



Instituto de
MATEMÁTICA
E ESTATÍSTICA

UFRGS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

UM ESTUDO SOBRE OPERAÇÕES BÁSICAS POR MEIO DO SCRATCH

GUILHERME BERNARDINO CUNHA

Porto Alegre
2019

Guilherme Bernardino Cunha

**Um estudo sobre operações básicas por meio do
Scratch**

Porto Alegre

2019

Guilherme Bernardino Cunha

Um estudo sobre operações básicas por meio do Scratch

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Matemática do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Matemática.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Matemática e Estatística
Departamento de Matemática

Porto Alegre

2019

CIP - Catalogação na Publicação

Bernardino Cunha, Guilherme

Um estudo sobre operações básicas por meio do Scratch / Guilherme Bernardino Cunha. -- 2019.

71 f.

Orientador: Rodrigo Dalla Vecchia.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Matemática e Estatística, Licenciatura em
Matemática, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Scratch. 2. Operações Básicas da Matemática. 3.
Construcionismo. 4. Análise de Erros. 5. Criação de
Jogos. I. Dalla Vecchia, Rodrigo, orient. II. Título.

Instituto de Matemática e Estatística
Departamento de Matemática

Um estudo sobre operações básicas por meio do Scratch
Guilherme Bernardino Cunha

Banca examinadora. Porto Alegre, 20 de dezembro de 2019.

Profa. Dra. Maria Cecília Bueno Fischer
UFRGS

Profa. Dra. Marilaine de Fraga Sant'Ana
UFRGS

Prof. Dr. Rodrigo Dalla Vecchia
UFRGS

Porto Alegre

2019

AGRADECIMENTOS

Foi um longo caminho para chegar até aqui, talvez mais difícil que deveria ter sido, mas muitos ajudaram para ser mais fácil também. E é por meio desta página que eu venho agradecer a todos que fizeram parte dessa trajetória, muito cansativa mas muito mais gratificante.

Muito obrigado a todos os professores que tive a oportunidade de ter aulas dentro da UFRGS. Alguns merecem agradecimentos especiais. Ao professor Dalla Vecchia por ter aceitado me orientar e não perdido a paciência durante o (meu) caos durante esse semestre, pelos ensinamentos de diversas disciplinas e pelo exemplo de como ser aluno/professor. À professora Andréia, por todo o auxílio e compreensão durante o PIBID, estágios e meus eventuais desabafos. Ao professor Emílio que me mostrou o quão simples alguns conteúdos podem ser, e foi um dos responsáveis pela minha mudança pra Matemática. Um agradecimento especial também às professoras Maria Cecília e Marilaine, que aceitaram participar da banca avaliadora deste trabalho.

Muito obrigado a toda minha família por todo o suporte e confiança de um dia essa etapa acabaria. Minha mãe e meu irmão, que mesmo de longe sempre me apoiaram e acreditaram no meu potencial. Meu pai que foi sempre quem me acolheu e me ajudou quando nem eu acreditava mais em mim mesmo. Marisa, Marli, Vô e Vó, por sempre terem cuidado de mim como se eu fosse um Mrás. Jay e Duda por serem as melhores irmãs que eu poderia ter pedido.

Aos meus amigos que sempre me apoiaram e me ajudaram, mesmo não sabendo: muito obrigado. Sem vocês eu sei que não seria possível. Todas as pessoas do Esplanada, do Yerry Mina, do Chat, Sogev, Tim, Olis, Madrini, Guto e Rennan.

À Melhor Parte de Mim, muito obrigado.

Ao meu pai, por acreditar.

*'Be patient, you won't see me shaking
You've been mistaken'*

*I keep falling
Maybe half the time
Maybe half the time
But it's all the rage back home*

All The Rage Back Home - Interpol

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como fim investigar como a criação de jogos por meio do Scratch influencia o aprendizado das quatro operações básicas da matemática. As atividades práticas foram realizadas com alunos do primeiro ano do Ensino Médio, no laboratório de informática de uma escola técnica estadual, situada na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Com uma pesquisa qualitativa, suportada pelo Construcionismo de Seymour Papert (1994), tendo como foco a criação de jogos, analisamos os erros dentro dos dados de acordo com ideias de Helena Cury (2008). Notamos que a criação de jogos desperta um interesse sobre o conteúdo e percebemos que os erros escondem outros conhecimentos, erros que podem ser utilizados para novos ensinamentos.

Palavras-chave: Scratch. Operações Básicas da Matemática. Construcionismo. Análise de Erros. Criação de Jogos.

ABSTRACT

This Course Conclusion Paper is designed to investigate how game creation by using Scratch influences the learning of the four basic mathematical operations. The practical activities were carried out with first year high school students, in the computer lab of a state technical school, located in the city of Porto Alegre, Rio Grande do Sul. With a qualitative research, supported by Seymour Papert's Constructionism (1994), focusing on the creation of games, we analyze the errors within the data according to ideas of Helena Cury (2008). We note that game design arouses an interest in the subject and we realize that mistakes hide other knowledge, errors that can be used for new teachings.

Keywords: Scratch. Basic Mathematical Operations. Construcionism. Erros Analysis. Game Development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interface inicial do Scratch.....	26
Figura 2 – Tela de comandos.....	27
Figura 3 – Tela de exibição e personagens.....	28
Figura 4 – Salvar arquivo no Scratch.....	33
Figura 5 – A programação do primeiro dia do grupo	35
Figura 6 – O segundo dia do Grupo 1.....	36
Figura 7 – O último dia do grupo 1.....	36
Figura 8 – Código final do Grupo 1.....	37
Figura 9 – A criação do grupo 2.....	38
Figura 10 – O jogo do Grupo 2 no segundo dia.....	39
Figura 11 – A programação final do Grupo 2.....	40
Figura 12 – Tela de exibição do Grupo 3 no primeiro dia.....	41
Figura 13 – O código do Grupo 3.....	42
Figura 14 – Segundo dia.....	42
Figura 15 – Último dia.....	42
Figura 16 – A tela final do Grupo 3.....	43
Figura 17 – Os comandos do Grupo 4.....	44

Figura 18 – Programação de Max e Jamal.....	45
Figura 19 – A tela de exibição do Grupo 5.....	46
Figura 20 – Programação do Grupo 5.....	47
Figura 21 – Coordenadas de posições do Grupo 6.....	48
Figura 22 – Programação do Grupo 6 no dia 2.....	48
Figura 23 – A tela de exibição do Grupo 6.....	49
Figura 24 – Mudança de posição.....	51
Figura 25 – A alteração realizada.....	52
Figura 26 – Erro do Grupo 2.....	52
Figura 27 – A área limitada para o alvo e bola.....	53
Figura 28 – Parte 1 e 2.....	59
Figura 29 – Parte 3 e 4.....	60
Figura 30 – Parte 5.....	61
Figura 31 – Posicionamento do personagem.....	62
Figura 32 – Perguntas 1 e 2.....	63
Figura 33 – Perguntas 3 a 10.....	64
Figura 34 – Perguntas 11 e 18.....	65
Figura 35 – Perguntas 19 e 25.....	66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Construcionismo	16
2.2	Jogos	19
2.3	Erros	21
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	25
3.1	Método	25
3.2	Um Pouco do Scratch	26
3.3	Etapas da Pesquisa	29
3.4	Produção, Registro e Organização de Dados	32
4	DADOS CRIADOS	34
4.1	Grupo 1: Basquete	34
4.2	Grupo 2: Futebol	38
4.3	Grupo 3: Super Mário	41
4.4	Grupo 4: Multiplicação	44
4.5	Grupo 5: Outro Basquete	45
4.6	Grupo 6: Jogo de Tabuleiro	48
5	ANÁLISE DE DADOS	50
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS	57
	APÊNDICE A – OS CÓDIGOS COMPLETOS	59
A.1	Grupo 3	59
A.1	Grupo 6	62
	APÊNDICE B – PLANOS DE AULA	67
	APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO	70

1 Introdução

*And all that is now
And all that is gone
And all that's to come
And everything under the sun is in tune
But the sun is eclipsed by the moon.*

Eclipse - Pink Floyd (Roger Waters)

Desde sempre gostei e tive afinidade com a Matemática, mas nunca pensei que me encontraria seguindo a profissão de educador, tanto que ao ingressar na Universidade, me matriculei no curso de Engenharia de Computação. Após dois anos de descontentamentos e decepções com o rumo da minha formação acadêmica, encontrei nas aulas particulares de matemática que ocasionalmente me eram solicitadas a alegria e a motivação que a Engenharia não me trazia. Durante uma aula com minha irmã mais nova eu tive a certeza de que queria ser professor, e no mesmo dia eu pedi transferência interna para Licenciatura Matemática.

Dentro do curso, entrei como bolsista no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), no qual permaneci por dois anos e meio. Ao longo desse percurso, de forma empírica, percebi que a dificuldade matemática apresentada pelos alunos atendidos pelo programa não estava no conteúdo abordados nos seus respectivos anos escolares. Durante os trinta meses no programa, eu notava todo dia que a dificuldade principal que os alunos demonstravam era nas operações básicas.

Essa dificuldade acarretava em complicações e desinteresse nas matérias mais avançadas. Eu queria que meus alunos enxergassem a Matemática da maneira que eu

enxergava, e passei a pensar em como trabalhar e abordar as operações básicas durante as minhas práticas de ensino.

Primeiramente pretendia trabalhar com tentativa, erro e repetição, com um aplicativo pronto, de jogos e perguntas matemáticas. Conversando com o professor Rodrigo Dalla Vecchia, decidimos utilizar a ideia construcionista para não apenas utilizar o jogo, mas sim criá-lo. E para a criação escolhemos utilizar o Scratch, um software e/ou linguagem de programação lançado em 2007 no MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts).

Trabalhando com a criação de jogos, procuramos encontrar respostas para a pergunta que guia a nossa pesquisa **“O que os erros durante a criação de um jogo com o Scratch nos mostram sobre o aprendizado das operações básicas da matemática?”**, expondo as criações dos alunos para contextualizar a análise que faremos.

Durante o Capítulo 2, apresentamos tripé do referencial teórico que suporta nossa pesquisa, o Construcionismo de Papert (1994), com considerações de Valente (1995), Maltempo (2005) e Dalla Vecchia (2012). Jogos e a sua criação pelo olhos de Borin (1996), Huizinga (2000) e Rosa (2004, 2008). E por último a análise de erros, com base em Cury (2008).

No Capítulo 3, indicamos a metodologia de pesquisa seguida, explicando o método de pesquisa adotado, uma breve descrição do Scratch, quais foram as etapas da pesquisa, como ocorreu a produção e o registro dos dados coletados, o modo de organização e de análise dos mesmos. A apresentação dos dados produzidos pelos alunos está no Capítulo 4, organizada em seis seções que descrevem detalhadamente as criações dos seis grupos que serão analisados.

Ao longo do Capítulo 5, reflexivamente analisamos, de acordo com o referencial teórico apresentado no Capítulo 2, os dados expostos no Capítulo 4. Nele contextualizamos algumas situações e esperamos mostrar a visão adotada pelos alunos durante a construção de seus jogos.

Por fim, no Capítulo 6 discutimos sobre os resultados de nossa pesquisa, relembramos todos os aspectos abordados, procuramos responder a questão orientadora e ponderamos sobre possíveis pesquisas futuras. Seguindo isso, apresentamos as referências que utilizamos durante a pesquisa exposta.

Além disso, apresentamos três apêndices. No Apêndice A encontram-se códigos extensos que preferimos não apresentar inteiramente durante o trabalho. No Apêndice B está o plano de aula utilizado durante a prática do estágio. O Apêndice C contém o termo de consentimento informado, que foi assinado pelos pais dos alunos, concedendo permissão para a utilização de suas criações na nossa pesquisa.

2 Referencial Teórico

*Lost in thought and lost in time
While the seeds of life and the seeds of changed were planted
Outside the rain fell dark and slow
While I pondered on this dangerous but irresistible pastime*

Coming Back To Life - Pink Floyd (David Gilmour)

Este capítulo tem o intuito de aprofundar a discussão a respeito de três pontos importantes no decorrer desta pesquisa. O primeira seção aborda algumas características do Construcionismo de Seymour Papert (1994). Na segunda seção apresentamos ideias sobre a criação de jogos — matemáticos ou não — em ambientes digitais. E na última seção exploramos alguns detalhes sobre a análise de erros, com base no livro “Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos” de Helena Cury (2008).

2.1 Construcionismo

Papert (1994) nos traz a ideia do Construcionismo como a manifestação concreta de algo que é anteriormente pensado, atribuindo “especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorreu na cabeça” (PAPERT, 1994, p. 128). Este conjunto de ideias tem como base que o aprendizado tenha significado e importância para seu agente principal, o aprendiz, mas não apenas com o produto, e sim com o processo que ocorre para que se chegue até ele.

Essa reconstrução pessoal de Papert do Construtivismo de Piaget leva mais a sério a ideia de aceitar variados tipos de construções existentes na mente do aluno,

dando assim valor às vivências e experiências desse para o desenvolvimento de um saber. Existem duas principais diferenças dentro do Construcionismo que o diferem da teoria de Piaget, em primeiro lugar o aprendiz deve construir algo, e aprender enquanto o faz. Segundo, a motivação existe pelo fato de essa construção ser de algum assunto de interesse do aprendiz.

Apropriando-nos deste conceito de processo de construção, o Construcionismo passa a ser considerado um caminho no qual a aprendizagem acontece enquanto os participantes se envolvem com o processo (DALLA VECCHIA, 2012), e assim o trajeto passa a ter tanta importância quanto o destino, pois ele é também responsável pelo produto final.

O ideal deste conjunto de ideias é que seja produzida a maior aprendizagem com o mínimo de ensino possível, porém Papert (1994) também afirma que não basta apenas diminuir a quantidade de ensino enquanto todo o resto se mantém igual. Visando uma mudança dentro da relação entre o professor e o aluno, Valente (1995) diz que:

Segundo esse paradigma, o computador é uma ferramenta auxiliar no processo de construção do conhecimento pelo aluno e o professor tem o papel de mediador ou facilitador desse processo. Portanto, no paradigma construcionista de utilização do computador o professor desempenha um papel de fundamental importância. (VALENTE, 1995)

Assim, o uso do computador não exclui a importância do professor, pelo contrário, faz este assumir um papel importante dentro de sua relação de ensino com o aluno, direcionando e orientando de acordo com o que o aprendiz pretende construir. Além desse ideal, o Construcionismo tem sua base constituída por cinco dimensões: pragmática, sintônica, sintática, semântica e social. Baseados em Papert (1986) e Maltempo (2005), Rosa (2004) e Dalla Vecchia (2012) descrevem essas cinco dimensões.

