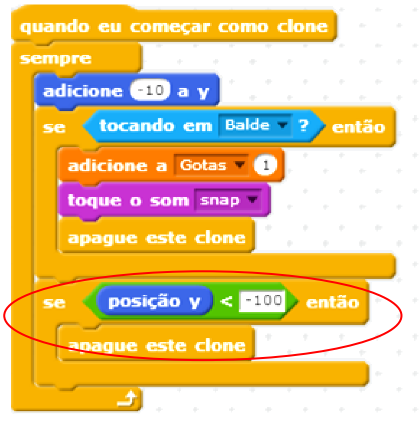
Era neste momento que o professor-pesquisador e professores voluntários intervinham ativamente e davam nome para o raciocínio feito pelo aluno. Esse movimento construcionista é o norteador de todas as ações do projeto. Afinal, a matemática vai aos poucos se fazendo presente como forma de pensamento, pela construção ativa do conhecimento e do desenvolvimento do raciocínio lógico. Para cada ação diária do projeto, os alunos eram desafiados a escreverem não só seus raciocínios ou impasses matemáticos no caderno de memória, mas a maneira como se sentiam e como lidavam com os problemas que iam aparecendo ao longo do projeto. A utilização desse artifício tornou a experiência ainda mais completa para os alunos e nos permitiu entender o processo da construção de conhecimento.

No fluxo dos acontecimentos do projeto, no Cenário2, fizemos uma análise das construções dos jogos dos alunos a partir dos distintos movimentos. Cada grupo ficou responsável por construir um determinado jogo com a mediação pedagógica do professor-pesquisador e professores voluntários. Os jogos escolhidos receberam os mais diferentes nomes, como: [a] Gotas D'água; [b] Lixo no rio; [c] Poluição do ar; [d] Macaco coletor. Devido à linguagem de programação específica para essas construções, optamos associar os *layouts*, os cadernos de memórias, as falas dos estudantes e os comentários sobre essas falas no sentido de sistematizar as ideias e poder aprofundar as nossas interpretações/investigativas.

Fizemos uma análise da construção dos jogos feita pelos *Mattickers*, que são discutidas no Cenário2, a partir de três principais etapas não disjuntas, mas complementares. Discutimos, à luz do referencial teórico, o processo analítico da aprendizagem de matemática a partir da construção do jogo digital, evidenciando as suas contribuições na construção de conhecimento matemático. Na primeira etapa, assim, foi possível perceber o envolvimento dos estudantes não somente pela produção dos cenários, dos personagens e dos objetivos do jogo, mas também pelas discussões de conceitos matemáticos e computacionais.

A partir da segunda etapa de análise, analisamos as falas dos estudantes sobre o funcionamento do jogo e as forma dinâmica como se mostrava a construção de conhecimento matemático por eles. Desta forma, buscamos relacionar as falas dos estudantes, os objetos de cada jogo e os algoritmos computacionais em *Scratch* de modo a alcançar o nosso objetivo de pesquisa. A partir do quadro abaixo é possível observar a forma como organizamos nossos dados e a maneira como pretendemos interpretá-lo ao longo do processo investigativo.

Quadro 3 - Algoritmos computacionais (do balde e da gota d'água)

Falas (transcritas) (**Mattickers**)	*Objeto do jogo* (**Personagem ou Script**)	*Recorte do comando* (**Estrutura lógico-processual do algoritmo**)
Tempo inicial - Tempo final (00:25:00 - 00:36:00 | exemplo) **Matticker 1:** O balde começa na posição x=12 e y=-133, o que mostra que ele está bem embaixo, bem aqui [o balde na base]. **Matticker 4:** Olha, o comando sempre indica que vai sempre repetir o que está lá dentro, os comandos condicionais [SE]. **Professor:** O que faz o balde ir para frente e para trás? O que pensaram para construir esse movimento? **Matticker 1:** (...) se a gente apertar a tecla esquerda o balde adiciona 30 a x, o que faz ele ir para direita. (...) Se a gente apertar para esquerda ele volta, pois é 30 é negativo [-30] ***(...) continua.***	**[Balde]** 	
0:55:00 - 00:56:30 **Matticker 3:** A gota em cima [y=180] e vai caindo, professor, de 10 em 10. **Matticker 4:** Se olharmos direito, a gota caí e cada vez mais diminui o valor de y. **Matticker 4:** (...) para diminuir tem que ser negativo, se for positivo a gota sobe. Daí, fica muito estranho, porque a gota caí de cima para baixo e não o contrário. **Professor:** (...) O que significa y < -100? **Matticker 2:** Se a gota chegar numa posição menor que -100, que pode ser -120 ou outros, o comando para de funcionar e o jogador não conseguirá mais coletar essa gota. ***(...) continua***	**[Gota Azul]** 	

Fonte: a pesquisa, 2016

A partir das informações apresentadas no quadro, observamos as falas dos estudantes e podemos associá-las com suas ações e confrontá-las com nosso referencial teórico. Na primeira coluna do quadro, percebe-se as falas dos *Mattickers* e também a interferência do pesquisador. As falas que estão entre colchetes '[...]' referem-se à explicação do pesquisador que teve como objetivo entender o discurso do estudante e, por conseguinte, compreender o processo da mobilização de ideias matemáticas e a forma como esta se fazia presente. A segunda coluna é destinada ao *layout* do jogo, enquanto a terceira coluna apresenta os comandos de programação, que são algoritmos do seu funcionamento em questão. Assim como a pesquisa de Dalla Vechia (2012) e Barcelos (2014) apontam sobre a análise de dados da construção de jogos, decidimos priorizar apenas os excertos mais próximo à nossa pesquisa. Assim, sempre que necessário, faremos comentários nos excertos apresentados.

Na terceira etapa da análise do Cenário2, priorizamos os diálogos dos estudantes ao apresentarem as suas construções à turma do projeto. Esta etapa do processo analítico nos permitiu entender a construção de conhecimento pelo aluno ao interagir com o outro e também a partir dos erros cometidos e processos de depurações realizadas de forma mútua. A discussão entre *Mattickers* nos possibilitou, ainda, além da troca de significados e sentidos, compreender como o trabalho era feito e o que era priorizado durante a construção do jogo. Isso porque, muitas questões, que eram levantadas pelos estudantes, se estruturavam não só como respostas prontas, mas também como questionamentos, nas quais eram também explicadas por outros *Mattickers* que não necessariamente estavam apresentando o seu jogo.

Foi caminhando que se fez o caminho de nossa pesquisa [...]

Apresentado o percurso de nossa pesquisa, caminhamos agora para análise de dados que se estrutura em dois principais capítulos diálogos e potencialmente complementares. Ao caminharmos, nos recordamos da mensagem de Carlos Drummond de Andrade que diz: *no meio do caminho tinha uma pedra, tinha uma pedra no meio do caminha... tinha uma pedra no meio do caminho tinha uma pedra, e tinha uma pedra no meio do caminho [...]*. Estamos no meio do caminho, ainda que nosso caminho seja a busca pela resposta do problema de pesquisa, as pedras se tornaram inevitáveis. Mas, se pensarmos bem, são elas que tornaram o caminho envolvente e que dão sentido ao nosso caminhar não linear. Vale lembrar que pedras significaram novos sentidos para o nosso caminho. E elas indicaram e orientaram as nossas observações, interpretações e inferências da região da nossa região de investigação.

5° Episódio

Cenário1:
as cenas, os rabiscos e as ideias matemáticas

Cenário é um espaço real, virtual e se mostra presente no imaginário. Lembra personagens, momentos e conta a história de alguma coisa. Não se ausenta totalmente da subjetividade, mas se constitui de algum modo pelo reflexo de um teor de objetividade. Foi pensando nisso que decidimos organizar os episódios da análise em forma de cenários. Neste episódio, apresentamos a primeira parte da análise como um processo descritivo-analítico das ações que antecederam e permaneceram durante a construção de conhecimento matemático a partir da construção de jogos digitais. Buscamos assim relacionar os materiais empíricos produzidos e intercruzá-los com o nosso referencial teórico, considerando as ações do Turbilhão de Aprendizagem - descrição/expressão, execução/compartilhada, reflexão/discussão e depuração/compartilhada. Trata-se de episódio que reúne um conjunto de três principais cenas do projeto Mattics, que nos possibilitou, à luz do construcionismo, evidenciar subsídios para responder o problema desta pesquisa.

5.1 PALCO DE INVESTIGAÇÃO: AS CENAS E AS NOSSAS PERSCRUTAÇÕES

O Projeto *Mattics* se constitui como palco de investigação, no qual buscou priorizar, à luz das cinco dimensões do construcionismo, o trabalho coletivo entre os sujeitos de pesquisa ao longo dos quatro meses de desenvolvimento. As ações foram as mais distintas possíveis, desde o trabalho mais específico dos mattickers ao registrar seus impasses matemáticos e ideias computacionais em cada folha do caderno de memória até as construções de animações digitais de forma colaborativa entre os diferentes grupos de alunos. Recorremos aos cadernos de memória para analisar o quanto os estudantes avançaram desde o início dos encontros até a finalização e apresentação do produto final, que são os jogos digitais. Esses movimentos não foram desprezados de nossos olhares, antes se constituíram como campo fértil para que entendêssemos, mesmo que embrionariamente, as iniciais ideias matemáticas mobilizadas pelos alunos e as suas primeiras impressões com o uso de linguagem computacional *Scratch*.

As perscrutações de entender os múltiplos movimentos e interações, os mais diversificados diálogos e até mesmo os mais peculiares registros espalhados pelo palco do *Mattics,* nos permitiram ampliar nossa visão de investigação e determinar os recortes da pesquisa através de um processo sucessivo de observação, sistematização e inferência. Com os recortes feitos, em consonância com as duas categorias de análise definidas, conforme discutido no episódio anterior, começamos a construir as subcategorias de análise do cenário1, que tiveram por principal objetivo evidenciar a construção de ideias e significados matemáticos e computacionais pelos estudantes ao produzir seus artefatos digitais. A partir dessas evidências, pudemos analisar alguns fatores que se mostraram relevantes no conjunto complexo e não estanque da construção de conhecimento matemático pelo estudante. Para que não nos perdêssemos em um emaranhado conjunto de informações, decidimos apresentar os dados e discuti-los em forma de cenas, destacando as falas dos estudantes, suas ações e construções ao longo do desenvolvimento das diferentes atividades do projeto (apêndice 2).

As cenas retratam as construções de animações digitais dos 16 sujeitos de pesquisa em um ambiente específico de aprendizagem, respeitando os acontecimentos em sua real temporalidade. É um movimento que se propõe a compreender inicialmente as ações dos alunos ao interagirem consigo e com os demais participantes do projeto. Essa forma específica de análise, que se mostra preocupado com o contexto, e lança olhares intencionais para o espaço de aprendizagem, se dá em virtude do problema de pesquisa, uma vez que se objetiva compreender o processo da construção de conhecimento matemático em ambiente construcionista de aprendizagem. Desta forma, acreditamos que esses olhares lançados para o contexto se caracterizam como fonte primária de nossa investigação, pois se consolidam como estratégia na qual se vê a construção de conhecimento como algo não isolado e nem linear, mas como um potencial movimento dinâmico que se mostra pela interação múltipla do meio.

Partimos do princípio de que a construção de conhecimento matemático pelo estudante, o que inclui a construção de significado e a mobilização das características do fazer matematicamente, assim como preconiza a teoria construcionista, não se mostra necessariamente desvinculada do seu meio de interação, nem tampouco se desvincula da mobilização conjunta de ideias e da apropriação de conceitos matemáticos específicos marcada pelo/no coletivo. Pensando nisso, as cenas se estruturam em diferentes movimentos, nas quais mostram os fluxos da construção de conhecimento matemático a partir de conteúdos específicos mobilizados durante a produção de artefatos computacionais pelos alunos. A partir dessas construções, que envolveram um fluxo contínuo de planejamento, discussões e desenvolvimento pelo projeto na escola, conflui-se as subcategorias de análise.

As cenas foram escolhidas no sentido de apresentar um olhar mais atento para o palco de investigação, priorizando basicamente a região do nosso problema de pesquisa. Desta forma, para essa primeira parte da análise, que se constitui como um conjunto de 3 cenas, recorre-se a teoria do *Turbilhão de Aprendizagem* (ROSA, 2004; ROSA, MALTEMPI, 2004) no sentido de compreender melhor o processo da construção de conhecimento matemático pelo estudante em um específico ambiente de aprendizagem a partir da descrição/expressão, execução/compartilhada, reflexão/discussão e depuração/compartilhada. As cenas vislumbram os excertos dos alunos ao mesmo tempo que ilustram suas ações e produções digitais ao longo do processo de aprendizagem. Como utilizaremos diferentes instrumentos de coleta de dados para análise de cada cena, priorizamos o uso de siglas estratégicas, conforme quadro a seguir.

Quadro 4 - Siglas: instrumentos de coleta de dados

Instrumentos	Siglas	Exemplos
Caderno de memória Matticker nº	CMMnº	nº: 2 | CMM2
Caderno de campo voluntários	CCV nº	nº: 1 | CCV1
Filmagem Matticker nº	Matticker nº	nº: 10 | Matticker 10
Professor-Pesquisador	PP	PP
Professor-Voluntário nº	PV nº	nº: 1 | PV1 ou PV2

Fonte: a pesquisa, 2016.

A tabela apresenta a forma como usaremos o nome de cada instrumento de coleta de dados ao longo da discussão descritivo-analítica no Cenário1. O símbolo nº significa o número correspondente a cada um dos sujeitos da pesquisa (que são os Mattickers). É importante notar que nº está compreendido no intervalo $1 \leq$ nº ≤ 16 e, portanto, o maior valor que ele pode assumir é 16 em virtude ao número de participantes da nossa investigação. O CCV1/PV1 e CCV2/PV2 referem-se aos professores voluntários, respectivamente, Danilo Oliveira e Silmara Epifânia. Ambos autorizaram o não anonimato de seus nomes na pesquisa.

As cenas trazem em sua estrutura os recortes das informações pelos instrumentos de dados de forma lógica ao mesmo tempo que se preocupam em apresentar a ação sequencial dinâmica da pesquisa. As 3 cenas são partes de um contexto de investigação e recebem nomes especiais: [Cena1] A interação, os diálogos e as (ideias matemáticas); [Cena2] Alguns rabiscos, os jogos e um (turbilhão de aprendizagem); [Cena3] Os jogos? Quem os produz? (Depurando/compartilhando) ideias em um ambiente construcionista de aprendizagem.

As ações da Cena1 se constituem como um importante campo para nossa investigação, uma vez começamos a compreender os primeiros passos do estudante ao trabalhar com linguagem computacional gráfica e mobilizar as primeiras características do fazer matematicamente. É uma etapa que prioriza as ações de exploração e investigativas em um plano cartesiano. Na Cena2 o nosso interesse se volta essencialmente para analisar as ações dos alunos ao construir as suas primeiras animações digitais, utilizando novas ideias matemáticas mobilizadas pelo coletivo no projeto. Constitui-se como campo fértil para entender a relação entre a linguagem computacional e a matemática explorada pelos participantes do projeto, além de compreender a forma do *pensar-sobre-o-pensar* do aluno.

A Cena2 é marcada também pelos acontecimentos das produções de jogos digitais, como: *Steve New Youk* e *Bob e as Aranhas*. São jogos que possibilitaram a produção de conhecimento com o menor ensino possível obtendo a maior aprendizagem possível, que é uma das características primordial do construcionismo. Para isso, valorizou-se as diferentes situações-problema e exploratórias para que os estudantes pudessem observar, analisar e pensar matematicamente. Essas distintas fases das Cena1 e Cena2 nos possibilitaram entender o processo dinâmico da construção de significados matemáticos e computacionais pelo aluno.

A Cena3 traz ao palco a construção do jogo Pingue-Pongue ao mesmo tempo que considera os bastidores de sua produção, destacando os múltiplos diálogos e as ideias em conjunto mobilizadas pelos participantes do projeto. É uma cena que nos permite compreender o processo da construção de conhecimento como um movimento não estático e nem sequencial, mas marcado pela pluralidade não vista de seus acontecimentos. Destaca-se o fluxo da reflexão/compartilhada e o processo de depuração ao construir um artefato digital, ao mesmo tempo que se evidencia as características do fazer matematicamente. Por fim, não menos importante, entra no palco a análise da construção do jogo "The Breakout', que serviu de base para entendermos a construção de conhecimento matemático a partir dos registros e discursos. É uma cena que revela os impasses matemáticos dos alunos e as suas superações, destacando o erro como um fator inegável no processo da construção de conhecimento.

5.2 [CENA1] A INTERAÇÃO, OS DIÁLOGOS E AS (IDEIAS MATEMÁTICAS)

As ações do projeto Mattics se iniciaram em agosto de 2015 e é a partir desse ponto que demarcamos nossos olhares interpretativos à análise dos dados da pesquisa. Origina-se pela atenção em entender a construção de conceitos matemáticos pela ação investigativa e na manipulação dos comandos computacionais pela plataforma computacional *Scratch*. Trata-se de um recorte que nos permite analisar a construção de significados de conteúdos matemáticos específicos mobilizados pela troca dos mais distintos diálogos. São conceitos explorados no projeto ao mesmo movimento que possibilitava aos alunos interagirem com as noções de linguagem de programação de modo a construir de seus primeiros artefatos digitais.

5.2.1 Movendo os personagens no plano cartesiano: [...] o espaço é limitado (x, y)

CCV2: Os Mattickers se mostraram muito empolgados e atentos com todas explicações dos professores nos primeiros encontros com as atividades desenvolvidas [...] Quando foram construir os cenários ou pano de fundo de suas primeiras animações, percebemos que fizeram de acordo com suas realidades e interesses pessoais. **CCV1:** [...] notamos que os estudantes embora se mostravam muito envolvidos com as atividades, demonstravam um pouco inseguros com manipulação dos comandos do Scratch, o que para nós é algo natural, uma vez que nenhum deles havia tido antes contato com linguagem de programação.

Os primeiros registros dos professores voluntários no caderno de campo nos permitiram reforçar que o social do estudante não se desvinculou de suas ações. As diferentes produções mobilizadas pelos 16 sujeitos de pesquisa foram as diversas possíveis. Durante o primeiro contato com o *software* aliada as ações didáticas do projeto, eles puderam não só associar os acontecimentos do seu dia a dia, mas também sintonizar as suas criações com seu interesse pessoal. Essas ações pedagógicas foram intencionais, uma vez que decidimos priorizar a exploração dos comandos do *software* e não entregá-los tudo pronto para os estudantes. Eles foram incentivados a pensar sobre o funcionamento de cada animação criada.

Assim que os *Mattickers* manipularam alguns comandos e criaram suas primeiras animações com a ajuda dos professores voluntários e professor-pesquisador, eles foram estimulados a movimentar os seus personagens utilizando os mais diferentes comandos de programação, como movimento, rotação e laços de repetição (*looping)*. A ideia central era de que os estudantes definissem um ponto específico no plano cartesiano (*x:* definido como comprimento; *y:* definido como largura) e fizessem com o que o seu personagem se movesse até ele. A partir desse estabelecimento, sempre sensível a dinamicidade do questionamento e da participação dos estudantes, o professor-pesquisador apresenta sua animação à turma e convida os alunos a pensarem no movimento do morcego apresentado na projeção da tela.

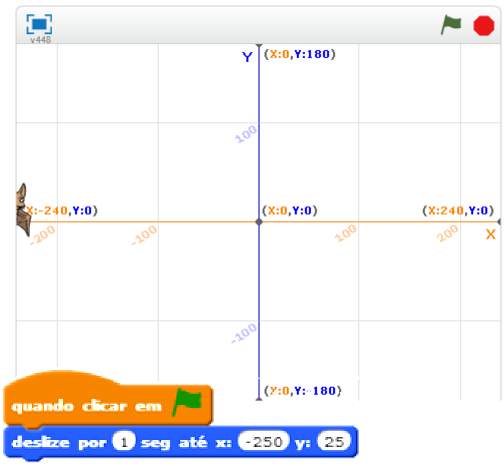
Movimento 1 | Diálogos entre os participantes do projeto Mattics

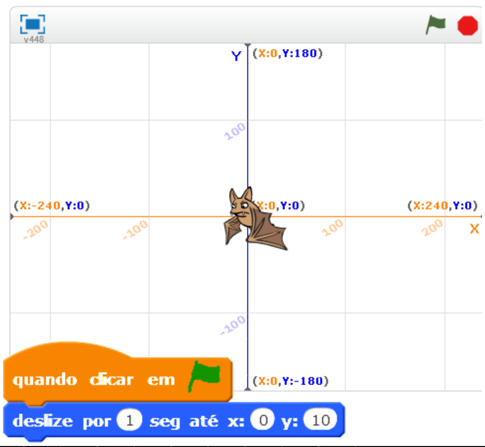
Um recorte do acontecimento **(Projeto Mattics | 25 de agosto de 2015)**	Falas (transcritas) (**Mattickers | Vídeo 2**)
	0:00:00 - 0:05:25
	**PP:** (...) analisem o algoritmo do morcego. Ele o permite ir para um lado e para o outro lado (...) Usei o comando 'movimento' associado ao comando repita, percebem que se encaixam. Olhando para o morcego, o que está variando: o comprimento ou a largura? (...) **Matticker2:** (...) está mudando o comprimento, porque ele vai para a direita e para a esquerda, e não pra baixo. **Matticker3:** É... mas também desce um pouquinho. Por que ele está descendo professor? [Burburinhos e várias falas ao mesmo tempo] **PP:** Boa pergunta: por que ele desce um pouquinho e depois sobe também? (....) Vocês se lembram da ideia de construir um quadrilátero no chão, que fizemos? O que fazia o robô virar, além de deslocar? (...) **Matticker 5,4:** A ideia de ângulo professor! Mas, qual comando se refere à ideia de ângulo, aqui? Ele tá aqui? **Matticker 7:** (...) é 'o virar', não é?! Se a gente colocar para 'virar', o morcego vai descer ou subir. Depende da forma que escolhermos - para direita ou para esquerda, assim como fizemos para contornar o quadrilátero no chão. É só arrastar esse comando e clicar nele (...) **PP:** Sim. Mas, ele desce e sobe. Então, o que devemos fazer? Se colocarmos só para descer o que acontece? **Matticker 2:** ele vai ficar descendo até o limite da tela. Pra corrigir é só fazer ele subir e ele descer junto.

A mobilização de ideias matemáticas, não necessariamente formais, está sendo aos poucos exploradas pelo movimento dinâmico de um ambiente de aprendizagem. Fazer o personagem se mover e virar na tela é trabalhar respectivamente com a ideia de comprimento (distâncias), dimensão da tela (comprimento/largura máxima) e ângulo com os alunos. Porém, é uma ideia intuitiva de explorar esses conteúdos sem antes apresentar a sua definição. Observa-se que o diálogo entre estudantes se fortalece não só no sentido de descobrir a forma como faziam os personagens se moverem e girarem no *Scratch*, mas em possibilitar as diferentes formas que poderiam combinar os comandos de programação tanto para projetar o movimento do personagem no palco do *Scratch*, quanto para fazê-lo girar para os lados.

Essa busca de colocar o aluno para explorar os comandos de programação e ao mesmo tempo deixá-lo propor ideias para o grupo sobre a construção do algoritmo do professor, antes feita, é uma forma de incentivar a sua participação. Ao final da discussão, revelamos e discutimos à estrutura completa do algoritmo do Morcego aos alunos, e os incentivamos a pensar em novas formas de fazer os seus personagens se moverem e rotacionarem diferentemente daquele algoritmo apresentado pelo professor-pesquisador. É uma situação de não colocar o aluno para repetir o que está feito, mas de observar o que está feito para fazer diferente ou até aperfeiçoá-lo. Alguns alunos conseguiram fazer essa manipulação com facilidade, outros, no entanto, tiveram muita dificuldade e precisam dialogar com os colegas e professores para superá-la. A partir da discussão do movimento dos diferentes personagens no palco do *Scratch*, os Mattickers foram aos poucos incentivados a perceber a mudança de cada posição desses personagens. Incentivamos assim os estudantes a pensar sobre a variação do personagem, respeitando as dimensões do palco do *Scratch* ($-240 \le x \le 240$; $-180 \le y \le 180$).

Movimento 2 | Diálogos entre os participantes do projeto Mattics

<table>
<tr><th>Um recorte (editado) do acontecimento
(Projeto Mattics | 25 de agosto de 2015)</th><th>Falas (transcritas)
(Mattickers | Vídeo 3)</th></tr>
<tr><td>




</td><td>
00:02:33 - 00:11:02
Matticker 7: (...) Então, a gente não pode ultrapassar o limite vertical e nem horizontal da tela, né? [fazendo referência aos eixos y e x, respectivamente]
PP: Sim [...] se projetarmos fora desse espaço, o que acontece com o personagem? Vamos tentar fazer isso?
Matticker 7: Ele fica de fora da tela... Não dá pra ver.
Matticker 11: (...) o morcego muda de lugar, quando o comando é ativado... o número aqui embaixo fica mexendo também [sistema de coordenadas cartesianas]
PP: (...) a cada novo movimento do personagem ele recebe um novo par de números (...) Mexam no personagem de vocês e depois acompanhem essa variação no cantinho da tela como o Matticker 11 nos mostrou. O que acontece quando você fixa o comprimento do personagem e altera a sua altura?
Matticker 2: os números mudam, professor, quando mudamos o personagem de lugar [coordenadas]
PP: (...) coloca o personagem de vocês em cima sem alterar o comprimento. O que acontece? (...)
Matticker 1: o valor de y muda e o x fica o mesmo.
PP: Podemos então chamar o comprimento de x e altura de y. Certo? (...) Agora, mudem o personagem de lugar em relação ao comprimento e mantenha a posição vertical inalterada, o que acontece? (...)
Mattickers: o valor de x muda e o de y não.
PP: Podemos afirmar que x representa a posição do personagem em relação ao comprimento e y representa a posição do personagem em relação a largura. Tentem fazer aí... Depois nos mostrem como fizeram.
[Vários burburinhos e diálogos entre os Mattickers]
</td></tr>
</table>

Os alunos estavam atentos aos mais variados movimentos de seus personagens. Alguns estavam acompanhando diretamente o que professor-pesquisador construía, enquanto outros não. Estes preferiam tentar fazer sozinhos sem ajuda alguma. Apesar disso, os 16 sujeitos da pesquisa, com distintas variações de aprendizagem, conseguiram compreender que para cada novo movimento do personagem haveria um novo par de número associado a ele. Perceberam que era necessário um par de números, conhecido como coordenadas cartesiana, para localizar o personagem no palco da plataforma, uma vez que o personagem poderia subir ou descer, bem como se mover pela direita ou pela esquerda no palco. Construir o significado de movimento pelo diálogo e pela mobilização conjunta de ideias se mostra como um movimento contrário ao de apresentar o conceito formalmente e depois replicá-lo em atividades. Não consideramos ser melhor e nem pior, uma vez que isso se torna perigoso afirmar. Mas, destacamos como algo diferente e que traz, no complexo movimento de interação, compreensão pela exploração e construção de significado pela tentativa dialógica.

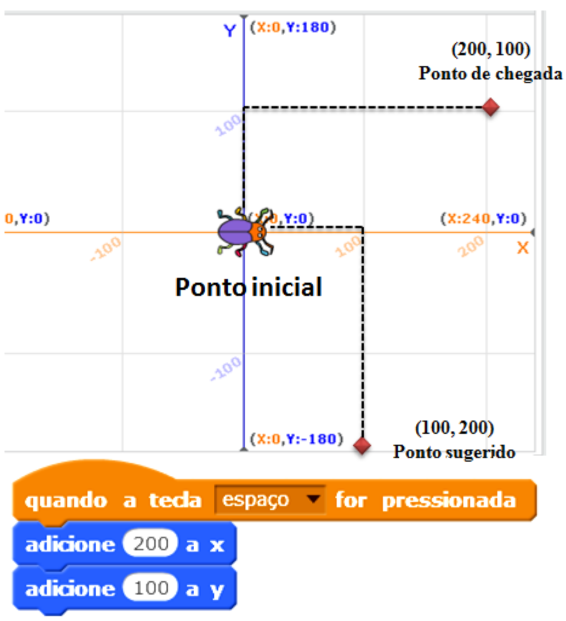
Não exploramos inicialmente o conceito de plano cartesiano e nem de suas coordenadas, mas as suas ideias. Preferimos incentivar a diálogo através do comprimento e da altura, mesmo que isso consumisse um maior número de tempo do que apresentar logo as nomenclaturas dos eixos cartesianos e de suas coordenadas no palco do *Scratch* para os alunos. O plano cartesiano não era algo familiar para os sujeitos de pesquisa. Afinal, eram alunos do 6º ano e nunca antes tinham visto ou estudado esse conteúdo, com exceção de uma aluna que associou o plano cartesiano com o jogo da batalha naval. Por meio de sua associação, ela ajudou os demais colegas a pensar a localização de cada personagem no palco do *Scratch* tanto na horizontal (comprimento), quanto na vertical (altura). Acreditamos que essas associações não devem ser desprezadas do contexto, pois sintonizam com a própria maneira de pensar do próprio estudante, aquilo que faz sentido para ele naquele momento.

O recorte do diálogo (movimento 2) se mostra, embora de forma natural e espontânea, como um processo não linear e complexo tanto para mobilização de ideias, quanto para formalização de conteúdos específicos matemáticos, como: sistema de coordenadas cartesianas (x,y). O movimento da construção de significado matemático se apresenta como campo fértil pelo diálogo múltiplo mobilizado no/pelo coletivo em um ambiente de aprendizagem (DE PAULA, VALENTE, 2016, PAPERT, 2008). A partir destes diálogos em um contexto de aprendizagem, foi possível trabalhar com as ideias iniciais do plano cartesiano com os alunos, sem porém defini-lo formalmente. Esses diálogos possibilitaram os participantes da pesquisa entender em parte a lógica que regia a programação do movimento dos personagens, além de localizá-los em um plano cartesiano limitado por duas dimensões.

Trabalhar a variação de um número enquanto o outro é fixado no plano cartesiano com a ideia de programação em *Scratch*, permitiu os estudantes visualizar os movimentos dos personagens e compreender as mudanças dos valores de x e de y. Mais do que isso, os possibilitaram a pensar na construção dos algoritmos desses movimentos, uma vez que não é só clicar sobre o personagem e arrastá-lo, mas sim pensar na estrutura lógica e sequencial de movê-lo sobre o palco, que é a própria ideia de programação. Não entregar os comandos prontos para os estudantes, mas explorar as diferentes ferramentas com eles, nos permitiram verificar uma série de ações que se mostraram importante na construção de conceitos matemáticos e de programação. Uma destas ações mobilizadas pelos participantes de pesquisa, que se destacam, é a forma variada de apresentar o mesmo resultado de movimento do personagem no palco utilizando diferentes estruturas e sequências de programação.

Movimento 3 | Um bate-papo entre o Matticker 11 e o professor-pesquisador

Um recorte (editado) do acontecimento **(Projeto Mattics | 1 de setembro de 2015)**	Falas (transcritas) (**Matticker | Vídeo 6**)
	00:01:33 - 00:06:44



Matticker 11: Professor, olha como eu fiz... Primeiro eu coloquei o personagem no centro [0,0], que é o centro de tudo. Depois eu coloquei adicione 200 a x, ou seja, ele vai parar aqui [a aluna mostra na tela o deslocamento horizontal do seu personagem] (...) depois eu coloquei adicione 100 a y. Assim toda vez que eu clicar nesse comando ele vai parar [o personagem] no ponto duzentos e cem (200, 100).
PP: Bacana! Quanto o personagem aumentou de altura?
Matticker 11: Ele aumentou 100, porque y=100.
PP: (...) qual foi a variação do comprimento?
Matticker 11: ele variou no comprimento 200.
PP: Tente encontrar a posição (100, 200) utilizando outro comando de programação. Isso seria possível?
Matticker 11: Hum...Poderia, sim, professor. (...) Acho que existem outras maneiras de chegar até esse ponto sem usar esse comando que utilizei. Mas, não é o mesma posição... Não, não... tá ao contrário, né?
PP: Então, a posição (100, 200) não é a mesma de (200,100)? Podemos afirmar que são coisas diferentes?
[a mesma pergunta foi lançada à turma posteriormente]

A Matticker11, que apresentava facilidade em manusear os comandos em *Scratch*, nos mostrou um comando mais direito para chegar até ponto (a coordenada) específica do plano cartesiano. Ela apenas associou a coordenada com o valor correspondente. Fez alguns rascunhos e dialogou com alguns colegas e professores voluntários para fazer o seu personagem chegar até o ponto antes definido no plano cartesiano. Ela basicamente juntou dois comandos específicos (controle e movimento) e definiu o valor de cada coordenada. É uma forma diferente que ela encontrou para definir a localização (200,100). Mas, não foi tão direto essa conclusão, uma vez que ela precisou pensar na forma como faria para deslocar o seu personagem, o que envolveu uma séria de tentativas e descrições do seu algoritmo.

Questionamos o motivo da coordenada *x* transformar em *y* e *y* transformar em *x*. Isto é, se (200, 100) era o mesmo que (100, 200). Essa mesma pergunta foi lançada para o grupo e, de maneira relativamente instantânea, foi negada por ele, reafirmando que a ordem dos valores de *x* e *y* fazia diferença, uma vez que comprimento não corresponderia necessariamente a mesma ideia de largura no palco do *Scrach*. Mostrar essa diferença pela mobilização de ideias e pela forma de verificar os resultados da posição do personagem permitiu os alunos a construir o conceito específico de par ordenado em um plano cartesiano.

Não foi um conteúdo particularmente planejado para aquele momento. Ele surtiu a partir de diálogo com a Matticker11 e, que por considerá-lo relevante, se estendeu para uma discussão maior entre os demais participantes do projeto. Nessa discussão, dois Mattickers, que discutiam junto com o grupo para definir a localização de seus personagens, se sentiram seguros para apresentar outro algoritmo de programação, utilizando comandos totalmente diferente daquele proposto pela Matticker11. Ao mesmo tempo que queriam compartilhar sua construção, reforçaram a sua compreensão quanto ao conteúdo de par ordenado no *Scratch*.

Movimento 4 | Explicitação do algoritmo do personagem: Matticker 4 e 5

Um recorte (editado) do acontecimento **(Projeto Mattics | 1 de setembro de 2015)**	Falas (transcritas) (**Matticker | Vídeos 7 e 8**)
	00:01:33 - 00:02:33 | 00:00:00 - 00:01:57
	**Matticker 4:** O gato tá no (0,0). Vou movê-lo de 10 vezes de 10. Quero (100,100) [x = y] **PP:** Por que 10 vezes de 10, Mattickers? (...) **Matticker 5:** Pra... pra ele chegar até aqui, professor. [mostrando na tela com o dedo o ponto x =100]. **PP:** Isso. Mas, o que você quer fazer, Matticker4? **Matticker 4:** (...) quero fazer ele chegar até esse ponto aqui, professor, que é o ponto 100 e 100 [mostrando o ponto (100,100) na tela do software]. **PP:** Ah... pra o comprimento 100 e y 100, né? (...) olha muito bom, vocês conseguiram identificar o ponto. **Matticker 5**: espera aí professor. Tá dando errado. **PP:** O gato não foi para o ponto, ele está girando no seu próprio eixo de rotação. O que tá de estranho? **Matticker4:** Ops, professor, faltou conectar a outra parte do algoritmo! Também não tem esse giro aqui, não. Esqueci de tirá-lo. Se colocar pra virar 90, ele vai ficar rodando [90 x 10 = 900 graus ~ 2,5 voltas]. [conserto e releitura do algoritmo do gatinho] **PP:** o que significa esse repita 10? [*looping*] **Matticker5:** significa que o gatinho vai mover 100 vezes [o comando 'mova 10' repetirá 10 vezes, como, 10 x 10 é igual a 100, portanto, o gato move 100].

No diálogo 4, percebemos que os estudantes utilizam, além do comando de movimento e de rotação, o laço de repetição, que é uma estrutura de programação um pouco mais aprimorada para aquela etapa de aprendizagem que estávamos trabalhando. Foram os únicos entre os 16 participantes de pesquisa que exploraram mais comandos para fazer o personagem se mover na tela. Os demais usaram uma ideia mais simples, porém correta. Uma ideia interessante é que eles se mostraram, muito mais do que encorajados para explicitar seus argumentos de programação ao professor-pesquisador, seguros até mesmo quando detectaram erros em seu algoritmo. Não havia tirado o comando 'girar 90', que fazia o gato rotacionar em seu próprio eixo de rotação, além de ter esquecido de encaixar as duas partes do algoritmo. Perceber esses erros se mostrou relevante no processo de aprendizagem, uma vez que puderam verificar, a partir da execução do algoritmo, a resposta não planejada.

Pensar não só no erro, mas na forma como poderiam corrigi-lo é uma situação que prestigia o movimento da construção do significado não só de termos matemáticos, mas de programação (BARCELOS, 2014). É um movimento que põe em destaque a participação do estudante e o leva a pensar não só na execução do algoritmo, mas no seu funcionamento. Por outro lado, vale ressaltar que a construção do comando de programação envolvendo o laço de repetição, feita pelos alunos, se constituiu como uma observação prévia que eles tiveram em analisar os comandos do professor-pesquisador ao explorar pela primeira vez a ideia de repetição finita utilizando para outro personagem. Observar e tentar fazer do seu modo é muito diferente de repetir o que está pronto ou até mesmo substituir valor no que está feito.

Essa forma de construir o algoritmo a partir de uma noção prévia realizada no contexto de aprendizagem nos permite não apenas encarar a construção como algo correto ou como algo direto que vê a construção isolada de significados matemáticos. É um movimento que nos aponta, à luz do construcionismo, que é importante que o estudante tenha a oportunidade de caminhar sozinho ao longo do processo de sua aprendizagem, mesmo que isso demonstre um caminho totalmente diferente daquele imaginado pelo professor. Ao olhar para o ambiente sob a perspectiva de construção de significados matemáticos e da construção de algoritmos de programação em *Scratch* em um cenário de aprendizagem, que leva em conta a dinamicidade do diferente, percebe-se que a cópia deixa de ser o mais importante do processo, ao mesmo tempo que se coloca o lugar de aprendizagem no foco do risco, do imprevisível, deixando de lado a ideia estereotipada de que o estudante precisa ser necessariamente o imitador de ideias do professor. Deva ser diferente disso, uma vez que "[...] na educação a mais elevada marca de aprendizagem é não ter imitadores, mas inspirar outros a ir além" (PAPERT, 2008, p. 82).

Um fato importante que nos chama atenção para a construção de ideia matemática é associação que os dois mattickers apresentam. Eles associam o laço finito de repetição ao movimento de comprimento 10 do personagem. Esta associação gera o valor correspondente 100 demarcada pelo produto de 10 por ele mesmo 10 vezes, que é a própria abscissa x = 100 (a distância deslocada em *x* pelo gatinho - eixo x). Pensar essa estrutura de programação é muito mais do que valorizar apenas o resultado final. É perceber a construção de significados matemáticos como um o processo que se dá de forma lógica e racional. Afinal, construir um algoritmo e pensar na forma de multiplicar a quantidade de eventos que se repetem pelo número do passo do personagem e associar esse produto ao valor correspondente no plano cartesiano, nos mostram uma série de conceitos matemáticos articulados que precisaram ser analisados pelos estudantes de modo que fizesse o gatinho caminhar até o ponto desejado.

A representação desse algoritmo, muito mais do que um embaralhado conjunto de códigos em forma de blocos, traz algumas semelhanças da linguagem algébrica, em especial na representação da multiplicidade de um valor por uma constante, que poderia ter o sido o valor arbitrário de x. Nesse caso, utilizado pelos estudantes, refere-se o valor 10 determinado pelo *looping* de repetição. É um algoritmo não considerado, pelo nível de aprendizagem dos sujeitos de pesquisa, como trivial, nem demasiadamente complexo. Mas, por outro lado, a forma como se entende esse processo parte do princípio da tentativa, do erro e da frustração. A multiplicidade de estratégias antes definida pelos estudantes, que não se ausenta do processo depuração e dos múltiplos diálogos mobilizados pelo contexto, se dá de forma plural. Isso porque entendemos que toda relação de diálogo entre professor-pesquisador e participantes do processo de pesquisa não se constituiu como um objeto de neutralidade.

5.2.2 Formalização de ideias matemáticas não é neutra, é intencional

CCV2: (...) alguns estudantes, que tinham mais facilidade, estavam sempre atentos ao movimento do professor-pesquisador. Sempre se esforçavam para combinar diferentes comandos, sem medo de errar. Dois estudantes estavam atentos e observavam tudo e, sempre que necessário, questionavam também. O ambiente era favorável a esse movimento. Havia tempo para pensar e discutir com os colegas, aprender sempre novos comandos mesmo quando estes não eram explorados naquele momento, apenas 'instigados' à curiosidade.

A partir do relato de um dos professores voluntários, percebemos que apresentar ou explorar um determinado conteúdo matemático aliado ao de programação, por mais sutil que seja em um ambiente de aprendizagem, por não ser neutro, acarreta direta ou indiretamente contribuições no processo da construção de significados pelo próprio aluno. Muitos destas ideias mobilizadas e trabalhadas se mostravam frequentes na construção dos artefatos digitais dos sujeitos de pesquisa. Alguns, porém, ousaram mais, outros, com receito ou medo, tendiam a expressam de forma mais reservada, alterando apenas o cenário e os personagem. Os comandos não variavam muito, nem as paletas 'pré-programadas' do programa se alternavam.

Após a mobilização de alguns significados matemáticos, como, plano cartesiano, que se constituía como pano de fundo para ações do projeto Mattics, decidimos formalizá-los, rompendo o ciclo usual do conceito, exemplo e atividades de matemática. Percebemos que ao chamar, formalmente, os eixos de *x* e *y* e apontar as suas respectivas finalidades no palco do *Scratch*, os alunos se mostraram familiares com os conceitos, além de participarem das discussões com mais segurança e se sentiam responsáveis de corrigir seus erros e contribuir com a aprendizagem dos demais colegas. Uma destas questões foi a de definir a distância máxima assumida pelo eixo das abscissas e pelo eixo das ordenadas no plano cartesiano.

Movimento 5 | Quanto mede o comprimento de x e a largura de y no Scratch?

Um recorte (editado) do acontecimento **(Projeto Mattics | 7 de setembro de 2015)**	Falas (transcritas) (**Matticker | Vídeo 9 e 10**)
	00:00:00 - 00:03:56 | 00:03:00 - 00:05:34
	**PP:** Essas retas que estamos explorando no Scratch chamam-se eixos. Elas têm direções... Eu posso ter uma direção pra frente ou trás, esquerda ou direita. (...) **PP:** Pra alunas que estão atrás de mim, estou de costas para elas. Então, há uma posição bem definida. O nosso palco [do Scratch], onde esse personagem se encontra, existe também uma posição, que é definido por eixo de coordenadas. Ele é cheio de pontinhos... números! **Matticker 1:** Olha professor, então quer dizer que toda essa linha reta tem números... tipo, 100; 1,5.... **PP:** Sim, há infinitos pontos. O par ordenado (x,y) representará um ponto no plano... A questão do nosso palco é que ele é limitado, por isso os eixos assim dão a ideia de serem também (...) Observem os eixos, qual seria a distância máxima de x e de y? Vamos pensar juntos? **Matticker 15:** O valor de x é 240 e o de y é 180. **PP:** E aí, pessoal, o Matticker 15 apresentou para nós uma possível solução. O que vocês acham? **Matticker 6:** Acho que não. Não tá certo, não. Falta o outro lado. Ele só pegou um lado. Tem que somar dois. **Matticker 4:** Tipo, professor: Tem que somar 180 mais 180 e 240 mais 240, porque tem dois lados. Tem o lado positivo e o negativo, como o senhor falou aquele dia. **Matticker 15:** Ah, é mesmo... tem o outro lado (...) **PP:** Vocês se lembram do primeiro encontro quando a gente definiu os números positivos e negativos como andar pra frente e trás, respectivamente? (...) então... Como estamos falando de distância do eixo, temos que considerar as duas partes, como o Matticker 4 falou. Falar em distância negativa não tem sentido, aqui, né?

O excerto nos permite perceber o diálogo entre os participantes do projeto com o professor-pesquisador. É uma análise dos eixos cartesianos e a conotação do comprimento máximo do eixo x e y. Nem todos os mattickers havia percebido que era necessário verificar ambos os lados dos eixos para determinar o seu comprimento e a sua largura máxima. Não só este recorte, mas as diferentes discussões dos conceitos matemáticos e de programação, percebemos que as interações de um contexto de aprendizagem se sustentam como alicerce não só de resposta conjunta, mas de debate, de observação entre as falas e principalmente de reflexão sobre o erro cometido. É um erro que não se encerra em si mesmo, mas que passa do individual para a responsabilidade do coletivo. É uma forma de mostrar as distintas reflexões mobilizadas pelos estudantes sobre o objeto de estudo em questão, ao mesmo tempo poder compreender a sua forma de pensamento e a forma como o meio o ajudou a superá-lo, como foi o caso do Matticker 15 que não havia percebido o comprimento total nem do x e nem do y.

O erro, que não é desprezado do processo de aprendizagem pelo coletivo, mas o é percebido como algo que está intimamente relacionado com a construção de conhecimento, atua como "[...] um motor que desequilibra e leva o aprendiz a procurar conceitos e estratégias para melhorar o que já conhece" (MALTEMPI, 2005, p. 8). O erro como algo individual, que partiu de um específico aluno, se constituiu como discussão do meio e pelo meio foi superado. É uma situação que levou o grupo a pensar e a explicitar a sua forma de pensamento, como considerar o outro lado do eixo que estava faltando em seu raciocínio. Situações como estas se repetiram em diferentes momentos no *Mattics*, sobretudo quando o projeto se organizou para o trabalho de construções de figuras geométricas no *Scratch*. As ações foram intencionais, propomos que os estudantes construíssem figuras geométricas das mais simples a mais elaboradas não só no sentido de familiarizar com o plano cartesiano, mas também com novos comandos de programação, como o uso das paletas: canetas e comandos.

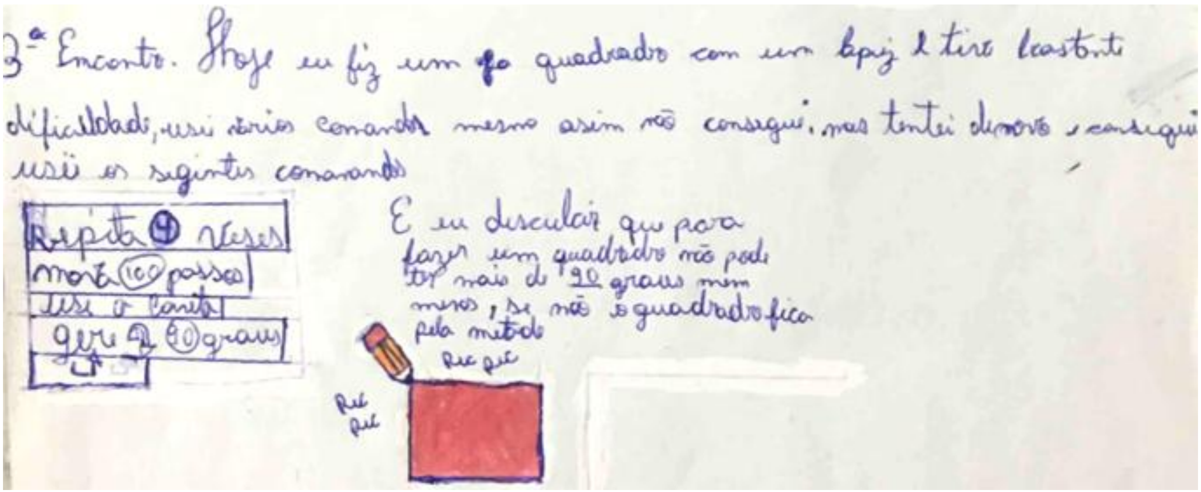
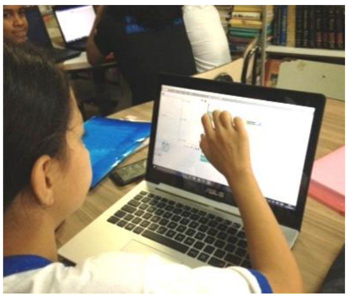


Figura 12 - Caderno de memória da Matticker 14: construção do quadrado no Scratch

Trabalhar a construção de figuras geométricas, embora não correspondesse diretamente com a produção de jogos digitais, nos permitiu não só mobilizar outros conteúdos específicos matemáticos aliados aos comandos de programação, que viria mais tarde servir de apoio para a construção de objetos dos jogos a serem produzidos, mas também possibilitaram os estudantes a pensar na lógica como descreveria o algoritmo da figura. A Matticker 14, que apresentava dificuldade no processo de aprendizagem, conseguiu construir um quadrado no *software* e, no final do encontro, registrou a sua percepção no seu caderno de memória.

Analisar a escrita da Matticker 14 associada a sua ação, que se constituiu por uma série de tentativas, nos revelou que construir essas animações, muito mais do que formar algoritmos na zona de produção e enviar respostas para o programa executá-los, se efetivou através de uma séria de descrições e reflexões não necessariamente corretas, que a estudante precisou vivenciar. A figura se formou após muitas tentativas. O processo desse esforço de fazer o seu quadrado se fechar projetou diferentes resultados na tela, além de ter provocado algumas frustrações pessoais. Execuções que revelavam imagens de linhas tortas, outras que se cruzavam e não formavam a figura planejada, as que também deixavam o quadrado pela metade. Acreditamos que esses resultados, muito diferente do esperado pela aluna, não foram em vão, mas a permitiu a pensar no porquê da figura não se fechar e não se formar por inteira.

Movimento 6 | O quadrado não quer fechar... as linhas se cruzam

Um recorte (editado) do acontecimento **(Projeto Mattics | 08 de setembro de 2015)**	Diálogo (transcrito) (**Matticker | Vídeo 14**)
 	**00:00:07 - 00:08:44** **CCV2:** O seu quadrado não estava fechando...? (...) **Matticker 14:** não... (...) pensei que seria mais fácil. Mas, na verdade, era. Mas, conversei aqui e ali... e tentei, tentei de novo. Tentei algumas vezes, mas as linhas não ficavam certinhas... Daí, mostrei para o [Matticker 9] e tentei o ângulo de 90º... Ficou retinho. coloquei o laço 4 e ele fez os segmentos e os ângulos. **Matticker 9:** (...) a gente mexeu e mexeu e mexeu, daí lembramos que 90 era o ângulo do canto das paredes. **CCV2:** (...) e se não for 90º, o que acontece? **Matticker 9, 14:** vai cruzar de novo as linhas...

Perceber que a rotação carecia necessariamente de 90º e não de outra abertura não foi um procedimento entregue para a estudante. Foi discutido diferentes exemplos para que ela pudesse pensar na formação do quadrilátero, cujos os ângulos fossem retos. Ela compartilhou as suas tentativas com outro Matticker que estava ao seu lado, que também tentava construir as suas próprias figuras no *Scratch*, usando o novo comando caneta. Um fato importante que foi utilizado pela Matticker 14 se mostra no laço de repetição. Este é utilizado como uma estrutura finita que se repete 4 vezes, uma vez que a própria figura se forma pela execução sequencial de um segmento de reta e de um ângulo de 90º, e assim por diante.

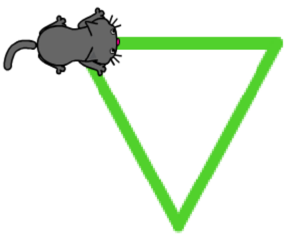
A figura pensada pela Matticker 14 se dá pelo laço de repetição aliado a outros comandos que se encaixam. Tal estrutura obedece a uma linguagem específica de programação *repita 4 [mova 100, use caneta, gire 90º],* na qual fornece, após a sua execução, o quadrado na tela do *Scratch*. É um algoritmo que foi construído por ela, mas fortalecido pelo diálogo entre os participantes do projeto. Esse movimento de propor que os estudantes construam seus artefatos digitais e sobre os quais possam compartilhá-los com outras pessoas, se alicerça na "[...] concepção de gerar um registro de seus pensamentos, os quais podem ser utilizados para se construir novos conhecimentos (MALTEMPI, 2005, p. 5). É uma situação de não apenas entender o funcionamento da animação para si, mas compreendê-lo de modo a explicitar a sua estrutura para outros, discutindo a sua sequência lógica por trás do objeto.

Acreditamos que uma das situações que possibilitou a Matticker 14 a superar a sua dificuldade e a pensar em novas estratégias, além de suas tentativas marcada pelo compartilhar de suas ideias com outros, se constituiu pela sua persistência e motivação, como se nota em sua própria expressão no caderno de memórias "(....) tive bastante dificuldade, usei vários comandos e mesmo assim não consegui. Mas tentei de novo e consegui. Eu descobri que (...)". Observa-se que o verbo utilizado é 'descobrir' e não outro. São conotações tão sutis, mas que apresentam diferença na forma de construir o conhecimento, à luz do construcionismo, pela descoberta de conceitos e pela exploração de ideias não necessariamente formais. Acreditamos que isso é passo importante, mesmo no início das primeiras ações do projetos *Mattics* com o uso da linguagem de programação. Trabalhar com aspectos que leve o aluno a tentar a descobrir, antes de receber pronto, sem deixar de lado a sua dificuldade, é algo que pode lhes incentivar ainda mais a construir novas ideias e novos conceitos (aqui, de matemática) com o uso de linguagem de programação (AZEVEDO, 2015).