A dimensão pragmática, primeira das cinco, é sobre o caráter prático, o aluno tem a sensação de que o aprendizado pode realmente ser utilizado, Rosa (2004) diz que o aprendiz “percebe que a utilização do produto construído não demorará a ocorrer”. Então o reconhecimento dessa utilidade prática desperta a necessidade de novas descobertas, e assim novos saberes.

A segunda dimensão, dimensão sintônica, nos traz a ideia de sintonia, sintonia entre o aprendiz e o produto de sua construção, Dalla Vecchia (2012) afirma que essa sintonia fortalece a relação aprendiz-projeto, fortalecendo assim a conceitualização por parte do aluno. Essa é a dimensão que contextualiza o projeto a realidade do aluno, que permite a personalização do projeto de acordo com suas vivências.

A dimensão sintática, terceira dentre as cinco, é a que explora o ambiente educacional no qual o aprendiz está inserido, assim existindo uma progressão gradual de acordo com suas necessidades e seu desenvolvimento. Rosa (2004) diz que “no caso de um software, a interface deve ser de fácil manipulação”.

A penúltima é dimensão semântica, essa é a dimensão que dá importância à manipulação, por parte do aprendiz, dos elementos do produto para que haja significado na sua construção. Aqui reside o ideal de que o aluno não apenas trabalhe com formalismos e signos que sejam abstratos, mas que dialoguem com as situações reais do seu mundo, criando jogos que tenham real significado para a sua vivência.

A quinta, e última, dimensão é a social. Essa dimensão é marcada pela cultura do aprendiz, e o envolvimento humano que facilitaria a produção de significado para o mesmo. É esperado que os participantes busquem um contato mais próximo, e em comum, com os colegas de grupos para que assim seja criado um jogo.

Levando em consideração a atual conjectura social, na qual as Tecnologias Digitais estão presentificadas no cotidiano fazendo parte da cultura, estruturando-a, modificando-a e criando uma cultura específica (uma cibercultura), a dimensão social torna-se um nicho de pesquisa uma vez que implica reestruturações tanto na forma como as pessoas se relacionam umas com as outras, quanto como se relacionam com a própria tecnologia e as linguagens específicas inerentes às mesmas. (DALLA VECCHIA, 2012, p. 65)

Maltempo (2005, p. 3) indica que “as idéias construcionistas sugerem uma forte relação entre projetar e aprender”, então escolhemos a criação de jogos. Rosa (2004, p. 63) afirma que “a aplicação de jogos envolve todo o contexto em que há

observação e análise do processo de identificação de problemas, descrição, reflexão e depuração dos mesmos”.

Isso pode ocorrer, por exemplo, na programação de computadores e no uso de processadores de texto, planilhas eletrônicas, **construtores de jogos** ou qualquer outro ambiente que favoreça a aprendizagem ativa, isto é, que propicie ao aluno a possibilidade de fazer algo e com isso poder construir conhecimentos a partir de suas próprias ações. (MALTEMPI, 2004, apud ROSA, 2004, p. 45, grifo nosso)

Partindo destas cinco dimensões construcionistas, pretendemos que os alunos tomem as rédeas frente à criação de jogos virtuais, com o Scratch, de modo que percebamos erros — e acertos — durante essa criação, de modo que possamos notar a construção de um conhecimento, assim como os antigos saberes que trouxeram o aluno até esse resultado, esperando que possamos ajudá-lo a compreender melhor as nuances das operações básicas da matemática.

2.2 Jogos

Ao longo desta seção pretendemos estabelecer conexões entre o jogo em si e sua importância dentro da educação, a fim de justificar nossa escolha pela sua criação. Para definir o que é o jogo, trazemos as palavras de Huizinga (2000):

o jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da "vida cotidiana". (HUIZINGA, 2000, p. 24)

Nesse pensamento de regulamentação do jogo, Huizinga (2000) reforça a ideia de que o jogo “cria ordem e é ordem”, e qualquer ato de desobediência dessa ordem estraga o mesmo. Almeida (2007) é outro que afirma sobre a “necessidade de um conjunto de regras estabelecidas para a condição de existência, e validade, do jogo”.

Mesmo com essas regras criadas, o jogo continua sendo voluntário, assim podemos admitir que o jogador está dentro do jogo porque deseja, e desejando

estar, passa a interagir com o jogo. Almeida (2007) defende que para que o jogo exista é necessário que o sujeito tenha consciência de que está jogando, e que qualquer conduta se transforma em jogo quando existe essa interação.

Como o jogo necessita de interação, é correto afirmar que o jogador exerce um papel ativo dentro do jogo, o que é consoante com a ideia de Borin (1996), ao afirmar não ser possível ter uma atitude passiva dentro do jogo, e “ao mesmo tempo que a motivação é grande, nota-se que os alunos [...] passam a apresentar também um melhor desempenho e atitudes mais positivas frente a seus processos de aprendizagem”.

Diante disso, escolhemos os jogos pois acreditamos que eles podem ser a ponte entre o conhecimento matemático e aqueles que não gostam de matemática. De acordo com Rosa (2012):

O jogo pode ser capaz de exercer o papel do elemento que faz com que a aprendizagem seja divertida, tomando seu caráter lúdico como fonte catalisadora de saber e propiciando ao ambiente educacional uma imagem prazerosa, que contraria os bocejos, sonecas, ou mesmo, indisciplina que muitas vezes são as queixas dos professores em sala de aula. (ROSA, 2004, p. 24)

Assumindo que o jogo possa tornar a aprendizagem mais interessante, de modo que o interesse do aluno exerça um diferencial dentro deste aprendizado, Rosa (2002) destaca que, ao ocupar o aluno com um assunto do seu interesse, o jogo se mostra eficiente pelo aspecto disciplinar do ato. Assim, o jogo tem o poder de ser a conexão entre o interesse do aluno e o aprendizado visado no momento.

Aceitando o jogo como um importante fator na Educação, é plausível pensar que a construção de um jogo também seja consideravelmente significativo para o aprendizado. Kafai (1994, p. 310, apud Rosa, 2004, p. 23, grifo do autor) evidencia isso ao dizer que “projetar **[no sentido de construir]** jogos para aprendizagem, ofereceu um rico ambiente de aprendizagem para as crianças se engajarem em uma variedade de assuntos e aprenderem muito mais [...]”.

Faz sentido pensar assim, pois, ao criar um jogo, deve-se pensar dentro do jogo, e estando dentro dele, o criador tem que jogá-lo, mesmo que esse jogo no início aconteça apenas em pensamento. Levando isso em conta, e lembrando o

que disse Huizinga (2000) de que o jogo é voluntário, a criação de um jogo passa pelo seu interesse no mesmo.

Sobre esse interesse em construir jogos, Rosa (2004) afirma:

[...] liga-se ao fato de haver interesse em jogá-los. Nesse sentido, a própria construção, evidenciada nas ações de projetar, criar personagens e histórias, estratégias e ações, pode ser caracterizada como um jogo de escolhas. Pois a construção e a aplicação de um jogo não deixam de ser um jogo próprio, no qual existem interações, diálogos e ações que se justificam, pois, em qualquer jogo, é necessário alcançar um objetivo (ROSA, 2004, p. 24).

Borin (1996) diz que para um bom resultado com jogos os alunos devem trabalhar bem em grupo. A autora também fala sobre a resolução de problemas que aparecem naturalmente dentro de jogos: “a tentativa e erro, redução a um problema mais simples; [...] representação do problema através de desenhos, gráficos ou tabelas, analogia a problemas semelhantes” (BORIN, 1996, p. 11).

Tendo apresentado o jogo, uma importância dentro da educação, e o valor de sua construção, procuraremos abordar aspectos da análise de erros, dentro e fora da criação e aplicação de jogos durante a próxima seção.

2.3 Erros

Será que o erro pode nos dizer mais do que apenas o ato de “ter errado”? Pretendemos durante esta seção conversar com as ideias do livro “Análise de conteúdo de respostas” de Helena Cury (2008) para refletir como abordaremos os erros cometidos pelos alunos durante a pesquisa realizada. Remediação, descoberta e pesquisa são os três tipos de objetivos de aprendizagem que Borasi (1996, citada por Cury, 2008, p. 37) deriva da observação de erros. Cada um desses tipos apresenta uso dos erros de acordo com o nível do discurso matemático envolvido: realização de uma tarefa matemática específica, compreensão de algum conteúdo técnico-matemático e a compreensão sobre a natureza da Matemática. O Quadro 1

apresenta as maneiras de utilização dos erros do resultado de cada combinação de objetivo e nível de discurso.

Quadro 1: Taxionomia de Borasi para o uso de erros.

	Nível de discurso matemático		
Objetivo da aprendizagem	Realização de uma tarefa matemática específica	Compreensão de algum conteúdo técnico-matemático	Compreensão sobre a natureza da Matemática
Remediação	Análise de erros detectados, para compreender o que houve de errado e corrigir, de forma a realizar a tarefa com sucesso.	Análise de erros detectados, para esclarecer más interpretações de um conteúdo técnico-matemático.	Análise de erros detectados, para esclarecer más interpretações sobre a natureza da Matemática ou de conteúdos específicos.
Descoberta	Uso construtivo de erros no processo de resolução de um novo problema ou tarefa; monitoramento do trabalho de alguém, para identificar potenciais enganos.	Uso construtivo de erros ao aprender novos conceitos, regras, tópicos, etc.	Uso construtivo de erros ao aprender sobre a natureza da Matemática ou de algum conteúdo matemático.
Pesquisa	Erros e resultados intrigantes motivam questões que geram pesquisas em novas direções e servem para desenvolver novas tarefas matemáticas	Erros e resultados intrigantes motivam questões que podem levar a novas perspectivas sobre um conceito, regra ou tópico não contemplado no planejamento original.	Erros e resultados intrigantes motivam questões que podem levar a <i>insights</i> e perspectivas inesperadas sobre a natureza da Matemática ou de algum conteúdo matemático.

Fonte: BORASI, 1996, apud CURY, 2008, p. 37.

Cury (2008) afirma que as nove maneiras de utilização dos erros podem surgir sozinhas ou não, dependendo com que se empregam os erros e do nível de abstração com que ele é examinado, possibilitando a transição entre as diversas formas. O professor pode ter o interesse em remediar algum erro de seus alunos,

mas em outro momento, ou com outros alunos, propor que os alunos pesquisem o porquê dos erros acontecerem. De acordo com Borin (1996), erros não devem ser apagados, pois observar os erros serve para encontrar as respostas corretas

O erro de um aluno não deve ser considerado como um “não-saber”, mas sim como uma ponte entre uma falsa conjectura existente, formada por outros conceitos supostamente corretos, e um possível novo conhecimento formal sobre o conteúdo abordado. Cury (2008) lista e enquadra produções nacionais e internacionais, criadas por cerca de 20 anos, sobre análise de respostas (e consequentemente de erros) de perguntas feitas a alunos de Matemática em diversos níveis de ensino. Sobre a existência do erro, Poincaré (2000) questiona:

Como é possível o erro em matemática? Uma mente sadia não deveria cometer uma falácia lógica e, contudo, há muitas mentes excelentes que [...] são incapazes de seguir ou repetir sem erro as demonstrações matemáticas que são mais extensas, mas que, no fim das contas, são somente uma acumulação de raciocínios curtos, análogos àqueles que fazem tão facilmente. É necessário acrescentar que os próprios matemáticos não são infalíveis? (POINCARÉ, 2000, apud CURY, 2008, p. 23)

É importante não demonizar o erro, o aluno deve sentir-se confortável com ele pois faz parte do desenvolvimento de um novo conhecimento. O pré-requisito para aprender é não saber, e não sabendo é natural que erros ocorram até que se saiba. Sobre os alunos, Cury (2008, p.79) sugere que “eles sejam encorajados a expor suas próprias ideias, a organizar o pensamento, a tecer hipóteses e a descobrir que algumas questões matemáticas podem ser resolvidas de maneiras diferentes.”

Concordamos com Cury (2008) ao perceber que nossa intuição, orientada pelo objetivo de nossa pesquisa, já produz uma forma de interpretação, pois nossas decisões não são neutras, trazemos conosco todas nossas concepções sobre o assunto. Deste modo, partimos de um ponto de que os alunos também são orientados por conhecimentos e concepções criadas e adquiridas ao longo de sua trajetória. Sobre a análise de respostas dos alunos, Cury (2008) afirma que

[...] o importante não é o acerto ou o erro em si - que são pontuadas em uma prova de avaliação da aprendizagem -, mas as formas de se apropriar de um determinado conhecimento, que emergem na produção escrita e que podem evidenciar dificuldades de aprendizagem. (CURY, 2008, p. 63)

Cury (2008) sugere separar, efetivamente, as respostas que receberam um mesmo “código”, para assim formar-se categorias de erros. Pretendemos durante a pesquisa não apenas apontar os erros cometidos, mas compreender como eles foram pensados, e instigando os alunos a investigar os seus erros e esperando que encontrem as soluções corretas. Tendo abordado o tripé conceitual de nossas referências teóricas, no próximo capítulo partimos para uma descrição sobre a metodologia de pesquisa adotada.

3 Metodologia de Pesquisa

Durante este capítulo apresentamos a metodologia de pesquisa escolhida, que foi a qualitativa. Há também uma breve descrição do Scratch, a linguagem de programação utilizada durante a pesquisa. Por fim, explica-se sobre os dados coletados: como foram coletados, armazenados e como serão analisados.

3.1 Método

Em busca de resultados que respondam a pergunta **“O que os erros durante a criação de um jogo com o Scratch nos mostram sobre o aprendizado das operações básicas da matemática?”** foi escolhido o método qualitativo. Bogdan e Biklen (1994) elencam cinco características para classificar uma pesquisa como qualitativa. A **primeira característica** é que a fonte dos dados é o ambiente natural, sendo o investigador o objeto principal. Bogdan e Biklen (1994) afirmam que “os investigadores qualitativos assumem que o comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorre”.

A **segunda característica** é que a pesquisa é descritiva, os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números (no nosso caso, em gravações de áudio e capturas de tela). A **terceira característica** mostra que o interesse é mais no processo da pesquisa do que pelos resultados (entender o processo de criação do jogo, e não o jogo final).