A dificuldade da Matticker 14 não foi isolada, alguns outros também tiveram algum tipo de empecilho durante a construção de sua figura geométrica no *Scratch*. Os mais variados obstáculos se deram por algumas razões entre os quais destacamos: a construção não analisada do algoritmo, a relação do conceito matemático e computacional e até mesmo na ausência de alguns comandos que ainda não havia sido explorados no projeto, nos quais não permitiram alguns alunos, com mais facilidade de aprendizagem, a construção de figuras mais elaboradas. Deixar os estudantes tentar fazer, antes de entregar os comandos guias, nos possibilitou verificar um cenário mais exploratório e menos instrucionista. Talvez, mais arriscado e instável, porém mais dialógico entre sujeitos de pesquisa e demais participantes.

Mais de 80% dos Mattickers conseguiram, com ou sem a medição pedagógica do professor-pesquisador e professores voluntários, concluir seus projetos geométricos. Quando começamos a formalizar as ideias matemáticas e de programação, alguns estavam terminado de combinar alguns efeitos. Percebemos que a grande maioria dos alunos decidiu construir retângulos, quadrados, triângulos equiláteros e até polígonos mais complexos. O interessante é que durante a formalização dos conceitos, que se deu no final do encontro, a Matticker 4 nos apresentou um esboço geométrico um tanto diferente dos demais do grupo. Ele construiu um triângulo e, depois disso, colocou de forma aleatória outro laço de repetição na estrutura já feita. Isso o permitiu descobrir que esse laço dentro de outro laço culminava na construção de uma flor de pétalas triangulares, que partiam de um mesmo eixo previamente fixado.

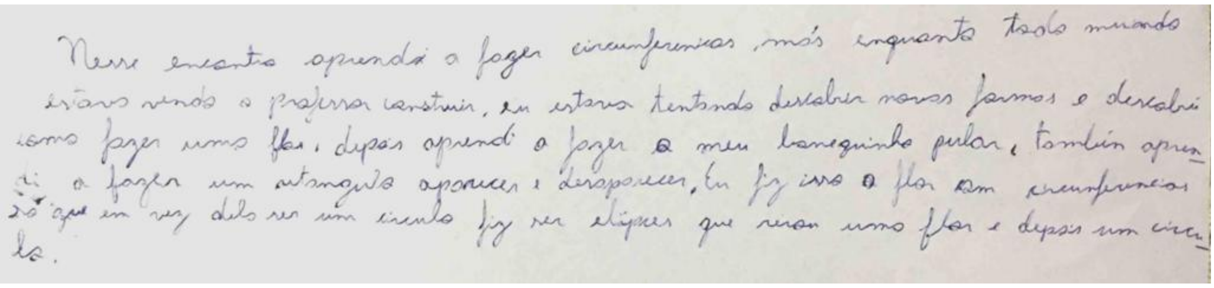
Movimento 7 | O triângulo e os laços de repetição (os loopings)

Zona Gráfica **(Personagens)**	Zona de Comandos **(Linguagem de programação)**	Registro | CMM 4 **(Mattics | 08 de set. de 2015)**
	Primeira parte da construção	
		(...) Construí um triângulo. Foi bem legal! Como a gente tava estudando a soma dos ângulos de um polígono nas aulas de matemática [fora do projeto Mattics], eu já sabia que a soma interna dos ângulos de um triângulo é 180º. Como é um triângulo que tem todos os ângulos iguais, devia ser 60º graus [para] girar. Mas, não dava certo. (...) Tentava... Vi que o gatinho só formava com o que tava faltando [complemento do ângulo 120]. (...) como tem três lados o triângulo e lados iguais, joguei tudo isso dentro do laço de repetição 3 (...) O gatinho [personagem] formava a figura a partir do ângulo de fora [ângulo externo], aí deu certo!
	Segunda parte da construção	
		(...) tinha colocado um laço dentro do outro laço. Formou essa flor. (...) quando o gatinho andou em forma de triângulo [construiu um triângulo no palco] eu coloquei para girar 15 graus para direita, daí, ele fez um triângulo e gira 15º, depois faz isso de novo, e de novo. [24 vezes]. (...) Pronto... a figura fica assim... Mostrei para meu amigo [Matticker 5] e depois para o professor. (...) Não tinha colocado para rodar 24 vezes, mas 50 vezes... o professor me pediu para observar que o gatinho ficava rodando mais vezes do que era necessário. Mudei e rodou 24. Deu uma volta completa e tudo pronto. O professor explicou depois para turma (...)

A construção feita pelo Matticker 4 se diferenciou, em termos de comandos, dos demais colegas. Ele utilizou a ideia de um laço dentro de outro laço de repetição. O primeiro laço fornecia a construção do primeiro triângulo, enquanto o outro associado com o giro de 15º graus fornecia a construção de outros 24 triângulos em torno de um só eixo. O seu relato nos mostra um desenho que não se restringiu em construir apenas um triângulo, mas uma outra figura a partir dele, utilizando o conceito da soma interna dos ângulos de um polígono convexo de *n* lados trabalhado em outro contexto, além da conexão entre o ângulo interno e externo do próprio triângulo. Ele não havia pensado necessariamente antes do diálogo com o seu colega e professor-pesquisador sobre o motivo de girar 24 vezes em vez de girar 50.

O ângulo 15º foi escolhido pelo estudante de forma aleatória, mas com a ideia definida do triângulo girar e formar outro triângulo em uma posição diferente. Foi nesse momento que explicamos que, para cada rotação, o triângulo girava em torno do seu eixo 15º e, portanto, questionamos quantas vezes ele precisaria virar de modo a formar 360º, que é a volta completa. Dialogamos com ele até chegarmos no resultado, pela divisão, igual a 24. Afinal, 360º ÷ 15 = 24. Portanto, 24 seria um valor suficiente para formar uma volta completa de triângulos em torno do eixo previamente escolhido. A partir da construção do estudante, não antes pensada por nós, se constituiu como ponto de partida para pensar e principalmente discutir essas noções de Geometria dentro de laços de repetição com os demais Mattickers.

Ao iniciar a nossa explicitação com os alunos, percebemos que muitos tentavam fazer em conjunto. Lançamos como desafio a construção da pseudo-circunferência aos alunos de modo que utilizassem, assim como foi a construção da figura do Matticker 4, um laço dentro de outro laço de repetição. A ideia da pseudo-circunferência foi explicada aos alunos, uma vez que partimos de um princípio de um polígono com 360 lados e que dava uma ideia de não polígono, mas de uma circunferência. Para a nossa surpresa, o Matticker 5, que também acompanhou a construção do Matticker 4, já estava tentando fazer a sua figura com outro professor voluntário. Ele nos mostrou a sua tentativa e a forma como pensou para construí-la. Mais do que mostrar, ele registrou o seu esforço no seu caderno de memórias.



Nesse encontro aprendi a fazer circunferencias, más enquanto todo mundo estavo vendo o professor construir, eu estava tentando descobrir novas formas e descobri como fazer uma flor, depois aprendi a fazer o meu bonequinho pular, tambim aprendi a fazer um retangulo aparecer e desaparecer, Eu fiz isso a flor com circunferencias só que em vez dela ser um circulo fiz ser elipses que viram uma flor e depois um circulo.

Figura 13 - Caderno de memória da Matticker 5: Eu tentei fazer, não fiquei olhando para o professor

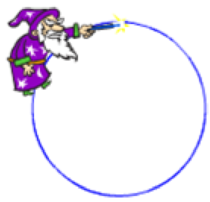
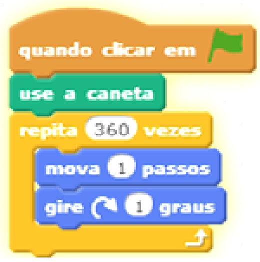
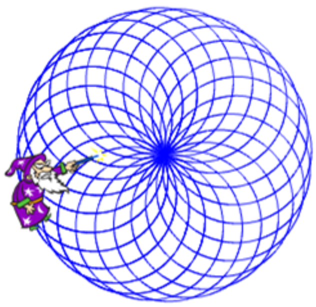
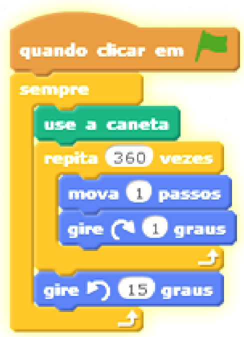
O Matticker 5, que acompanhou a construção do Matticker 4, de forma dialógica e participativa, também produziu o seu objeto. Ao observar a sua descrição, no caderno de memória, "(...) nesse encontro aprendi a fazer circunferências, mas enquanto todo mundo estava vendo o professor construir, eu estava tentando descobrir novas formas (...)", percebe-se a sua participação um tanto independente em relação à explicação do professor. É uma relação que não se desvincula do objeto de estudo em questão mobilizada pelo grupo, mas que une o movimento entre a discussão do professor e a construção da figura geométrica. Parte do que está sendo trabalhado no ambiente para a criação individual do estudante, e novamente da criação do aluno para o debate desta construção à turma (ao grupo). Isso não quer dizer que é fazer de qualquer jeito e sem orientação, nem somente deixar o aluno de lado, mas é fazer de um jeito que esteja em sintonia com a sua perspectiva individual no ambiente.

O aluno decidiu tentar fazer antes de ver como seria a construção. É um movimento que também foi incentivado e mobilizado por um dos professores-voluntários. Isso também não significa que os demais que escutavam as orientações da construção do algoritmo estivem reproduzindo. Alguns puderam fazer algumas melhorias, enquanto outros pensaram em outras maneiras de se fazer a figura no *Scratch*. Trazer essa comunicação para o grupo, tanto do projeto do Matticker 4, quanto do Matticker 5, no permitiu pensar não só no planejamento inicial, mas também nas ideias que partiram do movimento dinâmico pelos alunos. E é justamente esse movimento de não apenas mobilizar as ações planejadas no ambiente, mas de a valorizar o espontâneo e as construções intencionais dos alunos, que desencadeou o fluxo do pensar sobre o que se faz e o pensar sobre o próprio pensar ao discutir a sua construção.

O ato de não impor restrições a forma como o aluno se vê durante o processo de construção de objetos digitais, e mobilização de suas ideias, se materializa de certa forma como perspectiva sintônica de suas intenções. Compreende, portanto, uma ação diferente daquela em que se resolva unicamente problemas que não sintonizem com perspectivas do aluno. É um movimento que coloca o aluno na posição ativa de aprendizagem ao colocar a mão na massa "hands-on', e assim "[...] vai, através do desenvolvimento de projetos pessoais, explorando novos conceitos e progredindo em seu próprio ritmo (MALTEMPI, 2012, p. 289).

Muito mais do que sintonizar as ideias do estudante é incentivá-lo a apresentar o seu projeto, mesmo que haja algum problema técnico em sua estrutura de programação. É discutir essas ideias da linguagem e de sua sintaxe com os estudantes e compreender as características do fazer matematicamente mobilizadas por eles durante essas produções. Uma forma que nos ajudou a compreender melhor como os estudantes pensavam e a forma como se apropriavam destes conceitos matemáticos, muitas vezes despretensiosamente, aconteciam nesses diálogos, em que eles podiam apresentar seus projetos, discutir sobre eles e perceber novos conceitos.

Movimento 8 | A circunferência! Ops, é apenas um polígono de 360 lados!

Zona Gráfica **(Personagens)**	Zona de Comandos **(Linguagem de programação)**	Diálogo | M5 & prof. voluntário1 **(Mattics | 08 de set. de 2015)**
	Primeira parte da construção	
		**Matticker 5:** Eu fiz esse comando aqui... primeiro a circunferência... **PV1:**Dá uma ideia de circunferência (...) **Matticker 5:** [risos] engana... Mas, é um polígono de 360, bem pequenininhos. **PV1:** (...) Bacana, você anda 1 e gira 1... **Matticker 5:** Isso aí (...) e depois a gente repete isso 360, que é o giro. Mó legal!
	Segunda parte da construção	
		**PV1:** Como funciona essa estrutura? **Matticker 5**: ele sempre vai repetir 360 vezes. Depois eu coloquei ele para mover 1 passo. Vai girar [fazendo menção com a própria mão] Aí, depois ele vai voltar tudo de novo. Vai girar 15 graus. **PV1:** O que é a figura formou depois que você apertou a bandeirinha [tipo: play] **Matticker 5:** Parece uma flor, né? Tem várias circunferências aí dentro... [mas] são polígonos de 360 ladinhos. **PV1:** Poxa, ele vai ficar girando infinitamente, coitado! [risos de ambos]

O diálogo entre professor voluntário e Matticker nos permite compreender o raciocínio mobilizado pelo estudante ao construir a sua 'circunferência', que na verdade se referia ao polígono de 360 lados. Esses diálogos, que geralmente aconteciam no final do projeto, se tornava como um campo fértil para entendermos o processo da construção do objeto e das ideias matemáticas ali evidenciadas. O estudante defende que o personagem sempre caminha 1 e gira 1 o que, ao repetir 360 vezes essa combinação, faz surgir a figura desejada no palco. É uma forma que ele encontrou aliada a outras discussões que aconteciam no projeto. Ele faz o uso tanto de uma laço de repetição finito, quanto de outro infinito. A partir do recorte do diálogo nos permite observar que o laço de repetição infinito se torna inapropriado para a formação da figura, denominada pelo Matticker 5, em forma de flor. É uma situação que o leva a pensar que poderia ter sido um laço finito que permitisse gerar a mesma quantidade de circunferências, sem fazer o personagem rotacionar 'infinita vezes' sem necessidade.

O projeto do Matticker 5 é apresentado à turma no encontro subsequente. A partir dessa construção mobilizamos outras formas de pensar a sua construção. Uma delas é: 'se o comprimento precisava necessariamente ser igual ao ângulo para formar o polígono regular de 360 lados'. Levantamos algumas hipóteses com os estudantes. Muitos, no entanto, só conseguiram perceber, após a execução no *Scratch*, que não necessariamente o tamanho do ângulo teria que ser igual ao tamanho do comprimento do passo, pois a mudança não deixaria de formar o mesmo polígono regular de 360 lados. Ao aumentar tanto o ângulo, quanto o comprimento, os estudantes iam percebendo que a figura era a mesma, mas que se formava a partir de uma velocidade maior. Verificar essas distintas hipóteses com os estudantes e validar algumas e refutar outras, possibilitou os alunos a refletirem nas diversas possibilidades de se fazer tantos outros polígonos não necessariamente iguais, mas com diâmetros diferentes.

Mostrar essas ideias e poder discuti-las se acentuam como uma alternativa para pensar nos algoritmos que estão por trás do objetos que são idealizados por quem os constrói. É uma forma de entender o que construímos, para quê construímos e como os outros podem entendê-la também. Esses momentos de diálogo e de reflexão, assim como defende o construcionismo, por não serem neutros, influenciam na forma como os estudantes se apropriavam destes significados e a forma como mobilizavam as características do fazer matematicamente.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, que se constitui no cenário do Mattics, os estudantes tinham a liberdade de escolher a forma como construiriam seus objetos, além de trabalhar com outras formas propostas pelo grupo. As ações embora intencionais não se distanciavam dos olhares do particular do contexto que não era fixo, mas dinâmico. A partir desse conjunto de 'momentos' apresentados que se mostram como um lugar que nos permitiu entender algumas ações e a construção de significados matemáticos e de programação, nos permitiram a avançar e pensar na produção do primeiro jogo com os estudantes. E é a partir desse movimento que, na dimensão investigativa, que nossos olhares se voltam para os principais aspectos que se evidenciam na construção de conhecimento matemático a partir da produção do jogo. Nossa análise, a partir das cenas selecionadas, se firmam na tentativa de compreender tal construção em conjunto com as ideias do Turbilhão de Aprendizagem (TA).

5.3 [CENA2] ALGUNS RABISCOS, JOGOS E UM (TURBILHÃO DE APRENDIZAGEM)

A cena 2, que também é marcada por distintos momentos, nos permite analisar o primeiro jogo construído pelo professor-pesquisador junto à turma. São ideias intencionais que mobiliza novos conceitos matemáticos e de programação e leva a turma a pensar em novas formas de construir seus próprios objetos. Trata-se de um cena que vislumbra os acontecimentos em sua temporalidade e que nos possibilita entender a construção do conhecimento matemático a partir da produção inicial de um jogo em diálogo com o TA.

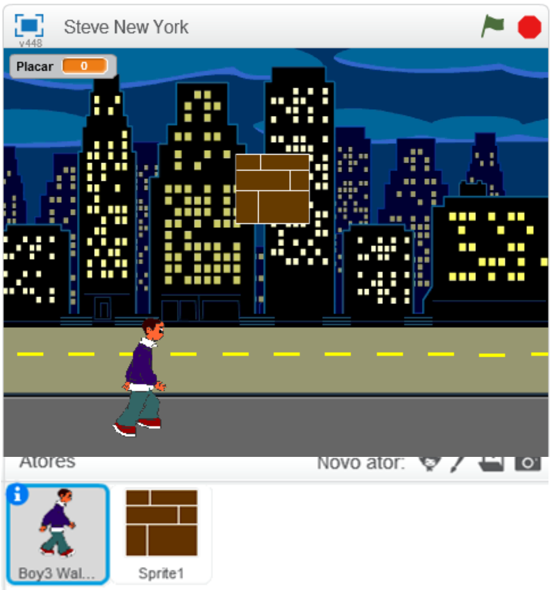
5.3.1 O significado matemático é ativamente construído pelos estudantes no ambiente

CCV2: Os alunos estavam atentos e ávidos para aprender mais um novo comando e tudo que o professor explicava. Eles procuravam tentar fazer em seus computadores. Nas ações, tiveram mais domínio ao construir o tijolo para fazer o muro porque as explicações eram feita passo a passo pelo professor, assim eles conseguiam interagir um com o outro dentro de um espírito colaborativo e de aprendizagem (...) fluíam não só com as explicações do professor mas também com o compartilhar de ideia um com o outro (vídeo G0141433 espírito colaborativo | [Vídeo 15, 16 e 17]) e acompanhadas de demonstrações do dia a dia.

O encontro é iniciado pela discussão da produção do jogo *Steve New York* com os alunos. Mostramos inicialmente o jogo à turma, sem antes revelar os seus algoritmos que estavam por trás de cada personagem, cada efeito e movimento. Discutimos a ação constante do personagem, da esquerda-direita, que variava de uma lado para o outro sem parar. Quando se apertava a tecla enter ou espaço, por exemplo, o mesmo personagem saltava e depois descia. A ideia é de que o personagem, ao saltar, acertasse caixa (sprite1) e marcasse pontos. Exploramos algumas ideias de matemática e de programação já estudada e a partir disso avançamos. Mais do que isso, introduzimos, por meio da *descrição compartilhada*, novos conceitos, como: os argumentos condicionais [SE... ENTÃO], variáveis e operadores.

Movimento 9 | Ideias iniciais do jogo Steve New York

Um recorte (editado) do acontecimento
(Projeto Mattics | 15 de setembro de 2015)



Diálogo (transcrito)
(**Matticker | Vídeo 15**)

00:00:00 - 00:02:13

PP: (...) o boneco vai para um lado e para o outro (...)?
Matticker 4: sim... daí é só colocar no laço e pedir para ele ir de um lado e outro...
PP: Muito bom, é isso aí (...)! Mas, vamos fazer aqui... escolhi um personagem (...)
PP: (...) Agora que já observamos as ideias de cada script, tirarei o jogo da projeção e vamos tentar construir um outro similar em conjunto... Também vamos explorar novas ideias [turma empolgada, barulho de agito festivo] (...) O que tinha no jogo? Quais objetos lá tinham?
Mattickers 6, 9: Um personagem que andava, um tijolo e um cenário de uma cidade [vários burburinhos]
Matticker 5: Ah, o personagem pulava também... ele pula!... como a gente faz isso? Quero fazer também!
Matticker 7: Olha tem pontos... agora tem pontos!
PP: Oh, muito bem! Percebe que ele pula. Então, ele vai fixar o valor de x, e y vai o quê? (...)
Matticker 1: Vai mudar, o y vai variar [burburinhos]...
PP: Isso mesmo! (...) Quando acertamos o tijolo, note que o valor dos pontos se altera. Chamamos isso de variável... o nome é bem sugestivo, por que será?
Matticker 5: acho porque o valor muda, ele varia...

[continua | primeiro recorte]

A dinamicidade do ambiente nos permitiu introduzir a primeira noção de variável junto aos estudantes, ao mesmo movimento que nos possibilitou a reforçar a ideia das coordenadas cartesianas. Cada novo conteúdo explorado não necessariamente desconsidera os que já tinham sido explorados. O jogo não foi apenas mostrado, mas também manipulado e jogado pelos mattickers. Todos observaram o movimento do personagem, a música de fundo e constataram que o novo artefato construído era diferente dos que já havíamos construído. Tinha algumas diferenças e uma delas era de fazer pontos. Era preciso bater no tijolo e, ao tocar nele, marcar pontos. Com uma certa quantidade de batida, determinava o vencedor. Foi uma discussão mais aberta, menos isolada, não queríamos centralizar a fala do professor à construção, mas por dela fomentar outras discussões e mobilizar novas ideias de matemática.

No excerto, destaca-se a percepção dos estudantes quanto a variação do personagem ao pular "(...) vai mudar, o y vai variar (...) o valor [o de x] vai ficar o mesmo... não altera". É uma resposta apresentada por um dos mattickers ao se referir a variação de y quanto ao pulo (sentido vertical) e a fixação do movimento do personagem quanto ao eixo x (sentido horizontal). É um tipo de construção que se inicia através da instigação e visualização do objeto para a dedução de ideias associadas aos conceitos já trabalhados. Esse movimento de colocar o estudante para pensar sobre o mecanismo de funcionamento do personagem, o leva não só a tentar compreender, mas também a construir novos significados e novos conceitos.

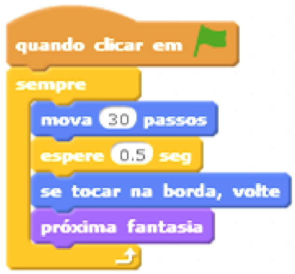
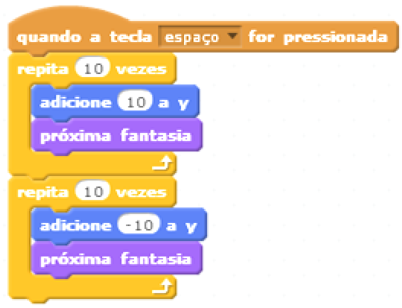
Movimento 9.1 | Ideias iniciais do jogo Steve New York

Um recorte (editado) do acontecimento **(Projeto Mattics | 15 de setembro de 2015)**	Diálogo (transcrito) (**Matticker | Vídeo 16 e vídeo 17**)
	00:00:33 - 00:03:57 | 00:01:02 - 00:02:17
	**PP:** (...) O que vai variar? olha... estou aqui galerinha... Pulei [o professor-pesquisador pula] (...) mudei o meu deslocamento? [turma: não!], o valor de x ficou fixo, y não, né? Então, quando o personagem pular.. **Matticker 3:** Ele variou professor... você subiu e desceu.. mas, não saiu do lugar. A gente varia o y. **PP:** Ah, muito bem... Se a gente não descer, o personagem vai ficar voando, não é? [risos e comentários de desenhos animados] (...) então, se a gente construir um algoritmo para pular, o personagem vai subir e vai descer. Como a gente pode pensar isso em programação usando os comandos que conhecemos? **Matticker 5:** O valor de y tem que mudar... **Matticker 4, 6:** Quando só usar os números positivos e negativos... Se sobe, é positivo, senão é negativo. **PP:** Show! Mas, tem um detalhe... Vamos usar um novo comando pra isso. O comando "Quando a tecla X for pressionada". [poderia ser qualquer outra tecla, x é só um exemplo] Agora é com vocês... o primeiro comando seria esse... Vamos tentar construir juntos, tentem aí (...)

Após a discussão, os estudantes tentaram fazer, seguindo as ideias antes debatidas. Observamos que as discussões se constituíam não só como reflexão/compartilhada dos objetos do jogo, mas também se formava como uma rede do pensamento sobre a construção do algoritmo. A construção desse conhecimento, embora específico, não se centraliza na transmissão de informação pela fala do professor, mas se constituiu pela rede de discussões, em que cada aluno faz a sua (re) construção pessoal do conhecimento. Não é transmitido, é construído, quando o estudante participa ativamente desse processo e tem a chance de pensar sobre a estrutura lógica que rege o funcionamento do jogo. Começamos a pensar inicialmente nos algoritmos de programação de cada personagem, o que incluía tanto o seu movimento para a direita e para a esquerda, quanto o seu salto na tela. Investimos um bom tempo nessa construção e podemos, a partir da discussão, avançar algumas ideias e obter novos resultados.

A maior parte dos estudantes tentou construir o algoritmo do personagem em duplas ou trios. Os professores voluntários e professor-pesquisador auxiliaram nesse processo de manipular os comandos e a pensar no movimento do personagem inicialmente. Percebemos que muitos não tiveram dificuldades quanto a construção do algoritmo do personagem para deslocá-lo automaticamente à direita e à esquerda no palco. Fizeram rascunhos, trocaram ideias e pesquisaram em seus cadernos de memórias alguns comandos parecidos. Após os diálogos, e construções dos algoritmos do personagem Steve, convidamos uma dupla, que já havia terminado, para nos explicar as suas ideias que usaram fazer o boneco andar e pular.

Movimento 10 | Algoritmos do boneco: andando e pulando no palco

<table>
<tr><th>Zona de Comandos
(Linguagem de programação)</th><th>Entrevista (no projeto) com a Matticker 12
(Mattics | 15 de set. de 2015)</th></tr>
<tr><td>
</td><td>Boneco andando (direita-esquerda) | 00:00:00 - 00:00:55
Essa é a nossa construção. Tem uma ordem a seguir, senão muda. Aqui a gente [mostrando o algoritmo movimento automático] Quando clicar na bandeira verde, ele vai fazer todo esse movimento [executar a estrutura do algoritmo]. A gente vai para o laço de repita sempre. Daí, vai mover 30 passos, vai esperar 0.5 de segundos e se tocar na borda a gente vai voltar. Daí, vai vim pra próxima fantasia. São todas essas imagens aqui e vai sempre mudar, porque tá no laço de repetição a fantasia. Pronto esse é comando que faz o personagem infinitamente ir pra lá e pra cá.</td></tr>
<tr><td>
</td><td>Boneco pulando (tecla pressionada) 00:00:55 - 00:01:57
Coloquei para clicar na tecla espaço. Ele vai para o laço de repita 10 vezes e vai mover 10 a y. Eu tentei aqui várias vezes e não dava certo.. por isso a gente separou primeiro, com ajuda dos colegas, a subir e só depois descer. Depois, a gente criou outro laço de 10 e -10 a y, para o boneco precisa descer (...) ele ficava só em cima. Não dava certo. Tinha colocado 10 para subir e descer. Mas, não deu certo. Para descer, tinha que ser negativo, devido o plano. Isso faz ele pular. Então, ele sobe 10 e termina o laço, depois ele desce 10 [-10] e também termina o laço.</td></tr>
</table>

A explicitação da fala da Matticker 13 nos mostra uma ordem lógica dos passos dos algoritmos. Ela remete à ideia de que o algoritmo se estrutura porque há uma sequência muito bem definida. Mais do que isso, ao entrevistá-la, observa-se que ela lê os comandos passo a passo e ao mesmo tempo vai justificando a sua finalidade, que é uma das ideias essenciais do construcionismo. Deixar os estudantes mostrar seus projetos da sua maneira. A Matticker também nos revela que teve dificuldades para construir o algoritmo do pulo do personagem. Pensar nessa estrutura é muito mais do que juntar blocos e fazer o boneco pular. É analisar a forma como o personagem varia em torno do eixo y para subir e depois para descer.

A descrição do algoritmo, embora se apresenta de forma sequencial, se mostra dinâmica. É dinâmica porque não se deu de forma linear, uma vez que a Matticker 13 não seguiu um só caminho para construí-lo. Errou, discutiu e pode consertá-lo ao longo do processo. Pensou que os números positivos seriam unicamente necessários para fazer o personagem descer, mas se enganou. Era preciso também usar os negativos em outro laço de repetição. Precisou assim (re) pensar a sua forma inicial antes rascunhada em sua mente. As suas descrições não correspondiam com suas intenções iniciais, uma vez que o movimento do pulo do personagem projetado na tela do Scratch se revelou diferente da sua ideia inicial. Esse movimento de fazer, pensar, fazer de novo e pensar mais uma vez, quantas vezes forem necessárias, se constitui como um "[...] processo ativo de construção e reconstrução de estruturas mentais, no qual o conhecimento não é simplesmente transmitido" (MALTEMPI, 2012, p. 288) para o próprio aluno. É construído ativamente por ele, mesmo quando esse recebe intervenções de outros sobre as suas ideias antes planejadas, pensadas e executadas.

Essas situações, embora comuns no cenário de investigação, se consolidavam como oportunidade para o estudante não só de pensar no erro e na sua correção, mas também na forma de construir outras estratégias. Escrevê-las mais uma vez se mostra como um modo diferente de refletir seus resultados. Ao analisar a fala da estudante, nota-se que há uma relação entre diferentes conteúdos matemáticos e de programação. Um deles é os números inteiros (os positivos e os negativos, além do zero) que foram utilizados para demarcar a subida e a descida dentro dos '*loopings*'. Na construção desses laços de repetição por diferentes grupos de estudantes, detectamos alguns impasses em relação ao pulo do personagem, entre os quais destacam: não consideram o tempo para o personagem subir e depois descer; o valor de subida era diferente do de descida, o que fazia o personagem, por exemplo, subir e ficar no meio do caminho; colocaram o comando os valores de y (de subida e descida) no mesmo laço, o que por consequência não permitia o personagem variar em y.

5.3.2 Um monte de rabiscos? Não, não é não!

A construção dos algoritmos mobilizados no jogo *Steve New York* se estendeu para mais de um encontro. Introduzimos novos conteúdos de matemática e de programação, como o uso de variáveis para representar a pontuação e as ideias condicionais, como [Se... então]. Nesses momentos, podemos analisar, à luz do construcionismo, a forma como o conhecimento matemático aliado à programação se dava a partir das descrições dos alunos.

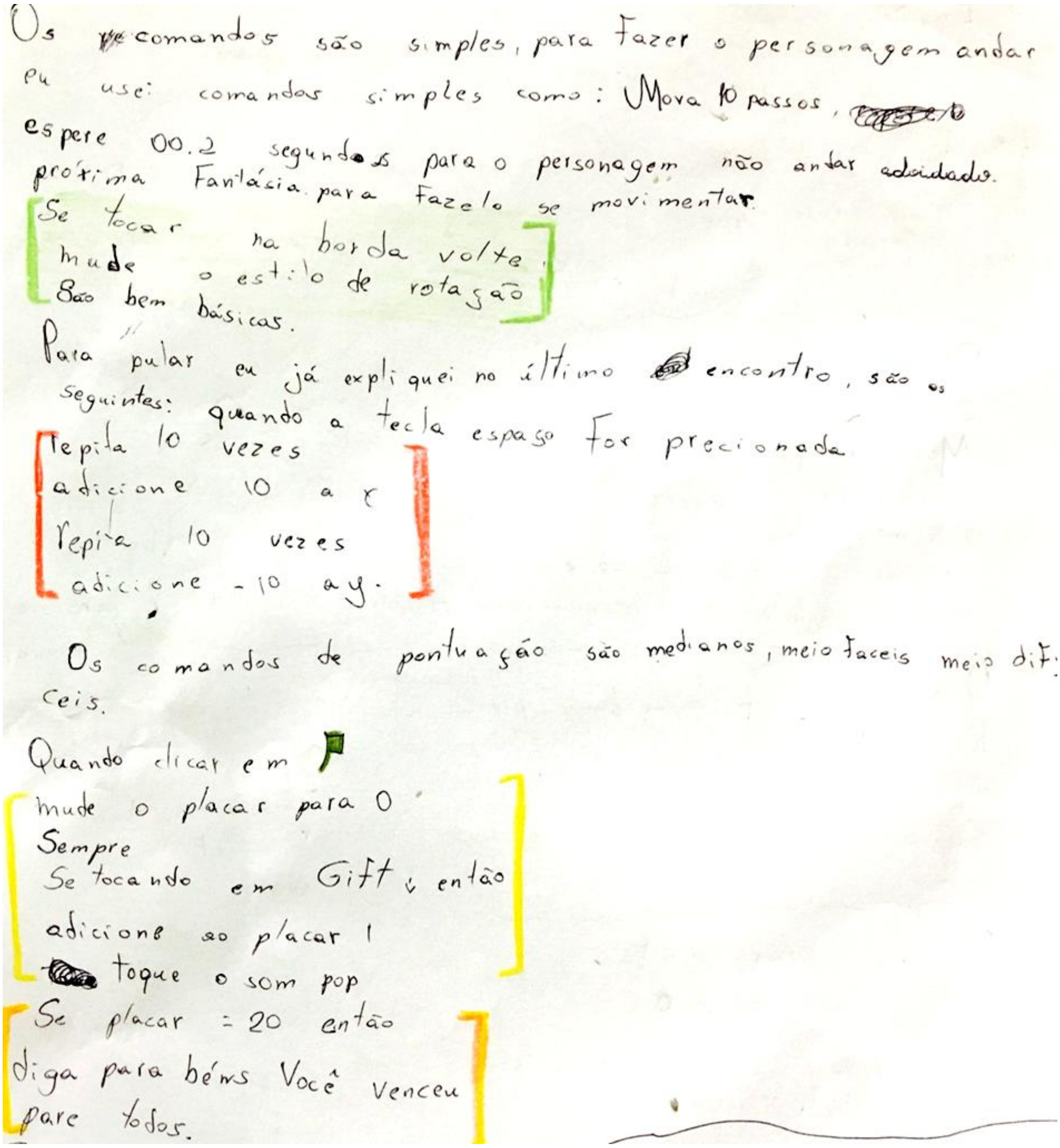

Os comandos são simples, para fazer o personagem andar eu usei: comandos simples como: Mova 10 passos, espere 00.2 segundos para o personagem não andar adoidado. próxima fantasia para fazelo se movimentar.
Se tocar na borda volte,
mude o estilo de rotação
São bem básicas.
Para pular eu já expliquei no último encontro, são os seguintes: quando a tecla espaço for precionada
repita 10 vezes
adicione 10 a x
repita 10 vezes
adicione -10 a y.
Os comandos de pontuação são medianos, meio faceis meio dificeis.
Quando clicar em
mude o placar para 0
Sempre
Se tocando em Gift, então
adicione ao placar 1
toque o som pop
Se placar = 20 então
diga para béns Você venceu
pare todos.

Figura 14 - Caderno de memória da Matticker 10: a descrição das etapas do algoritmo do jogo

Ao analisar com mais atenção os cadernos de memórias dos Mattickers, percebemos as descrições do pensamento dos estudantes, a sua forma lógica de mobilizar as ideias e as suas específicas estratégias. Um destes registros que nos leva a compreender o processo lógico destas construções é o rascunho feito pela Matticker 10. É um registro sistemático que mostra a construção em paralelo de comandos para o desempenho do personagem no jogo. Mais do que um rascunho, é uma forma que ela encontrou antes de projetar seus algoritmos no *software Scratch*. Essa forma de registrar as suas ideias se mostra como uma construção lógica e sequencial de passos de como o jogo pode funcionar. Articula a sua forma de pensar com a sua forma de explicitar as suas ideias, seus conceitos mobilizados e as suas estratégias.

Rascunhar a estrutura de funcionamento do personagem do jogo, assim como preconiza o construcionismo, é uma etapa da construção de conhecimento que leva o estudante não só organizar as suas ideias, mas também refleti-las. Percebemos uma separação em fases dos algoritmos de cada movimento do personagem feito pela Matticker 10. Demonstra inicialmente os comandos mais simples seguindo para os mais complexos. Mas, isso não é regra e não necessariamente se aplicou para todos os participantes da pesquisa. Se mostra alternativo, variando de cada contexto, realidade, jogo, personagem e estudante.

Ao observar a estrutura descritiva feita pela Matticker 10, destacam-se o uso de comandos de programação condicionais articulados com laços de repetição, além da exploração dos números inteiros (positivo para cima, e negativo para baixo, e o valor zero como neutro). No rascunho há uma mobilização conjunta de conceitos matemáticos e de programação que não se apresentam dissociados, mas articulados nesse processo de produção feita pela estudante. Aprofunda-se também, sem deixar de lado o plano cartesiano, o conceito de variáveis do jogo (isto é, placar = 20 pontos), que se modifica à medida que o personagem *Steve* 'toca' no tijolo (*script)* e que se finda ao alcançar a pontuação máxima definida pelo sistema condicional de programação *"***Se** placar = 20 **então** diga: parabéns você venceu! **Pare todos***"*. O comando condição só será aplicado quando acontecer o evento do personagem tocar no tijolo, caso contrário os algoritmos, que se associam a ele, permanecerá inoperável.

Há muito mais do que algoritmos e termos matemáticos construídos para cada *script* do jogo, existe a interconexão necessária entre eles. Essa forma de relacionar os comandos e as ideias matemáticas é um processo que exige um pensar específico pelo aluno, que o leva a tentar a compreender não só o funcionamento da estrutura particular do jogo, mas a global. Pensar na estrutura dos algoritmos específicos para os mais gerais do jogo *Steve New York*, sem desvincular as suas recorrentes associações, é uma forma que, pela dinamicidade do projeto, nos permitiu refletir em conjunto sobre o lógica de programação em paralelo.

O registro da Matticker 10 não é o jogo em si, mas é a forma inicial de como ela começaria a produzi-lo no próprio *software*. Essa forma de descrever as suas ideias do jogo foi incentiva pelo movimento do projeto. Essa descrição embora específica passou para a dimensão que chamamos de descrição/compartilhada. Mas, não se restringiu a ela. Isso porque quando os Mattickers apresentavam suas descrições, também refletiam e de algum modo depuravam suas ideias. Corrigiam erros e apagavam aqueles que já não consideram mais satisfatórios para o jogo. Isso é um movimento que não nega a construção de significado particular para o mais geral, mas faz, a partir da troca de ideias entre os participantes, a construir novas ideias e novos conhecimentos. E é justamente essa situação que nos permite a pensar a construção não como algo linear (descrição-execução-reflexão-depuração), mas como um processo dinâmico que acontece nas múltiplas relações que se materializam. Não é porque a Matticker 10, assim como os demais, descrevia seus passos que não abria necessariamente o caminho à reflexão/compartilhada. Pelo contrário, foram nessas descrições que se originavam a reflexão/compartilhada e pela reflexão a compreensão/compartilhada.

5.3.3 A construção do jogo, mas quem ensina é o aluno (descrição/expressão)

A maior parte da construção dos (novos) algoritmos do jogo *Steve New York* partia dos questionamentos mobilizados no ambiente de aprendizagem pelo professor-pesquisador. As ideias eram lançadas para o meio de discussão e pela discussão entre os participantes os conceitos matemáticos e de programação eram formalizados. Os estudantes analisavam as questões norteadoras, interagiam com o grupo, e logo em seguida tentavam fazer, expressando suas ideias em formas de blocos na zona de comandos do *Scratch*. Uma interação que não dissociou da busca pelo significado. Uma destas ações foi a formalização do conceito do argumento condicional de programação *'Se ... então'* com os participantes da pesquisa. Porém, mais do que formalizar os conceitos, promovemos uma explicação mútua entre professor-pesquisador e um dos Mattickers, que já havia concluído a construção dos algoritmos do jogo.

> **CCV2:** O Jogo [Steve New York] explorado foi um pouco avançado para alguns [dos Mattickers], uma vez que não estavam familiarizados totalmente com os novos comandos apresentados no jogo proposto, mas por outro lado com a discussão, tentativas e correção de erros de comandos, fez com eles entendessem e avançassem junto com os demais. Perguntavam bastante, mas esse era o intuito. O que achei fantástico nessas discussões é que as perguntas que se faziam, eles me respondiam com propriedade, mostravam os comandos e argumentavam suas finalidades. Alguns não sabiam muito, mas com as discussões, com os exemplos e tentativas as ideias dos algoritmos iam sendo compreendidas (...) **CCV1:** Percebo que as vezes por estarem [os alunos] tão atentos em conhecer cada comando [Se... então] e para construir o que lhes eram pedidos, se perdiam nas explicações e discussões do grupo, pois ficam fascinados com suas próprias descobertas, daí ficavam tentando. Depois queriam apresentar suas ideias e mostrar como fizeram ao grupo.

Movimento 11 | Construindo significado para o argumento condicional "Se... então'

Um recorte (editado) do acontecimento | Câmera Gol Pro
(Projeto Mattics | 22 de setembro de 2015 | Vídeo 25 | 00:00:00 - 00:08:34)

PP: (...) o nosso jogo pode ser 10 pontos? [a pontuação máxima do jogo] Se você fizer 10 pontos, vamos colocar para acabar o jogo? [terminar o jogo] Localize aí o comando no Scratch... [tempo de localização]
Matticker 10: É no controle, a gente vai controlar. Daí, o comando [se ... então] tá lá! [burburinhos]
Matticker 11: Ele é como se fosse um comando que revestisse outro... A gente pode encaixar outros comandos a ele. Mas, os comandos que estão dentro dele só vão funcionar se ele for acionado, não é?
Matticker 7: Vai depender então, né, professor? Por isso a condição... Ele tem um requisito.
PP: Isso mesmo, feras! Ele tem um requisito. Só vai funcionar se algo acontecer, vejam isso: [exemplos]
Matticker4: Estamos construindo um comando para a pontuação do personagem com a condição...
PP: Ótimo, isso mesmo! (...) se o bonequinho [Steve] fizer 10 pontos o jogo vai acabar. Então, se a gente tocar o personagem 10 vezes no tijolo, os comandos que estão dentro dele vai 'executar' 10 vezes, verifiquem (...)
Matticker 5: Quando a gente tocar no tijolo, esse comando aqui [condicional] vai rodar 10 vezes. Depois, vem o comando 'Parar tudo'. O jogo vai parar, mas só depois de tocar 10 vezes. Se não tocar, não para...
PP: Isso, vamos testar! Tentem aí... e vejam o que acontece! Os colegas que já conseguiram, ajudem aqueles que estão terminando [os estudantes, que não havia terminado recebem ajuda dos demais colegas]
PP: (...) Pessoal, agora, vá lá em operadores... Olha, aqui tem adicionar, subtrair, multiplicar e dividir. Estou apresentando outros comandos pra vocês, (...)! Aqui está o comando para números aleatórios, desigualdades (>, < ou =), esses são alguns dos comandos [o professor apresenta novos comandos da paleta operadores aos alunos e depois discute cada um]. Mas, detalhe: qual comando eu vou usar aqui para nosso algoritmo junto à condição "Se... então'? A gente já criou a variável pontos, então... ela tem que ser o que para o jogo? A gente pode tentar associar o operador de igualdade para demarcar a quantidade de pontos igual a 10 (...)
Matticker 7: [vários burburinhos] Ah, a gente tem que usar o igual, porque se a gente colocar o ponto igual a 10 e colocar isso na condição, a gente pode colocar o [comando] pare tudo. Daí, o jogo para mesmo!
PP: Isso, se alguma coisa for igual a outra, a condição 'se... então' vai funcionar. Show de bola! Isso mesmo, se a gente colocar pontos < 10 ou pontos > 10, o que vai acontecer? Vamos testar essas ideias? (...)

O recorte da discussão (Vídeo 25) no Mattics se centra basicamente na exploração do comando condicional "Se... então', que se associa ao operador de igualdade, para o funcionamento do jogo. Nem todos participaram dessa discussão. Alguns apresentaram dificuldades quando a sua compreensão. Foi preciso discutir em conjunto alguns exemplos e ideias, e aos poucos a construção desses significados foi surgindo. Foi sendo percebido pelos estudantes. Essa situação, que foi recorrente no projeto em distintos momentos, nos possibilita pensar a construção de conhecimentos (específicos) a partir da descrição/expressão dos algoritmos. Descrições que não se ausentavam de discussões, mas que partiam do princípio da compreensão entre os participantes e também das questões que eles levantaram. Essa construção/descritiva pela interação é "[...] uma atividade que consiste de uma ação de programar o computador e ensiná-lo como produzir o programa na tela (...) essa ideia implica na descrição da solução de um problema através de comandos (VALENTE, 1999, p. 13).

A interação em si, muito mais do que compreender novos comandos de programação, era a de propor novas soluções para o funcionamento do jogo, como, por exemplo,"se o personagem [Steve] fizer 10 pontos pare o jogo [o jogo se encerraria a partir dessa condição]'. A descrição/expressão da linguagem *Scratch* foi sendo aos poucas construída com os alunos e esta não se mostrou neutra no processo da construção de conhecimento. Antes se apresentou como forma de organizar, explicitar o raciocínio e discuti-lo com outros. Uma destas descrições/discussões que nos chamam a atenção é a de verificar a pontuação do jogo, vinculada à ideia condicional, com o conceito de desigualdade numérica da variável ponto, que foi apresentada por um dos Mattickers em diálogo com o professor-pesquisador à turma.

Movimento 12 | Pontos? Maior, menor ou igual a 10? [Ponto =, < ou > 10]

Um recorte (editado) do acontecimento **(Projeto Mattics | 22 de setembro de 2015)**	Diálogo (transcrito) (**Matticker | Vídeo 27**)
	**00:02:11 - 00:10:57** [Diálogo | após a verificação da pontuação] **PP:** Vamos verificar juntos agora. Se o placar foi igual a alguma coisa então... Como eu quero 10, vou colocar 10. [pontos =10]. O que acontece se a variável ponto for maior ou menor do que 10? Alguns já verificaram... os resultados são diferentes? Matticker 4 quer nos mostrar! **Matticker 4:** primeiro a gente monta o sempre e coloca a condição. A variável igual a 10 [pontos =10] (...) a ideia de tocar no tijolo para marcar pontos vai funcionar... Então, tem que está no sempre... se não tiver, essa ideia não vai funcionar no jogo (...) **PP:** Isso mesmo! E se o placar não for igual a 10, se for maior ou menor... o que acontece com esse comando? **Matticker 4:** Se o ponto for menor do que 10.. .toda vez que o boneco bater no tijolo, o jogo vai parar. Porque é assim, bateu: fez 1 ponto. Como 1 ponto é menor do que 10, então o jogo vai executar o comando que está lá dentro [fazendo referência ao comando "Pare Tudo"] **PP:** Show, coloca aí agora... Troca o operador por maior e coloca pontos maior do que 10 [pontos > 10] (...) **Matticker 4:** (...) agora aqui é a mesma coisa. Só muda um detalhe... A gente vai ter que fazer mais de 10 pontos para vencer o jogo. (...), tipo: 11 pontos, por exemplo.

O recorte do diálogo entre Matticker 4 e professor-pesquisador reforça a mobilização de outros significados matemáticos e de programação. A partir desse movimento é possível destacar a discussão de três hipóteses a partir da igualdade e desigualdade algébrica na construção do algoritmo. A primeira hipótese evidencia a igualdade entre variável [Ponto] e um número fixo [10] para se encerrar o jogo [Ponto = 10], enquanto a segunda e a terceira hipóteses sinalizam respectivamente a pontuação menor do que dez [Ponto < 10] e maior do que 10 [Ponto > 10]. Os alunos não tinham antes trabalhado com o conceito de menor e nem maior, quanto menos associar essas ideias ao comando de programação "Se... então". Porém, são conceitos que foram mobilizados e construídos pelo levantamento de hipóteses, pela verificação de diferentes resultados e pela manipulação dos próprios algoritmos no *Scratch*.

Quadro 5 - Algoritmos do Scratch: operadores de comparação (relação de ordem)

Ponto = 10 **(Igualdade algébrica)**	Ponto > 10 **(desigualdade algébrica)**	Ponto < 10 **(desigualdade algébrica)**
		

Fonte: a pesquisa, 2016

Não foi formalizado inicialmente o que seria um conjunto de valores formado por esses operadores de comparação, embora os seus significados aparecem no diálogo entre professor-pesquisador e Matticker 4 "Se ponto for maior do que 10, a gente vai ter que fazer mais de 10 pontos para vencer o jogo. (...), tipo: 11 pontos ". A verificação dessas ideias no ambiente de aprendizagem aliada aos comandos permitiu não só esse estudante associar suas ideias e perceber que para cada operador de comparação [=, < ou >] haveria um tipo de pontuação específica para se vencer o jogo. Então, não era apenas mudar o valor da constante [10], era possível também mudar o tipo operador. Era uma nova constatação para os alunos, que foi discutida pelo Matticker 4 com a mediação pedagógica do professor-pesquisador.

Esses elementos combinados (linguagem de programação e matemática), além de aproximar da linguagem falada entre os participantes, possuem aspectos visuais que permitem auxiliar no processo de compreensão de eventos quando testados e analisados. Mostram-se como premissa da dimensão sintática "[...] quando se caracterizam pela facilidade de acesso às condições básicas necessárias para o desenvolvimento do processo da construção do artefato no momento em que permitem, tanto ao estudante quanto ao orientador, selecionar, dentre um conjunto de comandos, procedimentos específicos que se desejam fazer" (DELLA VECCHIA, 2012, p. 195) para avançar no projeto e no processo de construção de ideias.

A maior questão era a de verificar que a solução, quando se usava desigualdades, não era única, mas infinitas. A partir desses diálogos, não só com o Matticker 4, mas com os participantes da pesquisa, foi possível tecer uma rede de discussões que iam muito além da descrição/expressão dos algoritmos. Havia também reflexão/compartilhada de como esses comandos funcionavam mutuamente a partir da execução/compartilhada. E refletir de forma conjunta ou compartilhada "[...] sobre os resultados obtidos mobiliza na busca de novos conhecimentos” (VALENTE, 1999, p. 12), de novas hipóteses, estratégias e significados.

A construção de conhecimento matemático pelo estudante a partir do primeiro jogo construído não se deu de forma sequencial. Alguns acompanharam a construção e logo se mostravam seguros quanto aos conteúdos explorados. Outros não necessariamente. O ambiente de aprendizagem não garante, mesmo pela correspondência das dimensões construcionistas, a forma de construção homogênea de conhecimento. O fluxo da construção/compartilhada do jogo nos permitiu verificar a construção de conhecimento mesmo antes dele ter sido formalizado. Uma forma inversa do formal para o empírico. O conhecimento produzido, nesse recorte, nos possibilita concluir que há uma multiplicidade de caminhos que se legitimaram ao longo do processo de forma pessoal para cada aluno. Além disso, ao trabalhar a primeira produção coletiva do jogo, que mobiliza diferentes linguagens, se mostrou como uma alternativa para pensar o que se escreve e o que se constrói. É um caminho que valoriza o complexo individual de aprendizagem do estudante, que não se ausenta do grupo. A partir dos recortes sucessivos dessa seção, os estudantes não conheciam os termos mobilizados, mas no final, passaram a conhecê-los. Não foi apenas passado, foram produzidos. Foram construídos pela discussão mobilizada pelo meio e pela troca descritiva.

Discutir a construção dos algoritmos e poder descrevê-los em grupo se mostrou de forma singular a maneira como se vê a produção de significado pela participação ativa de cada estudante ao longo do processo de aprendizagem de matemática. Assim que construímos os algoritmos do jogo *Steve New York* e formalizamos as suas ideias, desafiamos os Mattickers, em grupo, no ambiente, a pensar na construção de um novo jogo. Trazemos assim esses (novos) movimentos para o fluxo da análise da pesquisa, pois nos permitem evidenciar as novas descobertas/experiências dos estudantes ao produzir seus jogos, além de apontar alguns fatores que nos levam a compreender o processo da construção de conhecimento matemático a partir da reflexão/discussão entre os sujeitos da pesquisa.

5.3.4 Bob e as aranhas: algumas ideias e novas (Reflexões/discussões)

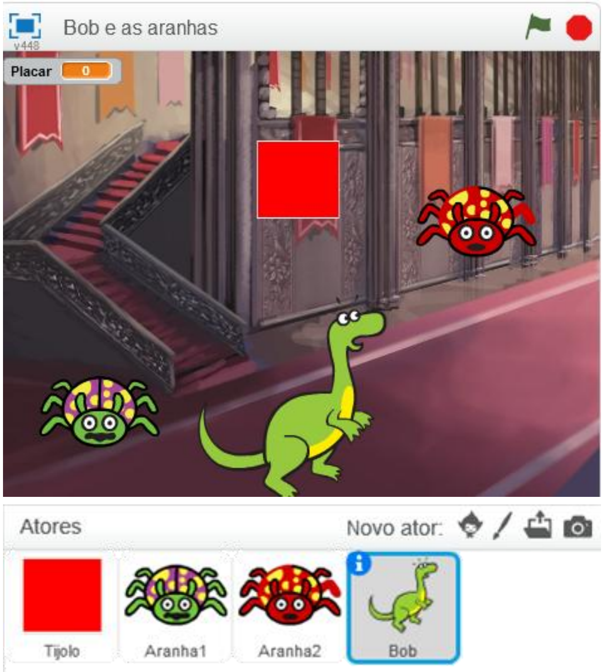
Na perspectiva defendida por Rosa (2004), e de outros autores que se embasam nas ideias construcionistas, como Maltempi (2005) e Dalla Vechia (2012), a construção não se constitui de forma linear e nem se dá apenas de forma sequencial mobilizada no ambiente. É antes vista como um processo dinâmico, que se mostra presente na variedade de fenômenos que não necessariamente se materializam. É construída por cada indivíduo de forma singular. Pensar essa forma de construção, em um ambiente construcionista de aprendizagem, é uma forma de perceber as múltiplas reflexões compartilhadas, que se caracterizam como um dos processos mentais que levam a novas estruturas de pensamentos e diferentes construções.