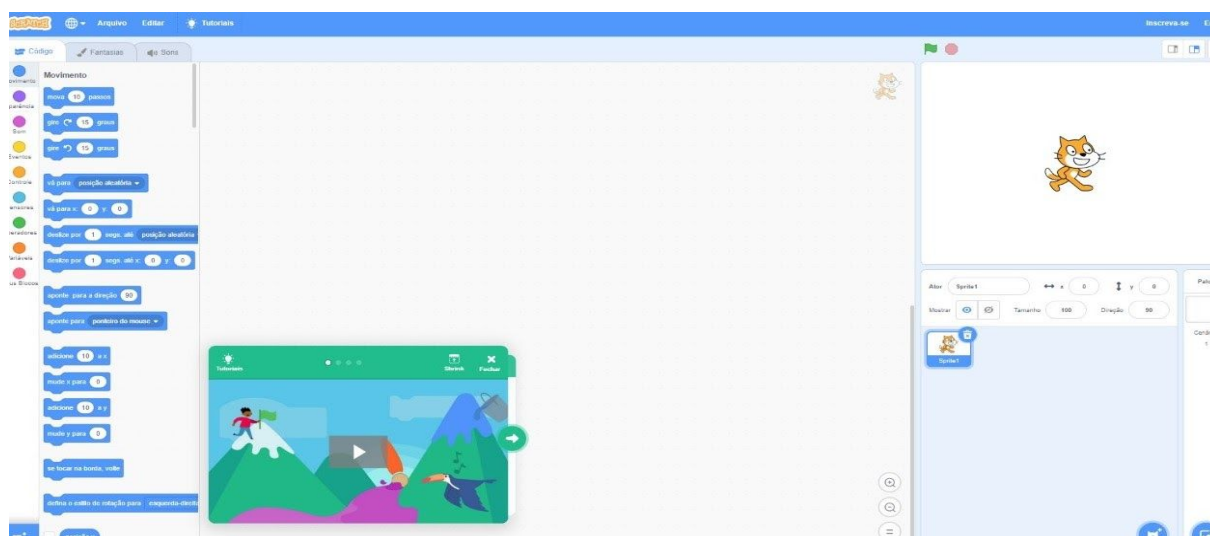
A **quarta característica** é a tendência de analisar os dados de forma indutiva, ou seja, o pesquisador analisa e interpreta o que acontece durante a pesquisa, elaborando e dando valor à experiências empíricas. A última e **quinta característica** é a importância do significado (a escolha de cada jogo a ser feita pelos alunos), Bogdan e Biklen (1994) afirmam que “os investigadores que fazem uso deste tipo de abordagem estão interessados no modo como diferentes pessoas dão sentido às suas vidas.”

Pensando nas características da pesquisa qualitativa apresentadas, durante a seção seguinte apresentamos o Scratch, sua interface, informações, um pouco da sua história, e algumas possibilidades de utilização.

3.2 Um Pouco do Scratch

O Scratch é um software que utiliza blocos lógicos para a sua programação, criado em 2007 pelo Lifelong Kindergarten no Media Lab do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), Estados Unidos da América. Sobre as possibilidades de criação com o Scratch, Dalla Vecchia (2012), diz que “possibilita ao usuário construir interativamente suas próprias histórias, animações, jogos, simuladores, ambientes virtuais de aprendizagem, músicas e arte.” Na Figura 1 é apresentado a interface inicial do software.

Figura 1 - interface inicial do Scratch.



Fonte: [scratch.com.mit](http://scratch.com/mit)

Na parte da esquerda da tela inicial do Scratch (Figura 1) se encontram os blocos lógicos, separados por tipo: Movimento, Aparência, Som, Eventos, Controle, Sensores, Operadores, Variáveis e Meus Blocos. A Figura 2 mostra a tela de comandos, localizada na parte central. A tela de comandos é onde se encontra a “coluna de código”, ou seja, todos os blocos que foram encaixados para que alguma ação ocorra, ação essa que será mostrada à direita da interface inicial, junto com o personagem selecionado e a lista de cenários existentes.

Figura 2 - tela de comandos.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Uma informação pertinente para as criações no Scratch é que a tela de exibição é do tamanho 480x360 pixels (tecnicamente é de 481x361, pois o zero é contado), em uma clássica representação do sistema cartesiano, os valores de x vão de -240 até 240 e os de y vão de -180 até 180. Saber a dimensão da tela ajuda a pensar em como o jogo funciona e como os personagens se comportam dentro dele. A Figura 3 mostra a tela de exibição com seus valores, o personagem selecionado e suas coordenadas x e y.

Figura 3 - tela de exibição e personagens.



Fonte: própria.

O Scratch possui a opção de trabalhar online no software, também é oferecido ao usuário a opção de realizar o download do software para a máquina, como a escola onde realizamos a pesquisa possui internet, o projeto foi realizado online, e ao final de cada encontro os alunos deveriam salvar seus projetos com a finalidade de armazenamento do conteúdo criado. Com uma interface amigável e de fácil entendimento, o Scratch foi inicialmente pensado para crianças de 8 a 16 anos, mas hoje é usado por pessoas de idades (e escolaridades) mais avançadas.

De acordo com o seu site (<https://scratch.mit.edu/>), o Scratch é utilizado em mais de 150 países e, até o momento, já foi traduzido para mais de 40 idiomas, podendo alterar tanto na versão online quanto na offline. Devido a tal tamanho atingido pelo software, o site oferece tutoriais, ideias e projetos já criados. O criador do projeto decide se deseja compartilhar ou não a sua ideia, e ao compartilhar todos os usuários passam a ter acesso ao código criado, tantas são as possibilidades de utilização desse software que existe até mesmo um grupo no Facebook focado em educar com o Scratch (<https://www.facebook.com/groups/TeachingwithScratch/>).

3.3 Etapas da Pesquisa

Com o intuito de investigar se a criação de jogos com o Scratch influencia no aprendizado de operações básicas da matemática, foi proposto um período de atividades em um laboratório de informática de uma escola estadual. Durante a disciplina obrigatória de Estágio em Educação Matemática III na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ao longo do segundo semestre do presente ano, por duas semanas tive a oportunidade de praticar a docência em uma escola estadual, localizada na zona norte da cidade de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul, regendo as aulas das turmas de primeiro ano 102 e 103. As turmas 101 e 104 também participaram da pesquisa durante oito períodos de 50 minutos cada, do dia 18 de outubro ao dia 29 de outubro, no período destinado às aulas de matemática dessas semanas, as turmas se direcionaram ao laboratório para realizar as atividades propostas. O Quadro 1 apresenta os horários e as datas de cada turma durante as duas semanas de encontros.

Quadro 2 - Disposição de horários e datas com as turmas envolvidas.

Horário e Data	18/10	21/10	22/10	25/10	28/10	29/10
13:20	102	101	-	102	101	-
14:10	101	101	-	101	101	-
15:00	101	103	104	101	103	104
16:00	103	104	103	103	104	103
16:50	104	102	103	104	102	103
17:40	104	102	102	104	102	102

Fonte: pesquisa.

As aulas ocorreram no turno da tarde na sala de informática da escola. O laboratório conta com vinte computadores com acesso à internet. Os alunos poderiam escolher seus grupos, sendo permitido até cinco integrantes por grupo, a seguir apresento como cada turma se dividiu.

A turma 101 separou-se em 5 grupos de 4 participantes e um grupo de cinco. A turma 102 se dividiu em 3 duplas, 4 trios e 3 quartetos, enquanto a turma 103 foi dividida em 4 grupos de 5 participantes. Já a turma 104 teve 2 trabalhos individuais (por escolha dos participantes), uma dupla, três trios, e 2 quintetos.

Alguns desses trabalhos não foram concluídos, outros eram apenas apresentações (não consistiam em um jogo de fato), e alguns foram repetidos, como jogos de basquete e futebol. Devido ao tempo não ser suficiente para analisar todos os jogos criados, optou-se por selecionar apenas alguns para a análise, estes serão citados adiante.

No primeiro encontro com cada turma foi realizada a apresentação do Scratch, de modo que os alunos pudessem experimentar e descobrir como utilizar o programa. Aos alunos foi recomendado assistir o vídeo tutorial disponibilizado pela plataforma. Neste tutorial aprende-se a utilizar os comandos mais básicos do programa, como movimentação e mudança de poses do personagem. A programação do Scratch pode acontecer em dois focos: personagens e cenários.

No segundo encontro foi apresentada a proposta de trabalho para os alunos, essa que consistia em **“Fazer um jogo que seja jogado por operações matemáticas.”** A escolha de tema foi livre, permitindo assim que cada grupo pudesse se dedicar a algum assunto de seu interesse, porém algumas sugestões foram apresentadas para que os grupos pudessem se inspirar: batalha naval, futebol, basquete, tênis e esportes em geral.

Ao final de cada encontro, do segundo ao oitavo, os alunos deveriam salvar seus projetos no computador para armazenamento e posterior consulta, as capturas de tela de cada arquivo salvo pelos grupos estão localizadas no Apêndice A. Também foi pedido que os grupos realizassem a gravação do áudio de cada encontro, o áudio contribuiu para que as ideias e opiniões dos participantes fossem retratadas de acordo com cada situação. Esse áudio deveria ser encaminhado ao representante de cada turma que deveria encaminhar posteriormente para o pesquisador, para assim o áudio ser analisado na presente pesquisa. Alguns trechos desses áudios estarão presentes nos capítulos posteriores.

Antes do começo das atividades que resultaram na pesquisa, cada aluno recebeu um Termo de Consentimento Informado (TCI), o qual deveriam trazer

assinados pelos pais ou responsáveis autorizando assim a participação durante a pesquisa. O TCI encontra-se localizado no Apêndice B. A seguir apresentarei os grupos e seus participantes, sendo eles menores de idade, serão denotados pelas suas iniciais e sua idade, visando manter o anonimato.

O Grupo 1 (IN 15, ME 15, VB 16, ET 15) criou um jogo de basquete no qual o jogador deve calcular corretamente a variação em x e y para que a bola acerte a cesta de basquete que aparece em uma posição randômica. O Grupo 2 (RR 15, GP 15, JS 15, JV 16, GB 16) decidiu criar um jogo de futebol, também usando variáveis e valores aleatórios, desta vez para dois atores, o alvo e a bola. O jogador deve calcular “quanto precisa mudar x e y ” para que a bola atinja o alvo.

O Grupo 3 (GC 15, ED 16, ED 15) criou uma paródia de Super Mário, para passar de nível o jogador deveria responder (sempre as mesmas) perguntas de operações básicas e o ator mudaria de posição até chegar no final. O Grupo 4 (ME 16, EC 15, MD 16) fez um jogo, teoricamente simples, sobre multiplicação. O jogo consiste em um personagem fazendo perguntas de multiplicação, se a resposta estiver correta, o jogador ganha 2 pontos, se estiver errada, perde um. São 10 perguntas com números aleatórios entre 1 e 20.

O Grupo 5 é composto por apenas um aluno (PR 15), o ator “computador” aparece com a bola em uma posição aleatória da quadra e o jogador deve responder onde o seu personagem deve se posicionar para conseguir bloquear o arremesso da máquina. O Grupo 6 (BR 15, ES 15) criou um jogo de tabuleiro que comporta até dois jogadores, cada um com seu personagem, um “banco de dados” de perguntas foi criado para que cada rodada uma pergunta diferente fosse realizada, o personagem avança pelo tabuleiro ao acertar a pergunta.

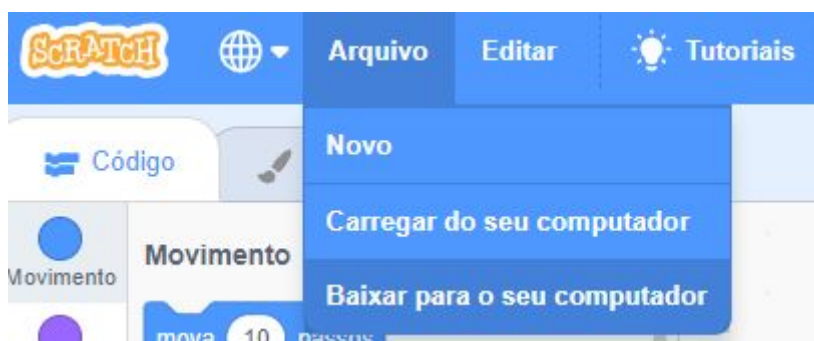
Com os grupos e seus jogos brevemente apresentados, apresento como aconteceu a produção e o registro dos dados coletados.

3.4 Produção, Registro e Organização de Dados

Procuramos, nesta seção, retratar fielmente a maneira como os dados foram coletados pois pensamos que estes dados são fundamentais para procurar uma resposta à nossa pergunta orientadora. Inicialmente foi pensado em usar softwares de gravação de tela, porém não foi possível a instalação do mesmo nos computadores da escola Irmão Pedro, sendo assim, optou-se em apenas salvar os arquivos ao final de cada período, para futura análise e comparação entre cada dia. Como o escopo inicial da pesquisa era muito maior do que os dados que de fato foram escolhidos para a análise, e existindo a necessidade de atender-se todos os participantes, foi pedido para que um aluno de cada grupo realizasse a gravação do áudio das discussões.

Infelizmente, nem todos os alunos salvaram ou enviaram seus arquivos, então apenas alguns registros de áudio foram utilizados durante a análise, tendo alguns grupos sido escolhidos por terem entregue seus áudios posteriormente. Além disso, há o registro de um diário de campo feito pelo pesquisador, sendo esse diário composto por questionamentos levantados pelos alunos, curiosidades e anotações diversas que foram tomadas para serem usadas durante a análise de dados. Na seção seguinte, apresentamos como os dados foram organizados e analisados.

Como mencionado anteriormente, ao final de cada encontro o grupo deveria salvar seu arquivo no computador do colégio, a Figura 4 mostra como deveria ser salvo. O arquivo deveria ser nomeado de acordo com a turma, o grupo e o dia, por exemplo “t101.grupo1.dia1” e salvo na *área de trabalho*, assim cada arquivo poderia ser guardado pelo pesquisador em uma pasta para futura análise.

Figura 4 - Salvar arquivo no Scratch.

Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Ao final de cada dia, o pesquisador carregava os arquivos para um *pen drive* a fim de armazenar o conteúdo criado. Visto que a Escola Irmão Pedro possui o cursos técnicos em períodos noturnos, os computadores também eram acessados por terceiros à pesquisa, sendo assim havia a possibilidade de alteração do conteúdo. Tendo o colégio acesso à internet, os arquivos também foram carregados para *Google Drive*, assim prevenindo contra alguma possível perda de arquivo por erro humano ou informático. Ao começar outro período, os arquivos que não estivessem salvos na sua respectiva pasta na área de trabalho de cada computador (foi solicitado que os grupos mantivessem as mesmas máquinas durante toda a pesquisa) teriam acesso a seu arquivo pelo pen drive, mantendo assim a continuidade do trabalho.