À luz do construcionismo entendemos que o processo de construção de conhecimento matemático a partir da produção de um artefato (por exemplo, o jogo digital) não parte da dicotomia de certo-errado do que se produz, mas "[...] de premissas que podem se constituir em "falsas teorias' ou falsas conjecturas', quando analisadas a partir de um olhar que tem como base o conhecimento formal (DALLA VECCHIA, MALTEMPI, 2015, p. 633). Não segue necessariamente de uma trajetória que vai de uma 'posição verdadeira' a outra não verdadeira. Pelo contrário, seu caminho natural inclui "[...] falsas teorias que ensinam tanto sobre a formulação de teorias quanto as verdadeiras" (PAPERT, 1985, p. 162). E é nesse processo entre teorias que propusemos analisar o fluxo da reflexão/discussão dos alunos ao produzir seus próprios artefatos utilizando linguagem de programação gráfica. Atemo-nos ao processo da produção dos significados matemáticos e de programação, não ao produto final.

A reflexão/discussão, que não despreza o compartilhar de ideias com o outro, se apresenta na observação do processo da construção do jogo digital e se faz "[...] com que haja um processo comparativo por parte do aprendiz, que sobrepõe os objetivos almejados com a apresentação feito pelo computador (DALLA VECCHIA, 2012, p. 67). Essa situação nessa etapa do processo de análise nos leva a pensar na forma como os alunos criaram seus primeiros jogos e a forma como fizeram para corrigir os seus erros durante as suas produções. Assim sendo, a reflexão/discussão se funda no "[...] debate de ideias que subentende a própria reflexão, expressa muitas vezes no decorrer [do] embate verbal" (ROSA, 2008, p. 129).

Dos diferentes jogos construídos, que se abre como ponto de partida para compreender a reflexão/discussão da produção dos sujeitos de pesquisa, e que leva em conta quase as mesmas estruturas de programação do jogo *Steve New York*, destaca-se o jogo Bob e as aranhas. É um jogo que foi construído por duas Mattickers e, que ao executar os algoritmos, percebiam erros em seu funcionamento. Por mais que corrigiam, eles se mantinham da mesma forma. Trazemos esse recorte à análise como exemplo dos demais participantes da pesquisa.

Movimento 13 | Produzindo o jogo Bob e as aranhas...

Interface do jogo: Bob e as aranhas **(Projeto Mattics | 28 de setembro de 2015)**	Diálogo entre CCV1 e Mattickers (transcrito) (**Matticker | Vídeo 29**)
	00:00:04 - 00:01:43
	**CCV1**: o que vocês produziram... o que pensaram? **Matticker 16:** Hoje no projeto, a gente construiu esse jogo bem legal! [Bob e as aranhas] O bob é um dinossauro.. as aranhas são as nossas adversárias, não podemos tocar nelas... senão, a gente perde vidas. O jogo que a gente pensou é bem fácil... basta tocar 20 vezes no tijolo, como no jogo anterior, [Steve New York], mas agora tem as aranhas... elas são rápidas. **CCV1:** Então, a ideia é tocar 20 vezes e ao mesmo tempo despistar das aranhas... elas representam perigo. **Matticker 11:** isso mesmo! As aranhas estão no castelo mal assombrado... Acho legal esse cenário... (...) elas vão descer e tentar pegar ele [o dinossauro] e tem que ser rápido para bater no tijolinho, que a gente desenhou, para vencer e passar de fase... (...) **CCV1:** Ah, legal... pensaram na ideia de fases... **Matticker 11:** O jogo ainda está em fase de desenvolvimento... Mas, uma das dificuldades que tivemos foi [a de] programar o movimento das aranhas para cima e para baixo. (...) outra dificuldade foi a de fazer ele pular... ele não pulava [erro na máquina]. Só que no final o professor nos ajudou a resolver. A gente arrumou a direção dele, agora o jogo está quase pronto.

Percebe-se, no movimento 13, a apresentação do jogo Bob e as aranhas pelas alunas. Foi um do jogo construído pela Matticker 16 e pela Matticker 11. Não só elas, mas todos os demais grupos, produziram seus jogos em dupla nessa etapa de aprendizagem. A interface do jogo pode ser observada ao lado do diálogo. Nota-se que elas usam duas aranhas que se movem (deslizam) no sentido vertical, enquanto o Bob (o dinossauro) no sentido horizontal para andar e no sentido vertical para pular. A dupla associa algumas características recorrentes da transcrição do jogo *Steve New York* e traz ao palco alguns novos elementos como as duas aranhas. O diálogo nos permite perceber tanto o objetivo do jogo quanto a intenção pessoal da dupla em construir o cenário, algo que chamava a atenção delas. Porém, o mais importante não se encontra no produto final ao ver o jogo funcionando (ser executável). Centra-se antes de mais nada no processo dessa construção. Um processo que se deu por alguns momentos de idas e vindas, como foi a construção do algoritmo do deslize da aranha.

Movimento 14 | Deslize da aranha... Poxa, a aranha fica só nesse lado de cá. Tá errado!

Edição (Ilustração editada) | Aranhas e seus algoritmos
(Projeto Mattics | 28 de setembro de 2015)

Diálogo entre Mattickers e professor-pesquisador durante a construção do algoritmo das aranhas (00:00:04 - 00:00:07 | vídeo 27)

Matticker 16: Como o professor falou... vamos colocar a aranha para subir e descer... coloca o deslizar... (...)
Matticker 16: (...) É o comando deslizar, não é? Ela vai ficar subindo e descendo?
Matticker 11: Isso, ela vai descer e subir... a gente precisa variar o valor de y... o valor de x não precisa.
Matticker 16: Por que o valor de x não precisa? Ah, já sei! A aranha vai ficar só nesse lugar [mostra na tela]
PP: Ótimo... vocês estão construindo o algoritmo da aranha (...) Elas vão começar sempre numa posição x, enquanto y ficará variando (...) vocês usaram o comando de números aleatórios pra fazer isso, bacana!
Matticker 11: A gente colocou os números aleatórios porque aí fica mais complicado para o jogador vencer... as aranhas vão ficar pra lá e pra cá... mas só nesse sentido... [no vertical]... ela pode aparecer aleatoriamente.
PP: Por que fica mais difícil vencer o jogo usando esse comando?
Matticker 16: Porque ninguém sabe onde a aranha vai deslizar... ela pode parar aqui [mostrando na tela]...
Matticker 16: Esses pontos são os valores de y (...) Por exemplo, a aranha só pode ficar nessa altura entre 180 e 25, que é o intervalo que a gente marcou... Então, ela pode desligar até aqui [menor valor] ou até aqui [menor valor]... por exemplo, ela pode parar no valor igual a 26 ... [ela apresenta alguns valores do intervalo]
PP: Show de bola! Então, elas não podem parar no valor 24 e 181... bacana... vocês não só entenderam a ideia desse comando, como também estão utilizando para o seu novo jogo aliado aos outros comandos (...)
PP: Agora, coloque para rodar [executar] o programa... [A Matticker 16 aperta o botão verde para rodar o jogo]
Matticker 11: (...) as aranhas voltam para o mesmo lugar...a altura delas muda [o valor de y]...
Matticker 16: É mesmo, as aranhas estão na mesma linha... o que aconteceu? Alguma coisa errada... [silêncio]
PP: Olha... as aranhas estão deslizando... mas, onde elas estão deslizando? Olhem a posição...
Matticker 11: Elas estão no mesmo lugar [na mesma posição horizontal] essa aranha fica só desse lado de cá...
PP: Observem os dois algoritmos das aranhas... o que tem de diferente e igual?
Matticker 16: Ah, já sei...[risos] é o valor de x... é o mesmo... as aranhas precisam ter valores de x diferentes...
Matticker 11: (...) Por isso, que quando a gente clica na bandeira verde, executa esse comando e aí ela vai para esse valor [x=174]... Vamos trocar o valor de x... então, uma aranha vai ter 174 e a outra... (...) -168, pode ser?

A ideia de número aleatório é demarcada no diálogo entre as Mattickers e se efetiva na discussão entre a variação dos valores de y enquanto os valores de x permanecessem inalterados. Muito mais do que mobilizar ideias sobre a variação e a fixação desses valores, as estudantes discutem de forma integrada o movimento aleatório das aranhas no jogo. Percebemos a partir dessa discussão, em especial, da fala: "[...] a gente colocou os números aleatórios aí (...) as aranhas vão ficar pra lá e pra cá... mas só nesse sentido [no vertical]" se mostra como uma ação de reflexão/discussão entre elas. Isso porque as permite a discutir conceitos específicos a partir da troca correspondente de significados. É uma forma de reflexão que se apresenta no "conhecimento individual quanto no coletivo, pois, contempla significativamente a discussão proporcionada pelo embate de ideias " (ROSA, 2006, p. 64).

Entendemos que as Mattickers ao descrever/discutir a construção dos algoritmos das aranhas puderam não só pensar no funcionamento do seu jogo, mas também refletiram sobre a sua estrutura. Em uma explicação, a Matticker 11 nota alguma coisa de errado a partir da execução do jogo, que leva o grupo logo em seguida a refletir conjuntamente sobre o movimento de uma das aranhas. A fala "(...) as aranhas voltam para o mesmo lugar, a altura delas muda" mostra algo que não deveria estar acontecendo no jogo. É uma situação que parte da percepção da aluna e permite o grupo a discutir essa mudança não esperada. A percepção é intensificada pela Matticker 16 que reconhece a mudança da posição da aranha "É mesmo, as aranhas estão na mesma linha, o que aconteceu? [tem] alguma coisa errada [silêncio]". Compreendemos que há modo específico de reflexão entre as alunas sobre a posição da aranha. Uma forma que se pensa sobre o porquê da aranha estar em um lugar e não em outro. Há uma quebra do que se idealiza para a construção do movimento da aranha do que aquilo que se executa e se projeta na tela do programa. Um resultado diferente do esperado. É uma situação espontânea que permite o grupo observar o fenômeno em questão. Mais do que isso, possibilita o 'insight' de uma das Mattickers identificar a mudança inesperada do jogo: "(...) Ah, já sei...[risos] é o valor de x... é (...) as aranhas precisam ter valores de x diferentes". Percebemos que essa situação muito mais do que notar o que havia de errado no algoritmo, é um movimento natural que leva o grupo a observar e a refletir a execução do algoritmo.

Por meio dessas discussões (e perguntas) no diálogo entre professor-pesquisador e sujeitos de pesquisa, consideramos que há reflexão, na qual permitiu associar tanto a posição das aranhas com algoritmos específicos de programação, quanto ao plano cartesiano. Há um referencial matemático observado por uma das alunas e que mobiliza a pensar em uma nova estratégia diferente da executada. Notamos ainda que, no caso apresentado, as discussões apontam para não somente a localização de uma mudança inesperada do personagem, mas também de sua correção ao longo do processo. Não só nesse recorte, mas em outros, é possível considerar que as reflexões e discussões, que envolvem os conteúdos de programação e matemática, se mostram de forma natural durante a produção de jogos digitais. Não é dado nada pronto, é antes pensado, e mesmo analisado, é suscetível de ser pensado mais uma vez.

Nesse sentido, Papert (1985, p. 40) defende a ideia de que ao utilizar uma linguagem de programação, a “[...] questão a ser levantada a respeito do programa não é se ele está certo ou errado, mas se ele é executável”. Mesmo sendo executável, como foi o caso de uma das alunas, é preciso levar em conta o que se havia planejado com o que se foi projetado na tela do programa. Essa maneira de observar o código de programação e confrontar com o movimento do personagem surgiu como campo fértil de reflexão entre as participantes.

Compreendemos ainda que há uma inclusão de interesses envolvidos nessa discussão/reflexão, na qual a construção de significados se fortalece no debate coletivo e não somente da relação aluno-computador. É um movimento particular de entender tal construção que não se dá por uma única direção. Não há uma sequência definida, nem uma ordem bem demarcada. Há na verdade discussões/reflexões que podem gerar outras, formando-se uma cadeia de novos significados e mais registros de pensamentos. Significados que não se revelam necessariamente na materialização do diálogo entre pessoas, como foi a fala da Matticker 16: "Ah, já sei (...) [*insight*]". Entre o seu pensamento e a sua fala há um turbilhão de ideias que se relacionam. É uma expressão resultante de muitas outras ações refletidas. É um registro pessoal demarcado pela sua (re) construção pessoal do objeto. Uma reconstrução que se mostra pela externalização da sua fala ao explicar o seu pensamento ao outro.

Muito mais do que pensar a construção de conhecimento matemático a partir da produção de um jogo digital no movimento particular da discussão/reflexão é preciso entendê-la de uma forma mais ampla quando se abre ao processo de depurar ideias e significados. É um termo construcionista em especial do Turbilhão de Aprendizagem, que recebe o nome de depuração (*debugging*), e que nos ajudam a compreender a construção de conhecimento (matemático) baseado na produção de jogos pelo computador centrado no erro, uma vez que "estratégias poderosas de pensamento" (MALTEMPI, 2000, p.16) podem ser aí mobilizadas.

Para entendermos melhor esse processo de depuração/compartilhada da construção de conhecimento matemático dos sujeitos de pesquisa, sem deixar de lado o processo descrição/expressão e reflexão/discussão, a partir da produção de jogos digitais, caminhamos para Cena3. É um recorte que nos permite entender mais sistematicamente a admissão do discurso das falas dos alunos ao construir seus jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem. A análise desta cena se centra no discurso dos participantes, que combina a língua falada e a matemática, os diálogos informais entre os participantes, e parte do princípio de que o conhecimento informal se apresenta como uma "[...] a oportunidade de aprender e usar a matemática através de um modo não [necessariamente] formalizado" (PAPERT, 1994, p. 22). Os diferentes discursos se caracterizam como peças importantes para se compreender a construção de conhecimento matemático. Trata-se da apresentação da produção de dois jogos, Pingue-Pongue e Breakout, que são analisados à luz dos fundamentos construcionistas.

5.4 **[CENA3]** OS JOGOS? QUEM OS PRODUZ? (DEPURANDO/COMPARTILHANDO) IDEIAS EM UM AMBIENTE CONSTRUCIONISTA DE APRENDIZAGEM

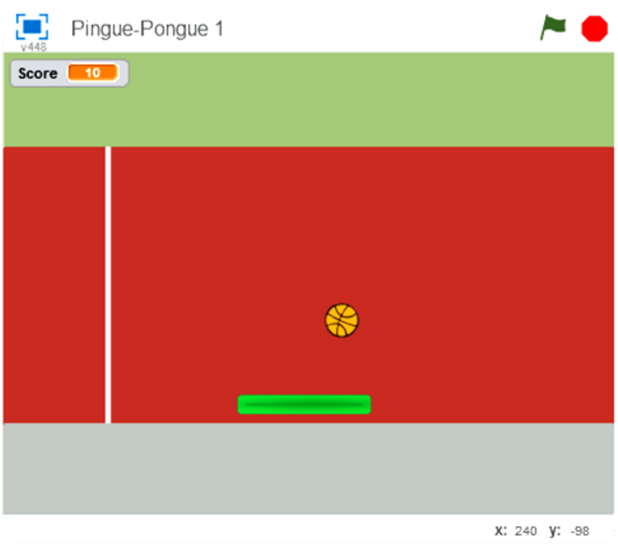
> **CCV2:** Os Alunos, dentro do espírito colaborativo, passaram a não só ensinar os colegas como também a mim (...) Aprendia muito com cada um. Compartilhávamos e testávamos juntos as ideias matemáticas. Percebi que a noção de lógica de programação ia se aprimorando a cada novo encontro. Não é que tudo ficava mais fácil, tinham as dificuldades... os desafios ali na hora de construir cada jogo junto com cada aluno. Mas, era um momento ímpar e que permitia os alunos colocar a mão na massa durante as suas produções. Tinham que explicar as coisas também (...) [Por exemplo] Ao explicar [os alunos] como se dava tal procedimento para se conseguir [jogo Pingue-Pongue] com que a bolinha batesse nas raquetes e se movimentasse em outra direção, vi que os alunos perceberam a matemática que estava envolvida ali. (...) fazer com que a bola voltasse e batesse...as ideias de ângulos foram ali discutidas junto como o professor, [pesquisador] algo que partiu daquela necessidade. **CCV1:** (...) o erro tava ali no meio, durante a construção do jogo. Ele não era desprezado. A partir dele se firmava uma série de novas ideias matemáticas. (...) Era mais ou menos assim: o professor apresentava o jogo, como, o *Breakout*, e depois mobiliza uma série de questionamentos para pensar juntos como os alunos... Tentávamos juntos. Daí, surgiam muitos erros... Alguns do próprio computador [problemas na máquina], outros da composição do algoritmo, da estratégia....

A construção de conceitos matemáticos se origina durante o processo da produção dos jogos. Grande parte da compreensão dos (novos) assuntos matemáticos se mostrava através de um processo específico - de <u>depuração/compartilhada</u>. E é partir desse termo, portanto, que nossa análise se baseia nessa etapa de investigação. Centraliza-se no sentido compreender a construção de conhecimento matemático ao programar um jogo digital sem desconsiderar os erros (bugs). É uma análise que não busca apenas identificar os eventuais erros dos sujeitos de pesquisa, mas antes a de compreender os porquês desses erros e como eles foram superados ao longo do processo. Mais do que isso, entender a forma como esses erros contribuíam na construção de determinado conhecimentos matemáticos durante a produção de jogos digitais.

5.4.1 **[Jogo Pingue-Pongue**]: o processo não-linear e os bugs de uma produção

A construção do Jogo Pingue-Pongue foi uma das sugestões levantadas por um grupo de estudantes. Era um jogo comumente utilizado por ele em um de seus smartphones. Decidimos priorizar inicialmente a construção em conjunto desse mesmo jogo com os Mattickers, mas sem antes revelar os comandos de programação. A primeira versão do jogo que propomos havia apenas uma raquete e uma bola. Foi uma proposta intencional que viria a mais tarde abrir espaço para uma outra construção desse mesmo jogo, que servia de base para a nossa análise da pesquisa. Ao mesmo tempo que articulávamos informalmente as ações dos scripts (objetos/personagens) do jogo, mobilizávamos outros conceitos de matemática e de programação. Mais do que pensar sobre essas ações, os alunos eram estimulados a explicar a sua própria argumentação (metacognição), uma vez que além de descrever o algoritmo deveriam compartilhar as suas ideias, suas estratégias e, quando necessário, corrigi-las.

Movimento 14 | Discutindo o movimento da bolinha em relação à raquete

Interface do jogo: 1ª versão: Pingue-Pongue **(Projeto Mattics | 06 de outubro de 2015)**	Algoritmo do movimento da bolinha (**Construção coletiva no Mattics**)
	

Diálogos no projeto (transcrito) | (Vídeo 30 | 00:01:02 - 00:11:43)
Matticker 5 construindo o algoritmo do movimento da bolinha junto à turma mediado pelo PP

Matticker: 5: (...) Espera aí... a bolinha está errada... a gente precisa definir uma posição antes. Faltou isso. Tem que ter a posição inicial de coordenadas, se não a bolinha não vai começar no lugar certo...Tipo, o jogador quando começar a jogar tem que começar numa posição estratégica [em cima da raquete] se não ele perde...
Matticker 8: Isso mesmo, a gente precisa determinar uma posição inicial pra bolinha.
Matticker 6: Só colocar uma posição, pode ser o ponto [-1,-64], que fica aí em cima da raquete. Fiz aqui! (...)
Matticker 5: (...) [Faz a leitura dos comandos à turma] Primeiro a gente aperta bandeira verde, o ponto zera. Depois entra no laço de repetição, caso a bolinha bata [encoste] na raquete então vai funcionar a condição [Se... Então], daí a bolinha vai girar de 0 a 180 graus, depois vai tocar o som [zoop] e depois adicione um ponto (...)
PP: Vamos pensar na variação do ângulo da bolinha... Quando a bolinha tocar na raquete tem de ser quanto? Tínhamos antes discutido sobre a variação de 0 a 180º. Mas, esse intervalo [dos ângulos] pode aumentar?
Matticker 5: A gente colocou até 180 [gruas], nosso grupo decidiu. Mas, pode ser qualquer valor. A gente fez muitos testes, e deu certo. (...) porque é abertura... A bolinha pode ir para qualquer lugar (...)
PP: (...) é a abertura do ângulo, mas se for mais de 180º, o que acontece com a bolinha? Por que essa escolha?
Matticker 4: Ela vai pra baixo. Quando bater [na raquete] a bolinha não vai só pra cima. (...)
PP: Isso mesmo... Porque 180 mais 180 [180 +180] é 360 [volta completa] ... Testa aí esses comandos, vê se funciona.. (...) Coloca só valores entre 0 e 180 e veja a direção da bolinha, depois faça com a abertura maior...

Para continuar nossa análise sobre a construção de conhecimento a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem em diálogo com o Turbilhão de Aprendizagem (ROSA, 2004, 2005), faz-se necessário reforçar que ao descrever um algoritmo no computador e executá-lo, se a ação fornecida não corresponder à solução esperada, é preciso que estudante avalie os comandos feitos. Nesse sentido, ao analisarmos a fala, do movimento 14, o Matticker 5 havia esquecido de definir uma posição inicial para a bolinha "(...) Espera aí... a bolinha está errada... a gente precisa definir uma posição antes... faltou isso. Tem que ter a posição inicial de coordenadas". Essa situação específica, à luz do construcionismo, é chamada de depuração, uma vez que permite o estudante não só revisar a sua construção, mas refletir sobre o seu erro e pensar em uma nova estratégia para consertá-lo.

O processo de depurar possibilita o aluno a "[...] buscar informações que lhe faltam e requer também reflexões sobre os erros cometidos e as formas possíveis de corrigi-los" (MALTEMPI, 2005, p.271). Embora a busca pela informação no coletivo se mostrou instantânea, os estudantes precisaram associar a posição do personagem dentro de um sistema de coordenadas cartesianas com a ideia de programação. É tipo de reflexão que foi realizada tanto pelo estudante que notou seu erro, quanto pelo outro aluno que o percebeu. O Matticker 5 ao ler o seu código percebeu seu erro antes dele ter sido executado pelo programa. Observou o seu algoritmo de programação e discutiu a forma como pensou para resolvê-lo, o que nos mostra uma ausência predominante de uma sequência predeterminada de etapas. Percebe-se que não necessariamente aconteceu a execução/expressão para então reflexão compartilhada.

A discussão é ampliada quando o Matticker 6 apresenta uma possível solução ao algoritmo "[...] Só colocar uma posição, pode ser o ponto [x= -1, y= -64], que fica aí em cima da raquete...". A discussão de ideias mobilizada pelos alunos é conhecida como um processo de 'depuração compartilhada', uma vez que "se forma no coletivo entre os participantes e não mais somente a relação entre o computador e o aprendiz (ROSA, 2004, 2005). Nesse caso, o processo de depuração/compartilhada entre os participantes parte de uma ação reflexiva específica sobre o algoritmo, antes mesmo da sua execução no programa *Scratch*. Essa ação de reflexão não foi necessariamente isolada, mas estendida entre os integrantes do projeto.

Um dos comandos que se destaca como reflexão/discussão e descrição/expressão à construção de conhecimento matemático é a ideia da variação do ângulo da bolinha, que é definido pela amplitude entre $0^o \leq \alpha \leq 180^o$ (onde α é um ângulo). O professor-pesquisador questiona o valor dessa abertura, enquanto o Matticker 5 reafirma que caberia qualquer valor, uma vez que bolinha poderia se direcionar para múltiplos lugares e assumir qualquer posição no palco. No entanto, essa percepção é confrontada pelo Matticker 4 que reafirma "[mas], ela vai pode ir pra baixo... daí, o jogador pode perder... bate e vai pra baixo [teste]", reafirmando que qualquer valor não serviria, pois a bolinha, ao tocar na raquete, poderia ir para baixo, e asssim faria com que o jogador perdesse a jogada. O que se nota aqui não é necessariamente um erro conceitual dos discursos apresentado pelos participantes da pesquisa, mas antes um ponto de referência. São estratégias que se defininem pelo coletivo e no coletivo se decide a melhor forma que o algoritmo pode se estabelecer. Não há erros, há caminhos que precisam ser definidos. Entendemos que esse momento de discussão/expressão entre os estudantes muito mais do que usar o conceito de ângulo, precisaram relacioná-lo com a direção da bolinha. É uma forma mobilizada pelo ambiente de aprendizagem e que permitiu os alunos analisar as diferentes direções do objeto ao executar as suas hipóteses no *Scrtach*. Essa situação se mostra como uma oportunidade para o aluno aprender um determinado conceito ou aprimorar o que já se sabe na solução de um problema encaminhado (VALENTE, 2016).

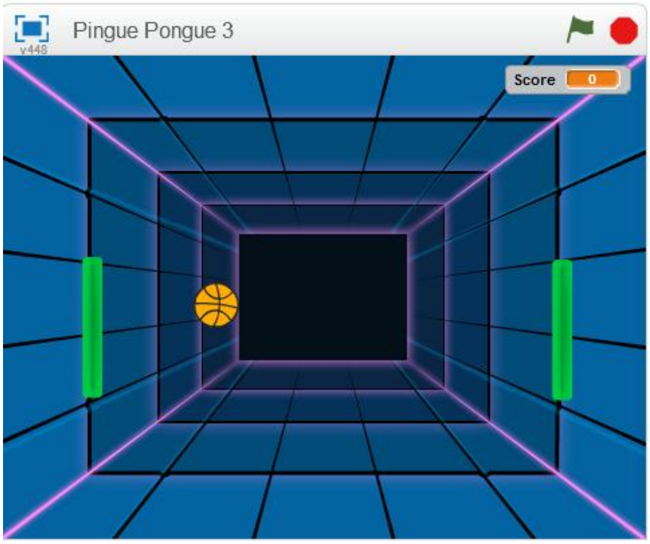
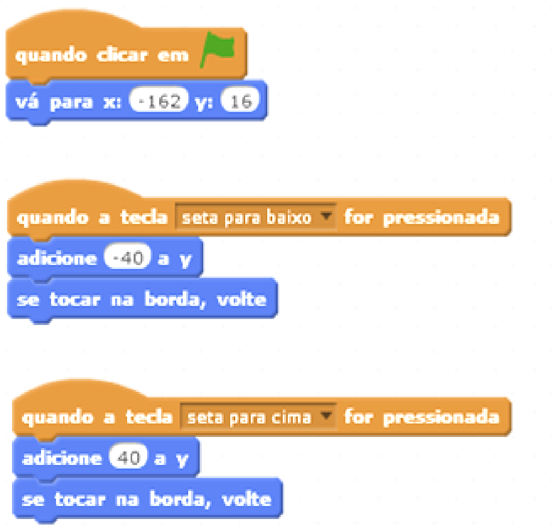
Enquanto um defendia a ideia de que a bolinha deveria sempre, ao bater na raquete, subir, o outro não necessariamente concordava com essa ideia. Mais do que discutir a restrição do ângulo é notar que a discussão desses conceitos foi feita de forma articulada ao construir o algoritmo. Mostra-se um discurso entre os participantes que, ao tester algumas vezes a bolinha no programa, o permitiram a pensar nessa possibilidade de movimento. Possibilitaram associar o ângulo raso como uma estratégia de fazer a bolinha 'espalmar' somente para cima. É uma situação que leva os particiapntes do projeto, a pensar coletivamente no que se deve construir para a funcionalidade do jogo. Esse aspecto de discussão pela construção do algoritmo pode conferir ao processo de aprendizagem amalgamada à construção de um jogo como um caráter ativo que, segundo Rosa (2005), constitui-se em uma importante característica para o processo de construção de conhecimento.

A construção de conhecimento matemático durante a produção do jogo Pingue-Pongue, não se apresentava estritamente no produto final, mas se evidenciava ao longo de todo o processo de organização de ideias dos estudantes. A construção desses significados se mostrava não só na relação alunos e máquinas ao executar suas ideias no programa, mas também na relação de discussão entre os participantes. Levando em consideração essas relações, como a explicitação do raciocínio do próprio aluno com o grupo, percebemos que havia um fator importante no processo da construção de conhecimento matemático. Este fator se constituía pelo diálogo e passava para aquilo que chamamos de *feedback*. Era um momento em que permitia não só os alunos apresentar e discutir o funcionamento dos algoritmos de seu jogo, mas também receber outras contribuições que eles mesmos não havia pensado antes.

Entendemos que o processo da construção de um jogo, em uma perspectiva não necessariamente linear de acontecimentos, a partir da interação e de *feedbacks*, implica em um processo de construção do conhecimento que pode ser observado no próprio fazer do aluno. Havia não só um tipo de *feedback* durante essas construções, mas dois. O primeiro é a relação entre pessoa e computador, que tem como uma resposta fiel, imediata e é sempre "desprovida de qualquer animosidade ou afetividade que possa haver entre o aluno e o computador

(VALENTE, 1995, p. 5), uma vez que o computador só executa aquilo que lhe foi implementado. O segundo tipo de *feedback*, que se caracteriza no ambiente de aprendizagem construcionista, que é permeado de subjetividade, se estrutura na relação entre pessoas. É uma reposta do que se observa e o que se pode aprimorar ao receber novas contribuições. Uma dessas situações, que trazemos como recorte, na particularidade da dissertação, se mostra na alteração da posição da raquete sincronizada do sentido horizontal para o sentido vertical.

Movimento 15 | O sincronismo das raquetes no sentido vertical (variação do y)

Interface do jogo: 2ª versão: Pingue-Pongue **(Projeto Mattics | 06 de outubro de 2015)**	Algoritmo do movimento das raquetes (**Construção coletiva no Mattics**)
	

Diálogos no projeto (transcrito) | (Vídeo 31 | 00:00:07 - 00:02:43)

Uma dificuldade do grupo de três Matrickers que pede ajuda ao professor-pesquisador

PP: (...) pensaram na mudança de posição vertical das raquetes sincronizadas?
Matticker 5: Sim, mas está dando errado... Agora, elas estão na vertical [mostra na tela do computador] Mas, elas continuam [se] movendo para lá e pra cá [sentido horizontal]
PP: (...) Vamos analisar o algoritmo... Olha, na horizontal o que acontecia com os valores de x?
Matticker 16: Mudavam... (...) a gente colocava valores negativos para ir para esquerda, e positivo à direita.
PP: Isso, agora veja aqui no algoritmo de vocês... O que tem de errado? [executa o algoritmo]
Matticker 16: Ah, a raquete vai para os lados porque está com os valores de x... vamos mudar para y
Matticker 8: [altera o comando de x para y] pronto, agora deu certo... tinha que mudar o eixo também...
Matticker 8: Claro, tinha que ser y... é altura (...) porque agora [a raquete] está nesse sentido [mostra na tela]
PP: Isso, porque agora as raquetes sincronizadas devem ir para cima e para baixo... não para os lados...
Matticker 16: Ah, é mesmo. Deu certo... Gente era só isso? [...] era só colocar pra ir para cima, então a gente tinha que ter mudado os vlaores de y e não só a tecla de ir para lá...

A construção do algoritmo da raquete se efetiva na discussão entre professor-pesquisador e grupo. A partir dessa específica discussão percebe-se que o processo de depuração se apresenta por meio da experimentação e não após a reflexão/compartilhada de algoritmos. Trata-se de um entendimento que surgiu através da execução/compreensão a partir da mudança do comando [adicione a x] para o outro comando que se referia aos valores de y [adicione a y]. Os estudantes perceberam que a raquete estava programada em x, e não em y. Nessa perspectiva, entendemos que a construção de significados matemático está ligada ao fazer do próprio aluno no que se refere ao movimento de executar e projetar o algoritmo na tela do programa. Firma-se em um processo ativo de participação conjunta entre professor-aluno, no qual o aluno coloca a mão na massa (*hands-on*) no desenvolvimento do seu projeto. Mas, essa construção não se deu pelo simples fato de colocar a 'mão na massa', constitui-se acima de tudo através de um processo dinâmico de compreensão e mobilização de ideias, algo que é bem diferente de colocar o aluno para (re) fazer repetidamente algo sem significado.

É um processo que permitiu o grupo compreender o movimento da raquete em y, assim que foi projetada na tela do computador. Compreendemos que ao refletir sobre as ideias pelo *feedback* do *Scratch*, abre-se um leque de caminhos do que se podia fazer através da resposta apresentada pelo programa. A partir do movimento projetado em x, a aluna pode perceber que era necessário uma mudança para y, como se percebe em sua fala: "(...) tinha que ser y... é altura, porque agora [a raquete] está nesse sentido [vertical]". Houve também uma forma de mobilizar a discussão a partir da fala do professor-pesquisador, que a leva a pensar nessa mudança a partir da identificação do algoritmo. Afinal, não é apenas o ato de inverter a raquete no jogo, é a concepção de entender a sua posição a partir de um referencial cartesiano. Entendemos que esssa situação se mostra na informalidade do discurso, mas que se efetiva pela mobilização do significado. Porque ir para cima-baixo ou ir para os lados (esquerda-direita) se apresenta como uma ideia potencial em matemática. Há um conceito cartesiano muito bem definido nesse contexto, que é materializado pelo discurso não-formal.

A caracterização da construção de significação matemático se mostra pelo discurso entre os partipantes e aponta para uma compreensão não isolada e não necessariamente formalizada. Empreende-se em um um processo de articulação entre a fala e o significado. Não se exclui uma base não 'formalizada' matemática, mas a apreende como um fator importante no processo de construção de conhecimento (VALENTE, 1999, 2016). E é justamente essa ideia que serve como alicerce "(...) para a matemática formal, [sem] interrupção para uma melhor aprendizagem (PAPERT, 2008, p. 30). A construção de conhecimento matemático que se releva na oralidade pelo discurso informal durante a produção de jogos digitais se mostra como uma potencial situação de apropriação de conceitos matemáticos específicos vinculados/confrontados com algoritmos de programação.

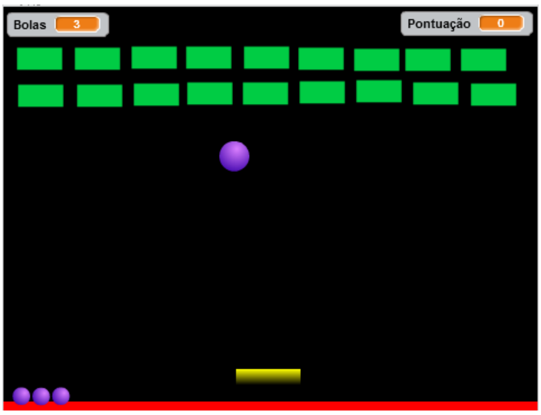
Muito além dessas situações específicas da construção do Pingue-Pongue, que nos permitem entender em parte como se apresenta a construção de conhecimento matemático, destacam-se outros elementos ao nosso campo de investigação. Um destes elementos se efetiva na depuração/compartilhada da produção do 'último jogo comum' do projeto Mattics - *Breakout*. É uma situação que se mostra pelo amadurecimento dos estudantes em relação ao contato com a linguagem de programação e a mobilização de outros assuntos de matemática. Mais do que isso, é um campo que nos revela a apropriação de significados não só a partir da oralidade, do discurso, mas sobretudo dos registros evidenciados pelos alunos em seus cadernos de memórias. Como o próprio nome sugere, são memórias descritivas dos estudantes, que se sintonizam com suas próprias observações, reflexões e impasses. Os registros são diversos e se constituem pelas multiplicidade de (tentativas e depurações).

5.4.2 **[Jogo Breakout]:** os registros, os discursos e o conhecimento matemático

CCV1: Hoje [03 de nov. de 2015], inicia-se a construção do jogo "The Breakout' com a turma do Mattics. Os estudantes estão mais seguros quanto aos comandos [de programação]. Mas, sempre usam ideias já aprendidas para melhorá-las e até para encontrar novos resultados, sempre empolgados (...) **CCV2:** (...) no primeiro momento, foram incentivados a buscar os personagens e o cenário para a construção do jogo [embora o jogo seja comum, o design e os scripts poderiam ser distintos]. O primeiro desafio foi o de criar as bolinhas que assumirão as vidas do jogo e seus comandos junto ao professor [pesquisador]. Algumas dúvidas apareceram: "precisa manter a bolinha desse tamanho, posso diminuir?; "professor, não entendi direito... a bolinha vai tocar no tijolo, marca ponto e depois o bloco explode?; "Pense na fantasia da bolinha, se trocá-la dá a ideia de efeito de explosão?"; "A gente vai colocar mais coisas no jogo, tá?" "Por que a gente não coloca mais pontos?"; "Coloca a variável pontos aqui?"; "Muda o movimento da raquete para mais rápido, é só aumentar o número?; "Olha o jogo do Pingue-Pongue, podemos usar alguns algoritmos de lá, vamos olhar ... ? "Mas, a gente já fez isso e não deu certo, vamos mudar isso e tentar essa forma aqui..." (...) As perguntas eram muito recorrentes, mas ajudavam na compreensão das construções dos jogos (...)

A construção do Breakout nos possibilitou evidenciar alguns indícios à construção de conhecimento matemático, além de reforçar algumas concepções desse processo à luz do construcionismo. A construção se mostra dinâmica, permeada por um cenário de aprendizagem, no qual o estudante apresenta suas incertezas, demonstradas por meio de perguntas e até mesmo quando sugere outras mudanças para o jogo em questão. É um movimento que se apresenta pelo fluxo contínuo de participação ativa do aluno e que o permite aprimorar as suas ideias (de programação e de matemática) a partir de outras já testadas, como se nota na fala do aluno pela descrição do CCV2 "(...) a gente já fez isso e não deu certo, vamos mudar isso e tentar essa forma aqui". Compreendemos que esse processo, que se dá por meio de tentativas e erros, no qual o estudante parte de situações já conhecidas da solução do problema, pressupõe a existência de estruturas mentais ou de conhecimento organizado, "[...] que podem ser observados em comportamentos [habilidades] ou declarações [linguagem]. Pressupõe o princípio da continuidade - um *novo conhecimento* deve estar relacionado com o que já se conhece" (VALENTE, 1999, p. 69, grifo nosso).

Movimento 16 | A produção do Breakout: alguns registros e (novas) construções

Discussão entre os grupos à produção do jogo (Projeto Mattics | 03 e 05 de novembro de 2015)	**Interface do jogo 'The Breakout'** (versão apresentada pelo PP no projeto)
	

Cadernos de memórias (de alguns Mattickers) | A variação da bolinha (...)
A construção coletiva do jogo Breakout (apêndice 2) foi realizada em grupos de 4 pessoas (mas, que discutiam entre si)

CMM8: [Grupo formado pelos Mattickers 1, 3, 7 e 8] A gente utilizou algumas ideias do algoritmo do jogo Pingue-Pongue. O legal é que utilizamos a ideia de desigualdade [algébrica] (...) [descreve o algoritmo] se ela [bolinha] for menor do -165, então o jogador perde uma bola das três estabelecidas. Continuamos com a ideia da raquete para direita e esquerda e com a direção da bolinha variando de 0 a 180 graus. Sempre com direção para cima. Se a bolinha tocar na raquete, rebate para cima e assim sempre. Isso tem acontecer, porque a gente criou o comando de movimento. Junto com os colegas e professores [voluntários e professor-pesquisador] a gente colocou um novo comando de operação [operador] (...) toda vez, agora, que a bolinha tocar em um bloco, então ela [a bolinha] apontará à direção 180 menos a direção [definida] [comando: 180 - direção]. Por exemplo, se a direção escolhida antes for 85, logo a sua nova direção será 95, porque 180 - 85 é igual a 95. Mas, se for 100, logo 180 - 100, então o valor é [80]. O intervalo da direção vai de 0 até 180 [(0, 180); $0 \leq$ direção ≤ 180]

CMM10: [Grupo formado pelos Mattickers 5, 14, 4 e 10] Exploramos também o novo comando de desigualdade (...) [descreve o algoritmo] Este comando faz com que a bola se mova de um lado para o outro ao tocar na raquete. Não teve muita diferença dos comandos que a gente utilizou para o Pingue-Pongue, a diferença aqui é que precisamos pensar nos blocos. A gente discutiu e tentou e depois mostramos nossos resultados para os professores e colegas. Ao tocar em cada um dos blocos], eles precisam sumir da tela, daí criamos esse algoritmo... tinha que ter uma sequência [uma ordem lógica], se não o bloco sumia antes da bolinha tocar nele.

CMM12: [Grupo formado pelos Mattickers 2, 6, 9 e 12] Nosso grupo cometeu um tremendo engano. A bola não se movia e [de repente] parava. Corrigimos esse erro. Era por causa do algoritmo [sempre] que faltava. [descreve o algoritmo na folha]. A gente não lembrou, o outro grupo que nos ajudou. Devido o tamanho do nosso cenário e objetos precisamos readaptar o código [o algoritmo] da posição da bolinha para menor do que -200 [$y < -200$].

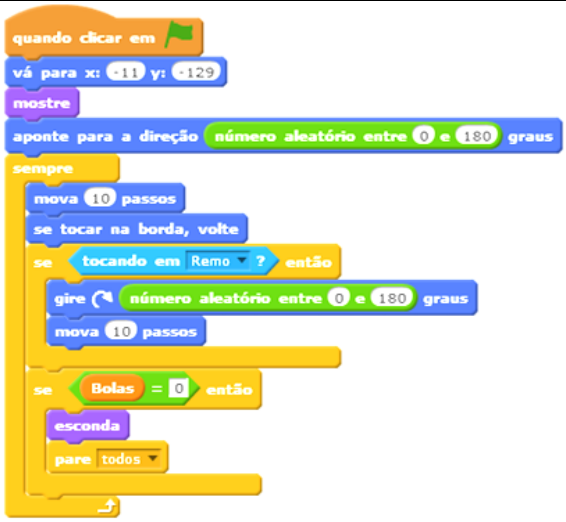
CMM16: [Grupo formado pelos Mattickers 13, 11, 15 e 16] (...) fazer a trajetória da bolinha... não mudou muito em relação do código do Pingue-Pongue. A gente 'quebrou um pouco a cabeça' para fazer a bolinha tocar no bloco. Ele tinha que desaparecer quando fosse tocado, daí calculamos o tamanho [a distância] que a bolinha devia cair, (...) a gente comparou com o resultado do Pingue no seu algoritmo [comando esconda].

As quatro descrições, embora não necessariamente iguais, convergem para o mesmo ponto. O conhecimento adquirido na produção do Pingue-Pongue se reforça na construção do Breakout. Os grupos não desconsideraram o que havia compreendido na produção anterior para a descrever, em termos de algoritmos/programação, o movimento da bolinha em relação à raquete e aos blocos. Há uma interconexão do que se aprende e do que se pode aprimorar. Esse processo que se mostra pela construção de um jogo a partir do que se conhece, assim como defende o construcionismo, se constitui como um potencial modo de se aprender novos conceitos, conjecturar novas hipóteses, estabelecer novas estratégias e significados. Assim, as ideias adquiridas de um jogo para a produção de outro que não forem adequadas vão sendo substituídas até se tornarem cada vez mais estáveis (MALTEMPI, 2005, VALENTE, 2016).

Há uma forma de se compreender a construção de conhecimento matemático durante a produção de um jogo digital a partir da relação/comparação de um jogo com o outro. Os conteúdos (de matemática e de programação) mobilizados em uma produção não são necessariamente excludente entre si. Isso também não é regra, pelo contrário vai depender da forma como se mostra a similaridade dessa produção. O que se destaca, no entanto, na particularidade da nossa análise, é que os estudantes, embora em encontros não necessariamente sequenciais, se recordaram da produção do Pingue-Pongue como ponto de partida para descrever a trajetória da bolinha do novo jogo. Consideramos como um ponto inicial, porque nenhum dos quatro grupos se restringiu meramente ao código da bolinha, mas por meio dele acrescentaram novas ideias (de programação e mobilizaram novas ideias de matemática) e conseguiram estabelecer novos resultados a partir do que se conheciam.

Quadro 6 - Algoritmos do movimento do Script (bolinha) do jogo Breakout

Movimento da bolinha no palco	As condições [se... então] da bolinha



Fonte: a pesquisa, 2016

Um destes resultados se apresenta no registro do CMM 8, quando diz: "(...) continuamos com a ideia da raquete para direita e esquerda e com a direção da bolinha variando de 0 a 180 graus [mas] a gente colocou um novo comando de operação [operador] (...) toda vez, agora, que a bolinha tocar em um bloco, então ela apontará à direção 180 menos a direção definida [comando: 180º - direção]". O código do movimento da bolinha, que envolve o conceito de ângulos e deslocamento, é acrescentado por um novo código de programação, conhecido como operador aritmético. É uma forma que os estudantes encontraram, a partir da discussão entre os professores voluntários, professor-pesquisador e diferentes grupos, para obter a direção da bolinha no jogo. Uma direção que, ao tocar em um dos blocos verdes, estivesse compreendida no intervalo [0, 180] ou que resultasse no valor maior do que zero ou menor do que a 180 graus, em termos simbólicos [0º ≤ bolinha ≤ 180º].

Entendemos que essa situação particular não é só o acréscimo de um novo comando de programação, é um movimento que possibilitou o grupo de estudantes a pensar nos possíveis resultados dessa operação a partir da trajetória da bolinha no jogo. É uma trajetória que parte do princípio condicional e é somente executada quando o *script* tocar em um dos blocos. É um movimento que se efetiva pela assunção do grupo de estudante como partícipe desse processo de construção, no qual se mostram como atores ativos do processo de aprendizagem e na construção do próprio conhecimento, na investigação coletiva de novos algoritmos.

Mais do que o envolvimento pela verificação de resultados e exploração de novos algoritmos, observamos que um dos grupos evidenciou na sua fala um pensamento lógico-sequencial dos comandos do jogo. Nota-se na descrição da CMM10 "(...) a gente discutiu e tentou e (...) daí criamos esse algoritmo... tinha que ter uma sequência [uma ordem lógica]", que os comandos não se apresentam de forma arbitrária. Entendemos que os estudantes precisaram parar para analisar cada comando e por consequência ordená-los de forma lógica no sentido de satisfazer o seu pensamento estrutural antes definido. Do ponto de vista matemático, o movimento da bola quando atinge o bloco consiste na identificação do ângulo suplementar ao ângulo direcional do *sprite* da bola. Vale salientar que a composição sequencial e lógica desses algoritmos disponibiliza uma forma de manipulação baseada tanto na definição do ângulo direcional quanto na quantidade de 'passos' através do deslocamento da bolinha. Essa manipulação se assemelha à definição intuitiva de coordenadas polares, que é do que sistema de coordenadas bidimensional, no qual cada ponto é determinado pela distância do em relação a um ponto fixo (d) e do ângulo (α) em relação a uma direção fixa.

Além disso, a construção de conhecimento matemático a partir da produção do algoritmo da bolinha não se centra na fala do professor. É um movimento dinâmico que parte de diferentes situações, pessoas e registros, entre as quais destacamos a fala da CMM 12 "(...) a gente não lembrou, o outro grupo que nos ajudou (...) [mas] precisamos readaptar o código da posição da bolinha para menor do que -200 [*y < -200*]". Essa troca de informações entre os grupos é intencional e é incentivada pela dinâmica de um ambiente construcionista. Não se restringe à relação aluno-professor, nem aluno-máquina, tampouco na relação do grupo consigo mesmo. Vai além e permite a interação entre todas as partes envolvidas do projeto independentemente dos grupos formados e das distintas etapas da produção do jogos.

Entendemos que a produção coletiva entre os grupos se apresenta como situação natural no qual se constituiu como uma das formas de mobilização das características do fazer matematicamente na produção de um game como se evidencia no relato da CMM16: "(...) a gente 'quebrou um pouco a cabeça' para fazer a bolinha tocar no bloco. Ele tinha que *desaparecer* quando fosse tocado, daí *calculamos* o tamanho que a bolinha devia cair, (...) a gente *comparou* com o *resultado* do Pingue no seu algoritmo [comando esconda]" (grifos nossos). Os verbos (calcular, desaparecer, comparar, resultar) indicam uma ação que foi feita pelo grupo. São ações que se apresentam de forma natural durante as construções dos games pelos alunos e os permitem a fazer cálculos referentes à distância percorrida pela bolinha no do palco antes de desaparecer, comparar o tamanho de deslocamento horizontal pela raquete em relação a bolinha, além de verificar os possíveis resultados dessa trajetória. Observa-se uma série de componentes que leva os estudantes a construírem significados de matemática.

Não há no entanto necessariamente um conteúdo matemático propriamente dito nesse processo de análise para a construção dos algoritmos. Há na verdade situações que leva os estudantes a descreverem uma trajetória sem falar de distância, de pensar sobre a abertura do ângulo sem ficar preso a sua própria definição ou classificação, a de pensar no sistema de coordenadas cartesianas sem antes se restringir as mais diferentes nomenclaturas, como coordenadas, abscissas, ordenadas, eixos, entre outros. Os termos e as nomenclaturas são importantes, mas não a consideremos mais importantes do que o processo de compreendê-los. Mais do que saber todos esses nomes, é importante que os alunos os compreendam e se apropriem dos distintos significados ao longo do processo da produção do jogo digital.

Compreendemos que os termos matemáticos que são mobilizados na dinamicidade dessas produções se mostram muitas vezes implícitos, mas não necessariamente ausentes. Empreendem-se como forma de pensar o conteúdo matemático pelo significado e pela mobilização conjunta de ideias durante a produção do jogo. Indica-nos como uma situação que parte do significado para a definição matemática, não o contrário. O significado matemático de algum modo durante a produção do jogo prescinde à conceitualização propriamente dita. Isto é, o significado matemático durante essas produções se efetiva sem necessariamente partir de definições de termos ou conceitos explicitamente matemáticos. Uma destas situações se evidencia no registro apresentado no caderno de memória pela Matticker 2, que mostra um passo a passo da construção do jogo *Breakout* feita pelo grupo.

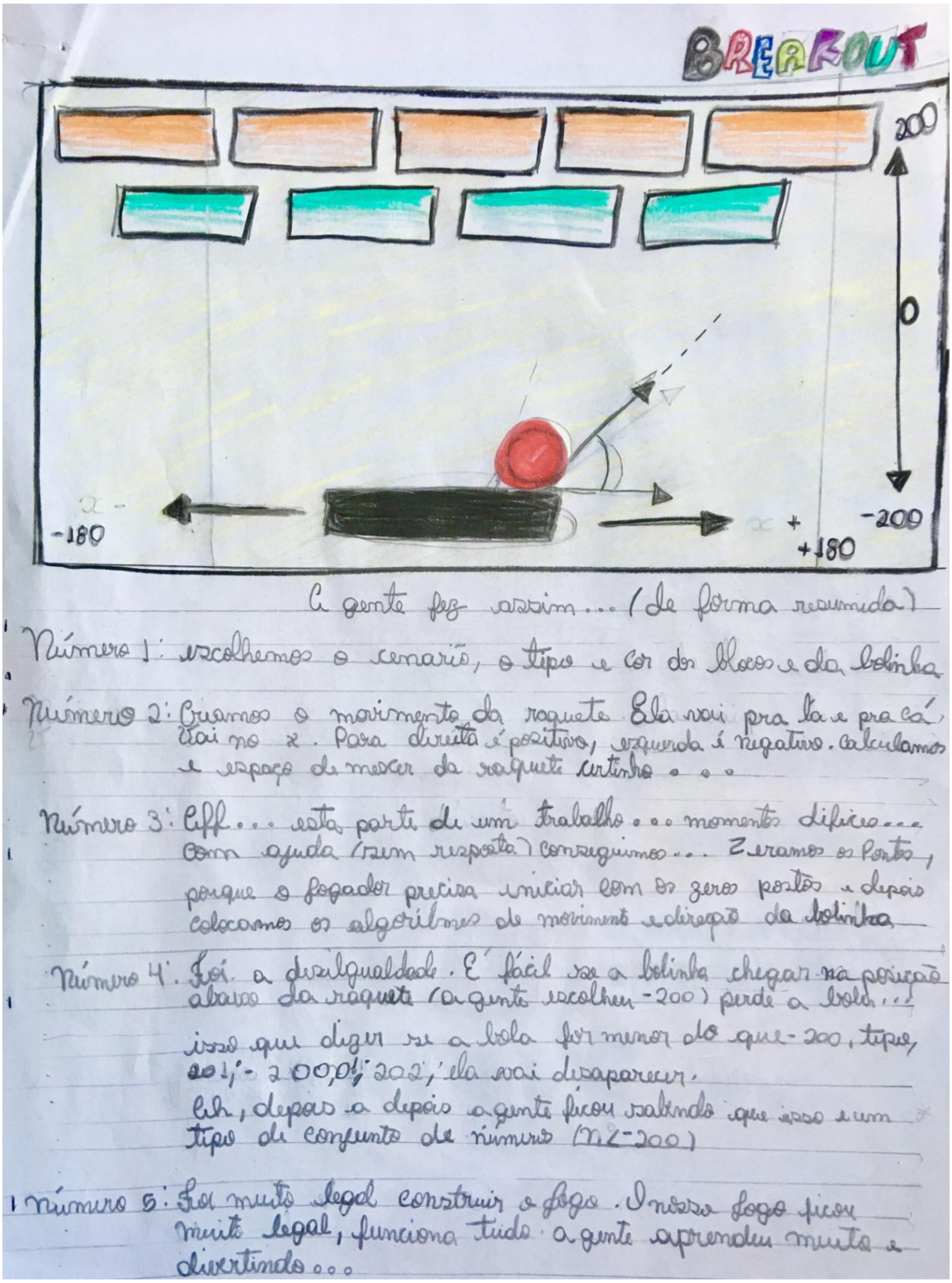


Figura 15 - A descrição do jogo Breakout pela Matticker 2

O registro da Matticker 2 nos revela uma sequência bem definida de passos da produção do jogo Breakout feita pelo seu grupo. Mais do que isso, evidencia alguns conteúdos de matemática utilizados, entre os quais se destacam: variáveis, sistema de coordenadas cartesianas, ângulos, conjuntos numéricos, desigualdade algébrica, além das relações das características do fazer matematicamente. Tais conteúdos se efetivam na descrição, mas com conotações não formais. Eles se mostram de algum modo implicitamente. No lugar de variável, por exemplo, usa-se sistema de pontuação ou simplesmente 'Pontos'. A expressão '(...) pra lá e pra cá' assume à ideia de eixo x ou eixo das abscissas no plano cartesiano. A representação de ângulo se constitui em forma desenho a partir da abertura formada entre a base da raquete e a direção projetada. Também é possível observar que, por meio da desigualdade definida, o conjunto numérico [y < -200] se estabelece por valores que estão abaixo do script (da raquete) e, ao mesmo tempo, indica as 'vidas' que se perdem.

Na particularidade de nossa investigação, observa-se que há uma mobilização de ideias matemáticas que se efetiva durante a produção do jogo pelo grupo. Ideias que carregam significados e que contribuem para a formalização do conteúdo. Trata-se de uma construção que parte da informalidade, mas que não se restringe a ela, assim como se nota no registro da Matticker 2 "[...] foi a desigualdade (...) a gente escolheu -200... perde a bola... isso quer dizer: se a bola for menor [estiver abaixo] do que -200, tipo: -201; -201,01;.. -202; ela vai desaparecer (...) ah, depois a gente ficou sabendo que isso é um tipo de um conjunto de números (n < -200)". É possível perceber que o grupo conseguiu identificar o conjunto numérico mesmo sem saber do seu nome propriamente dito. Essa situação, embora particular, mas comum no projeto, se apresenta como possibilidade de compreender a construção de conhecimento matemático a partir da produção do jogo digital como forma de apropriação do significado matemático sem necessariamente ficar preso aos seus termos (nomes) específicos.

O diálogo que se estabelece durante a produção do Breakout, não só pelo registro do grupo da Matticker 2, assim como os demais, é naturalmente uma atividade lúdica/investigativa. Os grupos foram aos poucos levados a aprender as noções básicas do sistema de programação em um ritmo cada vez mais avançado e ao mesmo tempo puderam mobilizar (novos) significados à construção de conhecimento matemático. É possível fazer essa conclusão a partir da análise do Turbilhão de Aprendizagem (ROSA, 2004, ROSA, MALTEMPI, 2005, DALLA VECCHIA, 2012), que nos permite compreender a construção de conhecimento - em confronto com o nosso material coligido - como um processo dinâmico. Desta forma, partimos do princípio que essas construções se constituem de forma não-linear, em um movimento complexo, que vai deste a informalidade do discurso/descrição à compreensão do conceito matemático mobilizado durante a produção do jogo pelo aluno.

Um outro fator que se destaca na descrição da aluna é sobre a sua motivação em construir o jogo "(...) foi muito legal construir o jogo (...) funciona tudo... a gente aprendeu muito e divertindo". Percebe-se que a aprendizagem se materializa no processo dessa construção e que não se dissocia do seu interesse e gosto pessoal de continuar aprendendo. Uma aprendizagem que se mostra pelo fazer do jogo. E é justamente essa situação que o construcionismo reforça: "aprende-se melhor ainda quando se gosta, pensa e conversa sobre o que se faz" (MALTEMPI, 2005, p. 3). A construção se sustenta pela motivação pessoal da aluna, que se alia à ação de tentar fazer os algoritmos funcionar [isto é, o jogo ser executável].

Além disso, para os quatro grupos, no contexto de análise da nossa investigação, o desenvolvimento de seus projetos serviu para o desenvolvimento da (re) organização de novas ideias e mobilização de (novas) estratégias [matemáticas ou não necessariamente]. São situações que os permitiram a buscarem pelo desconhecido e a construírem o conhecimento matemático durante essas constantes investigações. As ações dessa natureza em ambiente de aprendizagem, que mobiliza o aluno a pensar, a pesquisar e a estudar, aprender por si mesmo, sem receber tudo pronto, se caracteriza como um campo para a construção de conhecimento matemático (VALENTE, 1999, ROSA, 2004, 2005). Um conhecimento que não se apresenta no produto final, mas que se legitima ao longo de um processo que não há 'receitas' prontas.

Feito a análise da construção de conhecimento matemática à luz do Turbilhão de Aprendizagem, partimos para a segunda parte de análise de nossa pesquisa. É uma etapa que nos permite compreender a construção de conhecimento não mais por propostas apresentadas.Trata-se de uma etapa que nos permite entender a construção de conhecimento a partir dos projetos escolhidos/feitos pelos grupos de alunos. Pelo fluxo da pesquisa, decidimos priorizar os mesmos quatro grupos até para entender o progresso da aprendizagem de cada um deles. É uma escolha intencional, mas que foi decidida em conjunto e acordada entre todos.

Os novos jogos se mostram particulares em razão ao interesse pessoal dos alunos e se apresentam como consequência das inicias atividades do Mattics. A partir dos jogos produzidos pelos grupos foi possível observar/analisar um contexto de aprendizagem mais próximo à realidade de cada um deles e como esse meio influencia na produção de significados e mobilização de ideias na produção do jogo. É um episódio que nos ajuda a compreender o processo da construção de conhecimento matemático a partir em especial das cinco dimensões do construcionismo (pragmática, sintônica, sintática, semântica, social).

6° Episódio

Cenário2:

o processo da construção de conhecimento matemático por meio da produção de Jogos Digitais

O cenário2 apresenta o processo das distintas etapas da produção de quatro jogos digitais feitos por quatro grupos de estudante no projeto Mattics. A partir destas etapas, analisamos as estratégias e as interações entre os grupos ao construir os seus respectivos Jogos digitais, bem como procuramos entender as suas falas, seus questionamentos e impasses de matemática, quando argumentavam e discutiam a estrutura do funcionamento de seus jogos à turma. Fizemos o (re) corte de cenas que nos dão base para entender a nossa região de investigação a partir do nosso referencial teórico situado em um ambiente construcionista de aprendizagem.

6.1 O CAMINHO (INVESTIGATIVO DE PESQUISA) CONTINUA ...

Assim que os estudantes aprenderam a programar em *Scratch* e a construir seus primeiros jogos digitais ao longo de aproximadamente três meses, estruturamos o projeto Mattics em forma de temáticas. Uma nova mudança que partiu da necessidade do grupo. Construir jogos que estivessem relacionados à realidade dos alunos e que pudessem satisfazer mais ainda os seus interesses pessoais pelos games. Uma destas intenções partiu de um grupo, que foi acatada pelos demais, em trabalhar com situações que possibilitassem as pessoas, ao jogar o jogo digital, a aprender alguma coisa ou a se conscientizar de algum tema importante. Mais do que trabalhar com tema como ponto de partida para construção dos (novos) jogos em grupos, o *Mattics* passa a se (re) organizar em três principais etapas que se complementam.

A primeira etapa destinava a escolha dos personagens e cenários, além do estabelecimento do objetivo do jogo e dos conteúdos matemáticos que ali poderiam ser mobilizados. Tudo era registrado no caderno de memórias em forma de desenhos e escritas pelos grupos de alunos. Era um momento em que eles dialogavam entre si, propunham ideias e traçavam estratégias de como o jogo poderia a ser desenvolvido em termos de programação. Na segunda etapa, os estudantes deveriam implementar essas ideias no *softwares Scratch*, criar o *layout* do jogo na plataforma e apresentar 'vidas e movimentos' aos scripts e cenários. Era um momento em que os estudantes faziam pesquisas e consultavam ao professor-pesquisador e voluntários de como as estruturas dos algoritmos poderiam ser implementadas.

Consideramos a terceira parte como um dos momentos mais importante da construção dos jogos. Os grupos apresentavam seus jogos digitais à turma do Mattics e era nesse momento que eles recebiam contribuições para as suas construções. A partir das questões que eram levantadas pelos colegas, o grupo que apresentava refletia sobre a sua construção e tinha a oportunidade de pensar em maneiras pelas quais não havia imaginado antes. Trata-se de uma situação que oportunizava tanto a troca de ideias do *layout* do jogo quanto dos aspectos referentes à matemática. É uma situação que, na particularidade da pesquisa, nos permite compreender o processo de formalização de conteúdos matemáticos específicos utilizados durante a produção dos jogos pelos grupos. Possibilitam-nos ainda entender o processo da construção de conhecimento matemático a partir da interação entre os grupos ao discutirem o funcionamento de algoritmos dos seus respectivos jogos. Constitui-se como um campo fértil que, a partir das três etapas de produção, reforça a construção de conhecimento matemático como um processo dinâmico e que não se mostra dissociado dos aspectos sociais dos alunos.

Analisamos as três etapas do projeto Mattics que se referem a produção dos jogos pelos grupos de alunos. Foram em média 8 horas de gravação transcritas e (re) distribuídas não igualmente em 5 encontros. A mesma estrutura de organização dos dados da pesquisa utilizada no 5º episódio se mantém da mesma forma nessa etapa do processo investigativo. Utiliza-se as falas dos professores voluntários e dos diálogos mobilizados. Recorre-se ainda aos cadernos de memórias dos alunos, sem deixar de lado os diferentes discursos registrados.

A análise se inicia após a definição da temática pelos grupos, que escolheram em conjunto trabalhar com questões relacionadas ao meio ambiente e suas implicações. Um grupo tratou sobre o armazenamento da água da chuva e os possíveis riscos que ela poderia trazer à saúde das pessoas. O segundo grupo mistura o imaginário ao real em seu jogo digital. Trata-se dos lixos que são jogados pelo homem nas estradas e que acabam por consequência prejudicando não só a si mesmo como também a fauna e a flora. O terceiro grupo decidiu trabalhar com a poluição dos rios, que é algo muito comum na região, enquanto o quarto grupo leva à conscientização sobre à poluição do ar que é gerado pelas fábricas locais.

Ao longo desse episódio, como extensão do anterior, há um conjunto de movimentos que foi selecionado no qual não se configurou como uma apresentação puramente do programa *Scratch* em si nem tampouco se restringe a própria produção dos games pelos grupos. Amplia-se na verdade a discussão do processo dessas produções em consonância com as dimensões construcionistas como forma de compreender a apropriação de significados matemáticos e a sua formalização. Assim, a análise evidenciada é sustentada pela perspectiva construcionista na qual nos permitem inferir/ampliar os resultados de nossa investigação.

6.2 OS JOGOS DOS MATTICKERS! QUAIS SÃO ELES? COMO FIZERAM?

CCV1: No primeiro dia da construção dos jogos [<u>10 de nov. de 2015</u>] os 4 grupos de alunos construíram seus projetos. Cada um se envolvendo de forma profunda, até os que tinham mais dificuldades de aprendizagem. Falavam de suas experiências pessoais, como: pais que coletavam água da chuva, rios que foram poluídos próximo à região, fábricas (de cimento) que poluem, etc. Lançavam ideias para a construção do jogo (...) as ideias matemáticas que eles aprenderam estavam ali sendo discutidas. Tomaram cuidado de não ficar com temas iguais dos jogos. (...) No segundo encontro [<u>13 de nov. de 2015</u>] os jogos já tinham os seus objetivos e personagens escolhidos. Alguns jogos já feitos no projeto foram revistos, não porque foi falado para fazer isso, mas porque eles se dispuseram. Implementavam os algoritmos no computador e a gente ajudava (...) **CCV2** [<u>24 de nov. de 2015</u>] Eles [os alunos] estavam ansiosos, erravam e argumentavam. Estavam envolvidos com os movimentos dos personagens do jogo. Redesenhavam as estratégias dos movimentos nas folhas e também no Scratch. Chamávamos-nos quando precisavam de ajuda. Os algoritmos (os novos) eram ali colocados (...) **CCV1:** [<u>26 de nov. de 2015</u>] Mais do que a escolha dos personagens e a implementação dos bloquinhos (os comandos) no Scratch, foi a apresentação/discussão dos grupos. Vi que as contribuições e perguntas de cada grupo só fazia os jogos ficarem mais sofisticados. (...) Era nesse momento que o professor-pesquisador intervinha mais sistematicamente e, pelo diálogo, formalizava os conteúdos matemáticos. Era um momento de tirar muitas dúvidas e aprender também com elas.

A partir dos registros dos professores voluntários é possível notar a construção de jogos digitais contextualizados não só com o interesse dos alunos, mas também vinculados a suas próprias realidades. Jogos que foram construídos ao longo de quatro encontros e que apresentam, em cada uma das três etapas de produção, situações específicas de aprendizagem. Vislumbramos que, a partir desses encontros, existe uma efetivação da ação da construção do conhecimento matemático. Para essa efetivação, buscamos associar as ideias da linguagem materna do aluno e da linguagem de matemática mobilizadas ao longo das interações. Pela particularidade da pesquisa, optamos apresentar inicialmente os jogos produzidos pelos grupos de alunos, contemplando as duas primeiras etapas. Na próxima seção, nossas ações interpretativas se voltam às apresentações/discussões dos projetos dos grupos de estudantes.

6.2.1 Jogo [Gotas d'água]

O jogo, *Gotas d'água*, foi imaginado, (re) pensado e criado pelo *Grupo 1* de estudantes [Mattickers 13, 11, 15 e 16] a partir de diálogos, pesquisas e interação com os participantes do projeto Mattics. Todo grupo participou dos quatro encontros de produção do jogo, exceto a Matticker 16 que precisou se ausentar do terceiro encontro por motivos particulares. O grupo decidiu registrar as principais ideias estabelecidas na folha de papel tanto em forma de desenhos, quanto na forma escrita. Os algoritmos foram diversos e apresentam não só o domínio dos conteúdos matemáticos trabalhados, mas também de novos que foram aos poucos sistematizados ao longo do processo de aprendizagem no ambiente colaborativo.

Quadro 7 - O jogo Gotas d'água: processo de uma produção

Discussão e organização **(Discutindo a ideia do jogo)**	Desenho do jogo **(Caderno de memórias)**	Interface gráfica do jogo (**Gotas d'água no Scratch)**
		
Jogo disponível em: < https://scratch.mit.edu/projects/92666609/ >		

Fonte: a pesquisa, 2016

De acordo com a quadro 7 é possível observar três imagens. A primeira à esquerda retrata a discussão inicial dos integrantes do grupo para a escolha do *script* (personagem) principal. Nota-se as mãos da Matticker 11 estendidas referindo-se o movimento do baldinho, que ele deverá fazer ao ser executado por uma tecla do computador. Mostra o deslocamento na posição horizontal para a coleta da água que caísse de cima. A segunda imagem representa um dos desenhos que foi feito pelo grupo. Retrata o *layout* do jogo antes dele ter sido projetado no *Scratch*. A última imagem, que se efetiva na terceira etapa de construção, destaca a interface do jogo Gota d'água produzido e testado pelos integrantes do grupo.

O jogo apresenta o armazenamento de água das chuvas, que é uma prática usual da vila em que os alunos moram. Mais do que isso, o grupo pensou em construir o game não apenas para mostrar as ações de suas famílias e comunidade, mas sobretudo para evidenciar os riscos que esse armazenamento pode, quando consumido de forma inapropriada, trazer. Conforme o grupo, o jogo destaca o lúdico sem deixar de lado as preocupações sociais/locais.

CMM 13 A gente usa a água da chuva para lavar a casa e até mesmo as roupas. É um jeito de poupar. Mas, a gente sabe que não pode usar ela para tomar água... Ela pode tá contaminada. A gente sabe disso, mas muitas pessoas não. (...) O jogo é bem legal e a gente espera mostrar isso para várias pessoas (...)

CMM 16 O jogo Gotas d'água é bem legal. Vai mostrar que a água é uma coisa importante e que ela pode ser guardada. Não desperdiçada. Mas, é preciso ter juízo [consciência] do seu gasto [consumo]. Primeiro a gente pensou num guarda-chuva para coletar a água, mas não tinha muito sentido e não é isso que as pessoas fazem de verdade... fazem com o balde mesmo (...) Claro, a gente não fica com o balde embaixo da chuva e nem fica mexendo ele (...) coloca ele lá debaixo e pronto [da chuva]. Mas, no jogo é diferente.

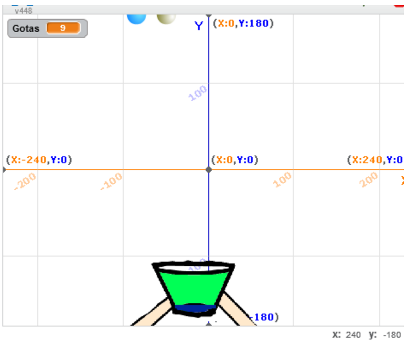
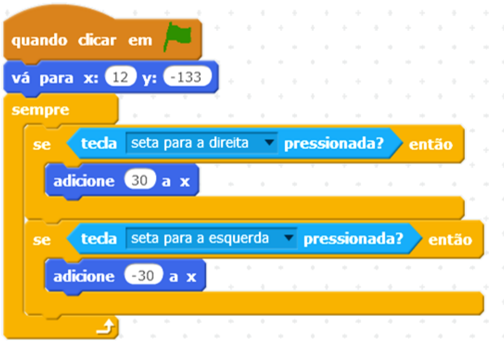
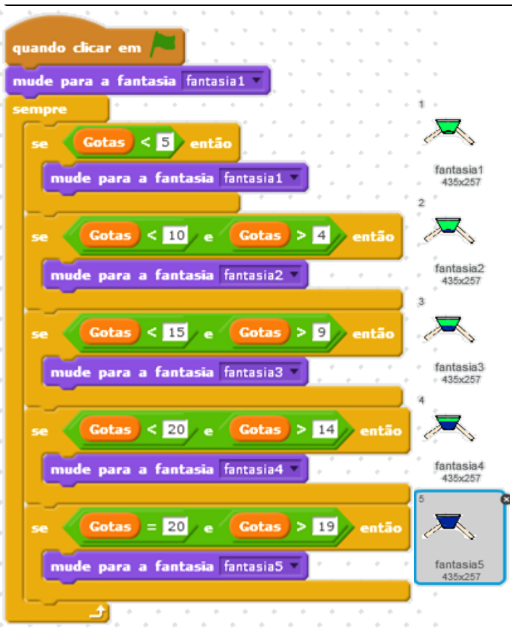
CMM 15 [O objetivo do jogo é:] capturar as gotinhas azuis, porque elas não estão contaminadas, as de cor marrom não podem ser coletadas, elas têm coisas ruins, tipo: doenças. O comando é simples... A gente usou a ideia do plano cartesiano e números positivos e negativos e sistema condicional [descreve o algoritmo] (...)

CMM 11 A chuva cai de 10 em 10... como ela vem lá de cima, então é menos 10 [-10], quebramos a cabeça para pensar. A gente aprendeu alguns novos comandos... e até um tal de teoria de conjuntos [numéricos], do tipo: "e" "ou". Bem legal, mas no começo foi um pouco complicado (...) O algoritmo ficou grandão!

A descrição no caderno de memórias dos personagens, dos cenários, do objetivo do jogo e dos algoritmos foi incentivada. Os estudantes deveriam não apenas escolhê-los, mas saber o porquê de sua escolha. Deveriam argumentar e, antes mesmo de começar a construir o jogo no *Scratch*, pensar nos possíveis algoritmos que deveriam ser utilizados no programa. O grupo definiu que o jogo teria por objetivo: capturar e armazenar as gotas, de cor azul, até encher todo o balde de água. As gotas, de cor marrom, no entanto, deveriam ser evitadas, uma vez que são consideradas contaminadas e, portanto, além de sujar toda a água do balde, poderiam trazer doenças às pessoas. Para a separação entre a água suja e limpa do jogo, precisou ser explorado um novo conteúdo matemático. Tratava-se das ideias iniciais à álgebra de boole ou teoria de conjunto, que permitiria projetar novos fantasias ao personagem (balde). Um conteúdo que partiu de uma necessidade e se mostrou como situação *pragmática*, uma vez que o grupo precisou não só compreendê-lo como também utilizá-lo naquele momento.

Para que o jogo *Gotas d'água* funcionasse, o *grupo* articulou os conhecimentos matemáticos e computacionais, tais como: números aleatórios, sistema de coordenadas cartesianas, teoria de conjuntos, números racionais, desigualdades, estruturas de repetição, variáveis, entre outros. Alguns destes conteúdos podem ser observados no quadro abaixo.

Quadro 8 - Gotas d'água: alguns algoritmos (e ideias mobilizadas) do *script* (baldinho)

Programação em *Scratch* *(Comandos de programação)*	**Matemática** *(Conceitos e algumas ideias)*
	O cenário do jogo se estrutura através do **plano cartesiano de René Descartes (<u>duas dimensões</u>)**. As suas dimensões são: - $240 \leq x \leq 240$ (eixo horizontal - comprimento) $-180 \leq y \leq 180$ (eixo vertical - altura ou largura) Para localizar qualquer personagem do jogo no cenário, utiliza-se as **coordenadas cartesianas ou pares ordenados (x, y).** Por exemplo, podemos localizar o balde (personagem) na seguinte posição (*240*, *-180*), onde x = 240 e y = -180.
	**MOVIMENTO DO BALDE NO JOGO** O balde inicia na posição x = 12 e y = -133. É a posição inicial do script que o grupo decidiu estabelecer (centro da base). Para mover o balde (para direita e para esquerda) é preciso utilizar a ideia de coordenadas cartesianas (x,y). Utiliza-se também tanto números positivos, negativos além do zero (**números inteiros**) para indicar se o balde vai à direita ou à esquerda. À esquerda -30 (menos trinta) e à direita 30 (mais trinta).
	**MUDANÇA DE FANTASIAS DO BALDE** Destaca-se nesse comando o conteúdo de **Múltiplo de um número natural,** em especial, os múltiplos do número 5 (ou seja, 0, 5, 10, 15, 20, ...). Também pode ser visto como uma **sequência numérica** de números naturais em matemática. A fantasia do balde só mudará quando o jogador capturar 5, 10, 15 ou 20 gotas. O jogador começa sempre com zero, logo, na fantasia 1. Se o jogador capturar no máximo 4 gotas, então a fantasia do balde não mudará, pois não é múltiplo de 5. Se conseguir capturar 5 gotas, a fantasia do balde mudará para 2 [segunda fantasia]. Se capturar 9 gotas, continuará com a fantasia 2, pois 9 não é múltiplo de 5, ou seja, não existe nenhum número natural que multiplicado por 5 resulte no valor igual a 9 [essas ideias são argumentadas pelo grupo]. Agora, se o jogador conseguir capturar, ao longo do jogo, 10 gotas, a fantasia mudará para 3, e assim sucessivamente. Outro conteúdo utilizado é **Teoria de conjunto**, que dá a noção inicial da ideia de 'e', que significa a interseção de dois eventos. Por exemplo, a fantasia 3 do balde só será vista, quando o jogador tiver capturado menos de 15 gotas e mais de 9 gotas.

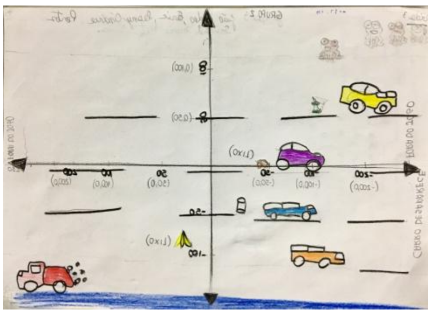
Fonte: a pesquisa, 2016

Entendemos que essas situações, que coloca o estudante para construir o que se deseja e valoriza a construção de significados pertencente a sua realidade, se fortalecem ainda mais a relação entre aprendiz-jogo, e pode, assim como aponta Maltempi (2012, p. 291), "aumentar as chances de que o conceito trabalhado seja realmente aprendido". O jogo gotas d'água partiu do interesse do grupo e, por meio dele, foi possível construir (novos) significados de matemática, que serão posteriormente analisados na particularidade da dissertação. Mas, não só o jogo Gotas d'água que mobilizou novos significados, como também de outros grupos, assim como se mostra na organização e desenvolvimento do jogo digital Macaco coletor.

6.2.2 Jogo [Macaco Coletor]

Após algumas horas de discussões, os Mattickers 4, 5, 10 e 15 decidiram criar o jogo Macaco coletor. Foi um processo de várias idas e voltas até escolherem os personagens, cenários, o objetivo e alguns comandos de programação. Os comandos de programação são os mais extensos comparados com os demais jogos construídos. O grupo levou mais de 4 encontros para construí-los. Algumas ideias (e construções) foram realizadas fora do projeto. O grupo decidiu falar sobre os lixos que são deixados pelas pessoas nas estradas. Prática que prejudica não só a si mesmo como também a natureza e os animais. O jogo assim inicialmente denuncia 'práticas' que devam ser abandonadas pelas pessoas (moradores locais).

Quadro 9 - O jogo Macaco coletor: processo de uma produção

Desenho (em construção) **(Caderno de memórias)**	Discussão e organização **(Construção de algoritmos)**	Interface gráfica do jogo (**Macaco Coletor no Scratch)**
		

Jogo disponível em: < https://scratch.mit.edu/projects/116525182/ >

Fonte: a pesquisa, 2016

Diferentemente do Gotas d'água, os *scripts* do jogo macaco coletor foram (re) editados. Eles não foram desenhados na zona de edição do *Scratch*. O grupo registrou as ideias no caderno de memória como se nota na primeira figura à esquerda do quadro 9. É o esboço inicial do jogo tendo como pano de fundo o plano cartesiano. O jogo se estrutura pela referência dos pares ordenados. Trata-se de um contexto em que os carros se movimentam no eixo x e desaparecem da tela ao atingirem uma certa posição enquanto o macaco se movimenta em todas as direções tudo à base de programação. A segunda imagem retrata a implementação dos algoritmos no *Scratch* e a terceira ilustração mostra a versão final do jogo.

O objetivo do jogo é o de, a partir do macaco, coletar todos os lixos (orgânicos e inorgânicos) que estão espalhados pela estrada e, posteriormente, levá-los até o caminhão de lixo para coleta e reciclagem. O jogador, porém, deverá ter cuidado para não atravessar a rua sem ser atropelado por um dos carros, se, porventura, um deles bater no macaco, perderá vida. Trata-se de um contexto que parte do imaginário dos alunos que alia à ideia do animal fazendo o papel do homem. É uma situação que, conforme o grupo, deverá mobilizar reflexões e mudanças. Para além do aspecto visual, há uma estrutura de programação e de matemática bem organizada por trás de cada *script* do jogo. Na particularidade da nossa pesquisa, algumas ideias de programação e matemática se destacam nos registros dos CMM.

CMM 10 [Explicitação do algoritmo movimento do macaco na tela do Scratch] (...) a estratégia que criamos é pegar os lixos e [os] jogar na lixeira [e] com isso o personagem passa de nível. O nosso jogo tem fases. A pessoa [o jogador] tem que vencer o jogo com o máximo de vidas que conseguir. O macaco é o nosso personagem principal. Vou explicar uma coisa que demorou um pouco. Foi o comando computacional do movimento do macaquinho. Para ele andar fizemos assim [descrever o algoritmo - Mais de 20 linhas no Scratch]. Nossa, deu um trabalho muito grande fazer o macaco andar para todos os lados... Primeiro precisamos saber que o macaco ia para todas as direções. Então, ele ia subir e ia descer, ia para os lados também. Daí, fizemos alguns testes com os valores de y e com os valores de x. Ah, e tudo isso com os comandos de programação bem fáceis - laços de repetições infinitos e ideias de condição [se ... então]. A gente colocou acrescente 100 a x para direita e acrescente -100 a x que fazia o macaco andar para esquerda. Mas, os passos eram muitos grandes. Quando a gente apertava a tecla o macaco andava grandão e quando a gente apertava mais de 5 vezes ele sumia da tela (...). Aí a gente teve que testar outros valores. Colocamos para 70 e -70 em x e y. Mas, ainda os passos não estavam tão legais. Fomos tentando até chegar no valor igual a 30 e - 30 pra todas as direções. Deu certo e o macaco [a cada vez que se aperta os botões correspondentes] anda para todos os lados com passos '30'. A gente já sabia desse comando. Mas, usava sempre o 100. Aqui precisou ser diferente e também criar mais coisas, porque ele andava não só para cima ou para baixo, mas os lados [esquerda-direita] (...) Usamos algumas coisas e melhoramos outras.

CMM 4: [**algoritmo do movimento do carro**] No grupo, eu e o (...) [Matticker 5] ficamos responsáveis para fazer o comando do carro. A gente decidiu que ele devia partir da direita para esquerda. Ele iria caminhar sempre de lá pra cá [representado em forma de desenho: esquerda-direita]. (...) só tinha um problema, quando o carro chegar até a posição 260 ele tinha que desaparecer da tela (...) a gente colocou 260 porque se a gente tivesse colocado 240 [final da tela] o carro ia desaparecer antes mesmo de sair completamente da tela [fazendo referência da parte de trás do carro]. Então, a gente colocou [quando o jogo iniciar] para o carro desaparecer e depois de um tempo aparecer na posição x = -295, que é a sua posição inicial. Daí, ele vai começar lá e vai caminhando e caminhando até o outro lado da tela... Ou seja, ele vai 10 e vai 10 e quando chegar no valor 260... 'bum' [de repente], ele some. [Além disso] encontramos um grande problema, os carros sempre entravam juntos.... todos de uma vez só. Daí, depois que conversamos, erramos e muito... vimos que precisava ser aleatório o tempo... colocamos aí o comando de tempo aleatório. (...)

A partir dos dois relatos observa-se os distintos movimentos do carro e do macaco em relação a construção dos algoritmos. São construções feitas pelo grupo de alunos e que demonstram, pelo registro, um processo não linear de etapas. Há um movimento dinâmico e que se origina no pensamento do aluno e se materializa de certa forma ao descrever uma possível trajetória do personagem no jogo. Tal trajetória não se dissocia de argumentos antes estudados, mas a partir do que se sabe se aprimora assim como se nota na descrição da Matticker 11 "Colocamos para 70 e -70 em x e y. Mas, ainda os passos não estavam tão legais. Fomos tentando até chegar no valor igual a 30 e - 30 pra todas as direções. (...) a gente já sabia desse comando. Mas, usava sempre o 100". Pelo registro, entendemos que o algoritmo não se mostra estranho para o grupo, mas os valores antes testados não correspondiam com suas reais expectativas. Mais do que saber a sequência e a estrutura do comando que se deseja utilizar, o grupo precisou testar outros valores de modo que satisfizesse os 'tamanhos dos passos' do macaco no jogo. É uma situação que não se mostra pronta, mesmo conhecendo o algoritmo. É um movimento que leva o grupo a testar valores, refletir sobre eles e testar novos a partir dos resultados apresentados na tela do programa.

Para além dessa situação específica, percebe-se que o conhecimento antes apropriado se manifesta não apenas nos discursos, mas nas construções basicamente previstas. A construção do algoritmo se inicia na ideia de como o personagem vai se comportar no jogo e a partir disso começa-se a construção formal em termos de programação. Tanto o movimento do macaco, quanto o movimento do carro se localizam a partir de um plano cartesiano e é por essa razão que os alunos descrevem seus argumentos tendo como base os valores de x e os valores de y. Mais do que isso, a construção desses algoritmos não se mostra de forma direta. Os alunos precisam pensar, discutir, rascunhar e até errar para encontrar possíveis soluções.

Uma destas situações se evidencia quando o grupo dos alunos precisou errar/discutir para fazer os carros não 'entrarem' simultaneamente no jogo, como se nota na fala do Matticker 4 "(...) [o carro] vai 10 e vai 10 e quando chegar no valor 260 (...) encontramos um grande problema... os carros sempre entravam juntos... todos de uma vez só. Daí, depois que conversamos, erramos e muito... vimos que precisava ser aleatório o tempo". A partir da implementação de um novo algoritmo em uma estrutura já feita, o grupo conseguiu variar o tempo de entrada de cada carro. Mais do que fazer os carros entrarem de forma aleatória no jogo, o grupo precisou entender a noção de tempo e de números aleatórios para concluir a sua construção. Entendemos que situações com essa, embora particulares, se estrutura como oportunidades de explorar novas estratégias e construir novos significados de matemática. Não só nos comandos do movimento do macaco e dos carros que se encontram significados de matemática como também na construção dos algoritmos da variável tempo e do caminhão. Tais ideias/significados matemáticos podem ser melhor observadas no registro feito CMM5.

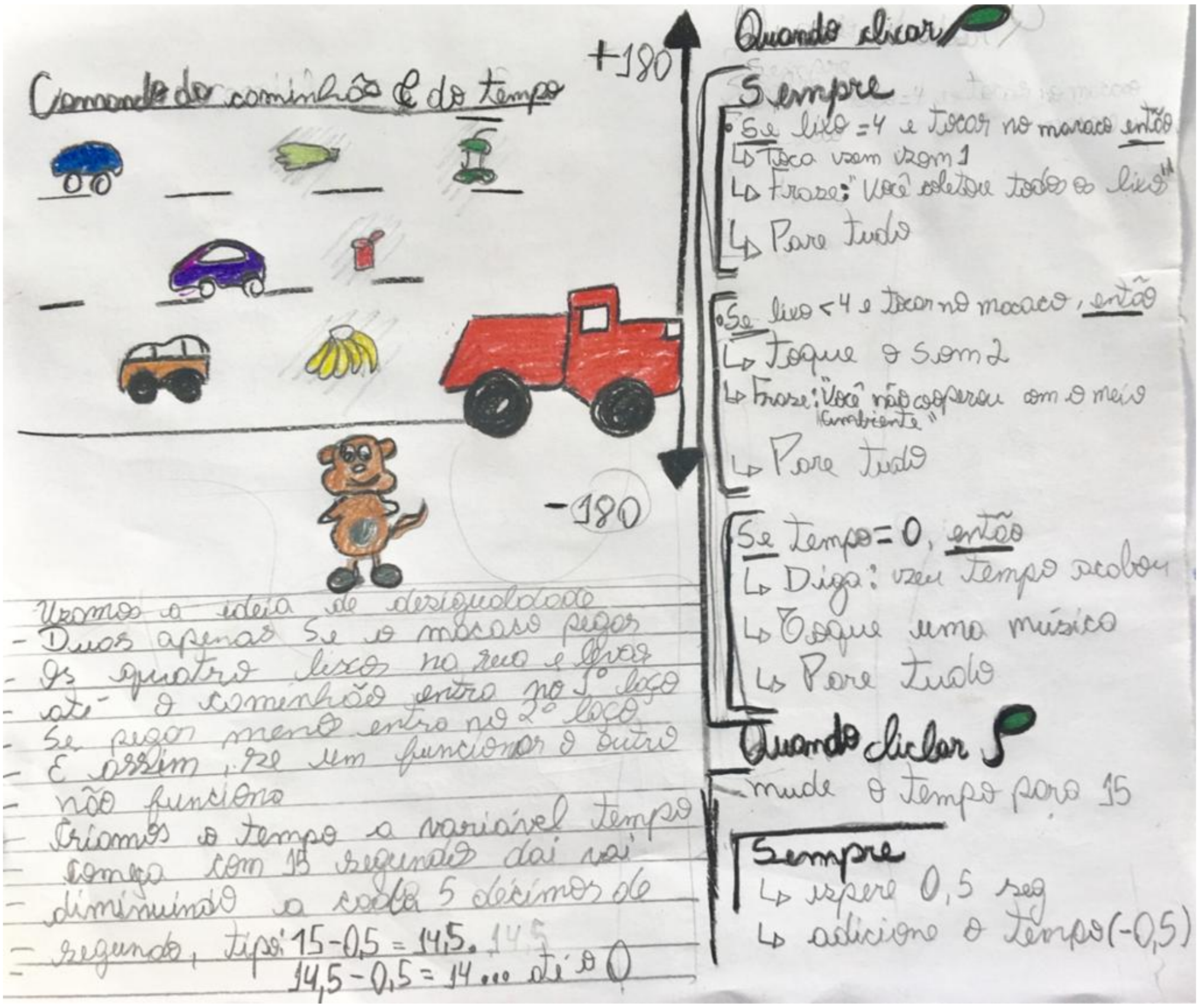
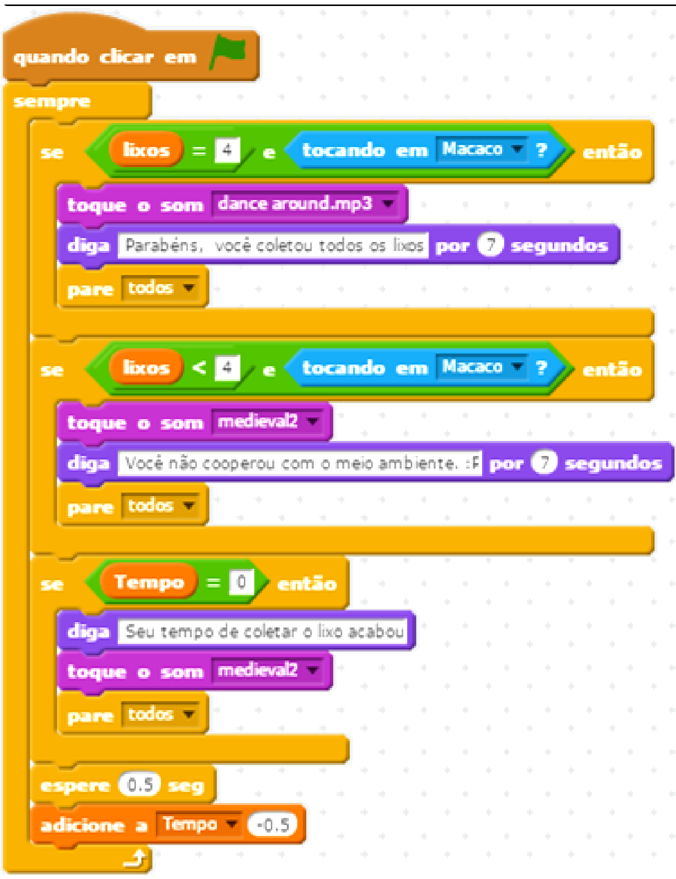


Figura 16 - Macaco coletor: (descrição e explicitação) do algoritmo do caminhão e do tempo

O registro do Matticker 5 apresenta duas explicitações. Do lado inferior da figura, ele apresenta o algoritmo da variável tempo. O tempo se inicia sempre com 15 segundos e vai diminuindo de 5 em 5 décimos de segundos. O interessante é que ele não só apresenta o algoritmo propriamente dito, mas explicita a sequência numérica gerada por ele, assim como se nota na sua descrição "(...) criamos a variável tempo. Começa com 15 segundos daí vai diminuindo a cada 5 décimos de segundos, tipo: 15 - 0,5 = 14,5 | 14,5 - 0,5 = 14 ... até o 0". A sequência numérica {15; 14,5; 14; 13,5; 13; 12,5; (...) 2; 1,5; 1; 0,5; 0} gerada pelo algoritmo mostra o tempo em que o personagem macaco tem para coletar os lixos e levá-los até o caminhão. Caso a sequência termine, o jogo se encerra. Essa ideia de começar com o tempo e reduzi-lo se associa à ideia de um cronômetro. Algo que foi proposto pelo grupo de alunos.

Na particularidade da nossa análise, o comando 'cronômetro' é um dos algoritmos que nos chama mais atenção, talvez não pelo nível de complexidade de sua composição, mas por se tratar de um nova ideia não antes vista/discutida no Mattics. É um novo conceito que parte do interesse do grupo e que se articula pela sua motivação em implementá-lo em seu jogo. Entendemos que esse fato se constitui uma possibilidade de aprendizagem que vai além do roteiro fixo. É um momento que valoriza a busca de sentido e não despreza as ideias de (novos elementos) que parte do interesse do grupo. Entendemos ainda que a construção do conteúdo 'sequência numérica' surge a partir da ideia de subtração sucessiva (*-0,5*). Percebe-se que o grupo faz o uso de números racionais e leva, sem se darem conta, as ideias iniciais de um progressão aritmética de razão - *0,5*. Conteúdos que só foram formalizados na terceira etapa do processo de produção, quando os estudantes apresentavam e argumentavam suas produções. Além do comando do cronômetro, o aluno apresenta a estrutura 'algorítmica' do caminhão. É uma sequência organizada e que compreende, além de termos de programação, ideias matemáticas. O comando do CMM 5 pode ser visto no quadro a seguir em *Scratch*.

Quadro 10 - Algoritmo do caminhão em relação ao número de lixos do jogo Macaco Coletor

<table>
<tr><th>Programação em Scratch
(Comando do caminhão)</th><th>Algoritmo comentado pelo Matticker 5 (Vídeo 31 | 00:00:00 - 00:03:45)</th></tr>
<tr><td>
</td><td>(...) assim que começar o jogo esse comando será acionado, porque a bandeira foi também acionada. A ideia é simples. Tudo depende do macaco, que é o personagem principal do nosso jogo. O jogo tem 4 lixos espalhados pela estrada. Se ele [o macaco] atravessar a estrada e coletar todos os lixos [4 lixos] da estrada e tocar no caminhão, logo o jogo vai emitir uma mensagem que escolhemos 'Parabéns você coletou todos os lixos'. Daí, vai esperar sete segundos, que foi o tempo que a gente determinou e para tudo (...) Mas, pode ser que o jogador atravesse a estrada e [se] esqueça de algum lixo no caminho ou que não consiga capturá-lo a tempo, então, quando o macaco tocar no caminhão, vai funcionar a outra condição [se ... então], que é a segunda, porque o lixo vai ser menor do que 4. Por exemplo, se o jogador pegar apenas 3 lixos, e como três é menor do quatro, logo, a segunda condição funciona. Ela vai ser executada. Daí, vai tocar outra música, a gente colocou Medievel2. É um música mais sinistra. Depois para tudo. É como se o jogador perdesse de verdade. Ele não colaborou com o meio ambiente. Então, são duas principais condições lixo = 4 ou lixo < 4.</td></tr>
</table>

Fonte: a pesquisa, 2016

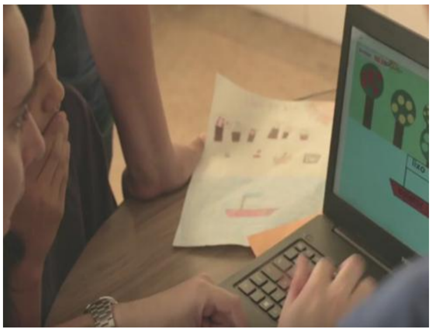
Embora a descrição do algoritmo tenha sido relatada pelo Matticker 5, não foi ele quem o fez sozinho. Contou com a ajuda do grupo. Foi um processo não simples. Ele precisou entender a estrutura do novo algoritmo mobilizado. Tal algoritmo é explicitado, do lado direito da tabela, pelo Matticker 5. Entendemos que construí-lo é muito mais do que unir blocos coloridos, é pensar na sua forma de interação entre os personagens do jogo e saber do que se trata. Acreditamos que a grande parte das características do fazer matematicamente se constituem durante essas construções. É uma forma de que os alunos precisavam muito além de combiná-los, compreendê-los e a pensar na sua forma de funcionamento. Este tipo de compreensão se mostra, além dos algoritmos do macaco coletor, na construção de outro jogo.

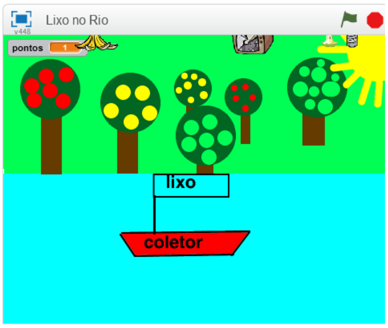
6.2.3 Jogo [Lixo no Rio]

O jogo Lixo no Rio parte da mobilização dos Mattickers 2, 6, 9 e 12. É jogo que representa a história de um rio local, que corta a região e é denominado por 'Meia Ponte'. É um rio que, segundo o relato dos alunos, foi importante no passado tanto para o pescado, quanto para o lazer da comunidade. A intenção do grupo não se limitou a apresentar apenas o rio poluído mas trazer à conscientização responsável às pessoas 'em não jogar lixo nos rios'. Além disso, a escolha do tema é influenciada pelo trabalho escolar que o grupo já havia feito na mostra cultural da escola em forma de maquete. A construção do jogo se deu ao longo dos 4 encontros. O grupo se mostrou empenhado ao longo do processo da escolha dos scripts, dos algoritmos de programação e dos conceitos/ideias matemáticas. Participaram de todos os encontros e, quando necessário, buscavam contribuições com os colegas e com os professores.

Quadro 11 - Etapas do jogo Lixo no Rio

Desenho (em construção) **(Caderno de memórias)**	Discussão e organização **(Construção de algoritmos)**	Interface gráfica do jogo **(Lixo no Rio no Scratch)**





Jogo disponível em: < https://scratch.mit.edu/projects/138181102/ >

Fonte: a pesquisa, 2016

O jogo Lixo no Rio problematiza um contexto real que parte de situações vinculadas à realidade dos próprios alunos. Ao longo de um processo de produção, o grupo decidiu que o principal objetivo de seu jogo seria o de coletar, a partir do barquinho, que se movimenta na direção horizontal, todo lixo jogado pelos seres humanos no rio. Uma outra ideia estabelecida pelo grupo é a de que se, porventura, o jogador não conseguir coletar todos os lixos (orgânicos e inorgânicos) lançados, a tela se modificaria para uma outra. Trata-se de um novo cenário que evidencia, além da água poluída, o solo desgastado e matas ciliares destruídas.

Além do aspecto visual e do objetivo do jogo, o grupo traça diferentes estratégias para o funcionamento dos *scripts* e mobiliza diversas ideias de matemática e de programação, entre as quais se destacam: variáveis (pontos), estruturas de repetição finita e infinita, números racionais, tempo aleatório, sistema de coordenadas cartesianas (x, y), sistema de paralelismo, desigualdade algébrica, etc. Entendemos que deixar os estudantes escolherem o que realmente desejam, durante a produção do jogo, constitui de algum modo como situação fértil para construção de significados matemáticos, assim como se apresenta no movimento do barquinho do jogo, do caimento dos lixos em situações aleatórias, a mudança de cenários, etc.

Ao imaginar a estrutura do jogo e pensar na sua forma de execução, o grupo precisou em constante movimento construir novos algoritmos e pensar na sua forma de funcionamento. A partir do que faltava, ao executar o algoritmo no programa *Scratch*, o grupo anotava os erros e na medida do possível tentava corrigi-los ou aprimorá-los. Em alguns momentos os lixos não caíam de cima para baixo da forma como o grupo esperava. Em outros momentos o lixo chegava até a metade da tela e não concluía o seu percurso no sentido vertical. Apesar desses contratempos, eram momentos em que forjavam o grupo a pensar em maneiras pelas quais não estavam tão familiarizados. A partir do que se percebia como resultado projetado na tela do programa, o grupo (re) organizava suas ideias e refletiam em outras. Dialogavam entre si, fizeram novos cálculos em relação as distâncias dos lixos ao serem lançados de cima para baixo. Refizeram inúmeras vezes o algoritmo até chegar no que se desejava. Algumas dessas dificuldades/impasses se evidenciam nos cadernos de memórias registrados pelos Mattickers.

> **CMM 9** No nosso jogo utilizamos sistema de coordenadas cartesianas, diferentes tipos de números tanto para fazer o tempo e a velocidade dos lixos caírem certinho no nosso jogo. Quanto maior o tempo, o número tinha que ser maior. A velocidade é a mesma coisa. Colocamos 50 para x e -50 para x para fazer o barquinho andar pra lá e pra cá [unindo com os comandos de programação] e ele ia muito rápido. Colocamos 20 e - 20, daí ele ficou bom. Não [se] movimenta tão rápido (...) Usamos também relações lógicas e abstratas, números com sinais diferentes para organizar a sua posição. E com esses comandos [ideias] matemáticos conseguimos concluir o objetivo do nosso jogo que era que quando clicasse em bandeira os lixos cairiam. Não vou falar muito não, mas para fazer esses lixos caírem a gente levou muito tempo. Usamos quase três encontros para eles ficarem prontos. Eles não desciam direito, e quando desciam não sumiam da tela. [a cada novo erro] a gente arrumava e percebia o que tinha que ser feito... daí, a gente ficava discutindo e tal.

CMM 2: (...) só fui perceber que se tivesse colocado y = -10 dentro do laço sempre os lixos iam cair. Mas também se a gente tivesse colocado [como colocaram] y = 10 os lixos não desciam, subiam. Por isso, que precisamos mudar o sinal [para] menos. Eu descobri que não era só fazer o lixo ficar descendo, eu dei a ideia da condição se o lixo tocar no barquinho que a gente fez, o lixo tinha que desaparecer. (...) o barquinho era outra coisa... ele fica só de lá pra cá, é na horizontal. Se tocasse nele, o lixo sumia. Se não ele sumia também, mas ficava embaixo... e o jogador então perdia pontos. (...) [além disso] usamos outro comando [paralelo] para fazer os lixos caírem com um certa maneira [frequência] finita, daí usamos o laço finito.

CMM 6 (...) ah, hoje foi muito complicado [segundo encontro] (...) Os lixos não caíam direito. Entravam tudo de uma vez só, daí lembramos e discutimos com o professor e arrumamos para o tempo aleatório. Daí, uns entravam em tempos diferentes, às vezes era o mesmo tempo [coincidiam]. (...) Hoje no segundo encontro arrumamos os bugs... está ficando legal. Esforçamos e gostamos do resultado... ufa!

CMM 12: (...) só consegui registrar agora [no último de dia produção] (...) fiquei muito envolvida com os cenários e [os] desenhando. (...) confesso que a parte mais legal foi fazer os lixos ficarem caindo... nunca pensei que matemática era dessa forma... (...) parte de coisa bem diferente e lá está ela [matemática].

Os registros apresentados pelos Mattickers 9, 6 e 2 relevam diferentes impasses de matemática que surgiram ao longo do processo de construção dos algoritmos. Trata-se tanto do movimento do barquinho na horizontal, quanto na variação dos lixos na vertical. Uma dificuldade que se mostra comum entre eles é o decaimento dos lixos, que decrescem de 10 em 10, formando-se uma sequência numérica com razão igual a menos 10 [-10]. Um algoritmo que não foi construído no primeiro encontro, mas que se originou ao longo de um processo. Observamos que muitos erros durante a produção dos algoritmos de programação se assimilavam, mas a forma como cada estudante (ou grupo) lidava com eles era diferente.

Os procedimentos adotados por cada aluno, muitas vezes improvisados e (in) comuns, para resolver um problema encaminhado, se denomina como diverso e se acentua como ação de *bricolage*, assim como preconiza o construcionismo. Isso significa dizer que a aprendizagem torna-se mais atraente para o aluno, quando se mostra pautada em suas próprias estratégias, na valorização de suas ideias, mesmo que esta não se apresenta satisfatória na produção do projeto (PAPERT, 2003), assim como se reforça na construção dos algoritmos. Isso pode ser notado na expressão da CMM 6 quando diz "(...) hoje no segundo encontro a gente arrumou os bugs... está ficando legal. Esforçamos e gostamos do resultado... ufa!". Essa situação de construção, que mobiliza ideias de matemática, durante a produção do jogo, mostra a satisfação da aluna em ver o algoritmo antes planejado em funcionamento [y = 180].

Um outro registro que nos chama a atenção é da Matticker 12. Segundo ela "(...) a parte mais legal foi fazer os lixos [caírem] ... nunca pensei que matemática [fosse] dessa forma, a gente parte de coisa bem diferente e lá está ela [por trás]". Acreditamos que a palavra 'coisa' se vincula com a temática 'meio ambiente' e depois 'essa matemática', que para aluna está escondida, se revela através do funcionamento do jogo, sendo definida por códigos de programação. A matemática, que se constitui durante a produção do jogo, se mostra diferente para a estudante daquela comumente encontrada nos livros, nas aulas e até nas discussões. Entendemos que ao usar ideias de matemática na produção do jogo não se abandona os conceitos propriamente formais, mas possibilita aos estudantes ampliar a visão sobre eles. Um contexto que mostra a matemática não pronta, nem restrita a fórmulas ou conceitos isolados, mas a apresenta a partir de ideias e através das características do fazer matematicamente. Uma destas situações se mostra no rascunho do grupo ao descrever a possível trajetória do lixo.