Como o armazenamento dos arquivos era passível de erro, alguns grupos não entregaram os áudios dos encontros, ou não salvaram corretamente algum arquivo, e até mesmo não completaram a tarefa proposta, apenas seis grupos foram escolhidos para a análise dos trabalhos. Outro empecilho para haver um maior detalhamento dos dados foi o tempo, não haveria como editar e analisar todos os dados obtidos. Porém, alguns trabalhos incompletos aparecerão no Apêndice C a título de curiosidade e até informação.

Então, analisamos os dados que serão apresentados a seguir tendo em vista o referencial teórico apresentado no Capítulo 1, buscando encontrar possíveis respostas para a pergunta que determina o traçado desta pesquisa.

4. Dados criados

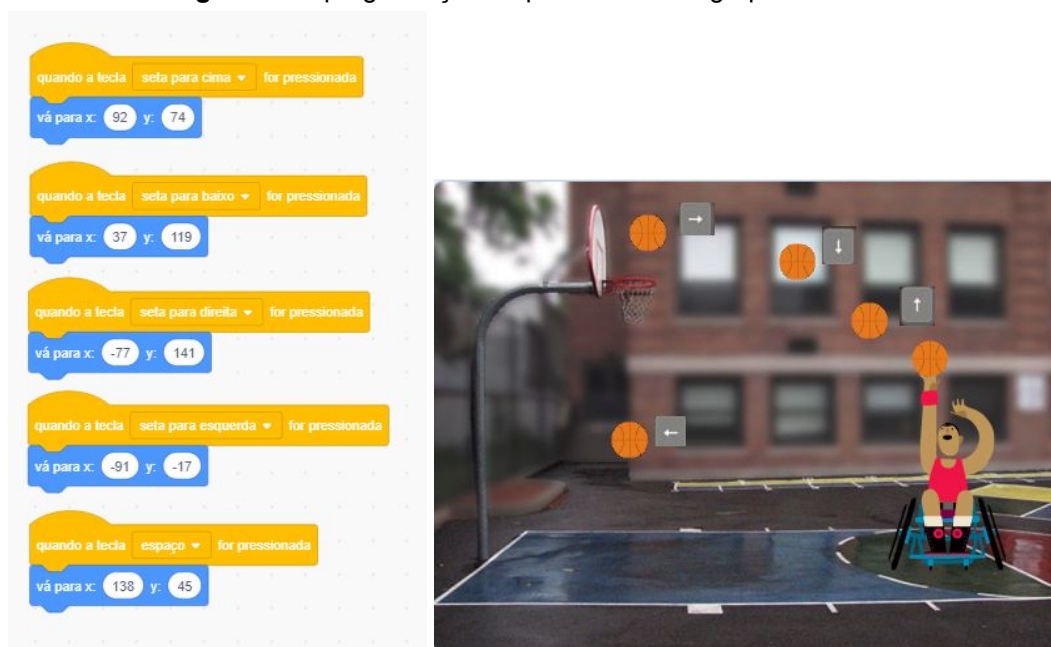
Neste capítulo apresentamos e descrevemos os trabalhos de cada grupo mencionados no capítulo anterior. Mostraremos o que e como foi desenvolvido durante cada período da prática no laboratório de informática da escola. Escolhemos separar cada grupo em uma seção por questão de organização. Além das descrições, há imagens e comentários sobre o que foi desenvolvido no dia a dia de cada grupo.

Na primeira seção encontra-se o jogo de basquete criado pelo Grupo 1. Na segunda seção apresentamos a criação do Grupo 2, um jogo de futebol. Durante a seção três detalhamos a criação do Grupo 3 sobre uma releitura do jogo Super Mario. Na quarta seção mostramos o jogo de multiplicação pensado pelo Grupo 4. Na penúltima seção temos um diferente jogo de basquete, criado pelo Grupo 5. E na sexta seção, exploramos o conteúdo criado pelo Grupo 6: um jogo “de tabuleiro”.

4.1 Grupo 1: Basquete

Durante o primeiro dia o Grupo 1 decidiu que a criação seria um jogo de basquete. A parte da esquerda da Figura 5 é a tela de comandos do jogo de basquete do grupo 1 ao final do primeiro dia, existia apenas um personagem, que era a bola. Usando apenas comandos de pressionamento de teclas, o quarteto criou uma animação que, posteriormente, seria a base do jogo criado

Figura 5 - A programação do primeiro dia do grupo 1.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Foi conversado com o grupo de ser criado um personagem novo, a cesta. O grupo deveria limitar o espaço que a cesta apareceria na tela, foi escolhido $x \in [-200,1]$ e $y \in [1,50]$. Nesse momento o quarteto tinha três personagens, o jogador que ficava parado e não existia nenhuma ação sobre ele, a bola com um lugar fixo na tela (nas mãos do jogador) e a cesta que apareceria aleatoriamente dentro do espaço que foi limitado.

Assim o Grupo 1 passou a utilizar variáveis para armazenar as posições dos atores, mas ainda não havia uma interação com o jogador, ou seja, ainda era apenas uma animação que utilizava aleatoriedade. A Figura 6 mostra como estava o trabalho do Grupo 1 ao final do segundo encontro, já existindo dois personagens (a bola e a cesta de basquete), usando aleatoriedade para o posicionamento da cesta e variáveis para guardar os valores.

Figura 6 - O segundo dia do Grupo 1.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

No último dia o grupo 1 aprendeu sobre a função **“pergunte”** que salva uma resposta fornecida pelo jogador na variável **“resposta”**, para assim poder comparar com algum valor utilizando a função **“se então, senão”**. O grupo fez o Scratch calcular a diferença entre a posição da bola e da cesta, caso a resposta fornecida pelo jogador fosse igual a essa diferença, a bola se moveria até a cesta.

Figura 7 - O último dia do grupo 1.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

O grupo também limitou os valores aleatórios das variáveis (coordenadas da cesta) para números menores, de -200 para -20, assim assumindo valores mais simples. Por ter feito isso, eles tiveram que multiplicar por 10 para se ter o valor inicial da posição x e y no plano cartesiano da tela de exibição. A Figura 7 mostra a tela de exibição do Grupo 1, já a Figura 8 exibe o código final do grupo.

Figura 8 - código final do Grupo 1.

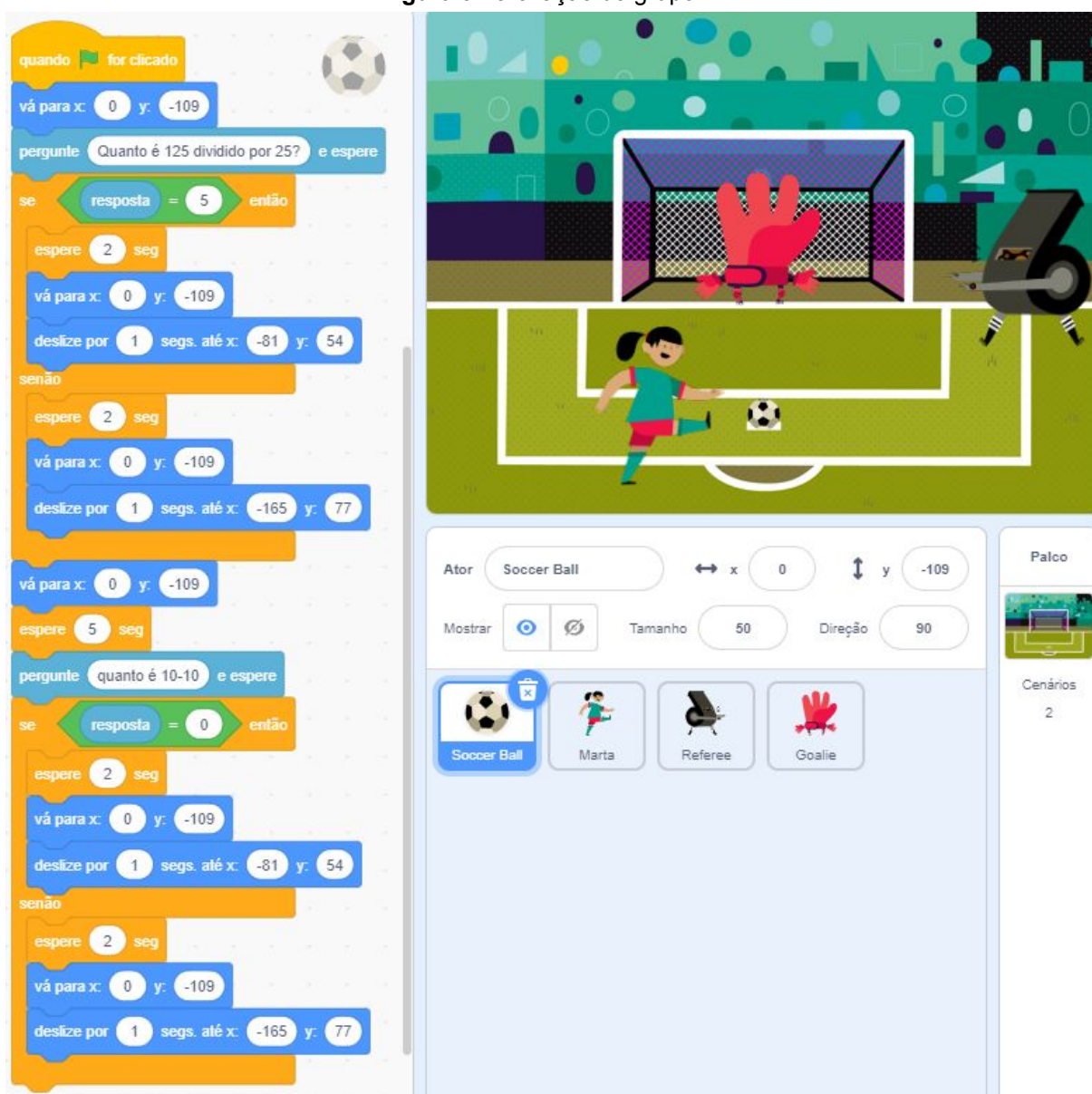


Fonte: captura de tela feita pelo autor.

4.2 Grupo 2: Futebol

O Grupo 2 decidiu que faria um jogo sobre futebol. Já no primeiro dia o grupo aprendeu sobre as funções “**pergunte**” e “**se então, senão**”, fizeram duas perguntas, ao responder corretamente, o personagem bola (*soccer ball*) iria para um ponto específico dentro da goleira, caso a resposta fosse errada, a bola iria “para fora”. A Figura 9 mostra como ficou a programação e a tela de exibição do grupo 2 ao final do primeiro dia.

Figura 9 - a criação do grupo 2.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

No segundo dia o grupo disse que já havia terminado o trabalho, então novos desafios foram propostos, por exemplo fazer a bola sair de algum lugar aleatório, o grupo teve também que limitar a área de aparecimento do personagem bola, visto que ele deveria estar dentro do campo de acordo com o cenário escolhido, também foi sugerido que existisse um alvo para que a bola tivesse um destino a fim de haver algo para comparar a mudança necessária para levar a bola até o gol.

Durante o segundo dia o Grupo 2 já conseguiu implementar variáveis, usaram a função “**número aleatório entre**” para escolher um valor para a posição dos personagens, limitar a área para números menores e depois multiplicar por 10 para o personagem ser mostrado corretamente na tela de exibição. A Figura 10 mostra a programação e como ficou a tela de exibição do jogo até o final do segundo dia.

Figura 10 - o jogo do Grupo 2 no segundo dia.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

No terceiro e último dia, o Grupo 2 ainda precisava criar a parte de interação com o jogador, para que não dependesse apenas de perguntas sempre iguais. Como mostramos na Figura 11, eles calcularam a diferença entre as posições “x” e “y” do alvo e da bola para usar dentro da função “**se então, senão**”, utilizaram a função “**pergunte**” que compararia a “**resposta**” com a diferença calculada pelo Scratch, se fossem iguais, a bola iria até o alvo, também adicionaram sons para quando a resposta fosse errada.

Figura 11 - a programação final do Grupo 2.

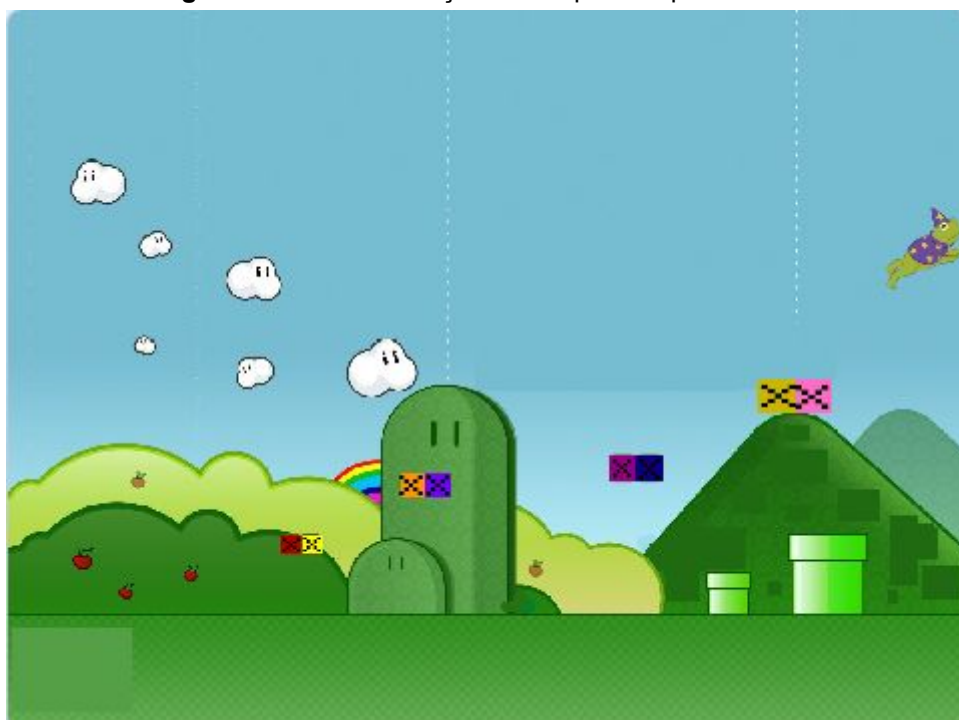


Fonte: captura de tela feita pelo autor.

4.3 Grupo 3: Super Mário

O Grupo 3 pensou em fazer uma versão do jogo Super Mario, porém o seu personagem seria um sapo mágico. Uma série de perguntas seriam feitas e o sapo avançaria pela fase, pulando de caixa em caixa, até “pular para fora da tela” como mostra na Figura 12.

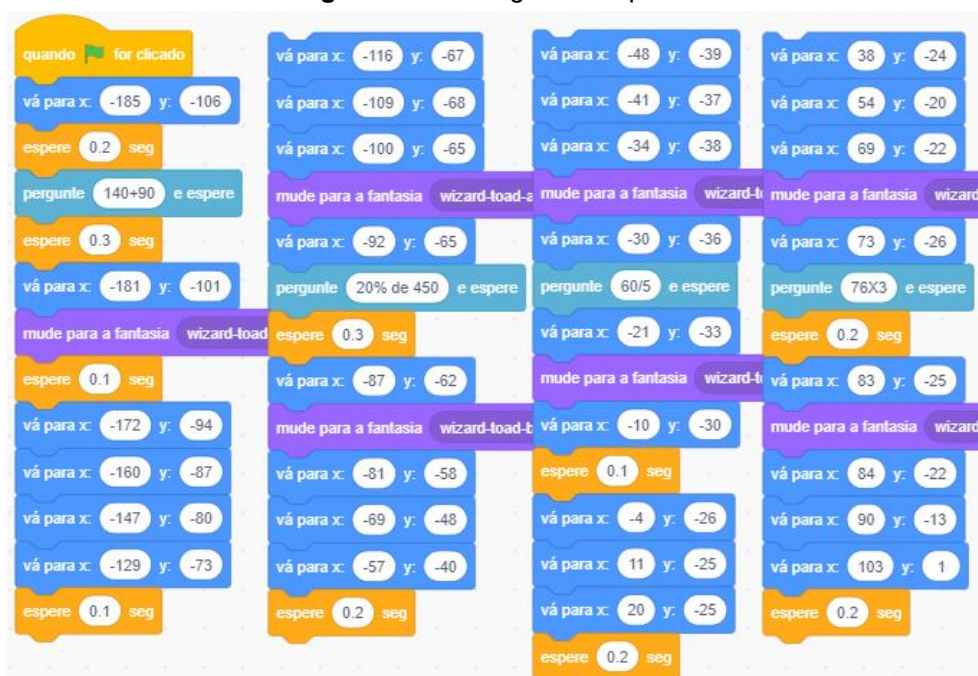
Figura 12 - tela de exibição do Grupo 3 no primeiro dia.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

O trio criou um código extenso, que inclusive não estará completo na Figura 13, o código completo está no Apêndice A, e fazia o personagem realizar quatro movimentos para dar a ideia de pulo, com o personagem “subindo e descendo”, e não apenas deslizando pela tela. Ao final do primeiro dia, a função “**pergunta**” estava sendo utilizada mas o movimento acontecia independente se a resposta estivesse certa ou errada.

Figura 13 - o código do Grupo 3.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

O segundo dia serviu para o Grupo 3 corrigir o problema da resposta que não estava sendo utilizada para a sequência do código, passaram então a utilizar a função “**se então**” e comparavam a resposta para a pergunta com o resultado já calculado (Figura 14). O método funcionou, mas a movimentação só ocorria quando a resposta fosse correta, quando fosse errada o personagem iniciaria a próxima sequência de movimentação do mesmo jeito.

Figura 14 - segundo dia.



Figura 15 - último dia.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Mostrada na Figura 15, está a solução encontrada pelo trio: inserir a função “**repita até que**” de modo que os movimentos do personagem (função “**vá para x: y:** ” apenas aconteceriam quando a resposta da função “**pergunte**” fosse correta. Após aplicar a mesma lógica para todos os movimentos (pulos), o Grupo 3 encerrou o seu jogo, infelizmente as perguntas seriam sempre as mesmas quatro perguntas. O grupo também mudou o cenário ao final do último pulo para uma mensagem de fim de fase, como mostrado na Figura 16.

Figura 16: a tela final do Grupo 3.

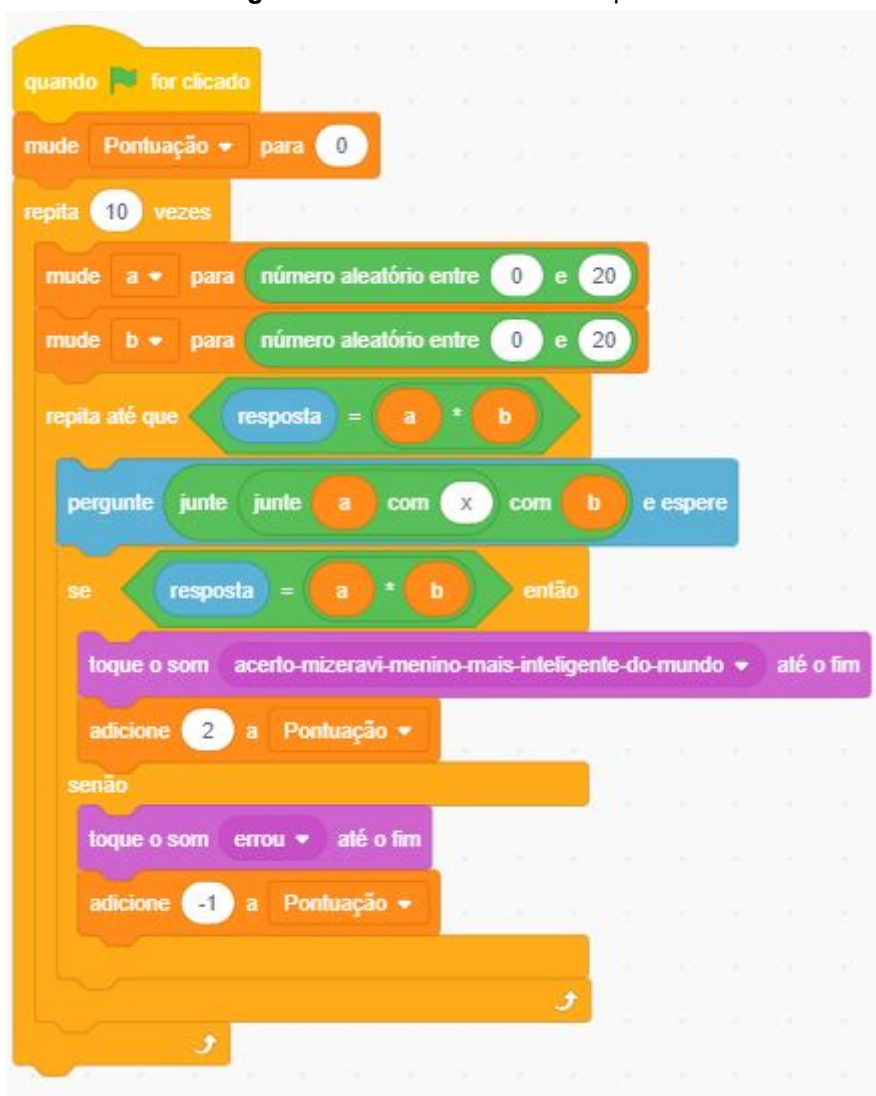


Fonte: captura de tela feita pelo autor.

4.4 Grupo 4: Multiplicação

O Grupo 4 não criou nada durante dois dias, não salvaram os arquivos pois não havia nada neles, apenas experimentaram algumas funções e apagavam logo após. Não pediram ajuda, não gravaram conversas. Porém, no último dia mostraram um jogo que usa duas variáveis “a” e “b”, randomicamente sorteia números aleatórios entre 0 e 20 e pergunta para o jogador qual é o resultado, adicionando dois pontos na variável *pontuação* se estiver correto, e retirando um ponto se estiver errado. A Figura 17 mostra a programação do Grupo 4.

Figura 17 - os comandos do Grupo 4.



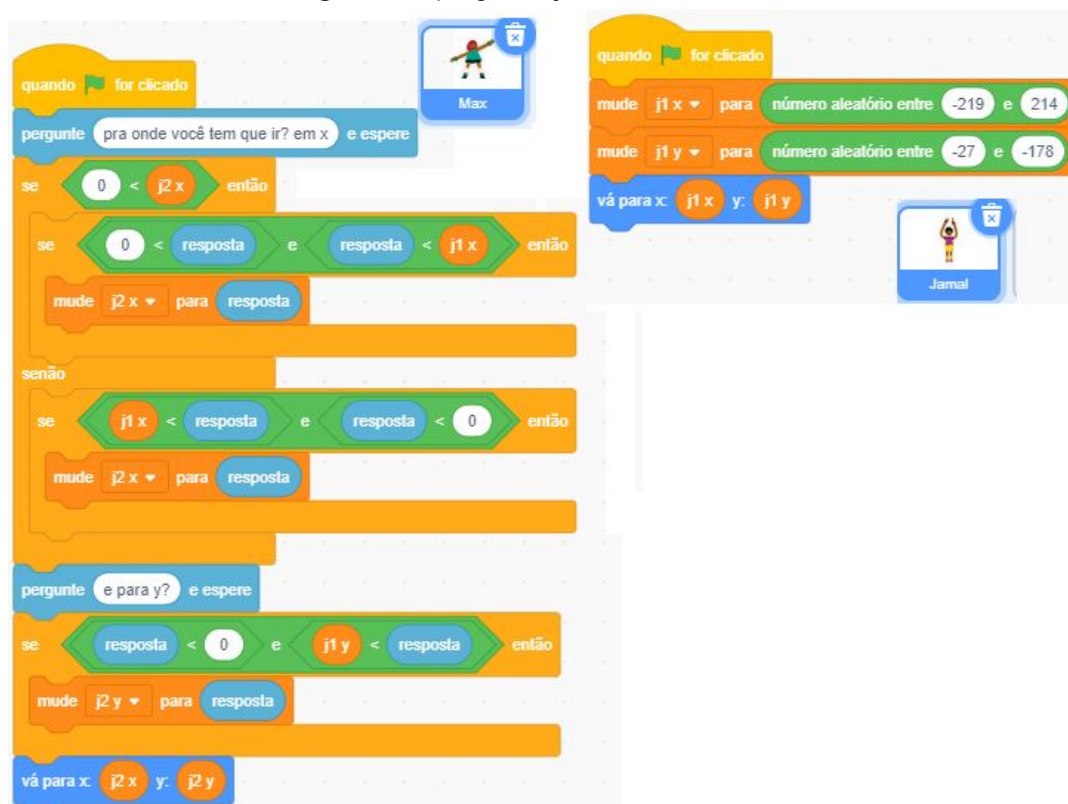
Fonte: captura de tela feita pelo autor.

4.5 Grupo 5: Outro Basquete

O aluno que é do grupo 5 fazia parte da turma 102, então ele teve 6 dias de prática, sendo que no primeiro foi apenas ambientação com o Scratch, no segundo dia ele ainda fazia parte de outro grupo (que não foi selecionado para análise). Ao final do segundo encontro ele questionou se poderia começar um projeto sozinho, já que o seu grupo “não estava nem tentando” e ele “não queria ser atrapalhado”. Ele foi autorizado, e durante o terceiro dia, com o conhecimento que obteve nos dias anteriores decidiu fazer um jogo de basquete, mas diferentemente do Grupo 1 o ator que o jogador controlaria não seria o que arremessa a bola, e sim o que tenta bloquear.

O aluno já dominava a noção de aleatoriedade dentro do espaço que deveria ser restrito para seu ator, também teve facilidade para entender o conceito das variáveis, criou duas variáveis “j1 x” e “j1 y” para o posicionamento do ator “*Jamal*” que arremessava a bola e outras duas variáveis “j2 x” e “j2 y” para o ator do jogador “*Max*”. A Figura 18 mostra a programação do aluno no dia 3.

Figura 18 - programação de Max e Jamal.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

A ideia do jogo era bloquear o arremesso do computador, e para isso o jogador deveria se posicionar entre o arremessador (posição aleatória) e a cesta (posição na origem), o aluno tomou o cuidado de utilizar a função “**se então, senão**” para o posicionamento da variável x do ator, como ela poderia ser positiva e negativa, foi criado condições para cada possibilidade, o aluno poderia ter utilizado a função de “**módulo de**” também, e assim realizar apenas uma condição geral. A tela de exibição ao final do terceiro dia ficou de acordo com a Figura 19.

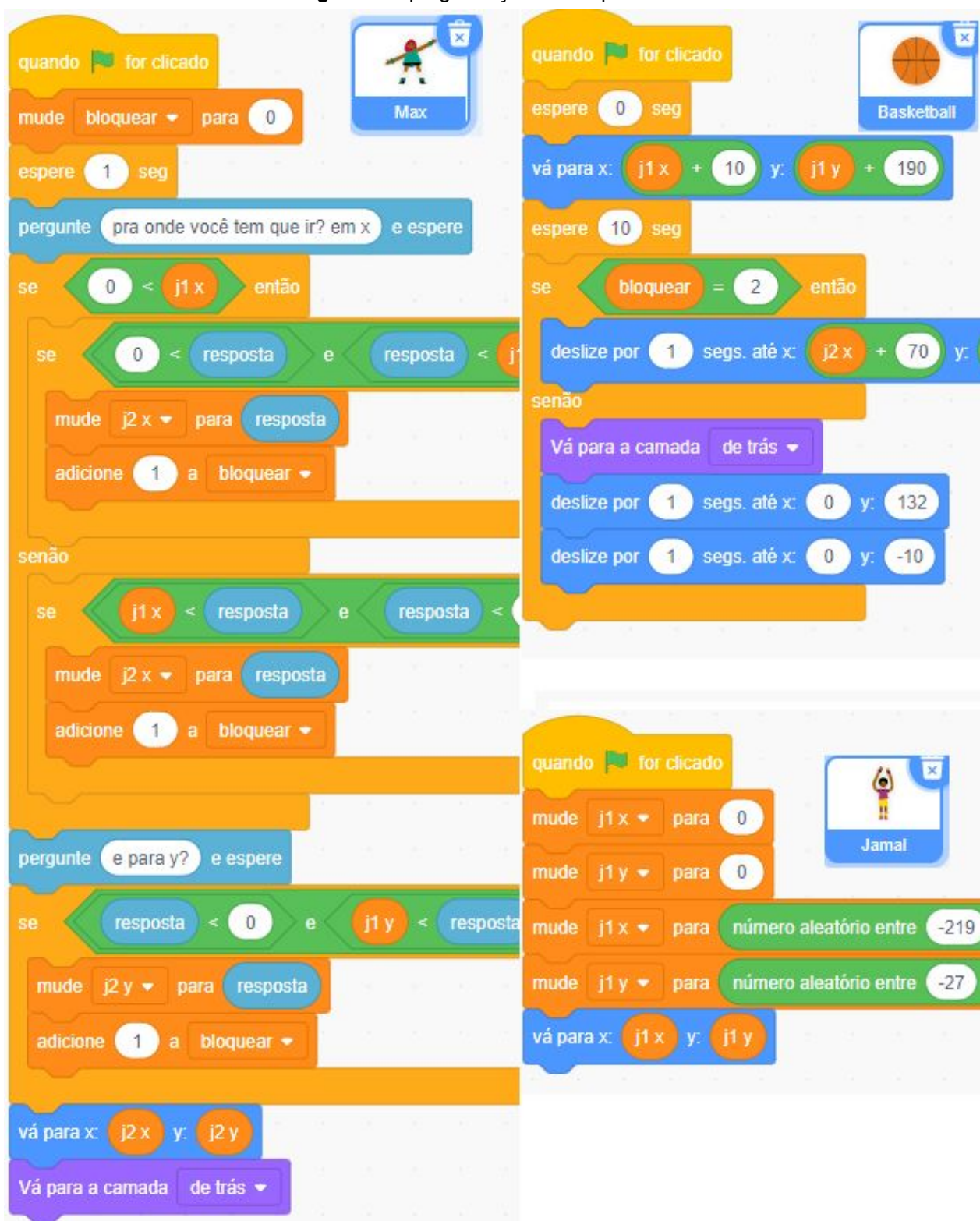
Figura 19 - A tela de exibição do Grupo 5.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Ao longo do quarto dia, o aluno trabalhou na implementação de uma variável para acontecer o arremesso da bola caso o jogador não acertasse a posição entre o ator e a cesta. No quinto dia ele não compareceu à escola. Durante o sexto e último dia, ele mudou de ideia e não usou mais uma variável para arremessar, ele renomeou essa variável para bloquear, então o arremesso aconteceria sempre, caso o jogador acertasse o “espaço de bloqueio”, o ator do jogador se posicionaria e interceptaria a bola no meio do caminho até a cesta. A Figura 20 mostra as linhas de programação ao final do sexto dia.