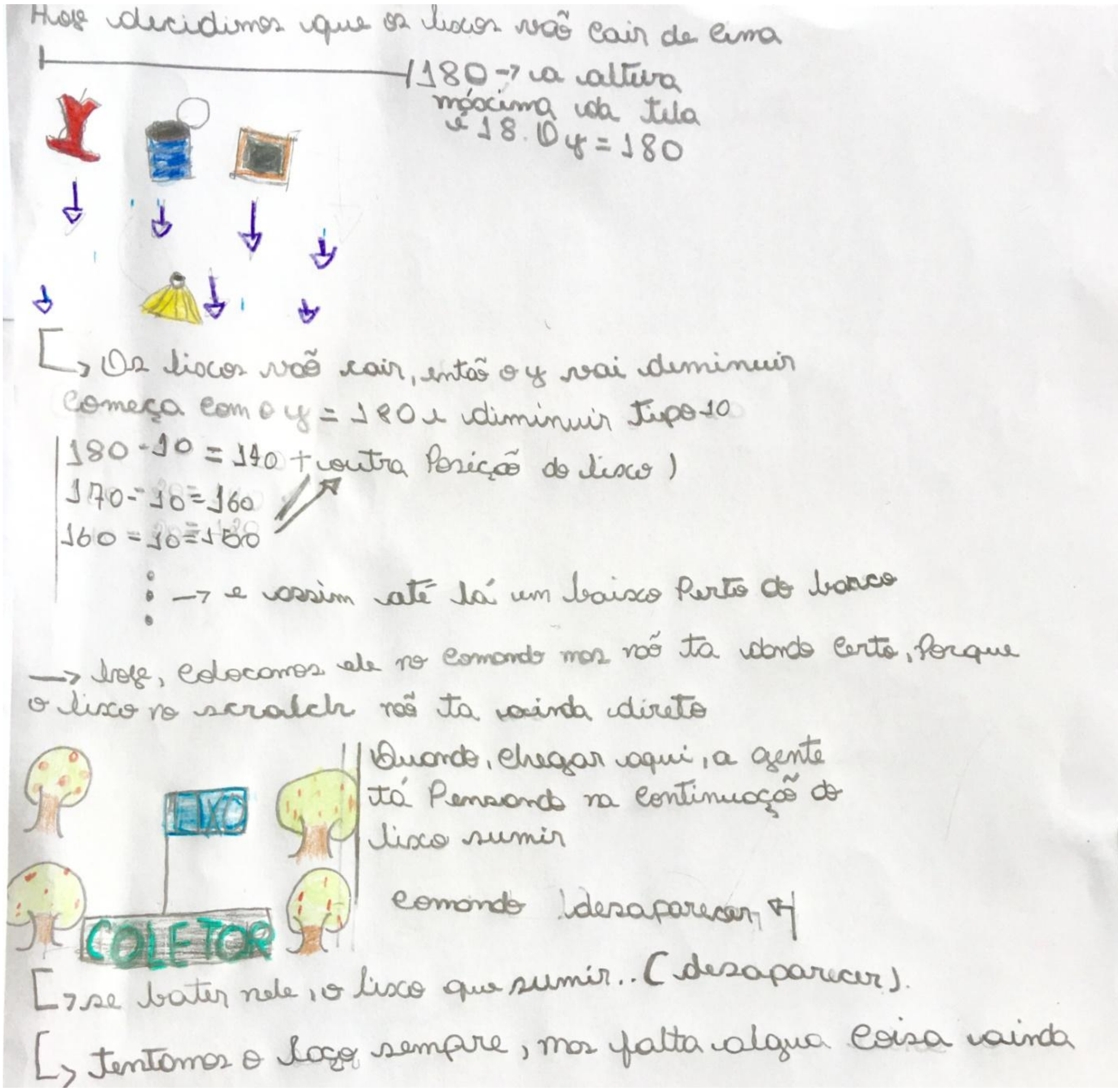


Figura 17 - As ideias (através de um rascunho) do algoritmo do script 'lixo'

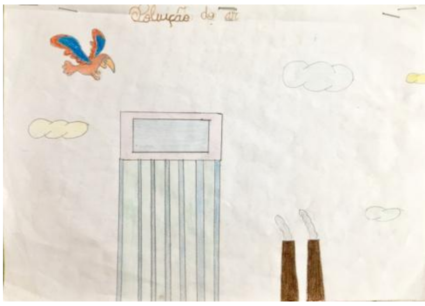
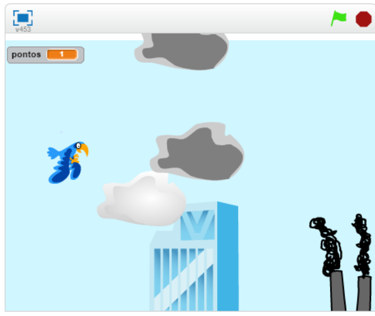
O esboço acima nos mostra o processo da construção do algoritmo do lixo. Trata-se da trajetória vertical que alia tanto as ideias de matemática quando a sua transposição para linguagem em *Scratch*, assim como se nota na descrição: "a altura máxima da tela é 180, y = 180. Os lixos vão cair, então o y vai diminuir. Começa com y = 180 e diminui [de 10 em 10], [ou seja], 180 - 10 = 170 | 170 - 10 =160 | 160 - 10 = 150, (...) até lá embaixo, perto do barco". É um rascunho que aponta, assim como defende Papert (2008), "(...) para uma rica forma de aprendizagem natural" (p. 136). Os estudantes apresentam suas ideias e ao mesmo tempo as confere no programa. Entendemos que há uma organização explícita do que o grupo deseja fazer com o script 'lixo'. Uma organização que se mostra pelo processo dinâmico em que, embora exista uma descrição do que se deseja fazer, não se sabe bem quais comandos de programação utilizar, assim como se observa no comentário do grupo "(...) a gente já colocou ele no comando mas não está dando certo, porque o lixo não cai direito... tentamos o laço sempre, mas falta alguma coisa ainda". Acreditamos que ao construir os scripts do jogo muito mais do que mobilizar os conceitos matemáticos, oportuniza o grupo de alunos a pensar em sua formalização em termos de programação em uma linguagem específica (no caso Scratch).

Observamos que a descrição/reflexão do grupo, embora não seja por meio da linguagem Scratch propriamente dita, configurando a ideia de descrição compreendida pelas ideias de Rosa (2004) e de Maltempi (2005), leva em consideração os possíveis comandos a serem utilizados, como: laço de repetição e argumentos condicionais. Uma descrição que aponta para a construção de conhecimento através da mobilização de ideias matemáticas não necessariamente formais, que articula com uma sintaxe específica de programação. Essa mesma situação se reforça na construção do jogo 'Poluição do ar' feito por outro grupo no projeto Mattics e nos permite compreender outro processo particular de produção/construção.

6.2.4 Jogo [Poluição do ar]

A escolha do tema 'Poluição no ar' se constitui através de um processo de muita discussão entre os alunos. O grupo inicialmente havia decidido trabalhar com a poluição dos mares, uma vez que eles tinham muita vontade de conhecê-los, além de ser um assunto, conforme suas descrições, recorrente nos veículos de comunicação. Mas, a ideia de trabalhar com a poluição dos mares foi se enfraquecendo. Uma razão defendida pelo grupo é que o tema 'água' já estava sendo trabalhado pelos dois outros grupos e que eles tinham uma outra ideia também 'bem legal' de ser desenvolvida. Tratava-se da poluição encontrada nas alturas. Segundo seus relatos, a poluição do ar é um fator importante à comunidade não só local, como no mundo todo. Dois alunos do grupo relataram que, ao brincar de saltar pipas no bairro, se via os céus poluídos e alguns lados cheio de fumaças escuras. Reforça que essa poluição é proveniente não só pela emissão de gases dos carros, mas pelas fábricas locais. O jogo assim, conforme o grupo, deve trazer a conscientização às pessoas sobre os prejuízos acarretados dessas emissões (irresponsáveis) à atmosfera e de algum modo poder evitá-las.

Quadro 12 - Etapas do jogo Poluição do ar

Desenho (em construção) **(Caderno de memórias)**	Discussão e organização **(Decidindo/escrevendo os Scripts)**	Interface gráfica do jogo (**Lixo no Poluição do ar)**
		
Jogo disponível em: < https://scratch.mit.edu/projects/138093690/ >		

Fonte: a pesquisa, 2016

O jogo trata sobre a poluição do ar que prejudica não só as pessoas como também os animais. Os Mattickers 1, 3, 7 e 8 decidiram, ao longo dos quatro encontros, construir um cenário móvel em que as nuvens vão passando e os *scripts* também, enquanto o pássaro deve fugir das nuvens escuras e capturar as nuvens claras (não poluídas) para ganhar pontos. Entendemos que o grupo ao pensar no jogo, nas distintas fases de sua construção, não só apresenta termos comumente de sua própria realidade, mas elementos figurativos - como, por exemplo, a separação das nuvens entre as cores, as ações atribuídas ao pássaro, etc. O grupo utiliza alguns comandos de programação, que articula ideias de matemática em relação ao deslocamento (movimento) dos personagens, como: sistema de coordenadas, números racionais, *loopings*, variáveis, sistema de aleatoriedade, tempo, condições, entre outros.

Não destacamos muita diferença nesse jogo em relação aos demais produzidos. Nota-se uma escolha de conteúdos matemáticos já trabalhados no projeto, mas que são utilizados para a construção de novos personagens e composição de novos cenários. Entendemos que mesmo não havendo a implementação de novos algoritmos, a produção do jogo se mostra importante no sentido de consolidar conceitos já compreendidos em/para outras situações. Há ainda um conjunto de novas estratégias que se evidenciam. Ações que se originam através do pensamento do aluno e se efetivam por meio das características do fazer matematicamente ao produzir um jogo. Uma destas ações se reforça nas (descrições finais) dos CMM 1, 3 e 7.

CMM 1 primeiro escolhemos a posição das nuvens - é onde elas vão começar. Depois pensamos [*conjecturar*] no jeito que elas iam andar (...) devem vir do lado contrário [horizontal] elas vem [do lado direito] e o pássaro vai contra elas [do lado esquerdo] daí dá a ideia de movimento, mudamos o valor de x para negativo [*verificar*], pois aí a nuvem ia diminuindo [a nuvem caminhava em direção à esquerda]

CMM 3 [Explicação do algoritmo] marca um ponto, depois a nuvem esconde, espera um segundo e mostra novamente a nuvem, mas agora em outro lugar porque tem o [comando] aleatório. Dentro do sempre, tem outro laço que é de 50 vezes e dentro [deste] laço tem x = -13. [Ou seja] ela vai diminuir 650 vezes [-650]. Porque fizemos [*calcular*] - 13 x 50 e dá esse valor. Olhamos [*comparar*] o tamanho do palco [na horizontal 480] e quando a nuvem 'andar' 650 à esquerda [- 650] a nuvem estará fora do palco e aí vai terminar esse laço finito e volta novamente para o infinito. Vem outra nuvem e repete tudo de novo até acabar o jogo.

CMM 7 escolhemos começar com zero pontos. Estamos tentando [*analisar*] construir um algoritmo para as nuvens pretas e brancas. Se tocar na branca marca 1 ponto e na preta -1. Sabemos que a variável armazena as coisas. Então é o seguinte ... se o pássaro tocar 8 vezes na nuvem branca, a gente precisa colocar uns comandos de marcar ponto igual a 1. Tipo, o ponto muda para 9, porque 8 + 1 = 9, e assim por diante. Se o jogador tocar na nuvem negra perde pontos. [por exemplo] (...) se no jogo tiver 7 pontos marcados, então vai ficar com 6. Porque vai colocar (-1) na variável pontos [V = 7 + (-1) = 6; V: variável]

Nos relatos apresentados pelos mattickers, evidencia-se as características do fazer matematicamente durante a produção do jogo Poluição do ar. Entre os recortes feitos, destacam-se as ações de "*conjecturar, verificar, comparar, calcular e analisar*" ao descrever não só os algoritmos prontos, mas aqueles que se encontram no processo de produção. São situações que apontam para a construção de significados matemáticos a partir da construção dos algoritmos de programação. Percebemos que a construção do conhecimento matemático se efetiva durante essas ações de produção, uma vez que permite o aluno a compreender/fazer a lógica de funcionamento do jogo, que requer uma concepção mais atenta e ações mais ativas de participação. Os recortes nos possibilitam ainda inferir que a construção desses significados, se apresentam não necessariamente de forma explícita e nem formalmente. Os estudantes laçam mão de ideias vinculadas as ações dos *scripts* à formalização dos algoritmos.

Um fato que nos chama a atenção é a argumentação de forma implícita do Matticker 7 sobre o funcionamento da variável em termos de programação. Observa-se que a sua concepção vai muito além daquela apresentada no início do projeto *Mattics* de que a variável é aquilo 'que varia'. Variável em termos matemáticos poderia de forma intuitiva se sustentar por esse mesmo argumento. O que se nota é que a variável não é apenas a conotação de alteração de valores, mas a forma como se armazenam esses novos valores que se alteram ao receber outros. E isso é explicitado pelo estudante quando descreve: "(...) Sabemos que a variável armazena as coisas (...) se o pássaro tocar 8 vezes na nuvem branca, a gente precisa colocar uns comandos de marcar ponto igual a 1. Tipo, o ponto muda para 9, porque 8 +1=9". Isso significa dizer que a variável que antes marcava 8 pontos ao receber mais uma unidade armazenará em sua estrutura um novo valor, que nesse caso particular será igual a 9.

Entendemos que, à medida que os algoritmos vão sendo produzidos, novos significados (embora já conhecidos) vão sendo ampliados e contextualizados a novas situações específicas.

Essa situação se confere àquilo que é defendido pelo construcionismo como dimensão semântica, uma vez que atribui significados ao que o estudante faz e dá sentido para a sua construção, "em vez de formalismos e símbolos, além de trazer dentro de si conceitos e ideias que sejam representativos do assunto que está sendo estudado" (MALTEMPI, 2012, p. 291). Outro fator que nos chama a atenção durante a produção do jogo é o registro (em forma de desenhos e rascunhos) apresentado no caderno de memória do Matticker 8. Ele apresenta o esboço dos personagens e sinaliza algumas preocupações quanto a execução dos algoritmos.

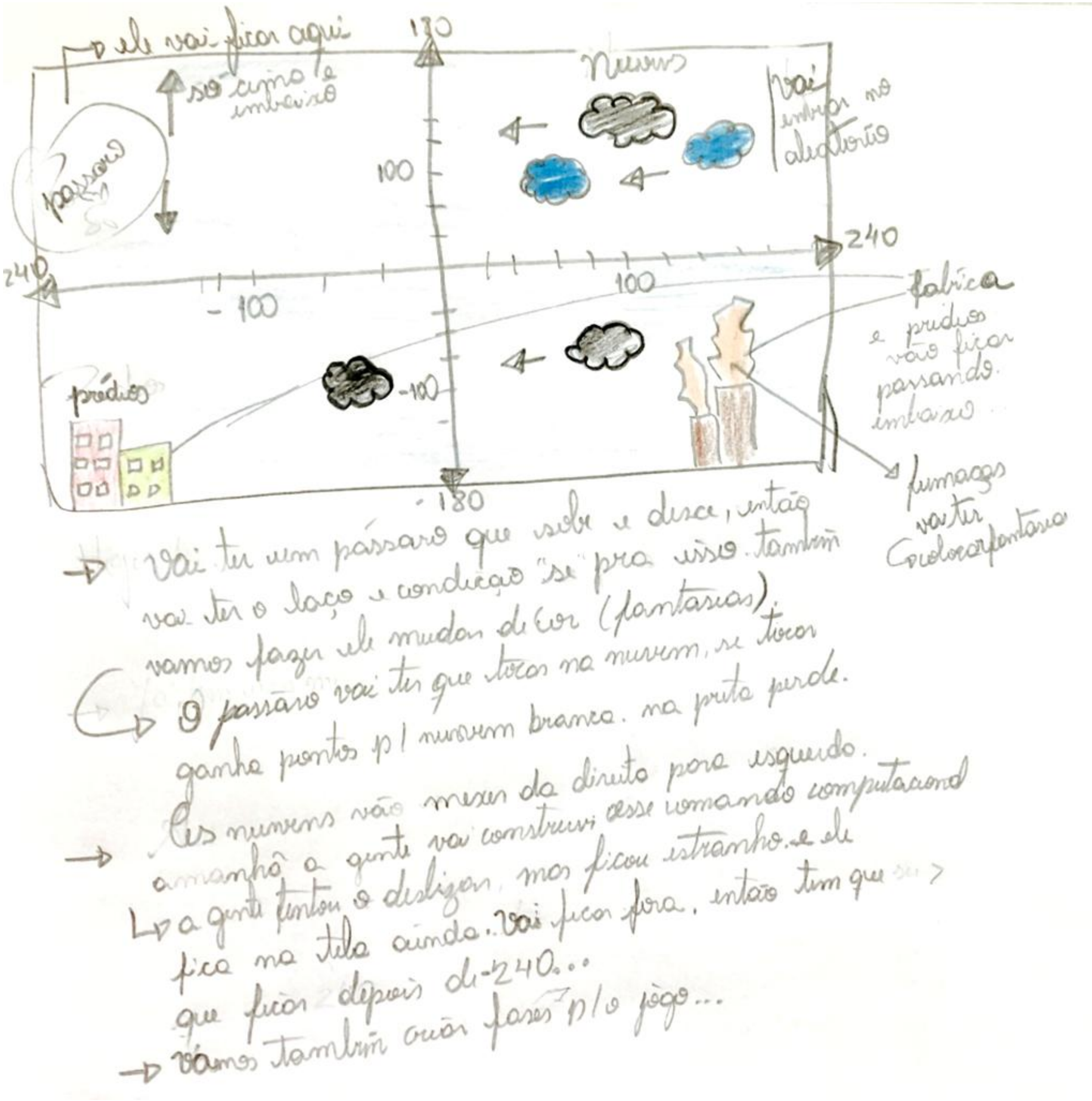


Figura 18 - Esboço inicial do jogo "Poluição do ar"

É um desenho que traduz o pensamento inicial do grupo que, ao longo do tempo, não permaneceu o mesmo. O rascunho antes definido se altera e apresenta o movimento do pássaro (já na versão final) não só na vertical como na horizontal. Reforça a construção como um processo que compreende mudanças que vão sendo feitas pelos alunos. Parte da simples localização dos personagens até a sua forma de interação no palco em termos de programação. Mas isso não é regra, é uma apenas um dos casos particulares de uma construção. Muito mais do que apresentar um possível escopo do jogo, o aluno demonstra uma certa preocupação quanto ao funcionamento do personagem "(...) as nuvens vão mexer da direita para esquerda [sempre nessa ordem], amanhã a gente vai construir esse comando computacional, a gente tentou o deslizar, mas ficou estranho ...". Entendemos que mesmo no rascunho das iniciais do jogo, o grupo se mostra atento ao que se deve criar para fazer o jogo funcionar (exequível).

São justamente nessas situações em que se articula a mobilização não só de ideias como também a sequência lógica da construção dos algoritmos de programação, que leva o grupo de alunos à reflexão/discussão entre as distintas etapas do processo de produção do jogo. Entendemos que essas ações de construção aconteciam não de forma isolada, mas pela influência de fatores externos, como a própria estrutura do ambiente, a presença do professor-pesquisador e professores voluntários, a interação entre os alunos e aos estímulos que eram incentivados durante essas construções *descrever/compreender/argumentar* o que se produz.

Para finalizar essa seção, consideramos que as ideias discutidas mostram, em consonância com o aspectos teóricos apresentados ao longo do segundo e terceiro episódios, a construção de conhecimento a partir do jogo digital em um ambiente construcionista de aprendizagem como algo dinâmico, que conjuga ideias matemáticas e que não partem necessariamente de conceitos formais ao longo do processo de uma produção. Existe, de fato, uma construção que se mostra particular entre os grupos e que se reforça quando é incentivada ao descrever, compreender e argumentar o que se faz durante a construção. Mostra a construção de significados que não se desvincula dos aspectos sociais e que, ao interagir com eles, sofre mudanças e recebe influências de (novas) ideias e diferentes buscas/estratégias. Tal processo dinâmico se fundamenta na construção pela produção quando há uma participação ativa e interação pelo estudante. Um processo não linear e nem ausente de fatores externos. Empreende-se como uma forma de construir significados em termos de programação, regido por uma estrutura lógica não aleatória, que permite o estudante a refletir de forma conjunta, de alterar o conceito de maneira não antes pensada ao confrontar suas ideias com outras. E é justamente nesse contexto, que partimos para a última etapa de análise, na qual nos permite compreender a construção de conhecimento matemático a partir do jogo quando os grupos se interagem entre si, quando defendem suas ideias e as modificam quando se faz necessário.

6.3 APRESENTAÇÃO/DISCUSSÃO DOS GAMES (PRODUZIDOS PELOS GRUPOS)

Assim que os grupos terminaram a produção de seus games, puderam apresentá-los. A apresentação/discussão dos projetos aconteceu a partir do dia 26 de novembro de 2015. Os grupos expuseram suas ideias e ao mesmo tempo participaram do processo de *brainstorming* (discussão/debate) dos conceitos matemáticos baseada na estrutura lógica de programação de cada *script* do jogo. O processo de *brainstorming* de investigação é visto como uma atividade focada, que envolve participação ativa por parte dos integrantes envolvidos, que considera o tempo para se planejar e dialogar com outros de modo a tirar o máximo de contribuições possíveis. Entendemos que mais do que um termo que se vincula às ideias construcionistas, possibilita-nos a pensar a forma de construção de conhecimento como não presa a códigos, mas expansiva e que se origina a partir da discussão de ideias entre os grupos. Ideias que desencadeiam *insights* não antes imaginado pelos alunos em relação a sua própria produção.

Entendemos que a experimentação a partir da produção/discussão/argumentação dos algoritmos de programação que há por trás dos jogos significou tornar as ideias de matemática mais palpáveis entre os alunos, até aqueles que apresentavam mais dificuldades. Na particularidade da nossa pesquisa, nossos olhares se centram nos discursos dos alunos, que contribuem não só para a socialização de significados matemáticos a partir da produção dos jogos como também a compreensão/construção desses conteúdos matemáticos a partir da troca, da dúvida e da interação estabelecida (em movimento) entre eles. Deste modo, com uma preparação cuidadosa dos materiais coletados e um conjunto de critérios definidos, priorizamos apenas os recortes que nos permitem investigar o nosso problema de pesquisa.

6.3.1 [Brainstorming1]: construção de conhecimento matemático a partir da produção do jogo se mostra através da discussão de ideias intuitivas à formalização de termos específicos

O nosso primeiro recorte se sustenta na discussão do jogo Gotas d'água no que se refere a mudança de fantasia do personagem do balde, que carrega não só significados em termos do sistema cartesiano, mas outros, como, múltiplos de números naturais. É um contexto que apresenta a discussão, por meio de perguntas entre os mattickers, como forma de construção de significados à formalização de conceitos (termos) específicos matemáticos.

Movimento 17 | Recorte: apresentação/discussão do algoritmo das fantasias do balde

(Projeto Mattics | 26 de novembro de 2015| Imagem ilustrativa da apresentação/discussão do jogo)

Mattickers 11 e 13 explicam a estrutura do algoritmo do balde (Vídeo 32 | 00:07:30 - 00:15:34)

Matticker 11: Esse aqui é o balde original [mostra na tela - algoritmo e o script]. Primeiro a gente criou a fantasia. Nós tivemos a ideia de que em 5 em 5 gotinhas o balde ia enchendo.
PP: Pessoal, vocês estão vendo lá [mostra a tela e o algoritmo]... existem cinco fantasias do balde...
Matticker 11: O primeiro balde como vocês podem ver não tem nada de água, porque a pontuação é zero e menor do que cinco. Agora, no segundo balde tem um pouquinho de água. Pra chegar nesse balde tem que pegar 5 gotinhas. Pintamos o fundo do balde de azul. Depois quando você pegar 10 gotinhas azuis vai para o terceiro balde. Assim, de 5 em 5 gotinhas que você [o jogador] pegar o balde vai mudando a fantasia.
PP: Essa ideia que vocês estão utilizando na verdade é chamada na matemática de múltiplo de 5, tipo 0, 5,10...
Matticker 11: Legal, hum é mesmo... (...)
PP: 0 gota representa primeira fantasia, 5 gotas representam a segunda fantasia, 10 a terceira e assim por diante!
Matticker 3: [Pergunta] Mas, se eu estiver jogando e alcançar 18 gotinhas azuis, vou ficar no balde 4?
Matticker 11: Sim, porque na verdade só alcançou 15 gotinhas. Tem que ser 20 para próxima.
Matticker 11: o último balde aqui [mostra na tela] é quando você [o jogador] alcança vinte gotinhas azuis. O balde fica cheio, como vocês podem ver [mostra na tela]. A água vai até a borda. Está cheio!
Matticker 4: [Pergunta] como vocês fizeram na parte matemática para essa estrutura funcionar?
Matticker11: [Mostra os algoritmos e os exemplifica]
Matticker 12: [Pergunta] a gente pode usar só o 5 ou a gente pode usar outros números também?
Matticker 11: Pode usar outros números, mas a gente escolheu de 5 em 5 pra dar um volume no balde e também para não ficar tão difícil a jogada. (...) podia até ir de 1 em 1, se vocês quisessem.
Matticker 4: [Pergunta] e se vocês colocassem as gotas para caírem primeiro na nuvem?
Matticker 11: Não porque ficaria muito difícil e as gotas iam demorar demais cair. Porque pegar para depois cair demora. E aí o jogador ia ter que ficar parado esperando. E a nossa ideia [é de que] as gotas caiam rápido, porque se não você [o jogador] conseguiria pegar as gotinhas muito fáceis. E todo jogo tem que ter um desafio.
PV1: [Pergunta] você pegou a gotinha e conseguiu atingir 5 pontos e apareceu a primeira mudança do baldinho. Mas, sem querer, por exemplo, você captura uma gotinha suja. E aí, o que acontece? Volta a fantasia?
Matticker 11: A fantasia vai voltar, porque vai adicionar -1 ponto, porque cada gotinha marrom vale -1 [total de gotas = 5 + (-1) =4]. Mas, a gente tá projetando agora não voltar a fantasia, mas diminuir um pouco de água apenas. Talvez, colocar um cor marrom na água para ir mostrando que a água está sendo poluída.
PP: (...) muito legal isso que vocês estão usando (...) Essa ideia de adicionar número negativo, recebe o nome específico na matemática de simétrico de um número inteiro ou número oposto de um número inteiro, que é um dos conteúdos do próximo ano [7º ano] - sobre números inteiros [..., -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, ...] (...)
Matticker 7: Mas, pessoal, se eu pegar uma gotinha suja [a gotinha marrom] a água vai mudar de cor então?
Matticker 13: Sim, muda a fantasia aqui. Mas, estamos trabalhando para água ficar marrom, que foi a sugestão do outro colega. São ideias para melhorar o jogo, por enquanto só diminui o ponto e diminui o volume da água.
Matticker 2: [Pergunta] o que o grupo de vocês decidiram ter: mais gotinhas azuis ou marrons? Por quê?
Matticker 13: O nosso grupo decidiu fazer 28 gotinhas sujas, como vocês podem ver aqui no laço finito de repetição que é 28 vezes, e 30 gotinhas da cor azul. A gente decidiu ter mais gotas de cor azul, porque algumas gotas caem juntas e daí o jogador não conseguiria pegá-las. Ele tem quer pegar 20 entre as 30 que colocamos. Colocamos mais gotinhas azuis, 10 gotinhas a mais do que o jogador precisa pegar para ele conseguir vencer.

O conceito de múltiplo de um número natural foi utilizado antes mesmo de ter sido formalizado no Mattics. O grupo estabelece um padrão que se altera de 5 em 5 a fantasia do balde. É um assunto que é apresentado intuitivamente pelo grupo e se mostra, pelo discurso, como um sistema de programação bem estruturado. A partir da discussão/argumentação, formaliza-se o conteúdo ou o corresponde ao seu próprio conceito, como se nota na fala do professor-pesquisador "(...) Essa ideia que vocês estão utilizando na verdade é chamada na matemática de múltiplo de 5, tipo 0, 5, 10 ...". O grupo apresenta uma descrição do que fizeram no jogo e, pelo processo de produção, utilizam, sem se darem conta, significados matemáticos já definidos. Percebe-se ainda que a escolha desse padrão de 5 em 5 se apresenta como alternativa pelo grupo "(...) pode usar outros números, mas a gente escolheu de 5 em 5 pra dar um volume no balde e também para não ficar tão difícil a jogada (...) podia até ir de 1 em 1, se vocês quisessem". A fala não só mostra a compreensão do grupo quanto a funcionalidade do algoritmo, mas apresenta outras possibilidades para a sua construção.

A partir do questionamento feito pelo Matticker 3: "(...) Mas, se eu estiver jogando e alcançar 18 gotinhas azuis, vou ficar no balde 4?", observa-se uma discussão dos alunos sobre as ideias intuitivas relacionadas não só do múltiplo de um número natural como também, implicitamente, de um divisor de um número natural, como se mostra na fala da Matticker 11 ao responder a pergunta "porque na verdade [o jogador] só alcançou 15 gotinhas. Tem que ser 20 para próxima [para mudar a fantasia]". A resposta indica que os números que estão compreendidos entre os múltiplos de 5 não alteram as fantasias propriamente do balde, como, por exemplo 18 gotinhas, que não é um número múltiplo/divisor de 5. Isto é, não existe nenhum um outro número natural que multiplicado/dividido por 5 resulte no valor igual a 18.

Endentemos que quando o aluno tem a oportunidade de tentar fazer/criar/discutir com o outro, muita matemática está sendo, durante esse processo, mobilizada. É um processo que permite o aluno fazer cálculos aritméticos e entender a estrutura do funcionamento do seu algoritmo a partir de um lógica de programação em um ambiente de aprendizagem. É uma situação que se apresenta pela experimentação do aluno sem antes estudar ou se ater apenas aos formalismos conceituais matemáticos. Papert (2008) diz que essa lógica de mobilização de significados, em que o aprendiz explora/investiga diferentes estratégias de resolução antes do seu ensino formal, é ideal para desenvolver do pensamento concreto e abstrato. Não é o concreto para o abstrato, mas é o concreto/abstrato conduzindo para o mesmo processo de desenvolvimento de aprendizagem do aluno. Quando o estudante traça estratégias para a construção do seu jogo muitas ideias/abstrações e noções concretas/visuais estão sendo ao mesmo tempo mobilizadas (VALENTE, 1999, 2016; DE PAULA, VALENTE, 2014).

Durante a produção do algoritmo das gotinhas, o grupo mostra o funcionamento do seu jogo e demonstra certa preocupação de como jogador se sentirá ao jogá-lo. O grupo defende a ideia, ao receber uma sugestão por outro aluno, de que as gotas devem cair num ritmo adequado de modo que o jogo não perca a sua forma lúdica e desafiante "(...) e a nossa ideia [é de que] as gotas caiam rápido, porque se não você [o jogador] conseguiria pegá-las. E todo jogo tem que ter um desafio". Mesmo em situações como esta, em que o conhecimento matemático não se mostra explicitamente, percebe-se, pelo discurso do grupo, a mobilização de outros conteúdos como: velocidade, distância e tempo. Entendemos que a construção de cada algoritmo, em sintonia do que é apresentado pelo grupo, se apresenta como uma oportunidade de discussão/reflexão de tópicos de conteúdos implícitos e não formalizados.

Essa característica de mobilização de significados à conceitualização de conteúdos, por meio do diálogo ao longo do processo de produção do jogo digital em um ambiente construcionista, e o respeito à autonomia e ideias mobilizadas pelo aluno, postula "(...) que o aprendizado ocorre especialmente quando o aprendiz está engajado em construir um produto de significado pessoal e que possa ser mostrado [e discutido/argumentado] a outras pessoas (MALTEMPI, 2005, p. 3). Uma destas características se reforça quando o grupo descreve/expressa o sistema de pontuação do seu jogo, distinguindo as gotas limpas [de cor azuis] das gotas sujas [de cor marrom]. É um movimento que parte da sua preferência pessoal e que corresponde novas ideias de matemática, como, o conteúdo de números inteiros.

A partir do questionamento levantado pelo PV1 "(...) você pegou a gotinha e conseguiu atingir 5 pontos e apareceu a primeira mudança do baldinho. Mas, sem querer, por exemplo, você captura uma gotinha suja. E aí, o que acontece? Volta a fantasia?", o grupo mobiliza as ideias do conteúdo de números inteiros para responder a pergunta do professor. Ao explicitar o funcionamento da gotinha, os alunos utilizam o conceito de operação entre números positivos e negativos, além de mobilizar o conceito de oposto (ou simétrico) de um número inteiro, que é assunto não antes estudado por eles devido a série escolar. Essa situação se apresenta quando a Matticker 11 descreve a operação entre a adição de números negativos "(...) a fantasia vai voltar, porque vai adicionar -1 ponto, porque cada gotinha marrom vale -1 [Total de gotas = 5 + (-1) = 4]". Observa-se que a sua argumentação se sustenta na justifica de adicionar um número negativo, e não necessariamente subtrair um número pelo outro como se apresenta no fechamento do conjunto dos números naturais. É uma situação que se mostra através do significado de número oposto [n + (-n) = n - n; n: número | o oposto de (- n) é n] e que faz correspondência a uma lógica de funcionamento do algoritmo de programação.

Entendemos que, durante a discussão do algoritmo de um determinado *script* de um jogo, o conteúdo não se mostra de forma unívoca do conceito à aplicação, mas se configura em muitos casos como a construção de ideias/significados pelo estudante, para então, quando necessário, à formalização. Isso se observa na fala do professor-pesquisador: "(...) essa ideia de adicionar número negativo, recebe o nome específico de simétrico de um número inteiro ou número oposto, que é um conteúdo do próximo ano [7º ano] sobre números inteiros [..., -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, ...] ". Observa-se que a construção de conhecimento matemático se mostra não só pela teorização à mobilização de ideias, mas pelo movimento complexo de mobilização de ações intuitivas à construção de significados durante e após a produção/argumentação dos algoritmos dos *scripts* do game. Entendemos que não existe uma só direção para a construção de conhecimento matemático durante a produção do jogo, mas múltiplos movimentos que ocorrem simultaneamente, sem que aconteça necessariamente uma conceituação formal de conteúdos. Muito além desse contexto específico de construção de significados matemáticos à produção do jogo, notamos que os conteúdos mobilizados durante a sua produção no ambiente construcionista não se mostravam necessariamente isolados e nem compartimentalizados como geralmente se acentuam no contexto formal de sala de aula.

6.3.2 [Brainstorming2]: a construção de conhecimento matemático a partir da produção jogo no ambiente construcionista de aprendizagem se mostra dinâmica e não compartimentalizada

Observamos que, ao longo do processo investigativo no qual inclui as distintas etapas da produção dos jogos pelos alunos, a construção de conhecimento matemático não se apresenta linear e nem se configura de forma compartimentalizada, como se o conteúdos matemáticos estivessem unicamente em forma de 'caixinhas'. O conhecimento matemático se mostra durante as discussões/reflexões promovidas pelos/entre os alunos sem necessariamente se restringir a um único tópico ou termo específico matemático. Quando se explorava, por exemplo, o movimento de um determinado personagem no jogo, o grupo mobilizava não só as ideias de um plano cartesiano, mas também discutiam a sua posição, o seu deslocamento, os tipos de números (aleatórios ou não) que seriam utilizados, a noção de tempo e de espaço, etc. As múltiplas ideias dos conceitos matemáticos se originavam antes mesmo da construção dos algoritmos e se interligavam ao longo de todo processo de criação/discussão/argumentação.

Entendemos que, pela particularidade do ambiente de aprendizagem, a discussão não isolada (ou segmentada) de conteúdos ocorria a partir da troca de ideias do funcionamento dos algoritmos entre os alunos, sem deixar de lado o que eles traziam de si para o grupo. A partir da valorização das ideias intuitivas até a construção de algoritmos de programação para cada *script* nas apresentações/discussões, os estudantes iam atribuindo significados ao que faziam. Argumentavam e defendiam suas ideias. Grande parte dessas atribuições se originava a partir do questionamento contextualizado e da organização de informações problematizadas. Um destes questionamentos se mostra durante a apresentação/discussão do jogo Macaco Coletor, quando os demais integrantes (não pertencentes ao grupo) apontavam contribuições para o jogo e as inter-relacionavam com as ideias de matemática e estratégias de execução/algoritmo.

Movimento 18 | Recorte: feedbacks/discussões e contribuições/significados

(Mattics | 27 de novembro de 2015| Imagem ilustrativa da apresentação/discussão do jogo Macaco Coletor)

Mattickers 4 e 5 apresentam/discutem o jogo e recebem contribuições (Vídeo 33 | 00:00:00 - 00:05:12)

Matticker 5: [descreve o objetivo do jogo e mostra o seu funcionamento] (...)
PP: (...) o jogo está legal, mas acredito que ficaria mais legal se colocar o barulho dos carros (Vhrom, vhrom, ...)
Matticker 7: Também estou achando muito devagar os carros. Tem que aumentar a velocidade deles. É só aumentar o número dele aí, porque a velocidade aumenta também. Do jeito que está, é fácil vencer (...)
Matticker 16: (...) Outra coisa é que não aparece nada de efeito quando bate o macaquinho nos carros (...)
PP: (...) dá para simular uma situação dessa? [O Matticker 5 mostra a situação e descreve o algoritmo] (...) sabe o que mais vocês poderiam criar no jogo, um algoritmo para o macaco: "se ele tocar no caminhão e a quantidade de lixo for menor do que se queira [grupo] então aparece outra mensagem", é uma ideia/sugestão... o que acham?
Matticker 7: (...) estou achando também a velocidade do macaco muito devagar, aumenta os valores de x e y.
PP: Então, podemos pensar em aumentar a velocidade dele, ok!?
Matticker 5: Certo! podemos tentar mexer nos valores desse algoritmo aqui [mostra] para aumentar a velocidade. É só colocar maiores valores mesmo. Depois a gente discute a batida de como ficará o macaco [...]
VP2: Tem que ter um tempo para o macaco atravessar [cronômetro]. Tentem mexer na estrutura do algoritmo
Matticker 5: Certo! a gente pode tentar mexer nos valores desse algoritmo aqui [mostra]. Depois a gente discute a batida de como ficará o macaco [...] o carro daí vai esconder e aí ele vai pra frente [mostra na tela] (...)
PV2: Certo, ele vai pra frente, mas para qual sentido?
Matticker 5: Ele vai para direita. (...) daí, mude para - 295 (...)
PP: O que significa o -295 aí? [algoritmo | 'se a posição do carro for menor do que -295, então ele desaparece']
Matticker 4: Sempre que o carro alcançar esse valor, a gente decidiu fazer ele sair do palco. É a desigualdade. Ele sai da tela. Daí, quando o carro não estiver mais na tela, vai funcionar esse novo comando de espera. É onde o carro espera para entrar novamente. Colocamos a ideia de número aleatório [no algoritmo].
PP: Beleza! Mas, o que vocês querem dizer com esses valores aleatórios de 1 a 5 segundos?
Matticker 4: [Vários respondem] Quando a gente pensou em criar, a gente tinha em mente que o carro vai sair e poderá entrar a partir desse tempo. Por exemplo, depois de 1 segundo, ou depois de 5 segundos... e assim os carros não entram na mesma hora na tela (...) além de entrarem em tempo diferentes, a gente mudou o x deles para que eles tivessem velocidades diferentes, porque os carros não andam com a mesma velocidade na vida real

O jogo que levou mais tempo para ser elaborado, recebe também contribuições importantes dos demais grupos. São contribuições que partem dos movimentos específicos dos personagens do jogo e leva o grupo não só a aperfeiçoá-lo, mas a pensar na estrutura de sua produção. Uma produção que não se mostra pronta, mesmo quando parecia estar. Esta situação se reforça quando o Matticker 7 apresenta dois questionamentos (não simultâneos) para o grupo: "(...) estou achando muito devagar os carros. Tem que aumentar a velocidade deles. É só aumentar o número dele aí, porque a velocidade aumenta também. Do jeito que está, é fácil vencer (...)" e "(...) estou achando também a velocidade do macaco muito devagar, aumenta os valores de x e y". Os seus questionamentos, além de apontarem para o funcionamento do algoritmo (o movimento dos personagens), demonstram ligação entre a velocidade e deslocamento, além de termos específicos matemáticos, como, plano cartesiano. Estes conteúdos, em especial durante e após a produção do jogo pelo grupo, se apresentam de forma não excludentes e se reforçam pela discussão/argumentação entre as suas falas, mesmo quando não existiam erros ou bugs específicos de programação a serem corrigidos por eles.

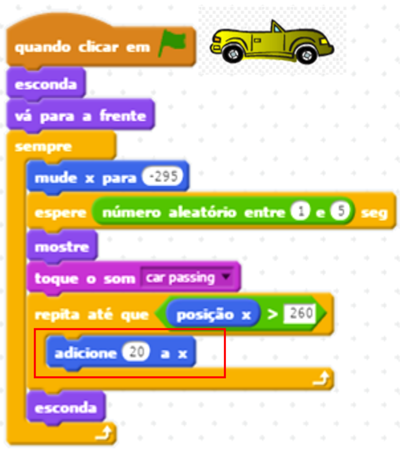
Não há erro no algoritmo de programação (velocidade do carro e do macaco) construído/argumentado pelo grupo, o que se nota é uma nova ideia apresentada (em forma de contribuição) para o seu jogo que pode ou não ser considerada. Papert (1985) já propunha que aprendizagem como a construção do conhecimento através da interação do aluno com o outro se apresenta como uma situação rica de troca de ideias e mobilização de (novas) estratégias. É uma troca que pressupõe que o estudante aja de forma ativa, que interprete resultados e que, ao recebê-los, possa pensar/refletir em novas formas de construção e estratégias. Isso se nota na fala do Matticker 5 ao receber a contribuição do algoritmo para o seu jogo: "(...) podemos tentar mexer nos valores desse algoritmo aqui [mostra] para aumentar a velocidade. É só colocar maiores valores mesmo. Depois a gente discute a batida de como ficará o macaco". Entendemos que a construção de conhecimento matemático, a partir da produção desse jogo, além de não se mostrar pronta e nem linear, pode se vincular através de discussão/ideias, muito além dos equívocos cometidos pelos alunos no processo de aprendizagem/produção.

Além disso, a mobilização de ideias matemáticas atribuídas aos novos comandos de programação pelos alunos aos personagens do jogo Macaco Coletor se apresenta não fora de contexto e nem isolada, assim como se observa na justificativa do Matticker 5 "(...) sempre que o carro alcançar esse valor [-295], a gente decidiu fazer ele sair do palco [valor maior do que o comprimento do palco] (...) é a desigualdade [conteúdo matemático], daí, quando o carro não estiver mais na tela, vai funcionar esse novo comando de espera (...) colocamos a ideia de número aleatório". A partir da explicação do aluno, observa-se que os aspectos referentes à distância e deslocamento do carro se vinculam aos conceitos de tempo e noção de aleatoriedade e desigualdade dentro de uma estrutura específica de programação. Essa estrutura de programação construída pelo grupo pode ser observada no quadro a seguir.

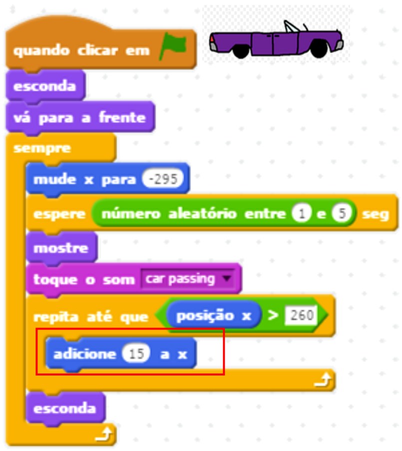
Quadro 13 - Algoritmos dos carros do jogo Macaco Coletor

Algoritmo do carro azul
(Programação | x = 10)

Algoritmo do carro amarelo
(Programação | x = 20)



Algoritmo do carro Roxo
(Programação | x = 15)



Percebe-se, no quadro 13, não só o algoritmo de um carro, mas de três. São algoritmos que se diferenciam somente pela velocidade que é determinada pelo número 'de passos' do carro em relação ao eixo x. Quanto maior o número do 'passos' do carro, maior a velocidade. A partir desses algoritmos construídos, observa-se a relação dos conteúdos de matemática e estratégias, que se reforçam durante a apresentação/argumentação do grupo, assim como se mostra na explicação do Matticker 4: "(...) quando a gente pensou em criar, a gente tinha em mente que o carro [iria] sair e [poderia] entrar a partir desse tempo. Por exemplo, depois de 1 segundo, ou depois de 5 segundos... e assim os carros não entram na mesma hora na tela (...) além de entrarem em tempo diferentes, a gente mudou o x deles para que eles tivessem velocidades diferentes, porque os carros não andam com a mesma velocidade na vida real". Essa fala postula-se como a mobilização significado matemático a partir da produção do jogo e não se mostra de forma isolada e nem se restringe como um resultado de uma recepção passiva. É uma ação ativa, que parte do fruto da interação do aluno com o outro (não somente com o seu grupo), e acaba envolvendo mais descrição/reflexão do que ele pensa e produz.

Entendemos que o aluno constrói significados matemáticos ao interagir com o seu meio durante e após a produção do seu jogo em um ambiente construcionista, uma vez tem a oportunidade de confrontar suas estratégias, articular diferentes conceitos matemáticos e reorganizar novas ideias levantas por outros. A produção e pós-produção dos jogos digitais pelos alunos evidenciaram a construção de conceitos matemáticos não necessariamente dissociados, mas integrados e que convergiam para uma mesma estrutura de funcionamento. Mais do que isso, a construção de conhecimento matemático a partir dessas discussões em relação à produção dos jogos se constituía como um movimento ativo de participação entre os sujeitos de pesquisa, assim como se evidencia, para além do jogo Macaco Coletor, na apresentação/argumentação dos demais jogos (Lixo no Rio e Poluição do ar) pelos grupos.

6.3.3 [Brainstorming3]: a construção de conhecimento matemático a partir da produção do jogo se mostra por meio da apresentação/argumentação em um movimento co-participativo

A partir da discussão/argumentação dos algoritmos entre os grupos, percebemos que as ideias matemáticas mobilizadas se reforçavam e as ações do que eles faziam iam ganhando significados em um movimento de participação ativa e troca/compreensão mútua. Uma destas situações se evidencia na apresentação do jogo Poluição do ar, quando o grupo apresenta o movimento do personagem (pássaro) e argumenta sobre a estrutura de seu funcionamento.

Movimento 19 | Apresentação/argumentação de ideias matemáticas pertencentes ao jogo

(Mattics | 4 de dezembro de 2015| Imagem ilustrativa da apresentação/discussão do jogo Poluição do ar)

O grupo apresenta/argumenta o algoritmo do movimento do pássaro (Vídeo 34 | 00:00:23 - 00:02:09)

PP: Como vocês fizeram para fazer o pássaro subir, descer e ir para os lados aí?
Matticker 2: Primeiro a gente colocou a ideia do 'quando clicar na bandeira verde'. Daí, começa a estrutura do algoritmo. Se o jogador pressionar a tecla para cima adiciona 10 a y, isso faz o pássaro subir. Se alguém tocar na tecla do computador para baixo vai adicionar -10 a y. Daí o pássaro vai para baixo [mostra o algoritmo na tela]
Matticker4: [Pergunta] Mas, por que vocês alteraram os sinais de y? [positivo e negativo]
Matticker2: Porque se fosse só positivo, o pássaro iria subir e subir sempre. Não ai descer (...)
Matticker12: [Explica o algoritmo do movimento pássaro] (...) quando a tecla para direita for pressionada, vai adicionar 30 a x, que vai fazer o pássaro ir para frente. Se a tecla esquerda for pressionada, então vai adicionar -30 a x, ou seja, vai voltar pra cá [referindo-se ao movimento à esquerda]
Matticker5: Vocês escolheram números específicos e diferentes para x e para y, não poderia ser outros?
Matticker6: Sim, poderia ser outros números. Colocamos os valores para x iguais, porque daí ele vai pra frente e para trás com a mesma quantidade de passos. Como a altura é y e é menor do que o comprimento [valores referentes à x] no palco [$-240 \leq x \leq 240$; $-180 \leq y \leq 180$], por isso, decidimos colocar valores menores para y ...

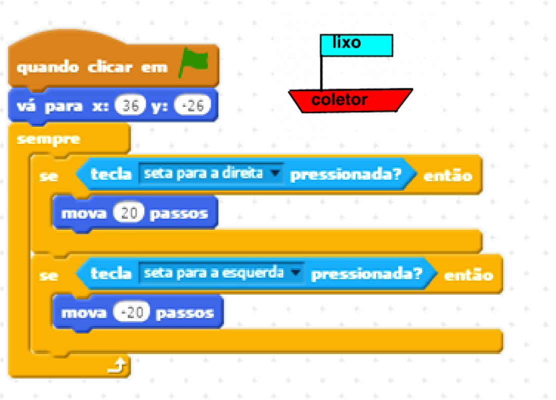
A mobilização do significado matemático pelo grupo, como a do plano cartesiano e números inteiros, se reforça e, mutuamente se efetiva, a partir da sua argumentação de forma segura e inter-relacionada, assim como se oberva nas falas da Matticker 2 e do Matticker 6, respectivamente: "(...) se o jogador pressionar a tecla para cima, adiciona 10 a y, isso faz o pássaro subir, se alguém tocar na tecla do computador para baixo vai adicionar -10 a y, daí o pássaro vai para baixo" e "(...) colocamos os valores para x iguais, porque daí ele vai pra frente e para trás com a mesma quantidade de passos, como a altura é y e é menor do que o comprimento no palco [$- 240 \leq x \leq 240$; $- 180 \leq y \leq 180$], por isso, decidimos colocar valores menores para y". Notamos que, através dos enxertos, os alunos demonstram compreensão do conteúdo matemático em questão, que foi construído ao longo do processo de produção do jogo e que se efetiva através das explicações/argumentações colaborativas.

O grupo consegue explicar a estrutura do funcionamento do movimento do pássaro no jogo. Estes argumentos se sustentam na própria (re) construção pessoal dos alunos, uma vez que se eles não compreendessem claramente as ideias matemáticas ali envolvidas provavelmente não seriam capazes de aprofundar as discussões sobre os seus códigos de programação (em *Scratch*) com os seus colegas. Da mesma forma, entendemos que os rastros deixados pelas tentativas anteriores ao longo do processo de produção desse jogo pelo grupo foram fundamentais para que eles pudessem ter a segurança de apresentar suas ideias e formalizar os seus pensamentos de forma colaborativa. O fato de deixar os alunos mostrarem seus projetos pessoais apresenta-se como possibilidade de "(...) construção de conhecimento matemático a partir das múltiplas relações [estabelecidas], de forma intrínseca ao ser-com, o qual não possui [necessariamente] um início, nem um fim, (...) [mas] o meio" (ROSA, 2008, p. 94). Entendemos dessa forma que a construção de conhecimento matemático, a partir da discussão/argumentação das ideias mobilizadas entre os grupos, compreendida como reconstrução do ser com o mundo, se apresenta através de um processo de reorganização do pensamento quando apoiado no constructo dos *seres-humanos-com-mídias* (ROSA, 2008).

Consideramos, portanto, que os múltiplos diálogos, que se efetivam durante a apresentação/discussão entre os grupos de alunos, se constituem como uma forma de ampliação de ideias matemáticas conjunta e não isolada, no qual se traduz “[...] na crença que nem a pessoa nem o conhecimento – incluindo a matemática – pode ser atingido isoladamente [...]” (PAPERT, 1988, p. 196). Assim, a interação do aluno no ambiente construcionista de aprendizagem se configura como um elemento intrínseco à natureza colaborativa do fazer e aprender matemática a partir da construção do jogo digital, no qual o permite não só a descrever/expressar o seu pensamento mas a ajudar a outros a refletirem a partir do pensamento externalizado (argumentação) pelo coletivo. Essa mesma situação pela construção de conhecimento colaborativa, em termos conceituais matemáticos, se evidencia na discussão do algoritmo referente ao movimento do barco no jogo Lixo no Rio.