Figura 20 - programação do Grupo 5.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

4.6 Grupo 6: Jogo de Tabuleiro

O Grupo 6 decidiu fazer um jogo de tabuleiro no Scratch, baseado na série *Stranger Things*. Durante o primeiro dia aconteceu apenas uma seleção dos personagens e do cenário a ser utilizado como tabuleiro, as peças dos jogos seriam os atores *Eleven* e *Demogorgon*. No segundo dia, o grupo passou a pensar em como seria a jogabilidade, eles anotaram cada coordenada das posições na tela e salvaram numa lista de comandos, e criaram uma variável chamada *posição*, a Figura 21 mostra o exemplo da posição 1 e 2.

Figura 21 - coordenadas de posições do Grupo 6.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Para as perguntas o grupo também criou uma lista que dependia da variável *pergunta*. Pensaram em 20 questões sobre operações básicas e cada uma recebeu um número, cada rodada um valor aleatório entre 1 e 20 era sorteado e assim era sorteada a pergunta feita pelo personagem. A Figura 22 mostra um exemplo de como foi a programação dos personagens do Grupo 6.

Figura 22 - programação do Grupo 6 no dia 2.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Durante o terceiro e quarto dias o grupo apenas arrumou alguns detalhes do jogo, como a troca da vez de jogar entre os personagens, mudar para o jogo acontecer toda a vez que a tecla espaço for pressionada, limitar a posição (no tabuleiro) para valores maiores do que vinte ficarem na última casa. Na Figura 23 mostramos a tela de exibição do jogo do Grupo 6.

Figura 23 - a tela de exibição do Grupo 6.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Ao final do quarto dia, o jogo estava pronto. Ao iniciar o turno de cada personagem ao apertar a tecla espaço, uma pergunta era sorteada e aparecia na tela, caso fosse respondida corretamente, um número entre 1 e 6 (simulando o lançamento de um dado) seria a quantidade de casas que o personagem avançaria. Se a questão fosse respondida incorretamente o personagem realizaria nenhuma ação.

5 Análise de dados

Neste capítulo os dados coletados e mencionados no capítulo anterior serão analisados de acordo com o livro de Helena Cury. A análise aqui feita será sobre os erros sobre operações básicas cometidos durante as criações e percebidos durante a pesquisa, ressaltando que os erros cometidos a respeito da programação no Scratch não serão analisados neste trabalho, visto que não é o enfoque desta pesquisa, porém algumas dificuldades sobre o Scratch serão descritas para contextualizarmos as situações nas quais as operações básicas são abordadas pelos alunos e pelo pesquisador.

Tendo em vista a pergunta orientadora da pesquisa **“O que os erros durante a criação de um jogo com o Scratch nos mostram sobre o aprendizado das operações básicas da matemática?”**, ao analisar o desenvolvimento dos projetos dos seis grupos, procuramos estabelecer categorias de erros encontrados sobre operações básicas. Sobre essa categorização, Cury (2008) defende que seja feita para que haja uma construção de relações que compreendam o que as criações têm em comum, podendo re-agrupar de acordo com novos dados.

Com isso em mente, separamos os erros que percebemos em três categorias. A primeira categoria, tipo A, está relacionada com não perceber a necessidade de adição. O tipo B, nossa segunda categoria, aborda os erros na subtração (diferença). A última categoria, de tipo C, engloba erros sobre multiplicação e divisão, escolhemos aqui juntar as duas operações pois nos jogos estavam sempre relacionadas.

Para descrever as categorias, primeiro fizemos uma contagem do número de ocorrências de cada tipo, apresentada no Quadro 3, a seguir.

Quadro 3 - Distribuição dos tipos de erros

Categoria	Número de ocorrências
A	1
B	2
C	2

Fonte: pesquisa.

A seguir, as categorias de erros são descritas em detalhes. O erro do tipo A está relacionado com a não percepção da necessidade de realizar uma soma. Nesse caso, foi o Grupo 6 enquanto desenvolvia o jogo de tabuleiro. O grupo estava realizando a programação da posição dos personagens quando a pergunta realizada obtivesse uma resposta correta. A fim de contextualização, apresentamos trechos de áudios gravados durante os períodos, para que possamos entender como aconteceu.

[17:21] BR 15: A gente quer que a Eleven vá andando pelo tabuleiro.

[17:28] Guilherme: Então ela tem que “ir para” os lugares, né?

[17:35] BR 15: Sim, mas como saber pra qual ir?

[17:41] Guilherme: Podem criar uma variável pra posição, e de acordo com o valor dessa posição, ela vai pra algum lugar da tela, de acordo com o tabuleiro.

[17:58] ES 15: Tá...

[Nesse momento foram deixados sozinhos pensando e alterando o código]

[23:50] BR 15: A gente tem que colocar o valor do dado pra posição, né?

[24:15] ES 15: Mas não tá indo pro final...

A Figura 24 mostra como o grupo utilizava a função “**número aleatório**” para retornar um valor que simulasse o lançamento de um dado para a variável posição, que guardaria o valor associado a um local específico na tela (conferir Figura 21).

Figura 24 - mudança de posição

Fonte: captura de tela feita pelo autor.

[31:03] BR 15: A gente não consegue chegar até o final.
 [31:07] Guilherme: O vocês tão fazendo?
 [31:11] ES 15: A gente tá mudando a posição pro número do dado.
 [31:30] Guilherme: E qual o problema?
 [31:38] ES 15: Ela [personagem] não chega no final.
 [31:45] Guilherme: Olha só, se tu estiver na posição 3, lança o dado e sai 5, se tu acertar a pergunta, teria que ir pra qual posição?
 [31:57] ES 15: 8.
 [32:00] Guilherme: Então vocês devem pensar no que acontece com o valor da posição, né?

Na Figura 25 mostramos a solução encontrada pelo Grupo 6 para solucionar o erro da mudança de posição,

Figura 25 - a alteração realizada.

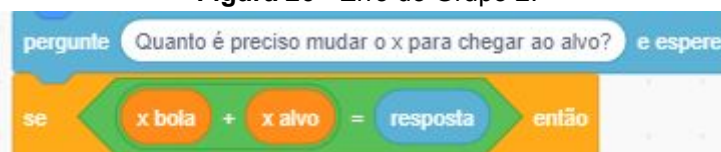


Fonte: pesquisa.

O erro sobre a utilização da diferença, tipo B, apareceu duas vezes. O Grupo 2 começou a tentar fazer a bola, que estava numa posição fixa (0, -100) ir para a posição aleatória do alvo (40, 46), o grupo apresentou dificuldades para entender a diferença entre as coordenadas, transcrevemos o áudio do momento que ocorreu esse episódio, junto com a Figura 26 que descreve um acontecimento do episódio.

[43:12] RR 15: Tá, é fácil, é só somar o x de cada um!
 [43:20] Guilherme: Por quê?
 [43:25] RR 15: Olha, $0 + 40$ é igual a 40, que é o que tem que mudar, né?
 [43:34] Guilherme: Sim.
 [43:38] RR 15: Então coloca aí: se x da bola + x do alvo = resposta...

Figura 26 - Erro do Grupo 2.



Fonte: pesquisa.

[43:55] Guilherme: Mas será que vai funcionar sempre? E se o x da bola for negativo, -20 por exemplo?
 [44:07] RR 15: Daí fica $-20 + 40$... que dá...
 [44:18] JS 15: 20.
 [44:19] JV 16: 60.
 [44:21] Guilherme: $-20 + 40$ dá 20, mas o que significa esse 20?
 [44:27] RR 15: É quanto teria que mudar, né?
 [44:34] Guilherme: E se mudar 20, a bola chega no alvo?

[44:40] RR 15: Não...

[44:45] Guilherme: Então será que é essa operação?

[44:50] RR 15: Não...

[44:53] Guilherme: Pensem aí qual é, então.

[...]

[47:50] RR 15: É MENOS, NÉ, SOR? **[grita do outro lado da sala]**

[47:55] Guilherme: **[acena que sim]**.

O Grupo 1 apresentou a mesma dificuldade quando teve que calcular a diferença entre as variáveis dos seus personagens (a bola e a cesta), infelizmente não temos o áudio das conversas e discussões desse momento. Temos apenas uma anotação no diário de classe que diz que o Grupo 1 apresentava a mesma dificuldade que o Grupo 2.

O terceiro erro, do tipo C, representa aqueles que são relacionados à multiplicação ou divisão. Dois foram os grupos que apresentaram um erro relacionado ao tipo C. Na Figura 27 representamos as áreas que o Grupo 2 deveria utilizar, contornado em vermelho ($x \in [-90,90]$ e $y \in [-10,70]$) a área limitada para o alvo e em azul ($x \in [-180,180]$ e $y \in [-30,-130]$) a área limitada para a bola.

Lembrando que esses valores eram armazenados em variáveis (x alvo, y alvo, x bola, y bola), como mostramos na Figura 10. Já que os cálculos seriam feitos com os valores dessas variáveis, foi sugerido que limitassem as variáveis para números menores, a fim de simplificar os cálculos que seriam necessários para o jogador.



Fonte: pesquisa.

[13:12] JV 16: O sor disse pra gente diminuir isso aqui. **[o intervalo do número aleatório do x da bola]**

[13:18] RR 15: Mas pra quanto a gente vai mudar?

[13:25] JV 16: Coloca até 10.

[13:33] RR 15: De -10 até 10?

[13:41] JV 16: Tenta né...

[Ou seja, dividiram a área delimitada por 18]

[14:55] RR 15: Ih! E agora não sai mais do meio...

[...]

[17:21] RR 15: A gente não tem que multiplicar agora?

[17:30] JV 16: Isso! Multiplica por 10 também...

[Passou a ir de 10 a 100, quando deveria ir até os 180 iniciais]

Aqui podemos perceber que o grupo não compreendeu a multiplicação como a função inversa da divisão, e por isso colocamos este erro como tipo C. Então notamos que existem erros dentre as quatro operações básicas, uma pesquisa mais detalhada provavelmente mostraria outros erros que não seriam enquadrados nas três categorias escolhidas aqui. Durante o próximo capítulo realizamos nossas considerações finais acerca da pesquisa realizada e de possíveis futuros estudos.

6 Considerações Finais

*Carry on my wayward son
For there'll be peace when you are done
Lay your weary head to rest
Don't you cry no more*

Carry on Wayward Son - Kansas (Kerry Livgren)

Com o objetivo de encontrar respostas para a nossa pergunta orientadora (“**O que os erros durante a criação de um jogo com o Scratch nos mostram sobre o aprendizado das operações básicas da matemática?**”), durante esse trabalho exploramos as criações de alunos por meio do Scratch, essas criações são jogos que utilizam operações básicas para serem jogados. Com o aporte do referencial teórico escolhido, Construcionismo, jogos e análise de erros, pudemos ajudar a construir jogos interessantes e que davam valor aos interesses de seus criadores.

Ao realizarmos cuidadosamente a análise dos dados produzidos, percebemos principalmente dificuldades na compreensão do conceito de diferença, não havendo a conexão natural com a operação matemática de subtração. Os alunos também apresentaram problemas no entendimento de multiplicações e divisões, não percebendo, talvez momentaneamente, que são operações inversas.

Ao pensar nas atividades que ocorreram durante a prática com as turmas 102 e 103, percebemos que houve um empenho maior nas aulas no laboratório de informática do que quando eram aulas normais em sala de aula durante o estágio. Melhorar métodos já utilizados e pensar em novas possibilidades do uso de jogos, em ambientes digitais ou não, é algo que conseguimos pensar para pesquisas futuras.

Concordamos com Cury (2008) quando é afirmado que existe a possibilidade de transição entre a utilização dos erros. De acordo com o Quadro 1 (página 22) percebemos que durante a aplicação da pesquisa aconteceu a *remediação* quando houve a análise para compreender o que houve de errado, de forma a realizar criação do jogo com sucesso. A *descoberta* também ocorreu, pelo monitoramento dos trabalhos dos alunos pudemos observar potenciais enganos. Ambas ocorrências sobre a realização de uma tarefa matemática específica, a criação do jogo.

Os erros e resultados intrigantes podem motivar pesquisas em novas direções e desenvolver novas tarefas matemáticas. Seguir pesquisando sobre jogos e vantagens que esses possam oferecer no ensino da matemática é um desejo que com certeza nos acompanhará pelos nos novos caminhos que se abrem ao final dessa etapa.

Referências

ALMEIDA, P. N. **Língua portuguesa e ludicidade: ensinar brincando não é brincar de ensinar**. São Paulo, 2007.