Movimento 20 | Recorte: Lixo no Rio

(Mattics | 5 de dezembro de 2015| Imagem ilustrativa da apresentação/discussão do jogo Lixo no Rio)



O grupo apresenta/discute o algoritmo do barquinho à turma (Vídeo 35 | 00:00:00 - 00:01:12)

Matticker 2: (...) o barquinho, a gente decidiu que ele ficará mexendo para os lados sempre [direita e esquerda]. Ele depende da gente [movimento não voluntário]. Tem que apertar o botão para funcionar, que é a direção mais lógica. Daí, quando clicar na bandeira, sempre vai repetir esse comando aqui [mostra] (...) vai entrar no laço de repetição e vai mover 20 passos para direita e com a tecla esquerda vai mover - 20 passos (...)
Matticker 3: Bacana o movimento do barco de vocês. Mas, ele é muito grande. Acredito que o número de passos deva diminuir para trinta. Ops... -10 para esquerda e 10 para direita
Matticker 2: Pensamos nisso também (...) Mas, como os lixos caem em um velocidade mais rápida, daí não era interessante diminuir a velocidade do nosso barco. Mantemos as velocidades iguais [lixo e barco]. Se tivéssemos diminuído para 10 os valores de x, por exemplo, o barco ia devagar e não pegaria os lixos. Deixamos [o barco] com a maior velocidade, porque quando testamos os lixos caírem mais lentamente, ficou meio sem graça.
Matticker 4: Acho que foi uma escolha legal que vocês fizeram. Diminuir a velocidade dos lixos e do barco, parece que fica sem graça (...) os lixos e o barco estão com velocidades bem legais...acho que não precisa mudar.

A construção do algoritmo, conforme o movimento 19, perpassa por ações que são discutidas e que se absorvem pelo grupo de como a velocidade dos *scripts* influencia no mecanismo do jogo (Lixo no Rio). Entendemos que essas ações oportunizam a troca de ideias entre os alunos e os possibilita a mostrar/defender aquelas que foram desconsideradas ao longo do processo de construção do algoritmo, reforçando uma construção de conhecimento matemático dinâmica e não necessariamente isolada, mas co-participativa entre os alunos, assim como se evidencia na explicação da Matticker 2 "(...) pensamos nisso também [diminuir a velocidade do barco] (...) Mas, como os lixos caem em um velocidade mais rápida, daí não era interessante diminuir a velocidade do nosso barco. Mantemos as velocidades iguais [lixo e barco]. Se tivéssemos diminuído para 10 os valores de x, por exemplo, o barco ia devagar e não pegaria os lixos (...)". O grupo defende a ideia de não reduzir a velocidade dos *scripts*, uma vez que isso traria implicações não interessantes para o seu jogo. Pelo argumento defendido, compreendemos que o grupo consegue sustentar suas ideias, articular suas diferentes estratégias, além de mobilizar (in) diretamente conceitos específicos matemáticos.

Compreendemos ainda que, muito além desse contexto particular, que se refere a velocidade dos personagens do jogo, a discussão do grupo se efetiva pela troca de ideias e se sustenta pelo discurso autônomo entre os grupos de alunos. Discursos que não se sustentam na repetição de informações e nem se determinam como cópia de procedimentos referentes aos algoritmos. Há uma explicação/argumentação própria dos alunos, que carrega significados e que se vincula ao processo de aprendizagem ao longo do processo. Nesse sentido, percebemos que quando os alunos reorganizam suas ideias matemáticas não só durante a produção do jogo como também na sua pós-produção, a sua forma de pensar coletivamente, além de receber novos significados, é potencializada durante essas interações, que implicam em (novas) reflexões não só do funcionamento do algoritmo em si, mas de sua construção.

Desta forma, acreditamos que, para finalizar essa seção, em diálogo com o nosso referencial teórico, a construção de conhecimento matemático se mostra através da discussão de ideias intuitivas à formalização de termos específicos, se apresenta a partir da produção jogo no ambiente construcionista de aprendizagem e se mostra dinâmica e não compartimentalizada. É uma construção que se efetiva através da apresentação/argumentação em um movimento co-participativo entre os alunos. Uma construção que não se desprende de ideias intuitivas e estratégias matemáticas, mas que as consideram e as utilizam ao longo do processo. Um processo que sustenta durante os movimentos (complexos) da construção de conhecimento pela produção do jogo quando há participação ativa do estudante.

. Desta forma, acreditamos que esse episódio, conseguiu evidenciar, além de termos matemáticos que são mobilizados durante a construção do jogo digital pelo estudante do Ensino Fundamental, aspectos referentes à própria construção de conhecimento em um ambiente construcionista de aprendizagem. Identificou também especificidades de situações e produções particulares por meio de estratégias dos alunos e ideias não antes pensadas por eles. Desmistificou situações que se reforçam contra a construção de games na Educação Básica, além de apresentar ideias conceituais não ensinadas pelo professor, mas construídas ao longo de um processo de produção pelo aluno, quando este tem a oportunidade de pensar sobre o seu próprio pensar e produzir projetos de seu interesse pessoal. Teorizou o processo de construção dinâmica, não linear e nem neutra, do conhecimento matemático pelo aluno, o qual não desprende do seu meio social e se revela como a multiplicidade do seu 'pensar/argumentar' e a através disso 'produzir com o outro' no ambiente colaborativo. Mais do que isso, o episódio, em articulação com objetivos estabelecidos da pesquisa, amplia novas portas para pesquisas em Educação Matemática como perspectiva de pensar a construção de jogos digitais nas aulas de matemática como possibilidade mais efetivas à Educação Básica.

7º Episódio

Tecendo alguns resultados e evidenciando (novos) horizontes/paisagens da pesquisa

É um episódio que reforça os resultados obtidos na pesquisa, tendo como pano de fundo os cenários evidenciados ao longo do 5º e 6º episódios. Trata-se de um conjunto de ideias que são apresentas e que carregam outros olhares para novos caminhos de investigação científica. Estrutura-se como possibilidade de pensar/refletir novos problemas de pesquisa na região que circunscreve a construção de jogos digitais na Educação Básica (em especial, nas aulas ou projetos de Matemática).

7.1 UMA PESQUISA NUNCA SE ENCERRA EM SI MESMA [...]

> O homem é um ser inacabado, inconcluso.... O homem se sabe inacabado, tem a consciência da sua inconclusão. Aí se encontram as raízes da Educação (**Paulo Freire, 2011**)

O ser humano não se esgota em si mesmo e nem é constituído integralmente pela soma de suas partes. Transcende e vai muito além. A pesquisa, sendo objeto do homem, tampouco se esgotaria em si mesma. Isso porque, ao fazê-la, na busca insaciável de conhecer a resposta do interrogado, vislumbra-se o surgimento de novos questionamentos e remonta a composição de novos cenários em um processo contínuo e permanentemente inacabado. Apesar da consciência deste inacabamento, ao longo do nosso processo investigativo, entendemos que não só respondemos o problema de pesquisa, como também identificamos outras inquietações, que poderão impulsionar novos contextos de investigação. Contextos estes que poderão ser desbravados por tantos outros pesquisadores no campo do ensino e aprendizagem de matemática a partir da produção/construção de jogos digitais na Educação Básica.

Entendemos que, ao longo do processo investigativo, o uso da linguagem de programação gráfica *Scratch* no ambiente de aprendizagem construcionista, articulada com ações intencionais e propostas devidamente alinhadas com nossos objetivos de pesquisa, se apresentou como contribuição para o processo de ensino e aprendizagem de matemática. Percebemos ainda que, amalgamadas as atividades investigativas/exploratórias desenvolvidas, a linguagem por si só não garante construção de conhecimento. É necessário ações mais efetivas para que o aluno possa, por meio dela, expressar ideias e mobilizar novos significados matemáticos. É preciso ainda ter cuidado ao trabalhar com tais linguagens para que o ensino não se reduza aos mesmos moldes da pura instrução e memorização sem sentido de códigos e algoritmos. É importante que o aluno possa pensar sobre essa lógica de programação e que tenha a oportunidade de refletir sobre o seu próprio pensar, tenha a chance de levantar hipóteses e quando necessário saber refutá-las. Estas coisas pressupõem que o aluno consiga ao longo da construção do jogo estabelecer estratégias em conjunto, sem necessariamente abrir mão dos seus interesses quando propõe novos desafios para o grupo.

O trabalho realizado com os sujeitos de pesquisa evidenciou o quão importante foram as ligações estabelecidas entre a produção de jogos digitais e a construção de conhecimento matemático. Foi possível perceber que, a partir desta ligação, os alunos puderam refletir/discutir suas produções ao mesmo tempo que assimilavam ideias e mobilizavam novos conceitos de matemática. Uma lógica inversa daquela em que se apresenta primeiro o conceito, depois o exemplo e uma lista interminável de exercícios, que muitas vezes não mais se justificam. Produzir jogos, à luz das dimensões construcionistas, nos permitiu verificar a construção de significados e de ideias como algo dinâmico e que não se mostrava reduzido a procedimentos repetitivos. É um processo que apresenta a construção de conhecimento matemático a partir da produção do jogo pelo aluno não desvinculada de suas ideias. Uma construção que se reforçava ao decorrer das discussões/produções/apresentações feitas.

Ao trabalhar com a produção de jogos digitais na Educação Básica, entendemos que os estudantes puderam avançar nos seus estudos de matemática de forma mais participativa e motivadora. Uma participação atuante e não menos questionadora quanto ao seu contexto local. Isso porque os alunos mobilizaram ideias matemáticas e puderam também propor temas contextualizados para a produção do seu jogo e principalmente puderam apresentar algumas soluções para problemas locais, como, desperdício de água, poluição, entre outros. A partir dos jogos produzidos, identificamos algumas contribuições para o trabalho com projeto de matemática na Educação Básica, tendo como princípio as características do fazer matematicamente vinculadas às ideias fundamentais do construcionismo, entre as quais se destacam: (a) aprender a pensar não só no conceito de programação como também na sua estrutura do seu funcionamento; (b) trabalhar conjunto e coletivamente; (c) persistir em solucionar problemas (de cunho matemático e de programação); (d) reduzir a desistência e o desânimo; (e) Impulsionar o espírito investigativo e criativo; (f) participação ativa.

As ações apresentadas, que foram desenvolvidas no *Mattics*, à luz de um ambiente construcionista de aprendizagem, de cunho investigativo, possibilitaram aos estudantes não somente o fazer e o aprender matemática de forma ativa, mas também os incentivaram a pensar, a criar, a desenvolver habilidades específicas de programação tendo por base os conhecimentos matemáticos. Cabe ressaltar que, apesar do envolvimento intenso dos alunos, enquanto sujeitos de pesquisa, em participar do projeto e construir seus próprios jogos digitais, observamos, porém, que alguns deles apresentaram dificuldades em compreender estruturas de programação e matemática, até porque muitos conteúdos, que foram explorados, nessa etapa do processo, não tinham sido estudados em razão da série escolar do aluno. Mas, em articulação com os objetivos, à luz dos diálogos entre estabelecidos entre os distintos atores da pesquisa situado no ambiente, essas dificuldades iam sendo aos poucos superadas de forma conjunta. Afinal, os alunos foram incentivados a pensar, investigar e analisar as estruturas algorítmicas construídas e também encorajados a entender as ideias matemáticas envolvidas e a estrutura de cada algoritmo ali mobilizado durante a produção do jogo digital.

Nesse sentido, a criação de projetos com o uso de linguagem de programação voltada para o público do Ensino Fundamental se apresenta como uma alternativa significativa ao processo de ensino e aprendizagem de matemática. Impulsiona o envolvimento dessa nova juventude a não só consumir essas novas tecnologias mas sim ter a oportunidade de produzir as suas próprias. Desta forma, em articulação com essas contribuições ao processo formativo do aluno, a pesquisa mostrou que as construções de jogos digitais se tornam relevantes quando o aluno tem a oportunidade de discutir, refletir e mobilizar significados para aquilo que faz e para aquilo que compartilha com o outro. Para além disso, ao longo do processo investigativo, no cenário Mattics, identificamos que os conhecimentos matemáticos durante essas construções, conforme discutidos os dois últimos episódios, iam surgindo ao decorrer de um processo dinâmico e complexo de interação que se modificava ao sofrer interações com o outro e receber influências externas. Entendemos que essa aprendizagem de matemática se consolidava como fruto de uma interação dinâmica e potencialmente participativa pelo aluno durante a ação de refletir /discutir suas ideias e depurar/expressar seus erros uns com outros.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, a construção de conhecimento matemático a partir do jogo digital pelo aluno se remonta através de um processo de: discussão, argumentação e participação. Uma construção que se mostra não necessariamente pela formalidade de tópicos matemáticos e nem de conjunto de técnicas/procedimentos rigorosos. Trata-se de um processo que se iniciava pelos discursos informais (e ideias intuitivas) e que por consequência se convergiam para a formalização de conceitos matemáticos. Observamos que, ao longo do processo de nossa investigação, no qual incluiu as distintas etapas da produção dos jogos pelos alunos no projeto, a construção de conhecimento matemático não se apresentou em nenhum momento linearmente e nem obedeceu rigorosamente uma ordem pré-determinada. Não se configurava como compartimentalizada, mas se efetivava nas ações de descrever/expressar, executar/compartilhar, refletir/discutir e depurar/compartilhar ideias tanto de matemática quanto de programação através da construção dos algoritmos no *Scratch.*

Desta forma, compreendemos que, ao longo do processo investigativo/analítico, a construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais na Educação Básica em especial por estudantes do Ensino Fundamental não se originou pela transferência direta de conhecimento do professor-pesquisador e de nem voluntários para o aluno. Não é um sistema vertical e nem horizontal de transferência. É um processo complexo que, ao interagir com o outro, o aluno faz (pode ser notado nos episódios 5 e 6) a reconstrução pessoal do seu próprio conhecimento. Em diferentes situações tal (re) construção era notada não só pela forma como os alunos construíam seus jogos, mas principalmente como externalizavam as suas ideias e como argumentavam a lógica de funcionamento dos algoritmos programados.

Ao investigar/discutir uma informação específica de programação durante a pesquisa no projeto Mattics, o aluno fazia uma releitura pessoal dele. Alguns com pontos em comuns, noutros bem diferentes. A construção pelo significado se mostrou pessoal e singular. Uma construção que partia do interesse pessoal do aluno em produzir coisas e coisas fizessem sentindo, no qual em grande parte partia da discussão/reflexão de ideias não formais à formais/termos matemáticos específicos e que se consolidavam pela apresentação e argumentação de ideias pelo/no coletivo em um movimento co-particip(ativo) de produção.

A pesquisa também evidencia situações que desmistificam a construção de jogos digitais como puro entretenimento ao mesmo tempo que reforça as suas contribuições e potencialidades para o ensino e aprendizagem de Matemática da Educação Básica. Amplia a compreensão da teoria construcionista quanto se refere a construção de conhecimento matemático de alunos do Ensino Fundamental (episódios 2, 3, 5 e 6). A dissertação, em articulação com objetivos estabelecidos, abre novos caminhos para outras pesquisas no que circunscreve o uso de tecnologias digitais na escola com o uso de linguagem de programação (episódios 4, 5 e 6). Uma destas portas pode estar em sintonia com a formação de professores. Pensar uma nova formação que esteja em sintonia com as novas tecnologias da informação. É preciso também propor situações em que o uso destas tecnologias auxiliam não só na produção específica de dispositivos eletrônicos (como, applets para computadores, aplicativos para celulares, etc.), mas que também contribua para uma formação mais ampla do aluno.

Acreditamos que muito além de pensar na construção de conhecimento matemático a partir da produção de dispositivos eletrônicos é também pensar na forma como esses dispositivos podem contribuir para uma sociedade mais justa e menos desigual. Articular essas ideias recaí de algum modo no pensamento sobre a formação do aluno da Educação Básica não apenas para fazer provas internas ou externas - e isso condiz em não reduzir o ensino do aluno para prepará-lo somente para um determinado vestibular ou Enem (Exame Nacional do Ensino Médio), mas sim para uma sociedade. Acreditamos que as avaliações externas têm o seu objetivo específico, mas isso não pode limitar o ensino e aprendizagem. Entendemos que o uso de tecnologias na sala de aula pode contribui para uma formação menos restrita e mais humana. Uma ideia que planejamos em um futuro não tão distante no projeto Mattics é pensar em construções eletrônicas que possam ajudar as comunidades locais, como: um aplicativo que ajude feirantes a perceber os preços de suas mercadorias, as calorias de seus produtos, ou um programa que sirva de base para os professores calcularem as médias das notas dos alunos, entre outros. Mais do que isso, o projeto Mattics tem se organizado nesse ano (2017) a pensar na construção de jogos digitais que possam auxiliar no tratamento de pessoas com a doença de Mal de Parkinson. Pensar nessas coisas vai muito além de se preocupar em ensinar conteúdos específicos (às vezes ineficazes e que não mais se justificam no século XXI). E é justamente isso que é apontado pelo pilares de Educação na Unesco (*United Nations Educational*, *Scientific and Cultural Organization*), que dialogam com: (a) aprender a ser; (b) aprender a conviver; (c) aprender a conhecer; (d) aprender a fazer.

É preocupar com uma formação específica (de conhecimentos) do aluno, mas sem abrir mão da sua autonomia, criatividade e a forma como ele pode ajudar a outros. Os novos jogos que serão construídos pelos alunos em um movimento de exploração/lúdica no Mattics não apenas mobilizarão ideias/conceitos/conhecimentos de matemática, mas também poderão servir para reabilitação de pacientes de um determinado hospital/asilo com Mal de Parkinson na região metropolitana de Goiânia. São ideias que pensam a formação mais humana e que possa contribuir para uma sociedade mais participativa e solidária. Dentro disto, muitas inquietações podem ser evidenciadas e novas pesquisas poderão se originar nesse campo.

REPOSITÓRIO DE INFORMAÇÕES ÚTEIS

ALMEIDA, F. J.; FONSECA JÚNIOR, F. M. **Projetos e ambientes inovadores**. Brasília: Secretaria de Educação à Distância – Seed/ Proinfo – Ministério da Educação, 2000.

ALVES, R. **A Alegria de ensinar**. São Paulo: Ars. Poética-Petah Técnica & Arte, 1994.

ARAÚJO, J. L.; BORBA, M. C. **Construindo Pesquisas Coletivamente em Educação Matemática**. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.) Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática, Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

AZEVEDO, G. T. A construção do pensamento matemático aliada a linguagem computacional gráfica *scratch*: desafios, possibilidades e contradições. In: XIX Encontro Brasileiro de estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, Juiz De Fora. Educação Básica - Transição do Ensino Médio para o Superior, 2015.

AZEVEDO, G. T. O **desenvolvimento do pensamento geométrico por meio da linguagem computacional Logo**: uma abordagem crítica e significativa. 2015. 160 f. Monografia (Especialização em Educação Matemática) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

AZEVEDO, G. T.; LYRA-SILVA, G. M. V. O uso da linguagem computacional gráfica logo nas aulas de geometria: implicações de uma abordagem investigativa e criativa. In: SUANNO M. V. R.; SILVA R. L. B. R.; FARIA V. F. (Org.). **Veredas Escolares II**: Partilhando experiências criativas de ensino e aprendizagem do CEPAE/UFG. 2ed.Goiânia: Espaço acadêmico, 2016, v. 1, p. 163-163.

AZEVEDO, G. T.; LYRA-SILVA, G. M. V. ; RIBEIRO, J. P. M. A construção de jogos digitais no projeto de matemática do ensino fundamental: possibilidades e contribuições. In: XII Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), São Paulo. A Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades, 2016. .

BARCELOS, T. S. **Relações entre o pensamento computacional e a matemática em atividades didáticas de construção de jogos digitais**. 2014. 276 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação, Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo. 2014.

BARCELOS, T., SILVEIRA, I. F. Pensamento Computacional e Educação Matemática: Relações para o Ensino de Computação na Educação Básica. In XX Workshop sobre Educação em Computação, 2012, Curitiba, 2012. Computação e inovação: ampliando fronteiras para a solução de desafios no Brasil., 2012.

BERLINSKI, D. **O advento do algoritmo**. São Paulo: Globo, 2002.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Qualitativa Segundo a Abordagem Fenomenológica. In: BORBA, M. de C.; ARAÚJO, J. de L. (Org.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 2. ed. São Paulo: Autêntica Editora, 2006.

BOAVIDA, A. M.; PONTE, J. P. da. Investigação colaborativa: Potencialidades e problemas. In: GTI – Grupo de Trabalho de Investigação. **Reflectir e Investigar sobre a Prática Profissional**. Lisboa: Associação de Professores de Matemática, 2002.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Lisboa: Porto Editora, 1994.

BONGIOLO, C. E. F. et al. **Subindo e escorregando**: jogo para introdução do conceito de adição de números inteiros. Iv Congresso Da Rede Ibero-Americana De Informática Na Educação. Actas. Brasília: Universidade de Brasília, 1998.

BORBA, M. C. **A pesquisa qualitativa em educação matemática**. In: 27º Reunião anual da Anped, Caxambu: Autêntica, MG, 01-18 p., 2004.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 1. ed. Belo Horizonte, 104 p., 2015.

BORBA, M. C.; MALHEIROS, A. P. S.; ZULATTO, R. B. **Educação a Distância online**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9394, 20 de dez de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: MEC, 2015. Disponível em: < http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio> acesso em: 1 out. 2015.

BRASIL. **Plano Nacional de Educação -** PNE/Ministério da Educação. Brasília, INEP, 2001.

BURD, L. **Desenvolvimento de software para atividades educacionais**. Campinas: UNICAMP. Dissertação (Mestrado em Matemática computacional), Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

CARVALHO, A. M. Metodologia de pesquisa em ensino: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., Jaboticatubas, MG.: Sociedade Brasileira de Física, 2004.

CLUA, E.; BITTENCOURT, J. **Desenvolvimento de Jogos 3D**: Concepção, Design e Programação. Anais da XXIV Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, pp. 1313-1356, São Leopoldo, Brazil, Julho de 2005.

COSTA, M. C. C. **Ficção, comunicação e mídias**. São Paulo: Editora do SENAC São Paulo, 2002.

COX, K. K. **Informática na Educação Escolar**. Campinas (SP): Autores Associados, 2003.

DALLA VECCHIA, R. **A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético**. Rio Claro: UNESP, 2012. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

D'AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática:** elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

DALLA VECCHIA, R.; MALTEMPI, M. V. ; WEINGARTEN, T. A Construção de Jogos Eletrônicos e a Modelagem Matemática na Realidade do Mundo Cibernético. **Educação Matemática em Revista** - Paraná, RS, v. 2, p. 48-57, 2013.

DEMO, P. **Educação e alfabetização científica**. Campinas, SP: Papirus 2010.

________. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2011.

DENNER, J.; WERNER, L.; ORTIZ, E. Computer games created by middle school girls: can they be used to measure understanding of computer science concepts? **Computers & Education**, v. 58, n. 1, p. 240-249, jan. 2012.

DENZIN, N. K; LINCOLN, Y. S. Introduction: The Discipline and Practice of Qualitative Research. In: DENZIN, N. K; LINCOLN, Y. S. **Handbook of Qualitative Research**. 2nd ed. London: Sage, 2000. p. 1-28.

DE PAULA, B. H.; VALENTE, J. A. **A criação de jogos digitais como abordagem pedagógica**. In: Congreso iberoamericano de ciencia, tecnología innovación y educación, 2014, Buenos Aires. Memorias del congreso iberoamericano de ciencia, tecnología innovación y educación, 2014.

DE PAULA, B. H.; VALENTE, J. A. ; BURN, A. Game-Making as a means to deliver the new computing curriculum in England. **Currículo sem Fronteiras**, v. 14, p. 46-69, 2014.

DICKEY, M. D. Jiselle and the Royal Jelly: Power, Conflict and Culture in an Interdisciplinary Game Design Course. International Journal of Art & Design Education, v. 29, n. 2, p. 163–172, 2010.

ECHEVERRÍA, A.; GARCÍA-CAMPO, C.; NUSSBAUM, M.; et al. A framework for the design and integration of collaborative classroom games. **Computers & Education**, v. 57, n. 1, p. 1127–1136. doi: 10.1016/j.compedu.2010.12.010, 2011.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa** . Thousand Oaks, Londres, Nova Delhi: Sábio, 1998.

FIORENTINI, D. **Formação de professores a partir da vivência e da análise de práticas exploratório-investigativas e problematizadoras de ensinar e aprender matemática**. Cuadernos de Investigacion y Formacion en Educacion Matemática, v. 7, p. 63-78, 2012.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática:** percursos teóricos e metodológicos. 2ed. Campinas: Autores Associados, 240 p., 2009.

FIORENTINI, D.; MIORIM, M,A. Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no Ensino da Matemática. **Boletim da SBEM**. SBM: São Paulo, ano 4, n. 7, 1990.

FREIRE, P.; PAPERT, S. **O futuro da escola.** São Paulo: TV PUC, 1996.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

FREITAS, L. C. A lógica empresarial no ensino desmoraliza o professor. Disponível em: < http://acervo.novaescola.org.br/politicas-publicas/luiz-carlos-freitas-logica-empresarial-ensino-desmoraliza-professor-876420.shtml>. Acesso em 21 de jul. 2015.

FREITAS, L. C. **Base Nacional (Mercadológica) Comum**. Blog do Freitas. 20/07/2015. Disponível em: <https://avaliacaoeducacional.com/author/freitaslc/>. Acesso em: 06 jan. 2016.

GEE, J. P. **What video games can teach us about learning and literacy**. Nova York, EUA: Palgrave MacMillan, 2004.

GOMES, A; MENDES, A. Suporte à Aprendizagem da Programação com o Ambiente SICAS. Actas do V Congresso Ibero-Americano de Informática Educativa, Viña del Mar, Chile, 2000.

GUIMARÃES, A. M.; DIAS, R. Ambientes de aprendizagem: reengenharia da sala de aula. In: COSCARELLI, C. V. (Org.). **Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003. p. 23-42.

HAYES, E. R.; GAMES, I. A. Making Computer Games and Design Thinking: A Review of Current Software and Strategies. **Games and Culture**, v. 3, n. 3-4, p. 309 –332, 2008.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. 5 ed. São Paulo: Perspectiva, 2007.

JENKINS et al. **Confronting the Challenges of Participatory Culture**: Media Education for the 21st Century. The MacArthur Foudation, Chicago, 2006. Disponível em: < https://www.macfound.org/media/article_pdfs/JENKINS_WHITE_PAPER.PDF>. Acesso em: 04 nov. 2015.

JONASSEN, D. H.; LAND, S. M. **Theoretical foundations of learning environments**. Publishing Company: Routledge, New Yourk and London, 2000.

KAFAI, Y. Playing and making games for learning: Instructionist and Constructionist perspectives for Game Studies". **Games and Culture**, v.1, n.1, p. 36-40, 2006.

KAFAI, Y.; RESNICK, M. . **Constructionism in practice**: Designing, thinking and learning in a digital world. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

KISHIMOTO, M.T. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. Cortez editora. 5º ed. São Paulo, 2001.

LIFELONG KINDERGARTEN GROUP. Programing Concepts and Skills Supported in Scratch. MIT Media Lab, 2007. Disponível em: <http://scratch.mit.edu/files/program-concepts-v5.pdf >. Acesso em: 12 de abr. 2015.

LÉVY, P. **Cibercultura.** 1ª reimpressão, Rio de Janeiro, editora 34, 1999.

_______. **O que é o virtual**. São Paulo: Editora 34, 1996.

MALTEMPI, M. V. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). **Educação Matemática:** pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004 ou 2012. p. 287 - 307.

MALTEMPI, M. V. Prática Pedagógica e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). In: PINHO Sheila Zambello de. (Org.). **Oficinas de Estudos Pedagógicos**: reflexões sobre a prática do ensino superior. 1ed. São Paulo - SP: Cultura Acadêmica, 2008, p. 157-169.

MALTEMPI, M. V. Novas Tecnologias e Construção de Conhecimento: Reflexões e perspectivas. In: V Congresso Ibero-americano de Educação Matemática (CIBEM), 2005, Porto. CD-ROM, 2005

MALTEMPI, M. V. **Internet**. In: FREIRE,F. M. P.; PRADO,M. E. B. B. (Org.). O computador em sala de aula: articulando saberes. 1ed.Campinas - SP: UNICAMP, 2000, v. 1, p. 229-263.

MALTEMPI, M. V.; ROSA, M. Learning Vortex, Games and Technologies: a new approach to the teaching of mathematics. In: International Congress On Mathematical Education, 10., 2004, Copenhagen. Proceeding, Copenhagen: Technical University of Denmark, 2004. Disponível em: <http://www.icme-organisers.dk/tsg14/TSG14-08.pdf.> Acesso em: 01 dez. 2015

MARINHO, F. C. V, GIANNELLA, T. R. & STRUCHINER, M., 2011. Estudantes do Ensino Básico Como Desenvolvedores de Jogos Digitais: Contextos Autênticos de Aprendizagem para Educação em Ciências e Matemática. [online] Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.

MARINHO, F. C. V.; STRUCHINER, M. Estudantes do Ensino Básico como desenvolvedores de jogos digitais. **Em teia**: revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamerica, Pernambuco, v. 4, n. 3, p. 2-24 2013.

MCFARLANE, A.; SPARROWHAWK, A.; HEALD, H. **Report on the educational use of games**: An exploration by TEEM of the contribution which games 2004. Disponível em: <http://nexus.hsbremerhaven.de/Library.nsf/bf25ab0f47ba5dd785256499006b15a4/be501a19594142bac125736e00588a6d/$FILE/Games_in_Educa_teem_gamesined_full.pdf >. Acesso em: 06 mar. 2015.

MCGONIGAL, Jane. **A Realidade em jogo**: por que os jogos nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo. Rio de Janeiro: Best Seller, 2012.

MALONE, T. W. Toward a theory of intrinsically motivating instruction. **Cognitive Science**, v. 5, n. 4, p. 333–369. Recuperado julho 17, 2011, , 1981

MATTAR, J. **Games em educação:** como os nativos digitais aprendem. 1 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MOR, Y.; NOSS, R. Programming as mathematical narrative. **International Journal of Continuing Engineering Education and Life-long Learning**, v. 18, n. 2, p. 214–233, 2008.

PAPERT, S. **A máquina das Crianças**: repensando a escola na era informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

_________ . **Mindstorms:** Children, Computers and Powerful Ideas. New York: Basic Books, Inc., 1993.

__________. **Instrucionismo versus Construcionismo**. In: PAPERT, S. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

__________. **Logo**: computadores e educação. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PAPERT, S.; HAREL, I. **Situating constructionism**. In: HAREL, I.; PAPERT, S. (Ed.). "Constructionism". Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1991. Disponível em: <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>. Acesso em: 5 maio 2015.

POETA, C. D.; GELLER, M. Jogos digitais educacionais: concepções metodológicas na prática pedagógica de Matemática no Ensino Fundamental. **Educação Matemática em Revista**-RS, v. 1, p. 49-64, 2014.

PONTE, J. P. **Investigar, ensinar e aprender**. In Atas do ProfMat. Santarém: Associação de Professores de Matemática, 2003.

PRIETO, L. M. et al. Uso das Tecnologias Digitais em Atividades Didáticas nas Séries Iniciais. **Renote**: revista novas tecnologias na educação, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p.1-11, mai. 2005. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/13934/7837>. Acesso em 4 fev. de 2016.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Senac, 2012.

____________. Digital game-based learning. **Computers in Entertainment** (CIE), v. 1, n. 1, New York, NY, EUA, p. 21–21, 2003.

____________. Students as designers and creators of educational computer games: Who else? **British Journal of Educational Technology**, New York, v. 39, n. 6, p. 1004–1019, 2008.

RESNICK, M. **Lifelong kindergarten group - mit media lab**. Disponível em: <http://web.media.mit.edu/~mres/>. Acesso em: jun. de 2015.

___________. SCRATCH: Programming for all. Digital Fluency: should mean designing, creating, and remixing, not just browsing, chatting, and interacting. Disponível: <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Scratch-CACM-final.pdf>. Acesso em julho. 2015.

___________. Sowing the seeds for a more creative society. **Learning and Leading with Technology**, v. 35, n. 4, p. 18, 2007.

RESNICK, M.; BERG R; M. EISENBERG**.** Beyond Black Boxes: Bringing Transparency andAesthetics Back to Scientific Investigation. **Journal ofthe Learning Sciences**, 2009.

RICHIT, A. ; MALTEMPI, M. V. Desafios e Possibilidades do Trabalho com Projetos e com Tecnologias na Licenciatura em Matemática. Zetetike (UNICAMP), v. 18, p. 15-41, 2010.

ROCHA, H. V. **Representações Computacionais Auxiliares ao Entendimento de Conceitos de Programação**. In: Valente, J. (ed.). (Org.). Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação. 1ed.Campinas, SP: UNICAMP, 1994, v. 1, p. 395-416.

ROSA, M. **A Construção de identidades on-line por meio do Role Playing Game**: relações com ensino e aprendizagem matemática em um curso a distância. Rio Claro: UNESP. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

_______. **Role Playing Game Eletrônico:** uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar matemática. Rio Claro: UNESP, 2004. Dissertação (de mestrado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

ROSA, M.; MALTEMPI, M. V. Realização de Projetos à Distância: contribuições da colaboração à Educação Matemática. In: 8º Simposio de Educación Matemática (SEM), Argentina. 8º Simposio de Educación Matemática (SEM). Buenos Aires, 2006. p. 01-11.

__________________________. A construção do conhecimento matemático sobre integral: o movimento hipertextual em um curso utilizando O RPG online. In: JAHN A.P.; ALLEVATO, N.S.G.. (Org.). **Tecnologias e educação matemática: ensino, aprendizagem e formação**. 1ed.Recife - PE: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2010, v. , p. 25-44.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e desafios. **Novas Tecnologias na Educação**, Rio grande do Sul, v. 6, n.3, p. 1-9, 2008.

SCHUYTEMA, P. **Design de games:** uma abordagem prática. São Paulo: Cengage Learning, p. 447, 2008.

SCRATCH, Software. **Grupo Lifelong Kindergarten do MIT Media Lab.** Disponível em: < https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 30 dez. 2014.

SQUIRE, K. D. **Videogames and learning**: teaching and participatory culture in digital age. Nova York, EUA: Teachers College Press, 2011.

SQUIRE, K. D. **Videogames in education**. J. Intell. **Games & Simulation**, v. 2, n. 1, p. 49–62, 2003.

STAHL, M. M. **Ambientes e ensino aprendizagem computadorizados:** da sala de aula convencional ao mundo da fantasia. Rio de Janeiro: COPPE-UFRJ, 1991.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. 1ª Ed. 18ª Reimpressão – São Paulo: Atlas, 2009.

VALENTE, J. A. **A espiral da espiral de aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. Campinas, UNICAMP. Tese (Livre docência em Educação Matemática), Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

VALENTE, J. A. **Computadores e conhecimento**: repensando a educação. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.

VALENTE, J. A. Informática na Educação no Brasil: Análise e Contextualização Histórica. Campinas, SP. UNICAMP / NIED, 1999, p. 11-28. In: **O Computador na Sociedade do Conhecimento**, 1999.

VALENTE, J. A. Jogos digitais e educação: uma possibilidade de mudança da abordagem pedagógica no ensino formal. **Revista Iberoamericana de Educação**, Estados ibero-americanos, v. 70, n. 1, p. 9-28, jan. 2016.

VALENTIM, H.; KOSCIANSKI, A. Um estudo sobre o ensino-aprendizagem de lógica de programação. In: 7º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (Enpec), Florianópolis, 2009. p. 01-12.

APÊNDICE A

DOCUMENTOS OFICIAIS

PROJETO DE MATEMÁTICA E PESQUISA

CONVITE: PROJETO DE MATEMÁTICA

É um imenso prazer convidá-lo (a):____ para participar do projeto ***MATTICS*** - Matemática e as suas Tecnologias da Informação e Comunicação. Por meio deste projeto, você desenvolverá *games*, utilizando a linguagem computacional gráfica Scratch. O ***MATTICS*** contemplará atividades pedagógicas em que se valorize o raciocínio lógico-dedutivo, o pensamento crítico e a criatividade durante todo processo de construção. É preciso, no entanto, reforçar que o projeto não se limitará ao conteúdo matemático definido pelo atual currículo do 6º ano. Pelo contrário, vai além e contemplará atividades exploratórias com outras áreas do conhecimento e prestigiará as características do fazer matematicamente, tais como: conjecturar, analisar, comparar, medir, avaliar, generalizar, particularizar, entre outras. O projeto também está permeado de desafios, curiosidades. Estou certo, enquanto professor de matemática, que você participará do projeto de maneira prazerosa, agradável, participativa e sem aborrecimentos. Sabe por quê? Porque, ao longo das atividades, que serão desenvolvidas, você será convidado (a) a pensar, a resolver problemas e desafios, a trocar ideias com os colegas, a trabalhar coletivo e colaborativamente, a observar ao seu redor, argumentar e divertir-se. Acredito, portanto, que você compreenderá a matemática de uma forma mais profunda e significativa dos conteúdos do Ensino Fundamental II. Gostaria muito de que aceitasse este convite com entusiasmo e dedicação, participando ativamente de todas as atividades propostas.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DO ESTUDANTE NO PROJETO

Eu,____, autorizo a participação do (a) minha/meu filho/filha ____, no projeto de Matemática (***MATTICS***). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) sobre os objetivos e os procedimentos nele envolvidos. O Projeto será desenvolvido na escola Irmã Catarina Jardim Miranda semanalmente a partir de agosto e se realizará todas às terças-feiras, pela manhã, a partir das 8h30 min. e terminará às 11h45.

____

Assinatura do responsável do estudante

Professor Responsável: Greiton Toledo de Azevedo

E-mail: greitontoledo@gmail.com | Telefone Escola: (62) 3275-3708

Convido você a participar, como voluntário(a), de uma pesquisa de mestrado, intitulada por: ***construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem: possibilidades e desafios***, que se realizará na Escola M. Irmã Catarina Jardim Miranda, sob a responsabilidade do professor e pesquisador Greiton Toledo de Azevedo. Esta pesquisa tem por objeto principal compreender a construção de conhecimento matemático de estudantes da segunda fase do Ensino Fundamental, a partir da produção de jogos digitais. A pesquisa será realizada no contraturno escolar no cenário do projeto de matemática - Mattics. A sua participação, nesta pesquisa, não será remunerada, você é quem decide se deve ou não participar. Se, porventura, decidir participar desta pesquisa, você terá toda autonomia para desistir dela a qualquer momento, sem nenhuma forma de penalização ou danos. De modo geral, por outro lado, essa pesquisa (por meio do projeto *Mattics*) pode contribuir na construção do conhecimento e do pensamento matemático e também colaborar para a sua formação.

O projeto *MATTICS* (que servirá de pano de fundo para a pesquisa em questão) será realizado na Escola Irmã Catarina Jardim Miranda semanalmente, nas terças-feiras, pela manhã, das 8h30min. às 11h15min. O projeto se realizará no laboratório de informática, que conta com os recursos tecnológicos necessários para o desenvolvimento desta pesquisa, como: *data show*, *computadores, etc*. Cada encontro terá, em média, a duração de duas horas e trinta minutos, ocorrendo um intervalo de quinze minutos para o lanche (subsidiado pelo presente pesquisador).

Para coleta de dados, analisaremos as ações dos alunos por meio das atividades pedagógicas desenvolvidas, registros no diário de campo (de cada aluno), por fotografias e filmagens, diários de campo (dos professores/pesquisadores) envolvidos e, possivelmente, entrevistas audivisuais. Salientamos que os dados coletados (por meio do projeto) serão mantidos em absoluto sigilo de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) Nº 466 que trata da Pesquisa envolvendo Seres Humanos. Estes dados serão apenas utilizados para a realização desta pesquisa. Desta forma, assim, declaro que os dados coletados serão de uso específico para o desenvolvimento desta pesquisa. Isto é, garantimos a você o sigilo total. O nome do estudante não será divulgado. Ao contrário, ele será apresentado através de siglas ou de nomes fictícios. Por isso, sinta-se livre para responder as questões sem constrangimentos e desenvolver as atividades didático-tecnológicas do projeto de matemática. No caso de aceitar fazer parte deste estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa você poderá entrar em contato com pesquisador responsável, Greiton Toledo de Azevedo - mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás (PPGECM/UFG), pelo e-mail: greitontoledo@gmail.com. Ainda, você pode entrar em contato pelo telefone da escola Municipal Irmã Catarina Jardim Miranda: (62) 3275- 3708. Em caso de dúvidas sobre os seus direitos como participante nessa pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, nos seguintes telefones: (62) 3521 - 1075 ou (62) 3521 - 1076.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUÇÃO - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu, ____,
RG/CPF/Matrícula nº ____abaixo assinado, concordo em participar do estudo "*CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO MATEMÁTICO A PARTIR DA PRODUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS: DESAFIOS E POSSIBILIDADE*, como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador Greiton Toledo de Azevedo sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade.

Local e data:____

Nome e Assinatura do sujeito___________________________

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUÇÃO - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

CONSENTIMENTO DO REPRESENTANTE LEGAL

Eu, ____,
RG/CPF nº ____abaixo assinado, concordo em participar do estudo *CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO MATEMÁTICO A PARTIR DA PRODUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS: DESAFIOS E POSSIBILIDADES*, como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador Greiton Toledo de Azevedo sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade.

Local e data:____

Nome e Assinatura do sujeito___________________________

____
Assinatura por extenso do pesquisador responsável

TERMO DE ANUÊNCIA PARA COLETA DE DADOS

Prezado Sr. Prof. Rogério Mendes Tolentino

Diretor da Escola Municipal Irmã Catarina Jardim Miranda

Solicito a autorização institucional para realização da pesquisa - intitulada: A construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem - a ser realizada nas dependências da Escola Municipal Irmã Catarina Jardim Miranda, pelo estudante de pós-graduação (mestrando) Greiton Toledo de Azevedo sob a orientação do Prof. Dr. José Pedro Machado Ribeiro e sob a coorientação da Profª Dra. Gene Maria Vieira Lyra-Silva. Esta pesquisa tem por objeto compreender a construção de conhecimento matemático de estudantes do Ensino Fundamental. Nessa perspectiva, pois, pretende-se desenvolver um projeto de matemática (denominado por *Mattics*) com os alunos do 6º ano do Ensino Fundamental II, no contraturno escolar, no sentido de contribuir no desenvolvimento do pensamento matemático dos estudantes utilizando a linguagem computacional gráfica *Scratch* por meio da construção de jogos. Para coleta de dados, observaremos e analisaremos as ações dos estudantes por meio das atividades pedagógicas, registros no diário de campo (de cada aluno), por fotografias e filmagens audiovisuais e diários de campo Desta forma, pedimos autorização para que o nome desta instituição escolar possa constar no relatório final (dissertação de mestrado) bem como em futuras publicações de artigos e livros científicos.

Salientamos que os dados coletados (por meio do projeto - Mattics) serão mantidos em absoluto sigilo de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) Nº 466 que trata da Pesquisa envolvendo Seres Humanos. Estes dados serão apenas utilizados para a realização desta pesquisa. Na certeza de contarmos com a colaboração e empenho dessa direção, agradecemos antecipadamente a disposição e atenção.

Senador Canedo, _______ de julho de 2015

____

Prof. Greiton Toledo de Azevedo

Pesquisador Responsável pelo Projeto

( ) Concordo com a solicitação   ( ) Não concordo com a solicitação

____

Prof. Rogério Mendes Tolentino

Diretor da Escola Municipal Irmã Catarina Jardim Miranda

TERMO DE COMPROMISSO

Eu, Greiton Toledo de Azevedo, estudante regular do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPECM) da Universidade Federal de Goiás (UFG), matrícula *20150394*, cumprirei os requisitos da *Resolução CNS n.º 466/12*, e suas complementares, como pesquisador responsável da pesquisa - Construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem: desafios e possibilidades. Esta pesquisa se realizará, *in loco*, na Escola Municipal Irmã Catarina Jardim Miranda. A fim de responder o problema, nesta pesquisa, será desenvolvido um trabalho investigativo em uma Escola Pública Municipal situada na cidade de Senador Canedo - Goiás, intitulada por Irmã Catarina Jardim Miranda com os estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II. Para coleta e análise dos dados, desenvolveremos um projeto de matemática (denominado por MATTICS), no contraturno escolar, que envolverá a participação de, no máximo, 16 estudantes (crianças e adolescentes). A partir do movimento desse projeto, durante quatro meses, por meio das atividades didático-tecnológicas desenvolvidas, coletaremos as informações necessárias, que servirão, a posteriore, para análise do objeto dessa pesquisa. Desta forma, assim, utilizaremos os seguintes instrumentos de coleta: filmagens, entrevistas, diário de bordo preenchido pelo professor pesquisador e diários de campo preenchido por outros professores envolvidos no projeto.

Em suma, tendo as informações apresentadas, comprometo-me, assim como os pesquisadores envolvidos (orientador e coorientadora), a utilizar os materiais e os dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo da pesquisa acima referido e, ainda, a publicar os resultados, sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto, considerando a relevância social da pesquisa, o que garante a igual consideração de todos os interesses envolvidos.

Data: _____/ _____/ ____

NOME DO PESQUISADOR	ASSINATURA
Pesquisador responsável: Greiton Toledo de Azevedo	
Orientador: Dr. José Pedro Machado Ribeiro	
Coorientadora: Dra. Gene Maria Vieira Lyra-Silva	

APÊNDICE B

CRONOGRAMA DE AÇÕES

PROJETO MATTICS | PLANOS DE ATIVIDADE

MATTICS

PLANOS DE ATIVIDADE

Os planos de atividades foram apresentados em forma de movimentos. Pois eles se constituíram e tomaram forma ao longo de um processo não-linear. Cada movimento representa um encontro presencial, além de extraordinários - diálogos e produções realizados fora do projeto Mattics. Entendemos que a escolha da palavra 'movimento' se fortalece na concepção de processo fluído, não dado, e permeado pela dinamicidade de seus acontecimentos, matizes e contextos.

MOVIMENTO 1

Data: 18 de Agosto de 2015 (presencial)

Tempo estimado das ações didático-pedagógicas: 3h

I. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: Irmã Catarina Jardim Miranda

Professor responsável: Greiton Toledo de Azevedo

Professores pesquisadores Silmara E. de C. Carvalho, Danilo R. Nunes

Área do conhecimento: Matemática Computacional

Público: 25 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II

II. TEMA: LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO GRÁFICA? EIS A QUESTÃO!

III. OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

- Compreender a estrutura (organizacional, pedagógica e investigativa) do projeto MATTICS
- Observar e conhecer as ideias de linguagem de programação
- Analisar os comandos computacionais e ideias matemáticas no *software Scratch*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar e Identificar as ferramentas de criação, edição e programação (computacional) no *Scratch*.
- Reconhecer e analisar os recursos oferecidos pelo programa *Scratch*.
- Desenvolver ideias e estratégias matemáticas ao construir animações no *Scratch*.
- Entender os movimentos de deslocamento, rotação (ângulos) e condicionais no *Scratch*.
- Sistematizar, com o auxílio do professor, as relações lógicas, operacionais e relacionais matemáticas;

IV. RECURSOS DIDÁTICO-MIDIÁTICOS

- **[1]** Quadro; **[2]** *Datashow;* **[3]** Bolinha; **[4]** *Scratch 2.0*; **[5]** Vídeo (Introdução à linguagem *Scratch*); **[6]** Fita Crepe; **[7]** Câmera *Go Pro Her 3*; **[8]** Dezessete Computadores; **[9]** Cinco notebooks; **[10]** folhas.

V. CONHECIMENTO CONCEITUAL	CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL	CONHENCIMENTO ATITUDINAL
• Deslocamento, rotação (ângulos) • Velocidade e distância • Figuras geométricas • Laço de repetição (finito e infinito)	• Construir animações no Scratch • Operar os comandos e transições • Executar corretamente a estrutura (lógica, relacional e operatória) matemática no *Scratch*	• Trabalhar coletivo e respeitosamente • Ajudar, quando necessário, a construção do projeto computacional (em *Scratch*) de cada colega • Saber ouvir os professores (diga-se os pesquisadores) e os colegas

VI. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Toda a aula será filmada pela câmera (em alta performance e potência) Go Pro Her 3.

1ª PARTE: APRESENTAÇÃO: PROJETO E DOS INTEGRANTES

1.1 Apresentar[48] o projeto de matemática (Mattics), sua estrutura e organização.

1.2 Cada professor (a saber: Greiton, Silmara, Gene, José Pedro, Jane, Luciane e Rogério) darão boas-vindas aos estudantes, bem como apresentarão uma mensagem (algo espontâneo) aos estudantes. Os professores (José Pedro, Gene e Greiton), além da saudação, dialogarão um pouco sobre a pesquisa (a seriedade, responsabilidade, os termos, as entrevistas e afins).

1.3 *DINÂMICA: AS EXPECTATIVAS*! Essa dinâmica tem por principal objetivo conhecer os estudantes e suas expectativas quanto o projeto de matemática (MATTICS). Ela será desenvolvida pela professora Silmara, no sentido compreender as expectativas dos estudantes acerca das atividades e construções a serem realizadas ao longo do projeto. Será utilizado uma bolinha como recurso pedagógico para mediar os argumentos apresentados (de forma individual) pelos estudantes.

1.4 Apresentar, de forma expositiva, as normas do projeto, bem como apresentar (e distribuir) as pastas dos estudantes, que serão os cadernos de memórias. Orientar os estudantes, que deverão, nesses cadernos, registrar (unicamente) as estratégias e as ideias utilizadas na construção dos programas computacionais, além de mencionar suas eventuais dificuldades e superações. Também orientar que, nesses cadernos, eles poderão desenhar, fazer rascunhos, esboçar planos, entre outros, para formalizar seu pensamento e suas estratégias para construir os projetos computacionais, tais como: *games*, *animation*, *applets*, *softwares*, etc.

2ª PARTE: MOVENDO-SE, EM FORMA DE ROBÔ, SOBRE UM QUADRILÁTERO DESENHADO NO CHÃO

2.1 Será esboçado (com fita crepe) um quadrilátero no chão antes do início do projeto. Um professor deverá contorná-lo a partir das orientações dos estudantes (deslocamento e rotação). O objetivo é que os estudantes consigam conduzir o professor a completar o percurso total do quadrilátero. Depois, formalizar, para os estudantes, que linguagem de programação (seja ela gráfica ou não) perpassa por essa noção básica - de quem comanda ou constrói não é o robô, mas sim o estudante. Também, discutir que a linguagem de programação (ou o programa a ser construído) só ganhará vida a partir do pensamento lógico, sistemático e relacional encadeado elaborado pelo próprio usuário.

3ª PARTE: VAMOS EXPLORAR E DESCOBRIR AS FERRAMENTAS DO SCRATCH?

3.1 A partir da atividade anterior, apresentar, de forma rápida, o que é o *software*, linguagem de programação gráfica *Scratch*. Em seguida, desafiar os estudantes a movimento o objeto (ou personagem) no palco pela descoberta. Quando eles conseguirem, pedir para que eles tentem (de forma exploratória) deslizar o objeto no sentido oposto (Nesse sentido, pois, espera que os estudantes percebam a ideia do número negativo). Quando estudantes expressarem as suas ideias, dúvidas, estratégias e soluções, formalizar os movimentos e as rotações dos personagens. Depois, lançar outra questão aos estudantes, a saber: [...] é possível trocar o cenário, os trajes e os objetos dos personagens? Nessa parte, encorajar os alunos a pesquisar, a procurar e descobrir as ferramentas

[48] Quando este verbo aparecer nesse documento, em geral, representará o pesquisador em questão - Greiton.

do programa. Perceba-se que nada será dado a priori aos estudantes, ao contrário, eles terão de descobrir, inclusive as ferramentas do programa. Explorar, nesse primeiro momento, as ferramentas básicas, os blocos, os movimentos de rotação e translação deverão ser descobertas e compreendidas. Ou seja, os estudantes compreenderão a noção de movimento e deslocamento a partir do objeto (gato ou outro personagem). Em seguida, os estudantes explorarão - por de forma coletiva - os palcos (os cenários) e os objetos. Assim, orientá-los a mudar os trajes do personagem, bem como as fantasias, que dão origem aos movimentos mais modernos e avançado dos personagens. O professor atuará como mediador.

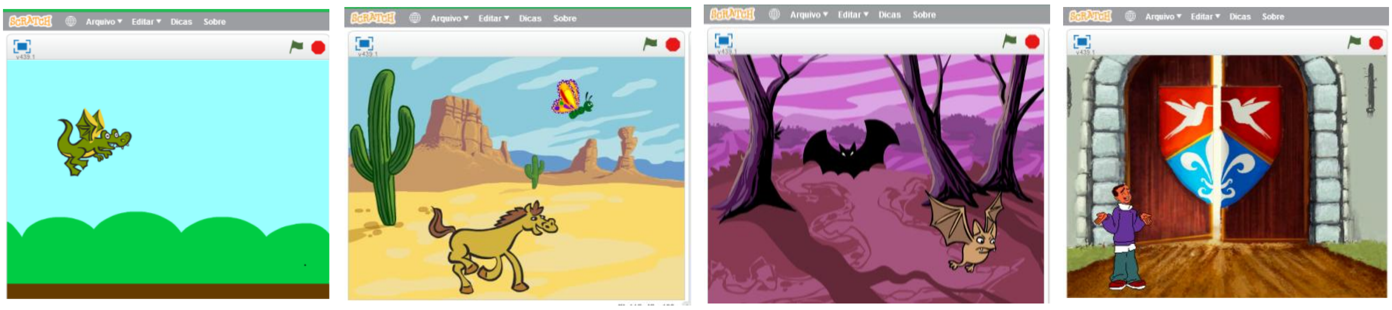


Figura 1 - "Alguns cenários e objetos (em movimento) que os estudantes poderão explorar

Desta forma, evidenciar as potencialidades de que essa linguagem de programação permite fazer, como: construir pequenas animações, fazer o personagem deslocar, o palco brilhar, entre outros. Falar para os alunos, que nessa etapa, não exploraremos jogos, nem applets, nem sequer softwares, pois eles requerem de ferramentas e ideias de programação mais aprimoradas.

3.2 Questionar aos estudantes: é possível reduzir ou ampliar o personagem que está no palco. Esperar, assim, os estudantes tentarem descobrir. Ao descobrir, formalizar que existem outras ferramentas, tais como: as ferramentas (carimbo, recorte, lente, e outras), os menus de controle, os sons, os trajes, categorias de comandos (a saber: movimento, operadores, aparência, variáveis, caneta, sensores, eventos), os sprite (que são os objetos ou personagens) do programa. Destacar que, ao criar qualquer projeto, o programa só funcionará quando 'bandeira verde' clicada. Destacar, em seguida, que a linguagem computacional *Scratch* oportuniza o desenvolvimento do pensamento criativo lógico e sistemático.

3.3 Explorar, juntamente com os estudantes, no *Scratch*, que não há necessidade de escrever extensão e complexos códigos-fontes como as linguagens computacionais gráficas. Isso porque, toda a programação é feita pela composição (ou 'encaixe') dos blocos lógicos. Assim, basta arrastá-los (que estão armazenados na paleta de comandos) para a zona de programação (guiões). Ao manipular as ferramentas do *software*, mostrar aos estudantes que as peças (os blocos) que podem ser encaixadas, assim como se fosse as peças do brinquedo Lego. Por fim, registrar as ações e os impasses matemáticos no caderno de memórias.

VII. AVALIAÇÃO:

Participação e envolvimento durante as atividades.

Produção de seus primeiros projetos computacionais.

MOVIMENTO 2

Data: 28 agosto de 2015 (presencial)
Tempo estimado das ações didático-pedagógicas: 4h

I. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: Irmã Catarina Jardim Miranda

Professor responsável: Greiton Toledo de Azevedo

Professores pesquisadores Silmara E. de C. Carvalho & Danilo R. Nunes

Área do conhecimento: Matemática Computacional

Público: 25 estudantes

II. TEMA: PLANO CARTESIANO? ONDE POSSO USAR ISSO? PRA QUE SERVE?

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

- Compreender o sistema de coordenadas cartesiano - medição de distâncias, de ponto de referência relativo e absoluto, posição de pontos e segmentos de reta na plataforma (digo: *software*) *Scratch*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a lógica (o algoritmo) do posicionamento geral dos objetos no sistema cartesiano - *Scratch*.
- Perceber a diferença entre o ponto de referência do objeto (personagem) absoluto e relativo.
- Interpretar o conceito de posicionamento geral de coordenadas (eixo: x e y).
- Reconhecer a diferença entre os eixos cartesianos (comprimento e largura | abscissa e ordenada).

IV. RECURSOS DIDÁTICO-MIDIÁTICOS

- **[1]** Quadro; **[2]** *Data show;* **[3]** Cadernos de relato (memórias); **[4]** folhas de atividades; [**5]** Câmera; **[6]** computadores

V. <u>CONHECIMENTO CONCEITUAL</u>	**<u>CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL</u>**	**<u>CONHENCIMENTO ATITUDINAL</u>**
• Sistema de coordenadas (x, y) • Números negativos, racionais e reais • Figuras geométricas (quadrados retângulos, círculos, entre outros).	• Figuras no plano cartesiano; • Traças pontos, segmentos e desenhos geométricos no sistema de coordenadas cartesianas - *Scratch.* • Escrever animação no plano cartesiano (eixos: *x*, *y*).	• Dedicação às atividades propostas. • Respeitar as diferentes ideias dos colegas ao longo das atividades. • Participação e curiosidade para aprender Matemática e motivação para a aprendizagem.

VI. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1ª PARTE: *PLANO CARTESIANO - SISTEMA DE COORDENADAS*

4.1. Explorar que as dimensões do palco (o cenário do programa) estão no plano.Os estudantes serão incentivados a descobrirem as dimensões do cenário. Para isso, lançaremos algumas questões, como: qual é valor máximo que 'x' pode assumir? E 'y'? Qual é a maior altura? e a menor? Qual é o comprimento total (abscissa), entre outras. Formalizaremos depois as ideias discutidas.

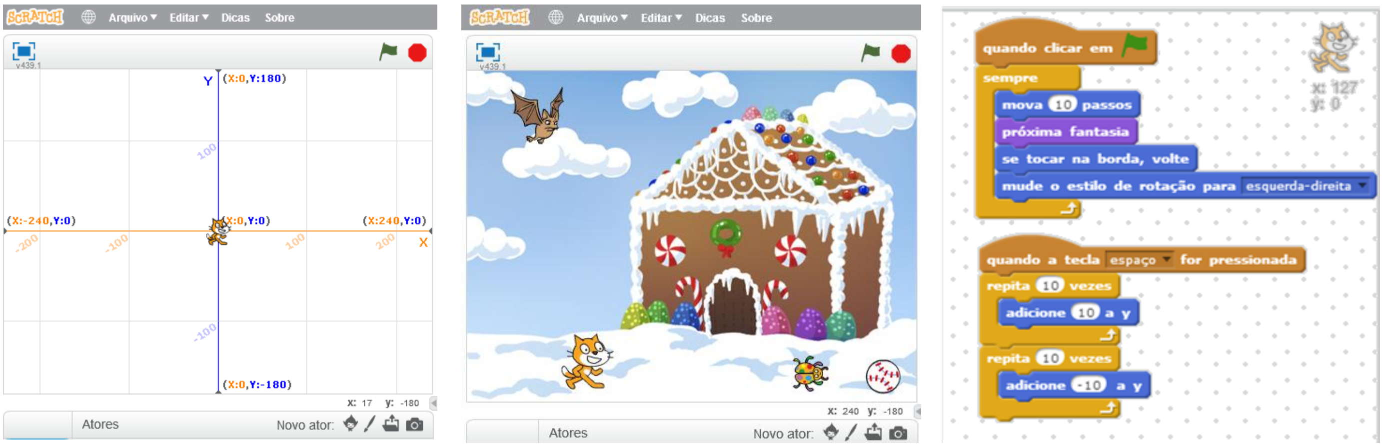


Figura 1 - "O mundo dos doces": animação desenvolvida no *Scratch*

4.2 Permitir, assim, os estudantes explorarem, livremente, os comandos, os cenários e os objetos. Orientá-los, quando solicitado, a construírem animações por meio do *Scratch*, tendo como pano de fundo o sistema de coordenadas.

4.3 Uma vez estabelecidos e fixados os elementos essenciais do algoritmo, propor aos alunos que determinem, por exemplo, o posicionamento de suas carteiras segundo um ponto escolhido na classe e um sistema de medidas (por exemplo, de número de colunas e linhas de carteiras). Interrogar os estudantes, em seguida, se a ordem na qual as coordenadas são escritas modifica a posição de um objeto ou elemento. Por exemplo, o ponto de coordenadas (1, 2) é diferente do ponto de coordenadas (2, 1)?

4.4 Explorar, juntamente com os alunos, as retas no plano cartesiano do Scratch. Discutir sobre a direção positiva para a direita que é denominada eixo x ou eixo das abscissas, a outra reta é vertical com a direção positiva para cima, e é chamada eixo y, ou eixo das ordenadas. Possibilitar os estudantes, aos poucos, compreender que a intercessão dessas retas divide o plano em quatro regiões, denominadas quadrantes, indicados no seguinte esquema pelos números 1, 2, 3 e 4. Nada dessas ideias serão faladas, mas serão conduzidas de modo que os estudantes possam pensar sobre essas coisas. Na medida do tempo, deixar os estudantes perceberem que no primeiro quadrante é o conjunto de todos os pontos (x, y) do plano para os quais $x > 0$ e $y > 0$; e assim por diante.

4.5 Apresentar um sistema de localização global tipo GPS e introduzir as coordenadas terrestres (longitude e latitude), mostrando a utilidade do sistema de coordenadas ou localização de latitude e longitude da escola, de um estádio de futebol, entre outros.

4.6 Incentivar os estudantes a registrar o que compreenderam de sistema de coordenas utilizando (explorando) o Scratch no caderno de relato (memórias). Incentivá-los, ainda, caso seja necessário, esboçar desenhos ou afins.

2ª PARTE: *ESBOÇANDO DESENHOS GEOMÉTRICOS NO PLANO CARTESIANO*

2.1 Explorar os comandos (incluindo: as ferramentas) 'de caneta' do *Scratch*, destacando as funções (carimbe, use a caneta, levante a caneta, mude o tamanho da caneta, apague tudo).

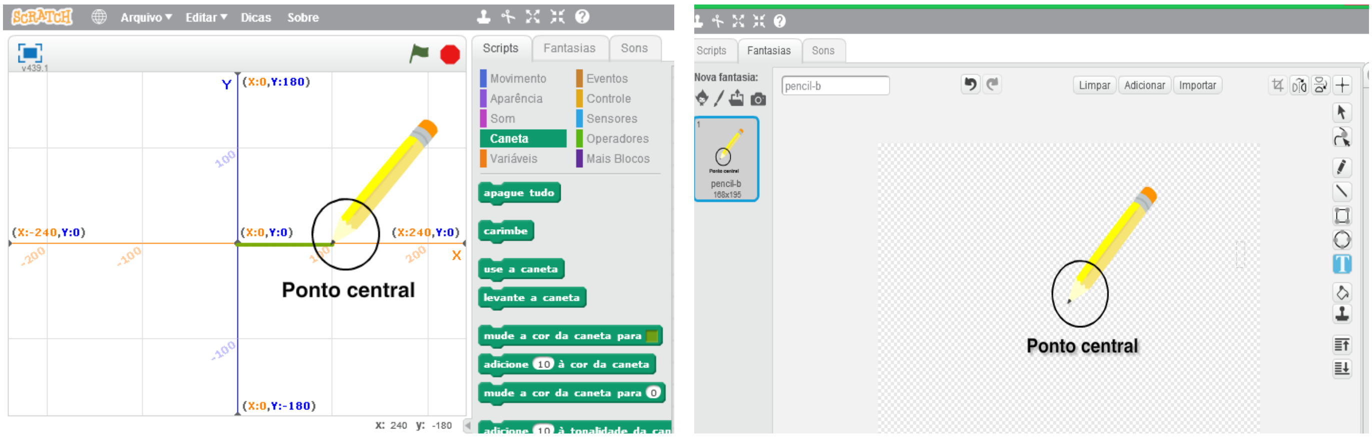


Figura 2 - Ponto da caneta (rabisco e desenho)

Explorar a posição central da figura para rabiscar o plano cartesiano, tendo como parâmetro o sistema de coordenadas. Nesse sentido, incentivar os estudantes a fazer (no sentido de rabiscar ou desenhar) figuras quaisquer no plano cartesiano.

2.2 Explorar os comandos (incluindo: as ferramentas) 'de caneta' do *Scratch*, destacando as funções (carimbe, use a caneta, levante a caneta, mude o tamanho da caneta, apague tudo). Estimular os estudantes a resolver as situações-problema, a saber: construir figuras geométricas (quadrado, retângulo, losango). Mediar esse processo de aprendizagem e construção de significados.

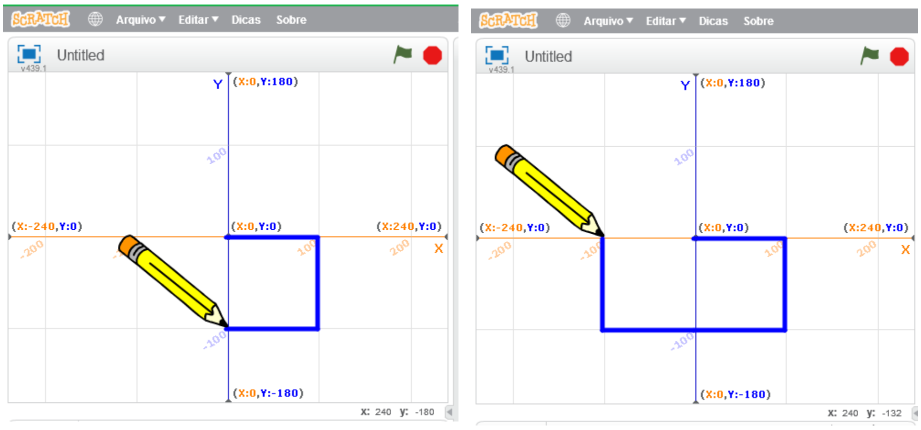
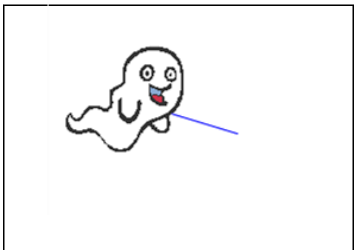
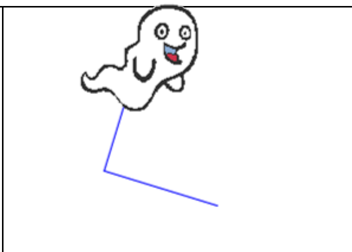
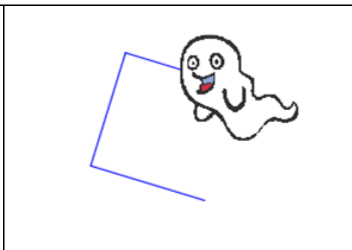
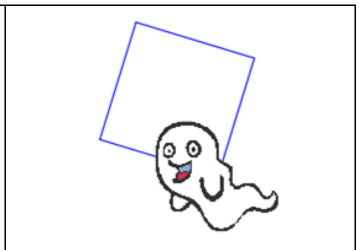


Figura 3 - Construções (em parte): quadrado e um retângulo.

Em nenhum momento será entregue a forma como fazer para construir as figuras geométricas, conforme acima. Pelo contrario, os estudantes serão estimulados a construírem a, em seguida, explicar à turma como fez para formá-las no *Scratch*. Depois, serão encorajados a construírem diferentes figuras no plano cartesiano (castelos, paisagens, campo de futebol, entre outros).

2.3 Estimular os estudantes, a partir das figuras construídas, criar animações (aparecer e desaparecer), na posição (0,0).

			
1ª Etapa	**2ª Etapa**	**3ª Etapa**	**4ª Etapa**

VII. AVALIAÇÃO: Participação
Produção e construção (dos projetos computacionais).

MOVIMENTO 3

Data: 8 de setembro de 2015 (presencial)

Tempo estimado das ações didático-pedagógicas: 3h

I. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: Irmã Catarina Jardim Miranda

Professor responsável: Greiton Toledo de Azevedo

Professores pesquisadores Silmara E. de C. Carvalho & Danilo R. Nunes

Área do conhecimento: Matemática Computacional

Público: 16 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II

II. TEMA: CONSTRUIR FIGURAS GEOMÉTRICAS É UMA FORMA DE PENSAR MATEMATICAMENTE

III. OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

- Compreender e aprimorar as noções computacionais gráficas no sistema de coordenadas cartesianas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a lógica (o algoritmo) do posicionamento geral dos objetos no sistema cartesiano - *Scratch*
- Interpretar o conceito de posicionamento geral de coordenadas (eixo: x e y), objeto e palco
- Investigar os comandos posicional (deslocamento e rotação)

IV. RECURSOS DIDÁTICO-MIDIÁTICOS

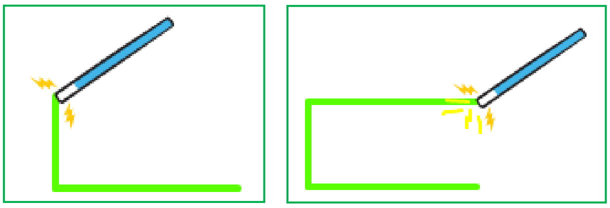
- Quadro, *Data show*, Cadernos de relato (memórias), Câmera; Computadores e notebooks, outros.

V. CONHECIMENTO CONCEITUAL	**CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL**	**CONHENCIMENTO ATITUDINAL**
• Sistema de coordenadas (x, y) • Figuras geométricas (quadrados retângulos, círculos, entre outros) • Variável (número e qualitativa)	• Construir desenhos geométricos no plano cartesiano - palco do *Scratch* • Escrever animação no plano cartesiano (eixos: *x*, *y*)	• Desenvolvimento de uma postura solidária, participativa e colaborativa de modo que contribua para a socialização dos conhecimentos matemáticos e computacionais.

VI. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

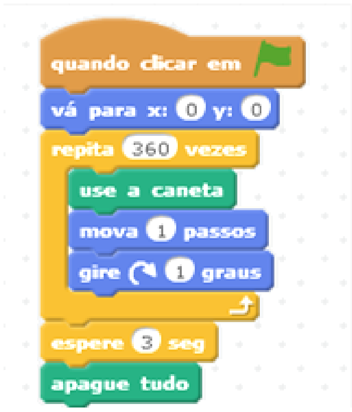
1ª PARTE: *CONHECENDO MAIS UM POUCO OS COMANDOS DE MOVIMENTO NO PLANO*

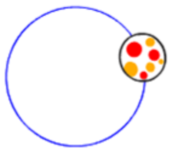
1.1. Incentivar os estudantes a trabalharem com o plano cartesiano no Scratch, manipulando cenário e personagens. Feito isso, lançar a primeira situação-problema aos estudantes, que é a de construir um retângulo (em movimento) com efeitos. Não mostrar os caminhos a serem seguidos, mas estimulá-los a explorar a paletas de comandos (movimento, aparência). Além disso, por meio de um conjunto de questionamentos, oportunizar um cenário de modo que eles descubram mais comandos [próxima fantasia, ângulos, deslocamento, sistema de coordenadas (x,y), a bandeira verde, usar caneta e controle de velocidade]. Nessa etapa, o estudante deverá ser capaz de explorar a ferramenta 'laço de repetição finita', bem como deduzir que o retângulo tem dois pares de lados paralelos congruentes, além de entender seus conceitos e ideias.



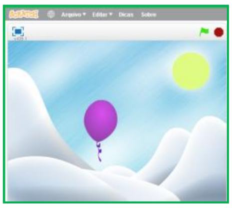
*(Estima-se, em média, usar **40 minutos** nessa 1ª parte | Em seguida, Lanche **15)***

2ª PARTE: *CONSTRUÇÃO DE UMA CIRCUNFERÊNCIA*





2.1 Explicar - para os estudantes - a diferença entre círculo e circunferência | [1] Circunferência é uma linha curva, fechada e plana, que é formada por todos os pontos que distam igualmente do ponto central. [2] Círculo é a região interna da circunferência. Em seguida, desafiar os estudantes a construírem uma circunferência. Mas, não é apenas construí-la, os estudantes deverão também ser capazes de argumentarem a sua construção em relação ao ângulo de 360º. Ou seja, eles serão incentivados a descobrirem, por exemplo, se multiplicarem 1x360º (sendo 1 para o passo e 360 para a rotação) conseguirão fazer a 'volta completa, mas também se caminhar 10 passos e virar 36º também conseguirão. Isso porque, 10x36 =360 [...]



2.1 Incentivar os alunos, a partir da construção do retângulo e da circunferência, a construírem um desenho geométrico. Incentivá-los também a apresentar um plano de estratégia e a argumentação das etapas. Depois, solicitá-los (os dois ou três estudantes) apresentar seu projeto (computacional) construído à turma.

2.2. Em seguida, deixar os estudantes explorarem mais comandos, a saber: *adicione 10 a x*; *adicione 10 a y*, *aponte para a direção 90 grau, direção do mouse (associado ao laço de repetição infinito)*. Nessa perspectiva, os estudantes, deverão escolher um palco e um (ou mais personagens) e tentarem descobrir a utilidade de tais comandos. Professor mediará todo processo de exploração, escolha e construção dos cenários.

VII. AVALIAÇÃO

Participação e Produção
Construção do projeto (animação simples).

MOVIMENTO 4

Data: 15 setembro de 2015 (Encontro presencial)
Tempo estimado das ações didático-pedagógicas: 4h

I. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: Irmã Catarina Jardim Miranda

Professor responsável: Greiton Toledo de Azevedo

Professores pesquisadores Silmara E. de C. Carvalho & Danilo R. Nunes

Área do conhecimento: Matemática Computacional

Público: 16 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II

II. TEMA: CONSTRUINDO UM *GAME*: VARIÁVEIS CONDICIONAIS E OPERATÓRIAS

III. OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

- Compreender as noções computacionais: condição (laço de repetição finito e infinito), sistema posicional, relacional e operatório aritmético
- Perceber e deduzir o conceito de variável (quantitativa e qualitativa) no *Scratch*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a lógica (o algoritmo) do posicionamento geral dos objetos no sistema cartesiano - *Scratch*
- Interpretar o conceito de posicionamento geral de coordenadas (eixo: x e y), objeto e palco
- Investigar os comandos posicional (deslocamento e rotação)
- Compreender a ideia de ângulo, deslocamento e área

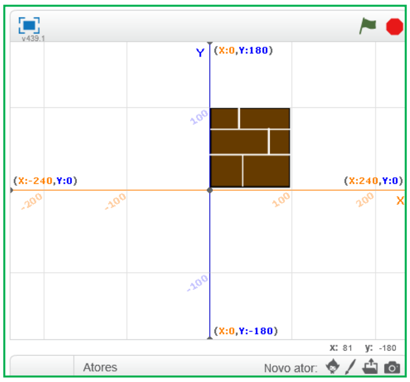
IV. RECURSOS DIDÁTICO-MIDIÁTICOS

- Quadro, *Data show*, Cadernos de relato (memórias), Câmera; Computadores e notebooks, outros.

V. <u>CONHECIMENTO CONCEITUAL</u>	**<u>CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL</u>**	**<u>CONHENCIMENTO ATITUDINAL</u>**
• Sistema de coordenadas (x,y). • Deslocamento e ângulo. • Área: quadrado e retângulo. • Variável (número e qualitativa). • Sistema condicional (*SE*). • Sistema relaciona: maior ou menor. • Sistema operacional aritmético.	• Escrever animação no plano cartesiano (eixos: x, y). • Trabalhar, de forma satisfatória, com o comando condicional (*SE*) • Explorar, satisfatoriamente, os comandos relacionais e operatórios. • Calcular área, saber identificar e classificar ângulo e medir distâncias.	• Desenvolvimento de atitudes para a elaboração de estratégias e ações pessoais frente as atividades. • Valorização da produção oral (argumentação dos conceitos matemáticos e computacionais) e escrita das estratégias no *software*.

VI. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

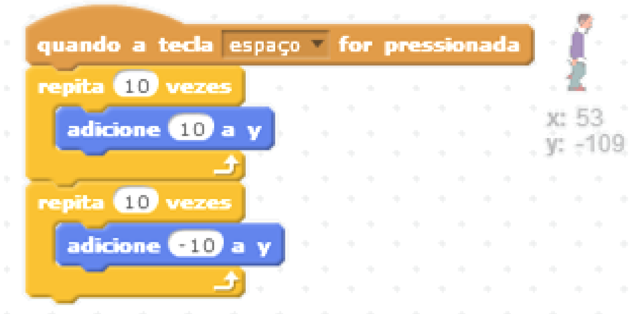
1ª PARTE: *INSPIRE-SE: DANDO VIDA AO PERSONAGEM!*



1.1 Os estudantes serão incentivados a construírem um tijolo (no formato de quadrado ou retângulo) no *Scratc*h, que será um dos componentes do *game*: *Steve in New York*. Nesse mesmo movimento, pois, discutiremos, sobre o seu tamanho, forma e área, tendo como parâmetro o sistema de coordenadas do plano cartesiano (*x*,*y*). Em seguida, os estudantes serão encorajados a descreverem as estratégias e as ideias utilizadas, em seu caderno de memória, a construção do quadrado e o cálculo de sua área (a partir do eixos cartesianos). Depois disso, os alunos serão estimulados a escolherem um personagem (um ser humano) e um palco (uma cidade ou um lugar similar) no *Scratch* para formar o seu programa computacional. Nessa etapa, os grupos de estudantes deverão propor novas construções a partir desse tijolo.

2ª PARTE: *DESLOCAR E GIRAR NO PALCO DO SCRATCH: COMPRIMENTO E ÂNGULO*

2.1 Os estudantes serão incentivados a construírem um algoritmo em que o personagem ande de um lado para o outro. Também serão estimulados a elaborar um algoritmo de modo que, quando tocar na borda da tela do programa, o personagem vire de um lado par ao outro, no sentido direita-esquerda | ângulo 180º. Ressalta-se que os alunos explorarão as ferramentas, mas, ao mesmo tempo, serão, ao longo do processo, orientados, pelos professores. Depois, deverão sistematizar suas ideias e as estratégias utilizadas no caderno de relato (memória). Para além disso, deverão discutir uns com outros, apresentar seus impasses matemáticos e propor novas soluções, quando necessário, para um grupo. Será promovido uma cenário de discussão.



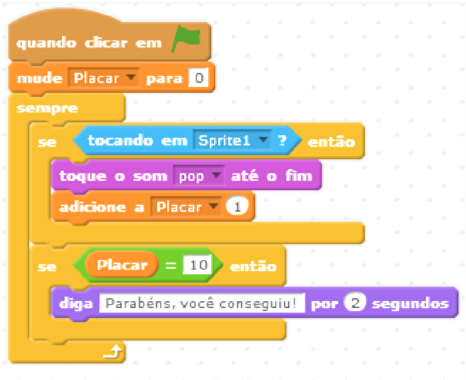
3ª PARTE: *CONSTRUINDO 'O PULO' DO PERSONAGEM USANDO O SISTEMA DE COORDENADAS (x,y)*

3.1 Primeiro, exploraremos a ideia do pulo (vai para cima e depois vai para baixo -senão, o personagem salta e fica em cima). Os Mattikers, assim, serão incentivados a construírem um algoritmo (utilizando matemática e linguagem computação) para fazer o personagem pular (ou saltar) no palco do *Scratch*. Isto é, fazer com que o personagem aumente o valor da ordenada *y* do sistema cartesiano, sem necessariamente aumenta o valor da abscissa *x*. Em outras palavras, os eles deverão reconhecer que é possível fixar um valor para *x*, enquanto o valor para *y* seja variado. Nessa etapa, abordaremos conceitos matemáticos novos - como números positivos e negativos (números inteiros) - que não está na grade curricular do 6º ano.

3.2 Os participantes do projeto serão estimulados a descobrir um algoritmo em que o personagem possa saltar ou pular apertando um específico botão do teclado de sua preferência. Esses comandos, obviamente, não serão entregues, mas explorados (descobertos) por eles. Para que isso aconteça, discutiremos ideias e analisaremos alguns comandos computacionais.

3.3 Conforme algoritmo apresentado, os estudantes precisarão utilizar, para além da ideia de posicional do sistema de coordenadas, o laço de repetição finita, pois, caso contrário, o personagem aumentará infinitamente o valor de *y*. Além disso, eles deverão perceber que, para saltar, o personagem, além de aumentar o valor de *y*, deverá também, em um mesmo valor, diminuí-lo. Senão, o personagem ficará sempre '*y*' unidades suspenso no palco, o que, por conseguinte, não será um considerado um pulo (ou um salto). Em outras palavras, de forma contextual, se uma pessoa pular uma certa altura, obviamente, ela não simplesmente sobirá ou aumentará um certo valor (centímetros ou metros), mas também descerá, em mesmo tamanho, devido a gravidade. É uma mão dupla - sabe, mas também desce. Assim, os estudantes serão incentivados e orientados a descrever um algoritmo que execute essa função. Para aumentar y considera-se um valor positivo, logo y positivo. Para diminuir, no entanto, o valor de y é negativo.

4ª PARTE: *SISTEMAS: VARIÁVEIS, PONTUAÇÃO E ALGORITMOS OPERATÓRIOS*



4.1 Apresentaremos a ideia de pontuação, do laço de repetição e a ideia de condição. A partir disso, os alunos serão incentivados a explicarem suas construções.

4.2 Explorar o comando relacional e operatório no sistema de placar de pontuação. Ou seja, os alunos, além de compreenderem a noção de variável, conhecerão a ideia do laço de repetição condicional [*Se isso ocorre, então acontece isso ou aquilo*]. Eles também conhecerão a ideia de variável, que pode ser entendida como qualquer quantidade, qualidade ou magnitude de uma característica que pode possuir vários valores numéricos.). Assim, discutiremos com os Mattickers que a variável é, convencionalmente, um elemento representante do conjunto de todos os resultados possíveis de um fenômeno. Tamanho do passo | $10 < p < 100$, onde p é uma variável. Algo que não é constante. [Possibilitar situações que os alunos possam pensar]

4.3 De modo geral, os estudantes deverão reconhecer, conforme ilustração do algoritmo computacional, a lógica matemática. Ou seja, sempre que o jogo iniciar o placar será zero (por isso, o primeiro bloquinho). Depois, o laço de repetição infinito [sempre] indicará que os comandos, que ele envolve, sempre serão executados, ou seja, se o personagem tocar em *Sprit* 1 (que é o tijolo), logo a estrutura computacional, que está dentro desse comando [SE], será executada, caso contrário, ela não será executada. Ou seja, a ideia de condição [no sentido literal, se isso ocorre, então, aquilo também ocorre ou acontece]. Aqui, por exemplo, eles estarão, além de construir e analisar um código matemático para gerar pontuação, explorando o pensamento lógico e dedutivo-relacional. Além disso, se o placar, de pontuação do jogo, alcançar o valor de 10 pontos, logo, aparecerá uma mensagem de finalização do jogo, que é 'Parabéns, você conseguiu', que é outra ideia de condição. Isso acontecerá, somente se a pontuação atingir o valor determinado, que, nesse caso, é exatamente 10 pontos. Obviamente, os alunos poderão escolher outro valor, bem como usar outro comando relacional, para além da igualdade. Por exemplo, um valor maior ou menor que 100, entre outro.

4.4 Os estudantes serão convidados apresentar suas ideias, suas estratégias e programas à turma.

GAME: "Steve na noite de new York"

VII. AVALIAÇÃO:

Participação
Produção das atividades (jogo e caderno de relato | Memória)

MOVIMENTO 5 e 6

Datas: 22 de setembro de 2015 | 28 de setembro de 2015 (presenciais)

Tempo estimado das ações didático-pedagógicas: 6 h

I. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: Irmã Catarina Jardim Miranda

Professor responsável: Greiton Toledo de Azevedo

Professores pesquisadores Silmara E. de C. Carvalho & Danilo R. Nunes

Área do conhecimento: Matemática Computacional

Público: 16 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II

II. TEMA: BOB E AS ARANHAS

III. OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

- Analisar e compreender as ideias matemáticas envolvidas no jogo (Bob e as aranhas)

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a lógica (o algoritmo) do posicionamento geral dos objetos no sistema cartesiano - *Scratch*.
- Interpretar o conceito de posicionamento geral de coordenadas (eixo: x e y), objeto e palco
- Investigar os comandos posicional (deslocamento e rotação)
- Relacionar os valores aleatório de um intervalo finito dentro da estrutura de coordenadas cartesianas

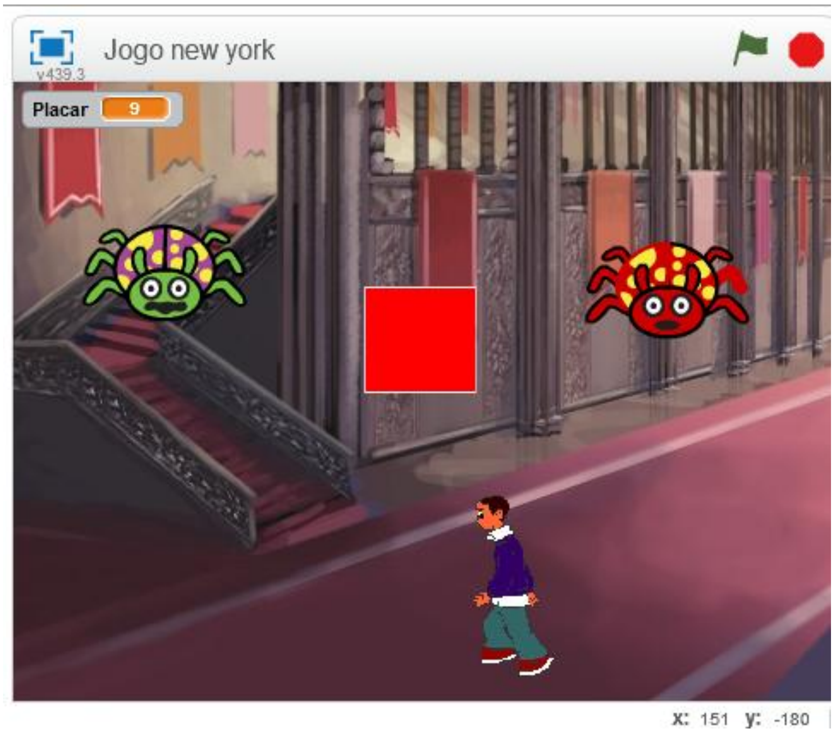
IV. RECURSOS DIDÁTICO-MIDIÁTICOS

- Quadro, *Data show*, Cadernos de relato (memórias), câmera, computadores e notebooks, entre outros.

V. CONHECIMENTO CONCEITUAL	**CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL**	**CONHENCIMENTO ATITUDINAL**
• Sistema de coordenadas (*x*,*y*) • Deslocamento e ângulo • Número aleatório • Variável (número e qualitativa) • Sistema condicional (*SE*) • Sistema relacional: maior ou menor.	• Escrever animação no plano cartesiano (eixos: *x*, *y*) • Trabalhar, de forma satisfatória, com o comando condicional (*SE*) • Explorar, satisfatoriamente, os comandos relacionais e operatórios	• Reconhecimento da importância da Matemática no dia a dia • Colaboração nas realizações de tarefas conjuntas (ou grupais) • Predisposição para discutir e apresentar ideias para o grupo

VI. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1ª PARTE: CONTRIBUIÇÕES AO JOGO: *BOB NO CASTELO* | ARANHAS NA CIDADE!



1.1 No início, do encontro, os estudantes serão estimulados a explorar o último jogo construído (*Steve New Youk*, no Mattics). Ao relembrar as estruturas computacionais utilizadas na construção desse jogo, eles serão incentivados a compreender outros comandos a partir do que já sabem, tais como: laço de repetição (finito e infinito), sistema condicional, variáveis, operadores relacionais e aritméticos. Porém, estes comandos não serão trabalhados independentemente, nem tampouco de forma separada ao longo do processo pedagógico. Pelo contrário, eles, na verdade, serão explorados a partir das situações-problema propostas ao longo dessa etapa. Estas situações, por sua vez, comporão a construção dos adversários no jogo - aranhas (que deslizarão no palco do *Scratch*).

1.1.1 Os estudantes, após a abertura do jogo, serão incentivados a inserir duas aranhas, bem como, mudar o palco para um castelo. Serão desafiados a mudar as cores dos adversários (aranhas) e do tijolo, utilizando a zona de edição.

1.1.2 Explorar, juntamente com os estudantes, a ideia de fixar um valor de x e variar o valor de y no sistema de coordenadas. Isso porque, a aranha variará a altura (deslocamento vertical), ao mesmo tempo em que manterá um valor constante da posição do comprimento, que é ***x***. O valor de ***x*** será -152 (note que é um valor negativo, pois está do antes da origem do sistema de coordenadas). Por outro lado, o valor de ***y*** será um valor aleatório, que variará de 180 a 25 unidades. Isso porque, o valor máximo da tela é 180 e o valor mínimo (em altura) que a aranha assumirá é 25. Os estudantes, no entanto, deverão investigar essa situação. Por exemplo, se ao invés de inserir 180 (na altura máxima) inserir 100, perceberá que a aranha não percorrerá a altura máxima da tela e assim sucessivamente.

1.1.3 Outra situação-problema: os estudantes deverão criar um código (digo: uma estrutura computacional) condicional. Isto é, se o personagem (aqui, em especial, *Boy3*) tocar na aranha deverá perder pontos ou paralisar o jogo. No nosso caso, por exemplo, optamos paralisar o jogo, quando o personagem tocar na aranha. Os estudantes, assim, com orientação dos professores, deverão perceber essa relação entre personagem principal e o adversário, a partir do comando condicional (SE).

1.1.4 Em seguida, os estudantes serão estimulados a escreverem um código computacional para o tijolo. Isto é, se o tijolo, do jogo, for tocado pelo personagem principal, registrará pontos no placar, senão, não será pontuado. Essa estrutura de pontuação é um sistema de variável (criado no último encontro do Mattics), que será novamente explorado. Em outra palavras, significa que se o personagem, porventura, alcançar 10 pontos sem tocar nas aranhas, vencerá o jogo. Se, por outro lado, tocar na aranha antes, perderá o jogo!

1.1.5 Depois, os estudantes deverão explicar à turma a sua construção (como fizeram para resolver as situações-problemas). Serão também incentivados a registrarem (no seu caderno de memórias) a sua construção, os desafios enfrentados e superados, as descobertas feitas!

2ª PARTE: CONSTRUTORES DE JOGO: 'MATEMATICANDO' COM O *SCRATCH*

2.1 Nessa etapa, os estudantes não explorarão novos comandos. Eles, ao contrário, serão incentivados a construírem novos jogos a partir dos comandos computacionais que aprenderam ao longo dos encontros realizados (e com diferentes temas que escolherem). Todavia, os estudantes deverão construir um jogo que envolva os seguintes comandos: repetição, condicional, relacional e operatório, além de estrutura de coordenadas, animações, cores e sons! O jogo deverá apresentar ter alguma finalidade, pontuação! Porém, esse jogo deverá ser construído em dupla ou trio e deverá dialogar sobre a seguintes temáticas: ***A escola e a matemática!***

2.2 Encorajar aos grupos de estudantes construir um jogo de modo que remeta à ideia de matemática e escola. Poderá ser um jogo que traga a conscientização do uso da matemática no dia a dia ou até mesmo a explicação dinâmica de algum conceito matemático. É preciso destacar que os estudantes precisarão de um tempo maior para organizar todas as etapas de seu jogo.

2.3 ***A***s duplas serão incentivadas a contextualizar e problematizar o jogo a ser construído, utilizando a matemática. Elas serão também orientadas a relatarem as ideias essenciais do jogo no caderno de memórias. Se os estudantes não conseguirem terminar a construção do jogo, eles serão estimulados a continuarem a fazê-lo em casa ou na própria escola (intervalo ou outro horário).

3ª PARTE: APRESENTAÇÃO DOS JOGOS À COMUNIDADE ESCOLAR E FAMÍLIAR

3.1 Todos os trabalhos, os jogos construídos pelas duplas ou trios de estudantes, serão apresentados à comunidade escolar e familiar em na reunião de pais (dos estudantes do Mattics). Assim, os estudantes não só apresentarão o jogo construído, mas também o conhecimento matemático e computacional utilizado, além de mostrar as ideias e estratégias lógico-dedutivas traçadas.

VII. AVALIAÇÃO:

Produção das atividades (jogo e caderno de relato | Memória)

Participação e empenho ao longo do processo pedagógico.

MOVIMENTO 7 e 8

Datas: 29 de setembro 2015 | 06 de outubro de 2015 (encontros presenciais)
Tempo estimado das ações didático-pedagógicas: 7h

I. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: Irmã Catarina Jardim Miranda

Professor responsável: Greiton Toledo de Azevedo

Área do conhecimento: Matemática Computacional

Público: 16 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II

II. TEMA: MAIS DO QUE JOGAR UM PINGUE-PONGUE, VAMOS CONSTRUI-LO?

III. OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

- Relacionar os números inteiros com o sistema de coordenadas (x,y)
- Compreender a noção de ângulos (variação de 0º a 180º - sentido para cima)

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Números inteiros e decimais;
- Interpretar o conceito de posicionamento geral de coordenadas (eixo: x e y), objeto e palco
- Investigar os comandos posicional (deslocamento e rotação)
- Relacionar os valores aleatório de um intervalo finito dentro da estrutura de coordenadas cartesianas
- Perceber e analisar os valores dos ângulos nas estruturas computacionais

IV. RECURSOS DIDÁTICO-MIDIÁTICOS

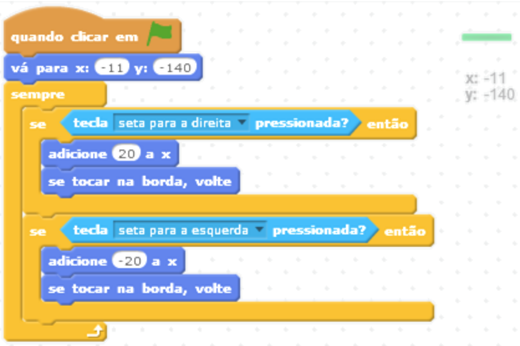
- Quadro, *Data show*, cadernos de relato (memórias), folhas de atividades, câmera, computadores e notebooks, entre outros.

V. <u>CONHECIMENTO CONCEITUAL</u>	**<u>CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL</u>**	**<u>CONHENCIMENTO ATITUDINAL</u>**
• Sistema de coordenadas (*x*,*y*) • Deslocamento e ângulo • Número aleatório • Número positivo e negativo • Sistema condicional (*SE*) • Sistema relacional: maior ou menor	• Escrever animação no plano cartesiano (eixos: *x*, *y*) • Trabalhar, de forma satisfatória, com o comando condicional (*SE*) • Explorar, satisfatoriamente, os comandos relacionais e operatórios	• Trabalhar coletivamente • Respeitar, ao longo das atividades didático-tecnológicas, os colegas • Ajudar, quando se fizer necessário, o projeto computacional do colega • Valorizar diferentes ideias e estratégias matemáticas apresentadas por outros colegas (ou grupos)

VI. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

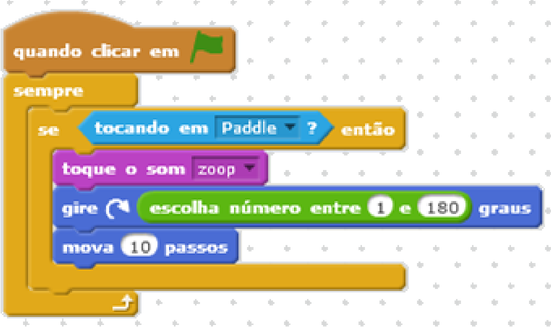
1ª PARTE: APRESENTAÇÃO E EXPLORAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DO *GAME PINGUE-PONGUE*

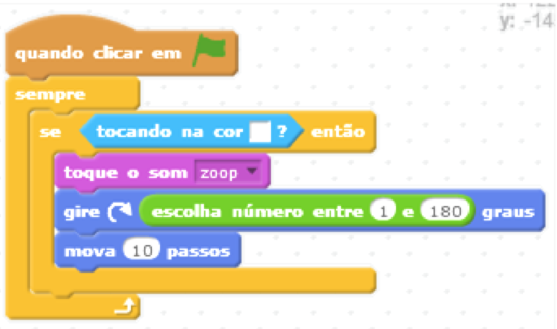
1.1 Será apresentado, no primeiro momento, o *game* pingue-pongue aos estudantes. Eles serão estimulados a observarem os movimentos, os objetos, os personagens e o palco do jogo. Porém, por outro lado, não será evidenciado os comandos computacionais utilizados para criá-lo. Nesse mesmo movimento, eles serão incentivados, em dupla, a construírem o jogo, tendo em vista os comandos de programação aprendidos nos encontros anteriores. Isto é, eles serão desafiados, a partir da visualização do jogo, pensar e traçar estratégias para construir o seu próprio. No entanto, lançaremos questões parciais para que os estudantes possam analisar, tais como: a raquete movimenta de um lado para o outro, como construir um comando lógico que permita fazer esse mesmo movimento? Quando a bola toca na grama, o jogo paralisa? Quando toca no céu, a bola muda de posição ou de sentido? Por quê? É um valor aleatório? Existe sistema de pontuação no *game*? E assim sucessivamente. É um atividade em que, acima de tudo, os estudantes precisarão observar, analisar e criar estratégia para construir seu jogo. Os estudantes também deverão perceber o sistema de coordenadas tanto da raquete, quanto da bolinha.



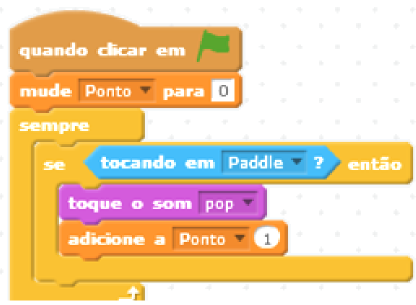
1.1.1 Os comandos, ao lado, representam a estrutura de movimento da raquete. Assim, os estudantes deverão perceber que, para movimentá-la, deverão utilizar as ideias de coordenadas cartesianas, variando o valor de x e fixando o valor de y. Deverão observar e perceber que os valores (esquerda e direita) são diferentes (e apresentam também sinais distintos). O valor, da direita, é positivo, enquanto o valor, da esquerda, é negativo. Isso é proveniente do sistema de coordenadas dos eixos cartesianos. Os estudantes relatarão isso no caderno de memória.

1.1.2 Os estudantes também deverão criar os guiões (comandos e estruturas computacionais) para a bolinha. Deverão, assim, criar um sistema de coordenadas, para que quando iniciar o jogo, a bolinha sempre permaneça no mesmo lugar. Caso contrário, ela começará em diferentes lugares, o que prejudicará o andamento do jogo. Para além disso, eles precisarão pensar para construir um algoritmo, conforme imagens abaixo, de modo que a bolinha possa se movimentar, no jogo, diante de algumas condições. Isto é, se bater na raquete, acontecerá alguma coisa. Se a bolinha tocar em uma cor qualquer do jogo, acontecerá outra coisa.



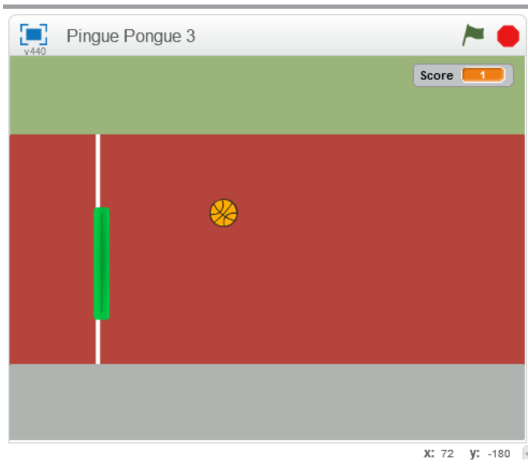


1.1.3 Nessa etapa dos alunos serão estimulados a observarem e a perceberem que a variação do ângulo está entre 0º e 180º. Caso contrário, se o ângulo, por exemplo, for maior que 180º e menor 360º a bolinha 'será espalmada' para baixo no jogo. Quando o valor do ângulo varia entre 0º e 180º, a bolinha 'espalmará' para cima, o que deve ocorrer, pois, senão o jogador perderá o jogo.



1.1.4 Os estudantes deverão perceber que, para a bolinha movimentar-se em ângulos diferentes, será preciso unificar o bloco (gire) com o outro bloco (escolha número entre, aleatório). Também os estudantes recordarão que o ângulo nada mais do que a abertura formada entre dois segmentos de reta. Por isso, eles deverão perceber que a abertura máxima a ser programada é 180º, pois, caso contrário, a bolinha não flutuará para cima, mas para baixo. Além disso, os estudantes serão incentivados a pensar na construção um sistema de programação de pontuação. Nessa etapa, será necessário discutir e argumentar diferentes tópicos matemáticos e computacionais junto aos alunos.

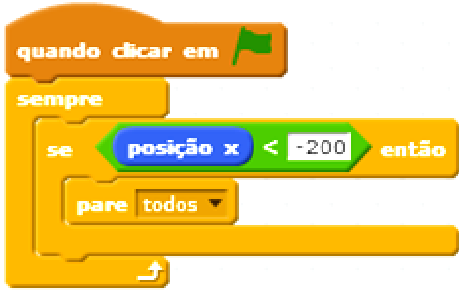
2ª PARTE: CONSTRUINDO UM *PINGUE-PONGUE* COM A REQUETE *NO SENTIDO VERTICAL*



2.1 ***(RAQUETE)*** Nessa etapa, os estudantes serão estimulados a construírem um jogo que tenha uma raquete, porém, no sentido vertical. Não apresentaremos os comandos aos estudantes, eles, na verdade, deverão imaginá-lo e criá-lo. Este jogo se assemelha à ideia de pingue-pongue de dois participantes, os valores a serem alterados, da raquete, é y (cima e baixo), enquanto x será fixado, pois a raquete não deslocará nem pra direita, nem para esquerda. Além disso, os estudantes deverão perceber que, acima de tudo, a raquete deverá ser posicionada, diante de um sistema cartesiano, adequado e, estrategicamente, pensado.

2.2 Depois, no final, os estudantes deverão registrar as ideias iniciais observadas e compreendidas (sobre a raquete) no caderno de memórias (CM).

3ª PARTE: *A BOLINHA (**POSIÇÃO X** < - **200**)*



3.1 Nessa etapa, os estudantes deverão criar os comandos de movimento (deslocamento e rotação) da bolinha. Além disso, deverão criar o sistema de pontuação da bolinha (*Score* = 10 pontos), bem como criar os comandos condicionais (isto é, se a bolinha tocar na raquete, computará ponto, entre outros). Em especial, pela primeira vez, os estudantes serão incentivados a pensar em desigualdade no sistema de coordenadas. Ou seja, se a bolinha ficar abaixo da raquete, que são valores negativos de x, o jogo se encerrará. Logo, os estudantes serão orientados a escrever um código de modo que $x < -200$ (um valor, por exemplo, menor que a posição, em x, da raquete). É nesse momento, que começaremos a explorar a ideia de desigualdade numérica e algébrica. Depois dessas construções, os estudantes deverão registrar seus impasses e aprendizagens de matemática no caderno de memórias.

3.2 Os estudantes serão estimulados a apresentar seus jogos à turma, explicando as ideias matemáticas envolvidas.

VII. AVALIAÇÃO:

Participação e produção das atividades (jogo e caderno de relato | Memória).

MOVIMENTO 9

Datas: 16 outubro de 2015 (encontro presencial)
Tempo estimado das ações didático-pedagógicas: 4h

I. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: Irmã Catarina Jardim Miranda

Professor responsável: Greiton Toledo de Azevedo

Professores pesquisadores Silmara E. de C. Carvalho & Danilo R. Nunes

Área do conhecimento: Matemática Computacional

Público: 16 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II

II. TEMA: CAPTURA DAS FOLHAS DE OUTONO: A IDEIA DE DESIGUALDADE MATEMÁTICA

III. OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

- Compreender a ideia de desigualdade matemática
- Compreender a noção de intervalo numérico

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender a elação de ordem entre duas quantidades, incógnitas ou expressões
- Comparar medidas desiguais no sistema de coordenadas cartesianas;
- Estabelecer semelhanças e diferenças entre os princípios da igualdade e da desigualdade.
- Relacionar expressões envolvendo desigualdades escritas na língua materna e na linguagem matemática
- Relacionar os valores aleatório de um intervalo finito dentro da estrutura de coordenadas cartesianas.

IV. RECURSOS DIDÁTICO-MIDIÁTICOS

- Data show, cadernos de memórias, câmera, computadores e *notebooks*.

V. CONHECIMENTO CONCEITUAL	**CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL**	**CONHENCIMENTO ATITUDINAL**
• Sistema de coordenadas (*x*,*y*) • Valores aleatórios • Número positivo e negativo • Desigualdade matemática • Sistema relacional: maior ou menor	• Escrever, corretamente, o código utilizando o sistema de coordenadas cartesianas e desigualdades • Construir estratégias para locomover os personagens no jogo	• Ter autonomia para explicar suas construções computacionais à turma • Trabalhar em grupo, respeitando as diferentes argumentos dos colegas • Participar das discussões e contribuir com a aprendizagem coletiva

O desenvolvimento desse jogo foi proposto pelo grupo de alunos na sala de aula - no sentido de recolher frutas das árvores ou até mesmo deixar os espaços públicos mais limpos e mais arejados. Nesse sentido, propomos, em conjunto, o recolhimento inicialmente de folhas no sentido de deixar as calçadas mais limpas e mais acessíveis de serem transitadas pelas pessoas da comunidade local. A partir da produção desse jogo, o que envolveu os conteúdos de matemáticas e ideias computacionais, os alunos foram incentivados a desenvolverem outros jogos correlatos com o mesmo tema.

VI. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1ª PARTE: CONSTRUINDO OS PERSONAGENS DO JOGO: CAPTURA DAS FOLHAS DE OUTONO

1.1 No primeiro momento foi apresentado o jogo - Captura das folhas. Os estudantes foram incentivados a construir um cenário com árvores (na estação de outono), bem como a construção de um carrinho, que se movesse nos valores das abscissas.

1.2 Depois da construção do cenário e objetivos do jogo, os estudantes foram incentivados a construir um algoritmo computacional para o caminho se locomover. Isto é, valores de x (direita e esquerda) que serão variados, enquanto valores de y, que serão fixados. É importante ressaltar que os estudantes também explorarão, aqui, a noção de números inteiros (positivos e negativos) e números racionais (decimais).