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

BORIN, J. **Jogos e resolução de problemas: uma estratégia para as aulas de matemática**. 3.ed. São Paulo: IME/USP, 1998.

CURY, H. N. **Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

D'AMBRÓSIO, U. **Matemática, ensino e educação: uma proposta global**. Temas & Debates, São Paulo, 1991.

DALLA VECCHIA, R. **A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético**. São Paulo, 2012.

HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. 4. Ed. São Paulo: Perspectiva, 2000. Disponível em: <http://jnsilva.ludicum.org/Huizinga_HomoLudens.pdf>. Acesso em 15/11/2019.

KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil**. São Paulo: Pioneiro, 1994.

MALTEMPI, M. V. **Novas tecnologias e construção de conhecimento: reflexões e perspectivas**. In: Congresso Ibero-Americano De Educação Matemática. Porto, Portugal: [s.n.], 2005.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

ROSA, M. **Role playing game eletrônico:** uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar matemática. Rio Claro: UNESP, 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

SÁPIRAS, F. S.; DALLA VECCHIA, R.; MALTEMPI, M. V. **Utilização do Scratch em sala de aula.** In: Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v.17, n.5, pp. 973 – 988, 2015.

VALENTE, J. A. **O Professor no Ambiente Logo: Formação e Atuação.** Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1995.

Apêndice A – Os códigos completos

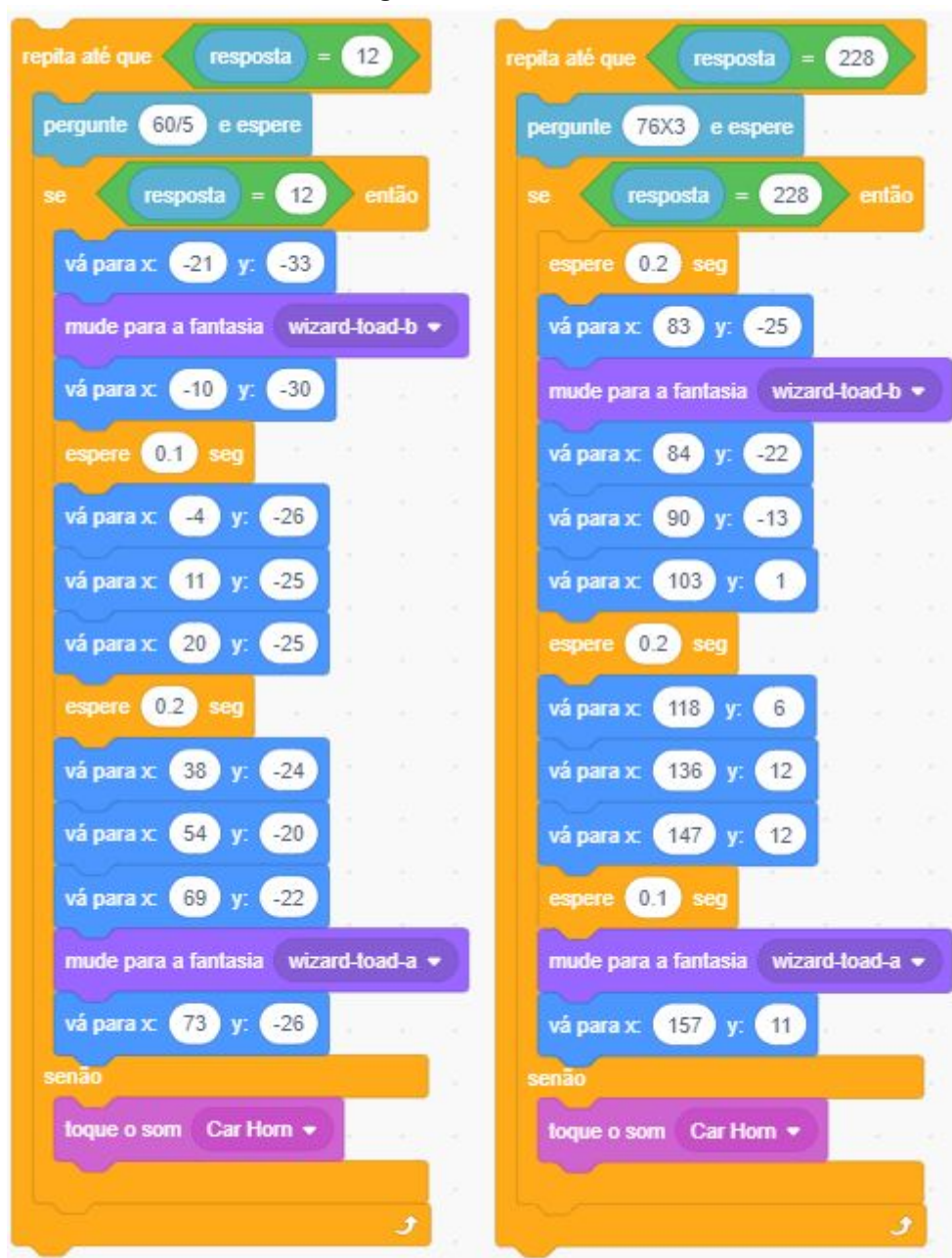
A.1 - Grupo 3

Figura 28 - Parte 1 e 2



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Figura 29 - Parte 3 e 4



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

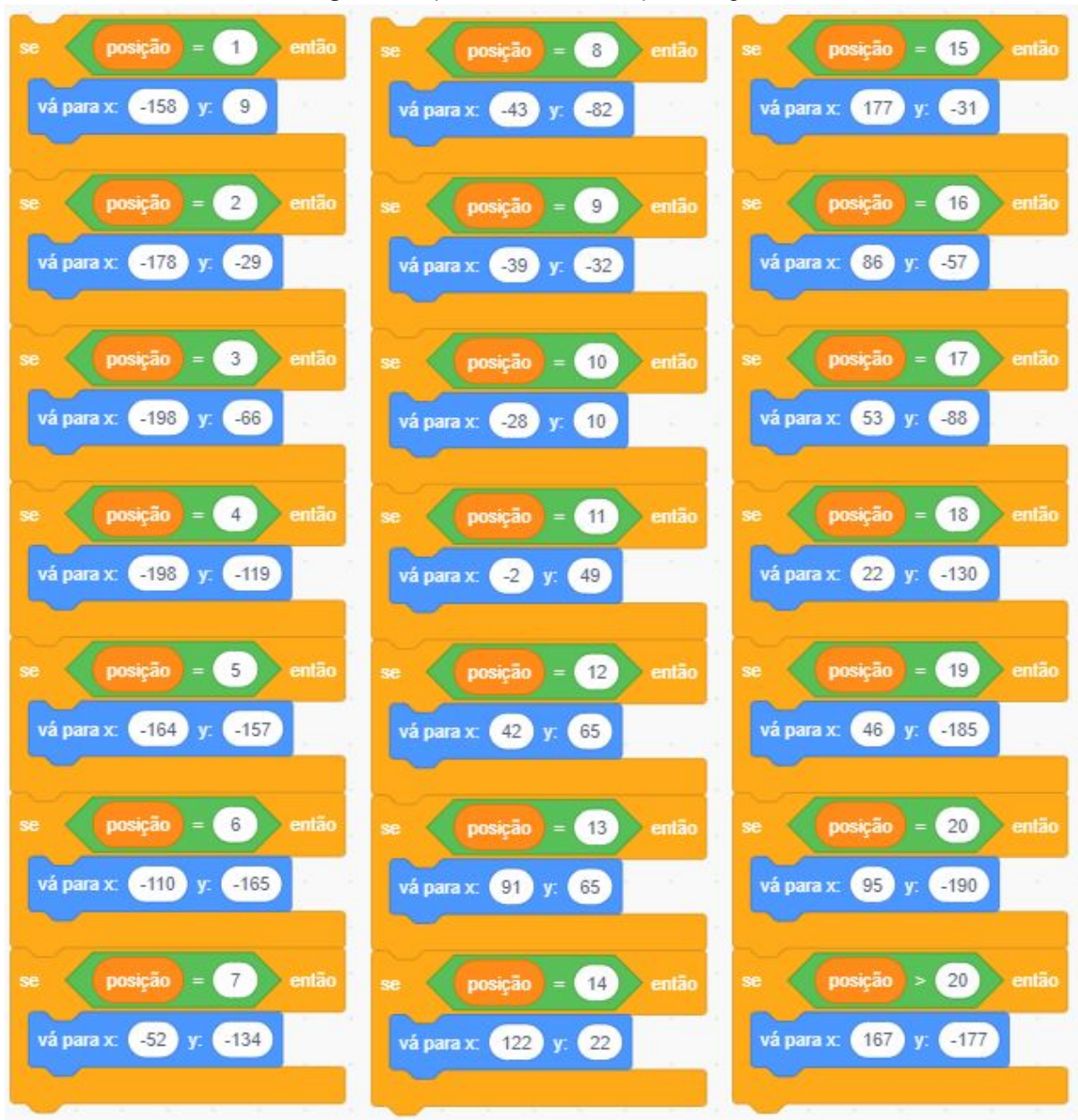
Figura 30 - Parte 5



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

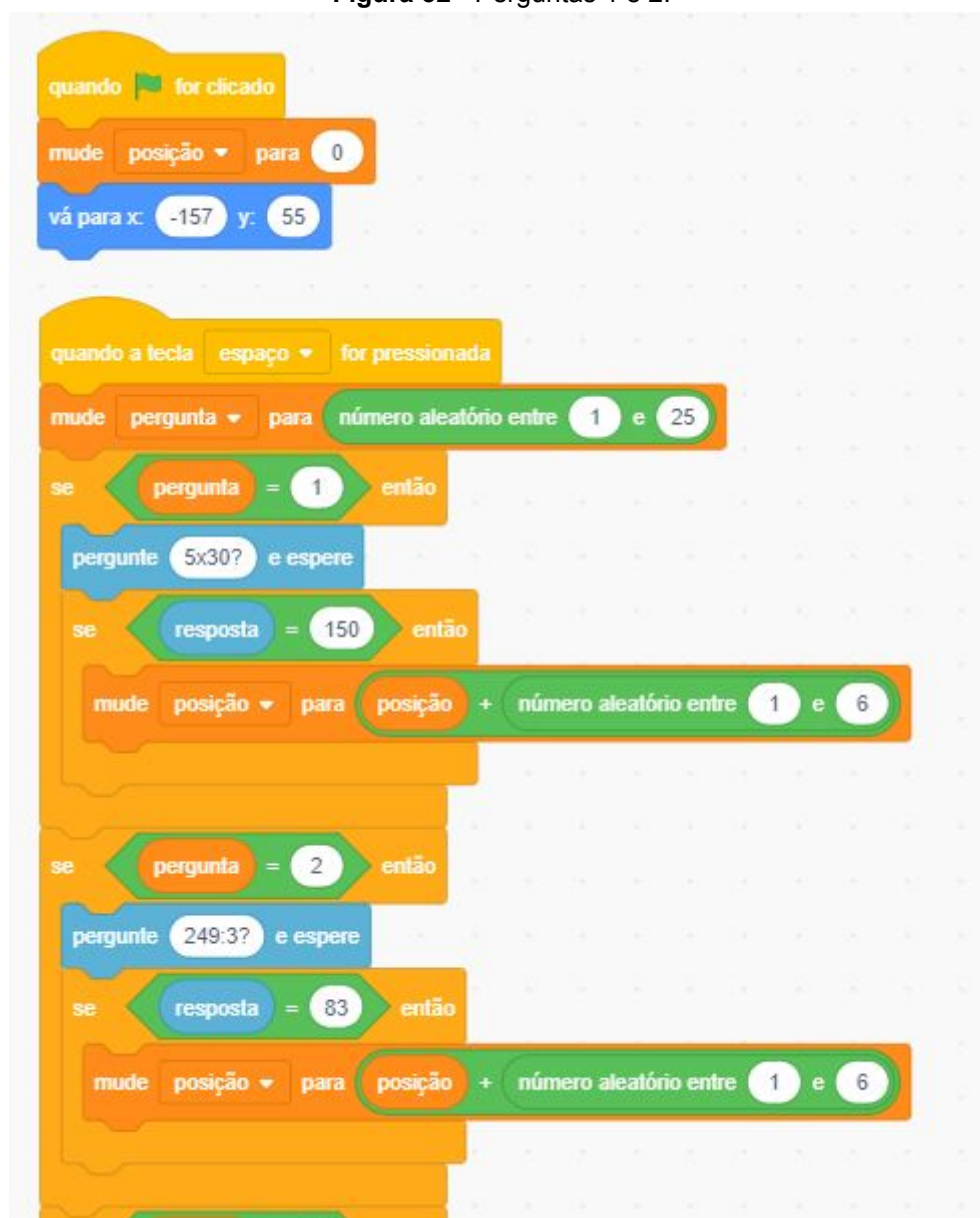
A.2 - Grupo 6

Figura 31 - posicionamento do personagem.