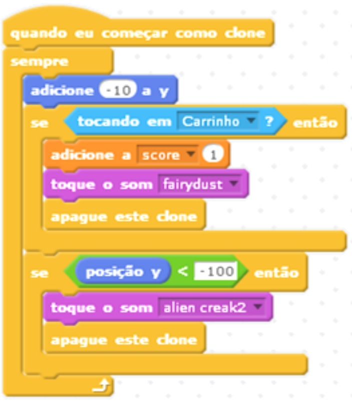
2ª PARTE: É HORA DE CRIAR O CÓDIGO COMPUTACIONAL: AS FOLHAS DE OUTONO

2.1 Os estudantes foram orientados a construir um algoritmo de modo que as folhas 'caíssem' das árvores. Para isso, eles foram levados a compreender o movimento das ordenadas (no sistema de coordenadas), da ideia de números aleatórios e a noção de clone, que é conceito importante computacional.

2.2 Durante a construção, os estudantes exploraram, juntamente com o professor, o sistema em que as folhas aparecem no jogo e quando desaparecem (iniciam-se na posição y=180).

2.3 Nessa etapa, ao construir o algoritmo, de forma exploratória e não dada, os alunos deverão perceber que o valor de caimento das folhas deverão comportar numa frequência variável de segundos, pois, caso contrário, as folhas cairão ao mesmo tempo - o que dificultará ou facilitará a sua captura pelo jogador.

(Estima-se, no mínimo, usar ***2 horas*** *nessa 1ª etapa | Depois, intervalo para o lanche 15 minutos)*



3ª PARTE: UTILIZANDO A IDEIA DE DESIGUALDADE MATEMÁTICA NO JOGO

3.1 Nessa etapa, em especial, os estudantes serão levados a compreenderem a noção de desigualdade computacional. Apresentaremos alguns exemplos, onde um valor numérico ou incógnita é maior que outra. Os estudantes, assim, serão estimulados a construir um algoritmo de modo que, se a folha chegar numa posição menor (para y) que o carrinho, por exemplo, -100, logo, a folha desaparecerá e o jogador não computará pontos. Ou seja, posição y < - 100.

3.2 Os estudantes, em seguida, serão orientados a relatarem as ideias matemáticas utilizadas no caderno de memória e, por fim, apresentarão seus projetos à turma.

VII. AVALIAÇÃO:

Participação e produção das atividades (jogo e caderno de relato | Memória)

MOVIMENTOS 10 e 11

Datas: 20 de outubro de 2015 | 27 de outubro de 2015 (encontros presenciais)
Tempo estimado das ações didático-pedagógicas: 8h

I. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: Irmã Catarina Jardim Miranda

Professor responsável: Greiton Toledo de Azevedo

Professores pesquisadores Silmara E. de C. Carvalho & Danilo R. Nunes

Área do conhecimento: Matemática Computacional

Público: 16 estudantes

II. TEMA: CARROS E SAPOS? A TRAVESSIA!

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

- Analisar, identificar e compreender os conteúdos matemáticos envolvidos na construção do jogo

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Perceber e compreender as relações e expressões de desigualdade entre os números e variáveis
- Identificar e interpretar situações com números positivos e negativos
- Comparar medidas desiguais no sistema de coordenadas cartesianas
- Estabelecer semelhanças e diferenças entre os princípios da igualdade e da desigualdade
- Relacionar os valores aleatório de um intervalo finito dentro da estrutura de coordenadas cartesianas
- Interpretar e compreender as relações de espaço, tempo, forma e deslocamento linear

IV. RECURSOS DIDÁTICO-MIDIÁTICOS

- **[1]** Data show*;* **[2]** Cadernos de memórias; [**3]** Câmera; **[4]** computadores e notebooks.

V. CONHECIMENTO CONCEITUAL	CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL	CONHENCIMENTO ATITUDINAL
• Números inteiros • Valores aleatórios • Sistema de coordenadas (x, y) • Desigualdade matemática • Deslocamento linear • Tempo, espaço e forma	• Utilizar e aplicar os comandos de desigualdade matemática com o sistema de coordenada cartesiana • Operar, de forma correta, as estratégias lógicas e relacionais computacionais e matemáticas	• Saber ouvir e respeitar a opinião dos demais colegas • Trabalhar em grupo de forma respeitosa e colaborativa • Predisposição para encontrar soluções para as situações-problema, formular hipóteses e discuti-las

VI. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

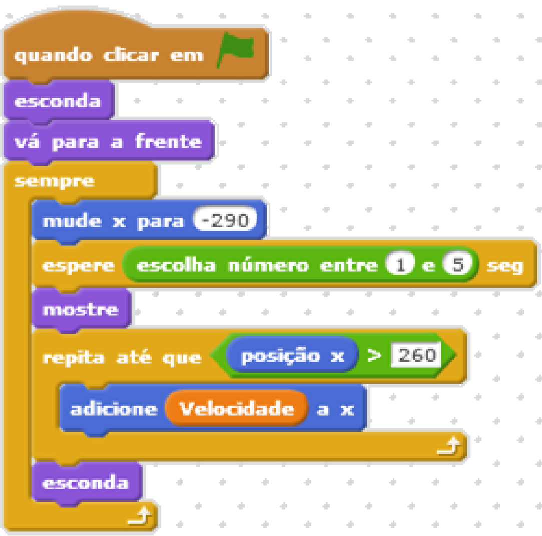
1ª PARTE: APRESENTAR À TURMA O JOGO | A TRAVESSIA: CARROS E O SAPO

Sinopse do jogo: O objetivo do jogo é atravessar a pista sem bater em nenhum carro. Para isso, pois, utilize os comandos (do teclado) para direita, esquerda, cima ou baixo para movimentar o personagem principal, que é o sapo. Ao chegar do outro lado da pista, você, jogador (a), avançará de nível e, na mesma proporção, os carros também aumentarão a velocidade. Para vencer o jogo, é necessário fazer com que o sapo atravesse cinco vezes a pista. Se, porventura, ele bater em um dos carros, perderá pontos (que é a variável: intensidade de batida). Se a zerá-la (a intensidade de batida), por conseguinte, perderá o jogo (GAME OVER).

1.1 No primeiro momento, do 10º Encontro do Mattics, e por extensão o 11º encontro, será apresentado o jogo (A Travessia: os carros e o sapo) para os estudantes. Em seguida, eles serão encorajados a jogá-lo e tentar compreender o seu funcionamento..

1.2 No segundo momento, os estudantes serão incentivados a criarem um cenário (uma pista), onde os carros possam se movimentar no jogo. Deverão também escolher ou criar cinco carros e um sapo, que será o personagem principal do jogo. É importante nessa etapa reforçar que os estudantes poderão criar as pistas que quiserem... ou a forma que acharem melhor.

1.3 Nessa parte, pois, os estudantes serão estimulados a escreverem, no caderno de memórias, suas perspectivas e afins do jogo. Deverão também registrar quais conhecimentos matemáticos e computacionais estão envolvidos atrás do jogo.



2ª PARTE: ALGORITMO: CRIANDO O MOVIMENTO DO CARRO

2.1 Os estudantes serão incentivados a descobrirem o algoritmo que faça o carro se mover de um lado e sumir. Depois voltar-se, em um tempo aleatório com velocidade constante, na tela do jogo. Para isso, pois, será lançado as seguintes questões aos estudantes: [1] o carro aparece no início do jogo ou ele fica escondido? [2] os carros andam na mesma direção (isto é, só para frente)? [3] Os carros aparecem, na tela do jogo, sempre no mesmo tempo, ou em tempos diferentes? [4] Os carros estão sempre na mesma pista ou em pistas diferentes? [5] O que acontece com o carro quando ele atinge o valor máximo à direita? Ele some, por quê? [6] Ao atingir o tamanho máximo (comprimento) o carro desaparece, por quê?

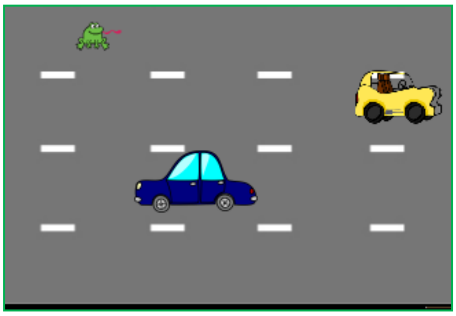
2.2 No segundo momento, formalizar a construção do algoritmo (do movimento do carro) junto com os estudantes, destacando a ideia de inequação numérica e algébrica, sistema de coordenadas.

2.3 No final, desta etapa, estimular os estudantes a construírem o mesmo algoritmo para cada uma dos carros. É importante nesse momento, os estudantes perceberem a ideia de deslocamento (comprimento no eixo x) do carro, bem como o momento em que ele desaparece do jogo. É importante também que os estudantes possam notar que o comando de velocidade (espere) deverá ser acionado, pois, caso contrário, os carros correão sempre num mesmo tempo, o que prejudicará o andamento do jogo.

2.4 Depois, da criação desse algoritmo, os estudantes (ou grupos) serão incentivados a relatarem no caderno de memórias.

3ª PARTE: ALGORITMO (COMPUTACIONAL E MATEMÁTICO) DO SAPO

3.1 Os estudantes serão estimulados a posicionar, corretamente, o sapo no jogo (valores atribuídos a X e Y). Também, nesse momento, serão encorajados a criarem (ou melhor, declararem) as seguintes variáveis no programa: *level*, *live*, *next level*,



intensidade de batida e *velocidade*. Os estudantes, em seguida, serão desafiados a construírem um algoritmo que permita o sapo se locomover no jogo, isto é, mover-se para baixo, cima, direita e esquerda. Esse algoritmo, pois, será orientado a ser escrito (digo: criado) dentro de um nova estrutura computacional: *Repita até que[...]*. Este comando será utilizado junto com a lógico 'OU'. Esse comando deverá funcionar até que o sapo bata em algum carro ou consiga atravessar a rua (a pista), conforme explicação abaixo.

3.2 (FRAGMENTO DO CÓDIGO) O estudante precisará criar um código de modo que o sapo desloque de cima (y=180) para

baixo, até chegar no valor (y= -130). Se o sapo percorrer esse trajeto, logo avançará de nível, por consequência, a velocidade (do outro nível) será aumentada. O estudante deverá perceber a desigualdade matemática, na qual indica que o sapo só conseguirá pontuar e avançar de fase se atingir a distância (em y) de -130 unidades. Depois, pedir aos estudantes que relatem suas estratégias e ideias utilizadas para construir esse algoritmo, destacando suas dúvidas, seus anseios, dificuldades e soluções que traçaram.

3.3 Outro comando, envolvendo a desigualdade matemática, que os estudantes serão estimulados a construir, é o do 'Intensidade de batida". Esse algoritmo, em especial, envolverá ainda a ideia condicional (SE) aliada ao conjunto de números inteiros negativos. Isto é, y < 0 {0, -1, -2, -3, ...}. Outra ideia relacionada aos números inteiros negativos é o sistema de pontuação, em que, quando o sapo bater em algum carro em movimento, computará pontos negativos (LEVEL: -1).

3.4 Os alunos serão estimulados a construir um algoritmo de finalização do jogo. Nesse caso, em especial, uma estrutura computacional de modo que a pontuação, em level, tangencie o valor igual a cinco. É um algoritmo que, além de estrutural, envolverá a relação entre variável e um número natural, por meio do comando condicional. No final, eles serão incentivados a descreverem suas estratégias, ideias e desafios enfrentados, no caderno de memória, ao construir o jogo: A travessia.

3.5 Encorajar, no final, os estudantes a construir um jogo similar, explicando todas as ideias envolvidas, como, por exemplo: travessia aliada com o jogo das folhas de outono.

VII. AVALIAÇÃO:

Participação
produção das atividades (jogo e caderno de relato | Memória).

MOVIMENTOS 12 e 13

Datas: 3 e 5 novembro de 2015 (encontros presenciais)
Tempo estimado das ações didático-pedagógicas: 6h

I. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: Irmã Catarina Jardim Miranda

Professor responsável: Greiton Toledo de Azevedo

Professores pesquisadores Silmara E. de C. Carvalho & Danilo R. Nunes

Área do conhecimento: Matemática Computacional

Público: 16 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II

II. TEMA: THE BREAKOUT

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

- Compreender as ideais computacionais aos conhecimentos matemáticos na construção do jogo *The Breakout*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Perceber os conhecimentos matemáticos envolvidos na construção do jogo
- Interpretar as ideias numéricas e genéricas envolvidas na construção dos algoritmos computacionais
- Compreender a estrutura do jogo a partir do sistema de coordenadas cartesianas
- Identificar e relacionar variáveis de tempo, velocidade e espaço no jogo
- Perceber e reconhecer as ideias relacionada ao deslocamento (movimento) e ângulo (rotação)

IV. RECURSOS DIDÁTICO-MIDIÁTICOS

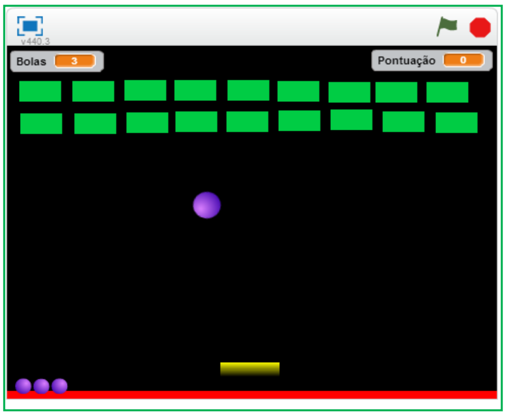
- **[1]** Data show*;* **[2]** Cadernos de memórias; [**3]** Câmera; **[4]** computadores e notebooks.

V. <u>CONHECIMENTO CONCEITUAL</u>	**<u>CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL</u>**	**<u>CONHENCIMENTO ATITUDINAL</u>**
• Números inteiros • Valores aleatórios • Sistema de coordenadas (x, y) • Desigualdade matemática • Deslocamento linear • Ângulos	• Utilizar e aplicar os comandos de desigualdade matemática com o sistema de coordenada cartesiana. • Operar, de forma correta, as estratégias lógicas e relacionais computacionais e matemáticas.	• Colaboração nas realizações de tarefas conjuntas ao construir os projetos computacionais. • Trabalhar coletivamente • Saber ouvir as ideias do outro.

O jogo The Breakout - como tema - surgiu da necessidade de atender à discussão dos estudantes sobre jogos popularmente conhecido por pessoas em diferentes gerações (pais, mães e avós). É um jogo simples e que se apresenta como 'interessante' pelos alunos. Nesse sentido, foi proposto a construção do Breakout no projeto e ao mesmo tempo compor novas ideias matemáticas.

VI. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1ª PARTE: APRESENTAR À TURMA O JOGO | *THE BREAKOUT*

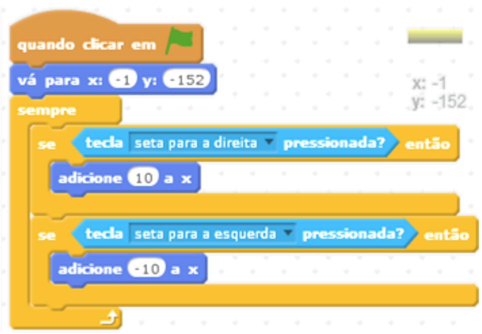


Sinopse do jogo: Breakout é um jogo simples, porém instigante e empolgante! Já venceu os muros temporais de diferentes gerações! Quase todo mundo já o jogou! Seu principal objetivo é o de rebater a bola e destruir todos os blocos que aparecem na parte superior da tela! Cada bloco destruído, o jogador computa pontos. Ao destruir todos eles, vence o jogo! Porém, por outro lado, o jogador terá, no máximo, três vidas e deve jogar com bastante cuidado para não deixar a bolinha cair no chão. Isso porque, se deixá-la cair, perde vida!

1.1 No primeiro momento, do 12º Encontro do Mattics será apresentado o jogo (The Breakout) para os estudantes. Em seguida, eles serão encorajados a jogá-lo.

1.2 No segundo momento, os estudantes serão incentivados a construir todos os elementos do jogo, a saber: a bolinha, o remo, os blocos, o cenário e as variáveis. Nessa parte, eles serão estimulados a escreverem no caderno de memórias.

2ª PARTE: ALGORITMO: O MOVIMENTO DO REMO (OU PÁ)



2.1 Os estudantes serão estimulados a construir o movimento do remo (ou pá) no *Scratch*. Para isso, pois, deverão perceber do sistema de coordenadas Cartesianas (x,y). Utilizarão também os números inteiros, positivos e negativos, para fazer o objeto se locomover nos dois sentidos: direita e esquerda. É importante que nessa etapa, mais uma vez, os estudantes percebam a relação lógica e constante computacional interligada aos componentes matemáticos.

2.2 No final desta etapa, os estudantes relatarão suas ideias no caderno de relato.

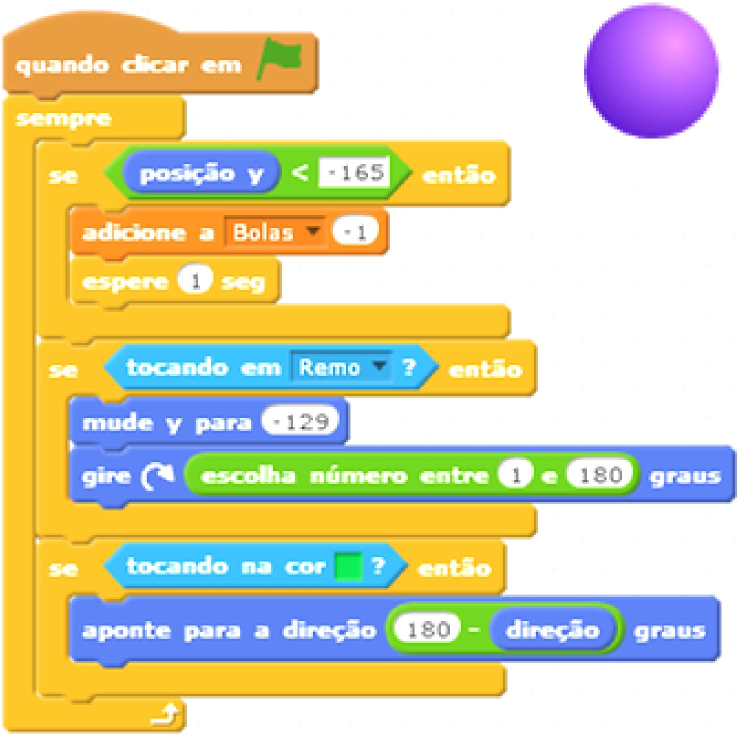
3ª PARTE: ALGORITMO COMPUTACIONAL: BOLINHA EM MOVIMENTO

3.1 Os estudantes deverão, por si mesmos, encontrar a posição da bolinha a partir do sistema de coordenadas. Deverão ainda compreender as ideias relacionadas às variáveis: *bolas* e *pontuação*.

3.2. Será apresentado o comando, 'aponte para a direção' aliado a ao comando 'escolha um número entre 1 e 180, aos estudantes. Em seguida, os estudantes serão estimulados a argumentarem não só a união desses comandos, mas também, as ideias matemáticas neles envolvidas. Desta forma, assim, eles precisarão pensar e perceber a noção de ângulo e suas implicações no lançamentos (direção, rotação e sentido) da bolinha no jogo. Além disso, deverão notar que a abertura do ângulo variará entre 1º e 180º e, portanto, saltará para cima. Caso contrário, saltará para baixo.

3.3 Os estudantes, no final desse processo pedagógico, serão encorajados a descreverem suas ideias e compreensões.

4ª PARTE: COMO, QUANDO E ONDE A BOLINHA SE MOVIMENTA NO JOGO? POR QUÊ?



4.1 Nessa etapa, os estudantes serão incentivados a construir os algoritmos condicionais, relacionais e lógico-dedutivos. Porém, nada será entregue a eles; pelo contrário, serão apresentadas questões norteadoras para que eles possam pensar, analisar, compreender e, por fim, construir os algoritmos necessários**.** Serão lançadas a seguintes questões: **[a]** Quando a bolinha bate no remo, o que acontece com ela? Sua posição é sempre a mesma? Ela gira? Por quê? Como eu posso construir esse algoritmo? **[b]** Quando a bolinha alcança uma posição, em y, menor com que remo o que acontece com ela? E com as vidas, que são três? Se a bolinha perde vida, o número é negativo? **[c]** Quando a bolinha toca nos bloquinhos verdes, o que acontece com ela? O que acontece com os bloquinhos verdes? Por quê? E é nesse movimento, pois, que os estudantes deverão observar, analisar para construir os algoritmos relacionados à bolinha.

4.2 Será explorado uma nova ideia computacional associada à matemática, que é a subtração do número 180 pela 'direção' da bolinha. Porém, o significado desse comando, será interpretado pelos próprios estudantes, com a mediação do professor. Por que, 180 - direção? Por que o número tem que variar entre 1 e 180? Não poderia ser um número maior? Entre outros questionamentos.

4.3 Os estudantes também serão incentivados a pensar no sistema de pontuação vinculado à própria bolinha e os blocos. Envolverá, assim, a ideia dos comandos relacionais (de igualdade) e os condicionais (SE). A questão central, dessa etapa, é construir um algoritmo de modo que, ao alcançar uma determinada pontuação, que nesse caso, em especial, é 18, vencerá o jogo. Caso contrário, quando o número de bolas for igual 0, perderá o jogo. Daí, então, o *game* se encerrará.

4.4 Por fim, os estudantes deverão descrever as suas ideias e suas estratégias traçadas no caderno de memórias, destacando, sobretudo, os conhecimentos matemáticos envolvidos nos algoritmos computacionais. Nesse momento, os estudantes poderão acrescentar novas ideias aos comandos construídos e, se possível, implementar novos algoritmos.

(Estima-se, no mínimo, usar 2h do encontro nessa 4ª etapa | Intervalo para o Lanche: 15min.)

CONTINUAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E EXPLORAÇÃO DO JOGO (13º ENCONTRO)

5ª PARTE: ALGORITMO DO BLOQUINHO VERDE

5.1 Os comandos computacionais, a serem construídos pelos estudantes, não serão entregues. Ao contrário, eles deverão observar o jogo e tentar compreendê-los. Porém, por outro lado, o professor lançará questões norteadoras, que contribuirão no processo pedagógico da compreensão e construção do algoritmo dos bloquinhos, tais como: [a] Os bloquinhos estão alinhados? Eles sempre aparecem, no início do jogo, no mesmo lugar? Existe, então, algum sistema cartesiano relacionado? Por quê? [b] Quando a bolinha, do jogo, toca os bloquinhos verdes, o que acontece com eles? Por quê? Eles mudam de cor? [c] O que acontece com o sistema de pontuação quando a bolinha toca (ou tangencia) nos bloquinhos? Marca pontos, o bloquinho desaparece?

5.2 Depois, os estudantes serão incentivados a descreverem as ideias computacionais e matemáticas envolvidas no algoritmo dos bloquinhos verdes.

(Estima-se, no mínimo, usar 30 min. do encontro nessa 5ª etapa | Intervalo para o Lanche: 15min.)

6ª PARTE: OS PONTOS SE PERDEM, E AS BOLINHAS SOMEM!

6.1 Na tela, do jogo, de início, ao jogar, os estudantes perceberam que, a medida que as vidas se perdem, o número de bolinhas, que se encontram no canto inferior à esquerda, vai desaparecendo. Nesse mesmo movimento, pois, os estudantes deverão construir um algoritmo que permita que isso aconteça, ou seja, que, ao perder alguma vida, na mesma proporção, as bolinhas somem. É um algoritmo computacional em que o estudante deverá relacionar a quantidade de vidas com a fantasia do personagem.

6.2 Além de tudo isso, o professor orientará os estudantes a utilizar a ideia dos comandos condicionais (SE e SENÃO) no sentido que possam permitir a mudança das bolinhas no jogo.

6.3 Os estudantes deverão elaborar um sistema de modo que, ao destruir todos os bloquinhos verdades, o jogo parará e o jogador ganhará.

6.4 Por fim, porém, não menos importante, os estudantes serão incentivados a argumentarem e explicarem esses comandos à turma. Agora, é hora do jogo... é hora de potencializar a diversão e a alegria! é hora de jogar!

No final, dessa temática, os estudantes, ou grupo de estudantes, serão encorajados para apresentarem seus jogos à turma.

VII. AVALIAÇÃO:
Participação
Produção das atividades (jogo e caderno de relato | Memória).

MOVIMENTOS 14 ao 17

Datas: 10, 13, 24, 26 de novembro de 2015 (Encontros presenciais)
Tempo estimado das ações didático-pedagógicas: 16h.

I. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: Irmã Catarina Jardim Miranda

Professor responsável: Greiton Toledo de Azevedo

Professores pesquisadores Silmara E. de C. Carvalho & Danilo R. Nunes

Área do conhecimento: Matemática Computacional

Público: 16 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II.

II. TEMA: [...] PORQUE QUEM ENSINA É O ALUNO!

III. OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

- Identificar, analisar e relacionar os comandos computacionais e matemáticos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e compreender o sistema de posição no sistema de coordenadas
- Identificar, interpretar e compreender o uso dos números negativos na construção do game
- Relacionar os comandos computacionais condicionais com operadores matemáticos
- Compreender significados associados à escrita e as relações dos números negativos no sistema cartesiano

IV. RECURSOS DIDÁTICO-MIDIÁTICOS

- **[1]** Data show*;* **[2]** Cadernos de memórias; [**3]** Câmera; **[4]** computadores e notebooks.

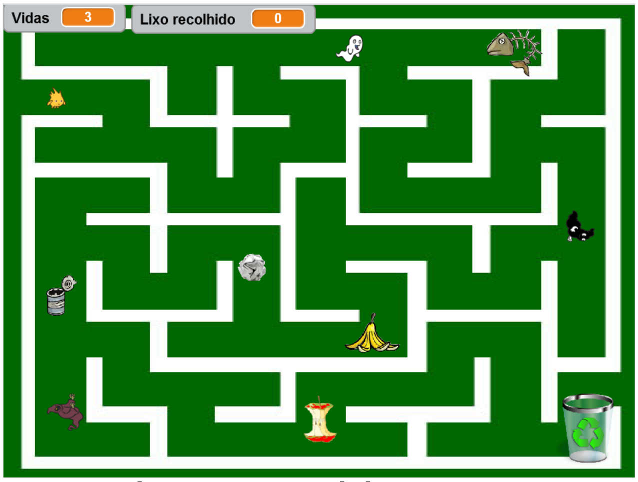
V. <u>CONHECIMENTO CONCEITUAL</u>	**<u>CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL</u>**	**<u>CONHENCIMENTO ATITUDINAL</u>**
• Sistema de coordenadas (*x*,*y*). • Número positivo e negativo • Desigualdade matemática • Sistema relacional: maior ou menor	• Escrever, corretamente, o código utilizando o sistema de coordenadas cartesianas e desigualdades • Construir estratégias para locomover os personagens no jogo	• Conscientizar sobre a poluição e o desperdício de água da escola • Trabalhar coletivamente • Ajudar um ao outro a construir seu jogo e discutir ideias matemáticas de forma respeitosa e solidária

A construção dos jogos dessa temática - quem ensina é o aluno - nasce a partir da motivação de cada estudante do projeto. Ao observarem as salas sujas, os quadros riscados, o desperdício de água, entre outros, propuseram um tema que remetesse esse tema - meio ambiente. Mais do que trabalhar conceitos matemáticos, era necessário também trazer a conscientização de diferentes fatores referentes ao desperdício e à poluição da comunidade escolar.

VI. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Toda a aula será filmada pela câmera

1ª PARTE: VAMOS NOS INPIRAR? GAME | LABIRINTO: RECOLHENDO O LIXO DO CHÃO

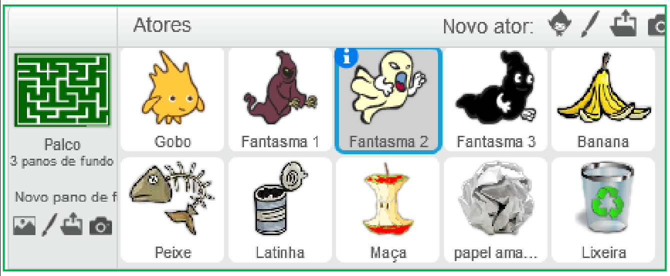


Sinopse do jogo: O principal objetivo do jogo é recolher todos os lixos espalhados pelo chão do labirinto, sem tocar nos fantasmas. Se o jogador conseguir reuni-los e caminhar até o final do labirinto, onde se encontra a lixeira, vencerá o jogo, caso contrário não. Além disso, cada vez que o jogador tocar em algum fantasma voltará para a posição inicial e se tocar mais de três vezes em um deles perderá o jogo. Assim que for apresentado o jogo, os estudantes serão incentivados a jogá-lo. Ao mesmo tempo que jogam, deverão observar o seu funcionamento.

1.1 No primeiro momento, será apresentado o jogo aos estudantes, seus cenários, seus personagens e as ideias computacionais envolvidas.

1.2 Os estudantes serão estimulados a jogar o jogo e tentar perceber os comandos computacionais e matemáticos envolvidos, como, por exemplo: sistema de coordenadas cartesianas, inequações, deslocamento, distância, velocidade, números inteiros, etc.

2ª PARTE: CONSTRUINDO O GAME: LABIRINTO: PALCOS E PERSONAGENS



2.1 Os estudantes serão estimulados a construírem os personagens do game (fantasmas, os lixos, o personagem principal, além do palcos existentes (labirinto, game over, e afins).

2.2 Cada personagem tem o seu próprio algoritmo computacional e matemático envolvido. Porém, nada será entregue ao estudante, ele, na verdade, deverá analisar cada etapa do processo para construí-lo.

2.3 Quando os estudantes construírem o algoritmo do personagem principal, Gobo, deverão perceber que ele se movimenta por todas as direções (direita, esquerda, baixo e cima). Deverão, ainda, perceber que, ao tocar na parede do labirinto, o personagem não avançará, nem tampouco ultrapassará a parede. Para isso, pois, o estudante deverá perceber que é necessário utilizar o laço de repetição associado à ideia do comando condicional (Se), além do sistema de coordenadas associado aos números inteiros.

2.4 Cada lixo, do jogo, aqui, em especial, a banana, também terá o seu próprio algoritmo, conforme ao lado. Os estudantes precisarão construí-lo, utilizando o sistema de coordenadas do plano cartesiano, o sistema de pontuação e o laço de repetição. Caso o estudante não inclua, em sua algoritmo, o sistema de coordenadas, o personagem aparecerá de forma, sempre ao iniciar o jogo, desorganizada. Porém, os estudantes deverão investigar esse situação e propor argumentos que a justifique.

2.5 Em seguida, os estudantes serão incentivados a descrever as ideias observadas no caderno de memória, destacando suas estratégias e promover um cenário de discussão.

3ª PARTE: ORGANIZAÇÃO DA ATIVIDADE: É HORA DE INVENTAR, RASCUNHAR E CRIAR

3.1 O primeiro momento será realizado na sala de aula, não no laboratório de informática. Nela, os estudantes serão (re) organizados em 4 diferentes grupos, contendo 4 estudantes em cada um. Em cada grupo terá um líder, escolhido, de forma estratégica, pelo professor pesquisador. O líder de cada grupo, junto com sua equipe, ficará encarregado de discutir, planejar e rascunhar um jogo no papel. Nesse papel (ou papéis), por exemplo, os estudantes poderão rascunhar não só o cenário do jogo e os personagens, mas também os algoritmos (computacionais e matemáticos) que serão utilizados na construção do seu próprio *game*. Eles deverão explicitar ainda as ideias matemáticas e computacionais envolvidas, além de descrever o principal objetivo do jogo.
3.2 Os estudantes serão orientados a construir um jogo de forma livre (de aventura, ação ou estratégia, entre outros). A escolha do tema parte do interesse exclusivamente dos grupos de alunos (eles, em conjunto, decidem a escolha da temática).

4ª PARTE: MÃOS À MASSA: CONSTRUÇÃO DO JOGO E SEUS ALGORITMOS

4.1 No segundo momento, os grupos de estudantes serão convidados a construir seus games e algoritmos no Scratch, na sala de informática, a partir de suas ideias iniciais e rascunhos traçados no 1º momento. Os estudantes também poderão consultar seus antigos projetos feitos (jogos e animações) nos encontros anteriores do Mattics.
4.2 Os estudantes serão orientados que, além do jogo associado à sustentabilidade, irão apresentar um ou mais jogos construídos, ao longo dos encontros do Mattics, à comunidade escolar, como: bob e as aranhas, corrida, folhas de outono, Breakout, etc.
4.3 Os estudantes serão incentivados a utilizar diferentes comandos computacionais e matemáticos, tais como: variáveis, sistema de coordenadas cartesianas, ângulos, deslocamentos, desigualdades numéricas e algébricas, laços de repetição, entre outros.
4.4 Os estudantes serão encorajados, no final, a apresentar suas ideias e estratégias (computacional e matemática) à turma.

5ª PARTE: APRESENTAÇÃO, DISCUSSÃO E ORGANIZAÇÃO DA SALA

5.1 Os grupos de estudantes, após a construção dos seus respectivos games, serão incentivos apresentar à turma, destacando os objetivos, as estratégias, os cenários e algoritmos computacionais e matemáticos utilizados. Será um exercício de ensaio à apresentação da II Mostra pedagógica Cultural da Escola que acontecerá na primeira quinzena do mês de dezembro.
5.2 Organizar sala e os materiais midiáticos (os games e afins) que serão apresentados à II Mostra Pedagógica e Cultural.

VII. AVALIAÇÃO:
Participação
produção das atividades (jogo e caderno de relato | Memória).

MOVIMENTOS 18 e 19

Datas: 1 e 8 de dezembro de 2015 (encontros presenciais)
Tempo estimado das ações didático-pedagógicas: 8h

I. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: Irmã Catarina Jardim Miranda

Professor responsável: Greiton Toledo de Azevedo

Professores pesquisadores Silmara E. de C. Carvalho & Danilo R. Nunes

Área do conhecimento: Matemática Computacional

Público: 16 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II

II. TEMA: LUZ, CÂMERA E PROGRAMAÇÃO: ENCONTRANDO OBJETOS NO ESPAÇO

III. OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

- Identificar, analisar e relacionar os comandos computacionais e matemáticos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e compreender o sistema de posição no sistema de coordenadas
- Identificar, interpretar e compreender o uso dos números negativos na construção do game
- Relacionar os comandos computacionais condicionais com operadores matemáticos
- Compreender significados associados à escrita e as relações dos números negativos no sistema cartesiano
- Apropriar de significados matemáticos e computacionais.

IV. RECURSOS DIDÁTICO-MIDIÁTICOS

- **[1]** Data show; **[2]** Cadernos de memórias; [**3]** Câmera; **[4]** computadores e notebooks.

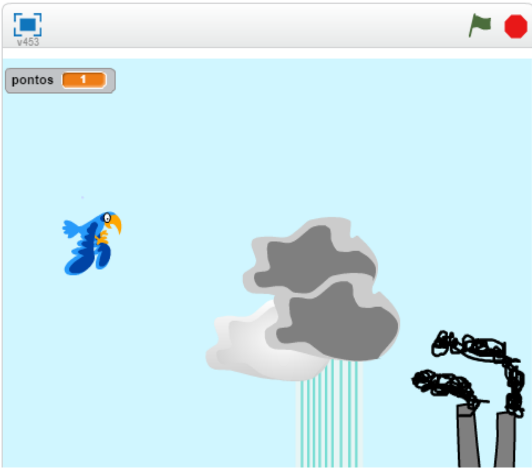
V. CONHECIMENTO CONCEITUAL	CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL	CONHENCIMENTO ATITUDINAL
• Sistema de coordenadas (*x*,*y*). • Número positivo e negativo • Desigualdade matemática • Sistema relacional: maior ou menor • Números aleatórios	• Escrever, corretamente, o código utilizando o sistema de coordenadas cartesianas e desigualdades • Construir estratégias para locomover os personagens no jogo	• Saber ouvir e respeitar a opinião dos demais colegas • Trabalhar em grupo de forma respeitosa • Dialogar ideias e argumentos de forma harmônica durante a aula.

Uma das principais temáticas do projeto. Uma discussão e escolha coletiva sobre os diferentes temas do meio ambiente. Na primeira etapa discute-se a temática e os grupos de estudantes são incentivados a construírem os personagens, cenários e afins juntamente como o professor. Na segunda etapa tudo isso é transposto para o computador - e todo movimento do jogo é sustentado por ideias computacionais e matemáticas (algoritmos computacionais)... Na terceira etapa, é um momento muito importante, senão o mais relevante.... os estudantes apresentam seus jogos e afins à turma.. e é nesse momento que apresentamos os nomes dos 'conceitos matemáticos'... Nesse momento, o estudantes têm a oportunidade de aprimorar seus jogos, aprender uns com os outros... tirar dúvidas... propor melhorias para o jogo e tal... Mais do que isso, é uma etapa de aprender novos conceitos matemáticos.

VI. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

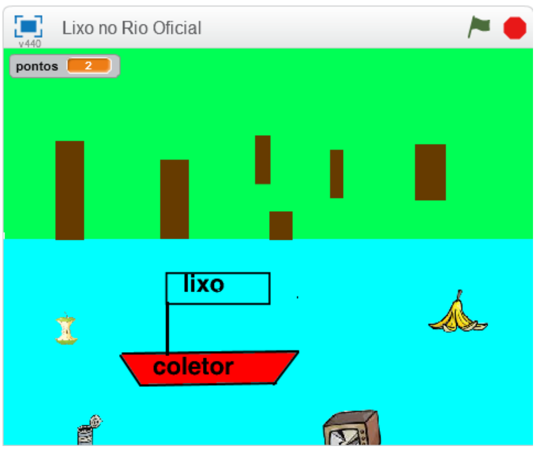
***1ª* PARTE:** DISCUSSÃO: *GAMES* CONSTRUÍDOS PELOS MATTICKERS

1.1 Inicialmente, será discutido, de forma geral, os *games*, sobre o meio ambiente, que os quatro grupos de estudantes produziram, tais como: [1] Poluição do ar; [2] Gotas D'água; [3] Lixo no Rio; [4] Macaco Coletor.

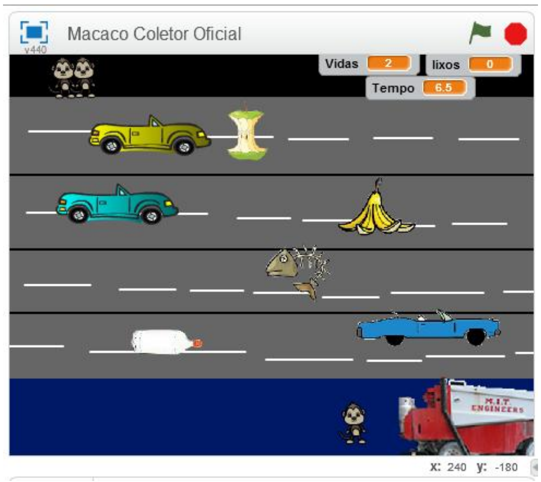


GAME POLUIÇÃO DO AR | Sinopse: é um jogo que alia a diversão com o dinamismo da aventura, além de abordar o tema: meio ambiente, em especial, a poluição do ar feita pelas próprias mãos do homem! O jogo trata sobre a poluição do ar que é provocado pela emissão de gases poluentes tanto pelos carros quanto pelas fábricas locais. O ar poluído prejudica não só as pessoas como os animais, e é dessa forma que o grupo de alunos decidiu trabalhar esse tema. Foi construído por um grupo de estudantes (digo: crianças e adolescentes - 6º ano escolar), utilizando diferentes comandos matemáticos e computacionais, a saber: sistema de coordenadas cartesianas, números racionais (em especial, números decimais e inteiros), desigualdade numérica, laços de repetição de estrutura finita e infinita, sistema relacionais e condicionais, estruturas de clones e variáveis (pontuação, tempo, intensidade de batida e deslocamento).

GAME GOTAS D'ÁGUA | Sinopse: É um jogo desafiante e muito divertido! A ideia essencial dele é a de capturar e armazenar as gotas, de cor azul, até encher todo o balde de água. As gotas, de cor marrom, por outro lado, no entanto, devem ser evitadas, uma vez que são consideradas contaminadas e, portanto, além de sujar toda a água do balde, pode trazer doenças ou afins! É um jogo que traz a conscientização da poluição das águas e de seu uso indevido. É um jogo que foi construído por estudantes (crianças e adolescentes - 6º ano escolar), utilizando diferentes conteúdos matemáticos e computacionais, tais como: números aleatórios, sistema de coordenadas cartesianas, números decimais e inteiros, desigualdades numéricas, estruturas de repetição finita e infinita, além de variáveis (Gotas) e relação de igualdade.



GAME LIXO NO RIO | Sinopse: É um jogo empolgante e que exige atenção e concentração do jogador! O seu principal objetivo é o de coletar, a partir do barquinho, que se movimento na direção esquerda-direita e vice-versa, todo lixo jogado pelos seres humanos no rio. Se porventura, o jogador não conseguir coletar todos os lixos (orgânicos e inorgânicos) a tela do jogo é modificada por uma que representa a poluição não só da água, mas também do solo! É um jogo que foi construído por estudantes (crianças e adolescentes - 6º ano escolar), utilizando diferentes comandos matemáticos e computacionais, tais como: variáveis (pontos), estruturas de repetição finita e infinita, números inteiros (naturais e negativos) e decimais, sistema de coordenadas cartesianas (x, y), números aleatórios, além de sistemas de estruturas condicionais e relacionais.

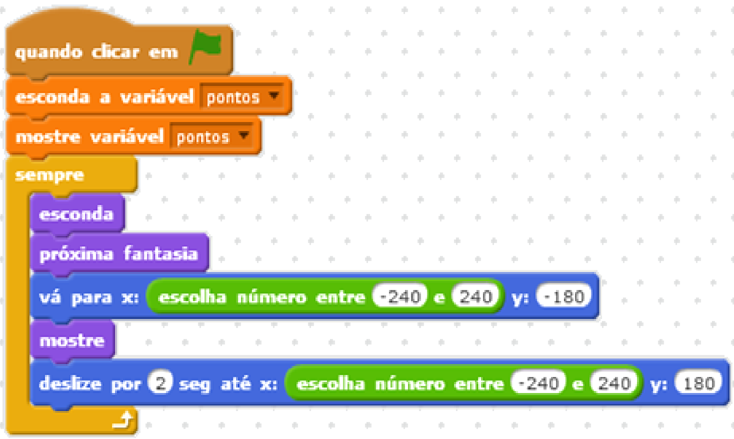


GAME MACACO COLETOR | Sinopse: É um jogo eletrizante e estratégico, além de empolgante! O seu principal objetivo é o de, a partir do macaco, coletar todos os lixos (orgânicos e inorgânicos) que estão espalhados pela avenida e, posteriormente, levá-los até o caminhão de lixo para coleta e reciclagem. O jogador, porém, deverá ter cuidado para não atravessar a rua sem ser atropelado por um dos carros, se, porventura, um deles bater no macaco, perderá vida, que são ao todo três. O jogo foi escrito e desenvolvido por um grupo de estudantes (crianças e adolescentes - 6º ano escolar), utilizando diferentes conhecimentos matemáticos e computacionais, a saber: sistema de coordenadas cartesianas, estrutura de repetição finita e infinita, condicional e relacional, variáveis (tempo, vida e lixo), números inteiros e decimais, comandos lógicos, além de desigualdade matemática, envolvendo números e incógnitas (x e y).

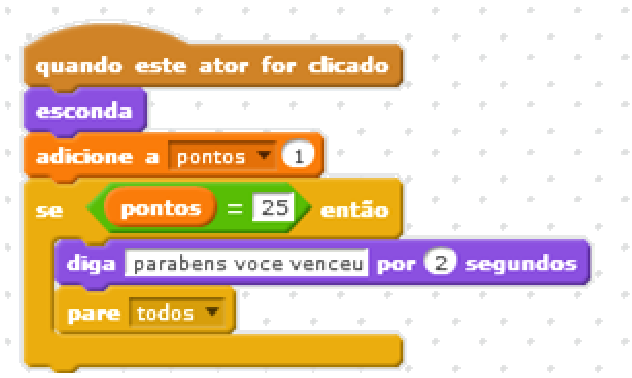
1.2 No segundo momento, após as discussões, os estudantes serão incentivados a relatarem, em seus cadernos de memória, as experiências vivenciadas na II Mostra Pedagógica e Cultural da escola. Para isso, então, eles serão orientados a descrever as apresentações dos games, contemplando os seus algoritmos matemáticos e códigos computacionais.

2ª PARTE: APERFEIÇOANDO A ESTRUTURA DE UM *GAME*: CRIATIVIDADE E LÓGICA

CAPTURANDO BALÕES | Sinopse: É um jogo empolgante, divertido e que exige muita atenção do jogador (a). O seu principal objetivo é o de estourar todos os balões que aparecem, de forma aleatória, na tela do computador. O jogador deverá ser ágil e, ao mesmo tempo, hábil para estourá-los sem perdê-los de vista! É um jogo simples, mas que pode ser aperfeiçoado, implementando mais comandos em sua estrutura computacional. Os balões, de acordo com o código inicial construído, assumem a posição inicial mínima, y= -180, e deslizam até a posição máxima, y = 180. Ou seja, num sentido único - cima e baixo, mas que podem ser alterados pelos construtores - grupos de estudantes (*Mattickers*).



2.1 O jogo dos balões foi construído, propositalmente, de forma inacabada. Isso porque, após a apresentação de sua estrutura inicial, os estudantes deverão incrementar (ou implementar) novos comandos computacionais a ele, para além dos dois algoritmos iniciais implementados. Isso, portanto, será apresentado aos estudantes em forma de desafio. Eles deverão, assim, perceber que os balões só se movimentam de cima para baixo (valores de y fixos), conforme a estrutura ao lado. Para isso, então, deverão elaborar algoritmos de modo que os balões se movimentem por todas as direções e sentidos, a partir do sistema de coordenadas.



2.2 Os estudantes deverão perceber que os balões são estourados pelo botão do mouse, isto é, ao clicar. A partir desse comando, portanto, os estudantes deverão criar outros personagens de modo a dificultar o jogo e deixá-lo mais atraente.

2.3 No final, os estudantes serão encorajados a apresentarem seus comandos computacionais implementados à turma e, posteriormente, registrar suas ideias e estratégias (computacionais e matemáticas) no caderno de memórias.

3ª PARTE: APRESENTAÇÃO DOS GAMES CONSTRUÍDOS PELOS ESTUDANTES

3.1 Nessa etapa, os 4 grupos de estudantes, de cada vez, ensinarão, a partir da construção de seus games, sobre meio ambiente, os comandos computacionais e matemáticos à turma. Por fim, deverão registrar as principais ideias no caderno de memórias. Despenderá de um tempo significativo, nessa etapa do processo pedagógico.

3.2 No final do encontro, será apresentado, aos estudantes, um *applet* (Fogos de artifícios), destacando as noções matemáticas e computacionais envolvidas no processo, além dos novos conhecimentos matemáticos envolvidos - Porcentagem.

*(Estima-se, no mínimo, usar **1hora** nessa 3ª etapa | Música ambiente: instrumental empolgante)*

VII. AVALIAÇÃO

Participação

Produção das atividades (jogo e caderno de relato | Memória).

MOVIMENTOS 20

Datas: 15 dezembro de 2015 (presencial)

Tempo estimado das ações didático-pedagógicas: 4h

I. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Escola: Irmã Catarina Jardim Miranda

Professor responsável: Greiton Toledo de Azevedo

Professores pesquisadores Silmara E. de C. Carvalho & Danilo R. Nunes

Área do conhecimento: Matemática Computacional

Público: 16 estudantes

II. TEMA: SURFANDO NO MAR: AGILIDADE E DESAFIOS

III. OBJETIVOS

OBJETIVOS GERAIS

- Refletir e analisar os games construídos no projeto Mattics

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e compreender o sistema de posição no sistema de coordenadas
- Identificar, interpretar e compreender o uso dos números negativos na construção do game
- Relacionar os comandos computacionais condicionais com operadores matemáticos
- Compreender significados associados à escrita e as relações dos números negativos no sistema cartesiano
- Apropriar de significados matemáticos e computacionais

IV. RECURSOS DIDÁTICO-MIDIÁTICOS

- **[1]** Data show*;* **[2]** Cadernos de memórias; [**3]** Câmera; **[4]** computadores e notebooks.

V. CONHECIMENTO CONCEITUAL	**CONHECIMENTO PROCEDIMENTAL**	**CONHENCIMENTO ATITUDINAL**
• Sistema de coordenadas (*x*,*y*) • Número positivo e negativo • Desigualdade matemática • Sistema relacional: maior ou menor. • Números aleatórios • Intervalo de confiança • Estruturas de repetição	• Escrever, corretamente, o código utilizando o sistema de coordenadas cartesianas e desigualdades • Construir estratégias para locomover os personagens no jogo • Saber relacionar os conhecimentos matemáticos e computacionais.	• Saber ouvir e respeitar a opinião dos demais colegas • Trabalhar em grupo de forma respeitosa • Dialogar ideias e argumentos de forma harmônica durante a aula. • Apresentar, de forma coletiva, os games à turma

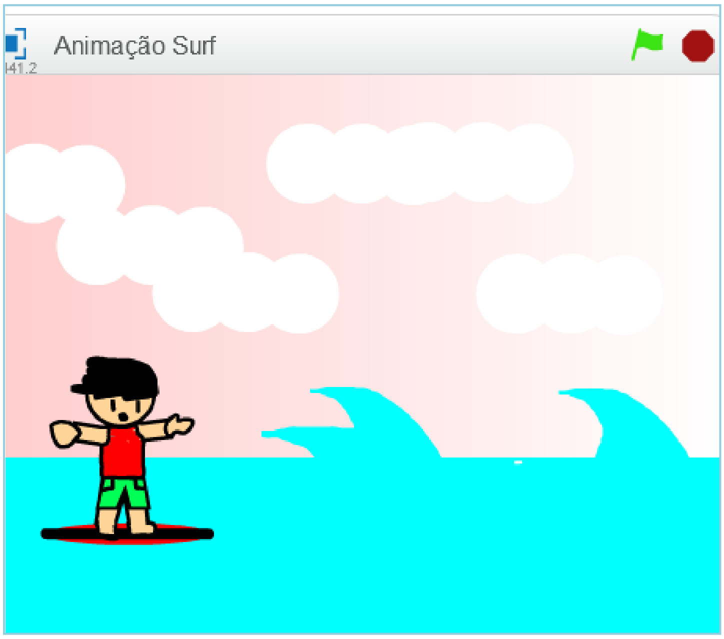
VI. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

***1ª* PARTE:** É HORA DE PENSAR EM TUDO QUE FOI VIVENCIADO NO PROJETO MATTICS

1.1 No primeiro momento, os estudantes serão encorajados a descreverem o que aprenderam no projeto Mattics, destacando os conteúdos matemáticos e computacionais! Será, assim, informado aos estudantes que eles poderão apresentar suas ideias por meio da escrita, desenhos, organogramas, entre outros. Será um exercício de reflexão do projeto!
1.2 Depois, o professor apresentará os principais momentos do projeto por meio de vídeos e fotografias!

*(Estima-se, no mínimo, usar **30min** nessa 1ª etapa | Música ambiente: instrumental empolgante)*

***2ª* PARTE:** NÃO ACABOU! É HORA DE CONSTRUIR O *GAME*: JACK SURFISTA



2.1 Será, inicialmente, apresentado o jogo inacabado, Jack surfista, aos estudantes! Eles serão incentivados a explorarem os comandos computacionais dos personagens e dos cenários.
2.2 O professor explicará a finalidade de cada personagem (Jack, as nuvens e as ondas) aos estudantes! Apresentará também os comandos computacionais que os permitem movimentar na tela do jogo!
2.3 Os estudantes serão estimulados a dar continuidade na construção do jogo. Isto é, deverão, a partir dos comandos pré-existentes, construir outros comandos!
2.4 Os estudantes serão encorajados a inserirem novos personagem no jogo de modo que o personagem principal, Jack, possa vencê-los ou saltá-los! Por exemplo, saltar ou driblar um peixe grande vindo em sua direção, entre outros.
2.5 Os estudantes deverão relacionar, a partir dos novos comandos, o conhecimento de matemática com informática! Deverão, ainda, utilizar diferentes comandos computacionais, tais como: sequências, iteração (*looping*), argumentos condicionais, variáveis, listas (ordens), manipulação de eventos, linhas (execução paralela), coordenação e sincronização, números aleatórios, lógica booleana, iteração dinâmica e os mais diversos design de interfaces interativas!

*(Estima-se, no mínimo, usar **1h30min** nessa 2ª etapa | Depois: lanche)*

***3ª* PARTE:** APRESENTAÇÃO DAS IDEIAS ESSENCIAIS DO JOGO E DESPEDIDA
3.1 Três grupos de estudantes serão incentivados a apresentarem suas ideias e estratégias planejadas e, no limite, estabelecidas à turma! Os demais estudantes, por sua vez, serão incentivados a perguntarem e tirar suas eventuais dúvidas.
3.2 Por fim, os estudantes serão incentivados a relatarem as estratégias do jogo no caderno de memória.
3.3 FESTA E DESPEDIDA! UMA ETAPA INESQUECÍVEL!

*(Estima-se, no mínimo, usar **30min** nessa 3ª etapa)*

VII. AVALIAÇÃO Participação | Produção das atividades (jogo e caderno de relato | Memória).