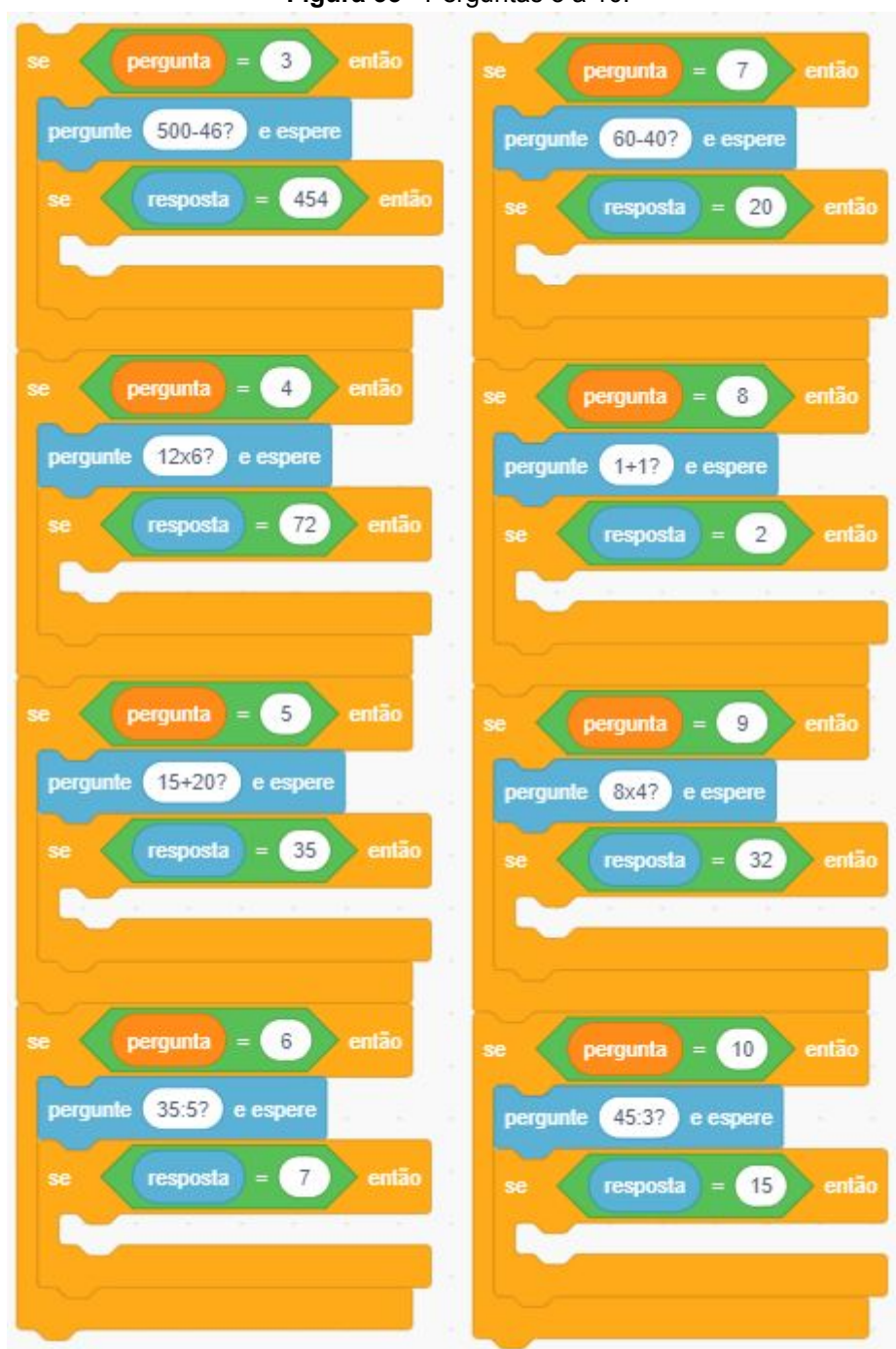
Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Figura 32 - Perguntas 1 e 2.



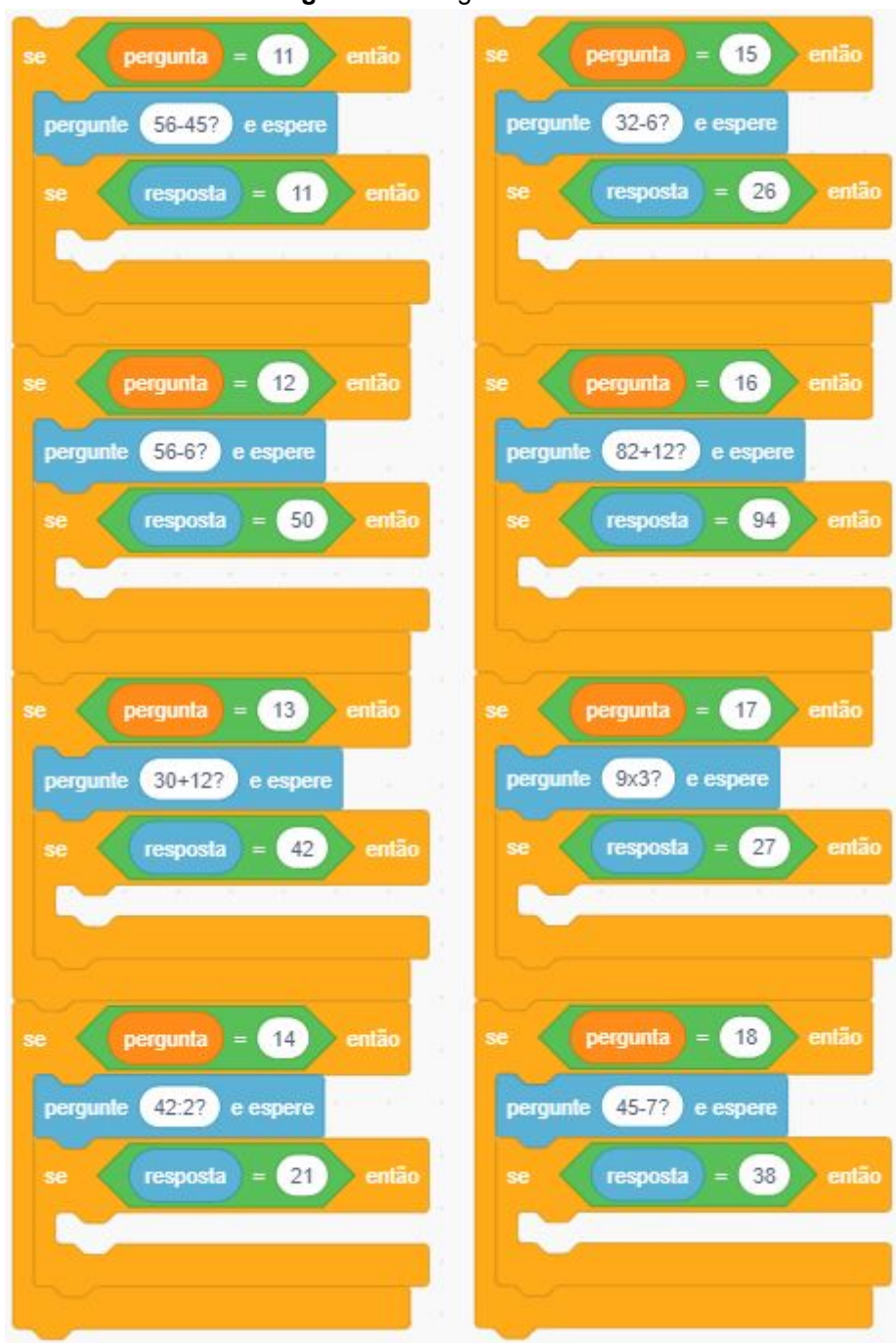
Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Figura 33 - Perguntas 3 a 10.



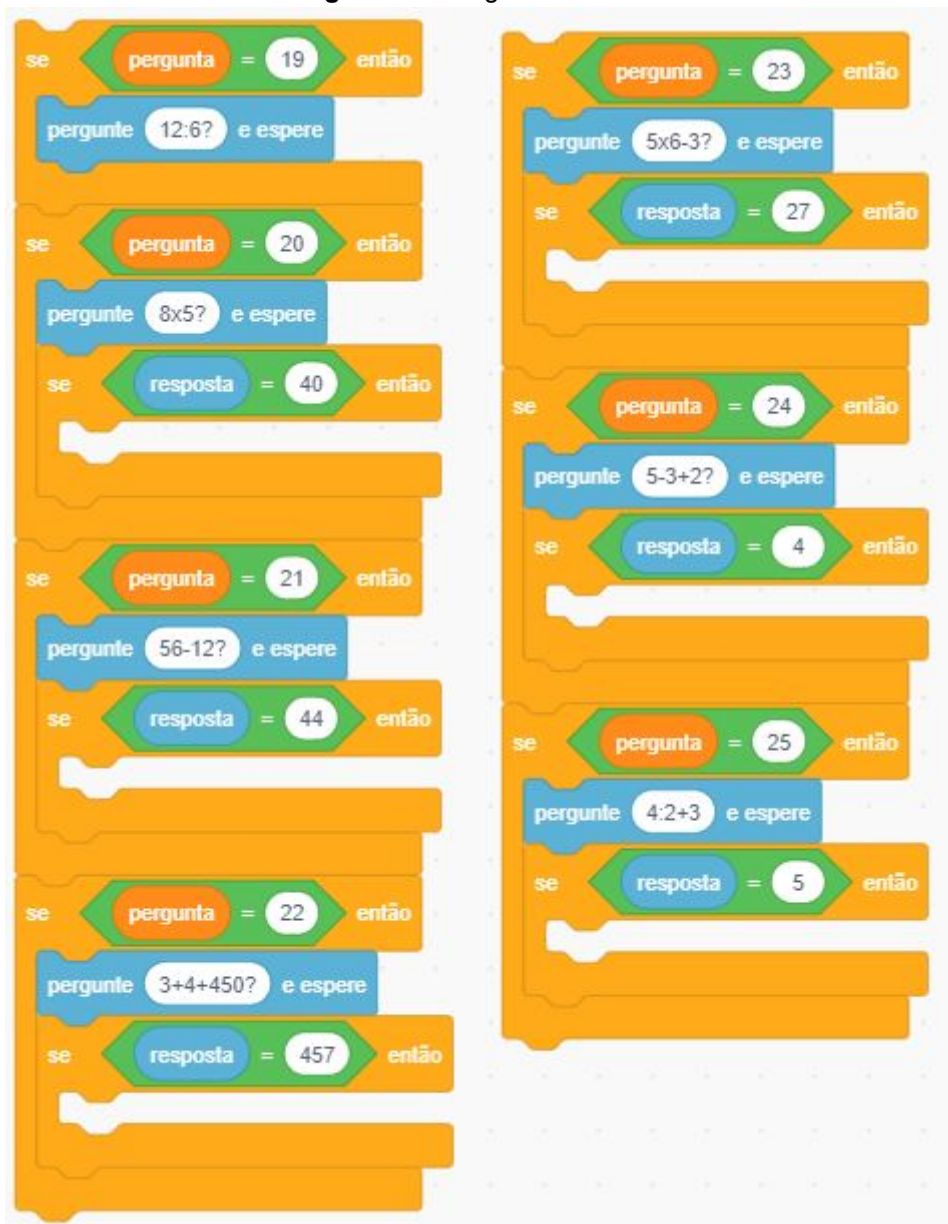
Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Figura 34 - Perguntas 11 e 18.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Figura 35 - Perguntas 19 e 25.



Fonte: captura de tela feita pelo autor.

Apêndice B – Planos de Aula

Neste apêndice, está incluído o plano de aula elaborado para a disciplina obrigatória de Estágio em Educação Matemática III que serviu de guia para a realização das atividades na Escola Técnica Estadual Irmão Pedro. Destas atividades surgiram os dados produzidos descritos e analisados no presente trabalho.

Escola Técnica Estadual Irmão Pedro
Estagiário: Guilherme Bernardino Cunha
Supervisora: Suzana Heinzelmann Bertoletti
Orientadora de Estágio: Andreia Dalcin
Orientador de TCC: Rodrigo Dalla Vecchia
Dias: Segunda, Terça e Sexta
Turno: Tarde
Ano: 1º ano do Ensino Médio
Turmas: 101, 102, 103 e 104

**Planejamento para as semana 5 e 6
14/10/2019 até 25/10/2019**

Tempo estimado: 8 períodos (8x30min ou 4h) com cada turma.

Temática do Projeto: “SCRATCH & JOGOS: OPERAÇÕES BÁSICAS DA MATEMÁTICA NO PLANO CARTESIANO”

Objetivo geral:

Construir um jogo usando o Scratch no qual as peças/personagens se locomovam na tela (tabuleiro) com o uso de operações básicas da matemática.

Objetivo das aulas:

A criação de jogos, por parte dos alunos, utilizando operações básicas da matemática dentro do plano cartesiano.

Objetivos específicos:

Explorar as potencialidades de jogos na educação matemática básica.

Objetivos de aprendizagem/habilidades:

Construção de jogos.

Conteúdos matemáticos envolvidos:

Operações básicas.

Procedimentos (descrição detalhada das atividades que serão desenvolvidas):

Primeiro período:

- Apresentação do software Scratch aos alunos, assim como tutoriais iniciais para manuseio do mesmo (<https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tutorial=getStarted>), também será apresentado um jogo, construído pelo professor nos moldes do projeto (<https://scratch.mit.edu/projects/323811518/>).

Segundo ao sétimo período:

- Criação e desenvolvimentos dos jogos, em grupos de até 5 pessoas.

Oitavo período:

- Os alunos devem jogar os jogos dos colegas para apresentação de seus projetos.

Recursos: sala de informática com acesso à internet.

Avaliação: será realizada de acordo com os jogos que forem criados pelos alunos, espera-se que eles consigam criar (ainda que com dificuldades que devem aparecer ao longo do projeto) um jogo que utilize de operações básicas para a locomoção de peças/personagens.

Anexos:

Projetos já criados com o uso do Scratch: <https://scratch.mit.edu/explore/projects/all>

Ideias e tutoriais sobre Scratch: <https://scratch.mit.edu/ideas>

Apêndice C – Termo de Consentimento

Neste apêndice apresentamos o Termo de Consentimento Informado, que foi assinado pelos pais ou responsáveis autorizando a utilização dos dados coletados durante a prática a fim de realizar essa pesquisa.

Eu, _____, R.G. _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____, da turma _____, declaro, por meio deste termo, que concordei em que o(a) aluno(a) participe da pesquisa intitulada "SCRATCH & JOGOS: OPERAÇÕES BÁSICAS DA MATEMÁTICA NO PLANO CARTESIANO", desenvolvida pelo pesquisador Guilherme Bernardino Cunha. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada/orientada por Rodrigo Dalla Vecchia, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, através do e-mail rodrigovecchia@gmail.com.

Tenho ciência de que a participação do(a) aluno(a) não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais, são:

- Perceber as dificuldades dos alunos sobre operações básicas.
- Explorar as potencialidades de jogos na educação matemática básica.
- Criação de jogos, por parte dos alunos, utilizando operações básicas da matemática dentro do plano cartesiano

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações oferecidas pelo(a) aluno(a) será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), identificadas apenas pela inicial de seu nome e pela idade.

A colaboração do(a) aluno(a) se fará por meio de entrevista/questionário escrito etc, bem como da participação em oficina/aula/encontro/palestra, em que ele(ela) será observado(a) e sua produção analisada, sem nenhuma atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas. No caso de fotos, obtidas durante a participação do(a) aluno(a), autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários etc, sem identificação. A colaboração do(a) aluno(a) se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado.

Estou ciente de que, caso eu tenha dúvida, ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar o(a) pesquisador(a) responsável no endereço Rua Domingos Martins, xxx, Porto Alegre, telefone (51) 99641xxxx ou e-mail guibe.cunha@gmail.com.

Fui ainda informado(a) de que o(a) aluno(a) pode se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Porto Alegre, ____ de _____ de 2019.

Assinatura do Responsável:

Assinatura do(a) pesquisador(a):

Assinatura do Orientador da pesquisa: