



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Construindo os Painéis de Athos Bulcão de Bloco em Bloco: Um jogo educativo multidisciplinar para o ensino de programação

Gustavo Arcanjo Silva

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Engenharia da Computação

Orientadora
Prof.^a Dr.^a Fernanda Lima

Brasília
2015

Universidade de Brasília — UnB
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Curso de Engenharia da Computação

Coordenador: Prof. Dr. Ricardo Zelenovsky

Banca examinadora composta por:

Prof.^a Dr.^a Fernanda Lima (Orientadora) — CIC/UnB

Prof.^a Dr.^a Carla Denise Castanho — CIC/UnB

Prof. Dr. Tiago Barros Pontes e Silva — DIN/UnB

CIP — Catalogação Internacional na Publicação

Silva, Gustavo Arcanjo.

Construindo os Painéis de Athos Bulcão de Bloco em Bloco: Um jogo educativo multidisciplinar para o ensino de programação / Gustavo Arcanjo Silva. Brasília : UnB, 2015.

150 p. : il. ; 29,5 cm.

Monografia (Graduação) — Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

1. jogo educacional, 2. avaliação, 3. ensino de computação

CDU 004

Endereço: Universidade de Brasília
Campus Universitário Darcy Ribeiro — Asa Norte
CEP 70910-900
Brasília-DF — Brasil

Dedicatória

Dedico os frutos desse trabalho aos jovens estudantes, em especial, à minha sobrinha Isadora. Espero que possam experimentar um ensino lúdico, atualizado e significativo.

Dedico, também, esta conquista à todos que me ajudaram nesta longa jornada, principalmente, aos meus pais, Lucimar e Miguel.

Afinal, como já diziam os filósofos — meu pai e meu avô Coruja:

“O sabor de uma vitória depende da intensidade da luta!”

Agradecimentos

Esse trabalho é um importante marco na minha história, não somente porque com ele eu me torno um Engenheiro de Computação formado pela UnB, mas, porque, nesse momento, eu me sinto como se estivesse me tornando um verdadeiro *designer* de jogos. Poucos têm o privilégio de seguir a profissão que sonharam quando crianças, portanto, não posso deixar de prestar minhas homenagens e humildes agradecimentos a todos que me ajudaram a chegar até aqui:

Antes de todos, à professora Fernanda Lima, por ter me guiado nesses últimos anos de pesquisa. Muito obrigado por me ajudar a lembrar a importância dos jogos no meu aprendizado e por me incentivar a repassar experiências lúdicas e ricas aos outros.

À Universidade de Brasília, pela oportunidade de aprender as ferramentas necessárias ao meu ofício, pelas experiências e portas que foram abertas nos últimos anos. Obrigado também pelos amigos que tanto ajudaram em semanas de prova e trabalhos.

Aos responsáveis pelo “Projeto Mendel”, onde tive o prazer de ter a primeira experiência com jogos educacionais. Em especial, agradeço à Daiara, que me ajudou, não apenas neste Projeto de Extensão, mas também em vários momentos da concepção do jogo que é fruto desse trabalho.

À solícita Valéria Cabral, representante da Fundação Athos Bulcão, por nos ter dado uma aula sobre as obras desse grande artista, a quem eu agradeço muitíssimo pela inspiração.

Ao Laboratório ITAE e ao Jorge Pereira, pela oportunidade de poder unir automação e criatividade em um jogo-experiência memorável onde pude até realizar uma vontade antiga — dublar personagens do nosso jogo.

Aos envolvidos na criação da matéria de Introdução ao Desenvolvimento de Jogos, principalmente, aos professores Tiago Barros e Carla Castanho. Agradeço também aos colegas Wellington, Pedro e Marcelo por terem criado comigo o B.L.O.B., o jogo que eu sempre quis jogar e que foi fundamental para que eu conseguisse meu primeiro trabalho na área.

Aos colegas da Fira Soft, pela experiência profissional e o aprendizado técnico nas várias ferramentas necessárias à implementação desse trabalho. Distintamente, agradeço

ao colega JP Nogueira pela ajuda com o mapa do jogo.

Aos professores e funcionários do Colégio Maristinha, por, antes, terem me dado a base necessária para ver o mundo de forma crítica e, desde o início da implementação desse jogo, por cederem ajuda com os testes e com seus olhares de educadores.

Aos meus amigos e amigas, especialmente: Ana Beatriz, Beatriz e Anne. Serei eternamente grato por vocês terem compartilhado comigo o universo dos jogos, as brincadeiras e as aulas do Ensino Fundamental. Principalmente, meu muito obrigado à Anne, que topou o desafio de ajudar com a arte do jogo e deu vida aos personagens.

Ao meu amado Rodrigo, que me apoiou durante toda essa jornada acadêmica. Sua ajuda, desde os testes com protótipos até a revisão do texto, foram fundamentais para a conclusão desse trabalho. Eu já aprendi muito com você e espero que você tenha aprendido algo útil com esse jogo.

À saudosa vó Guta (*in memoriam*), grandiosa professora. Obrigado por ter dado sido o exemplo da educadora que você foi, esse efeito se propaga de geração em geração. Você, minhas tias, minha mãe e minha irmã Ana Carolina me serviram de inspiração para tentar educar, à minha maneira.

À minha sobrinha-irmã, Amanda e meu irmão Augusto, por todos os jogos e brincadeiras durante a nossa infância. Com vocês eu aprendi o real significado da palavra “diversão”.

À minha irmã, Ana Paula “dinda”, por ajudar na minha criação junto aos meus pais, Lucimar e Miguel, que pelo estudo, coragem e dedicação puderam conquistar tudo o que foi dado a mim e meus irmãos. Muito obrigado pelo amor, paciência e, principalmente, por me apoiarem nas minhas escolhas, permitindo que eu trilhe o meu próprio caminho.

Resumo

Diante do déficit de profissionais na área de TI e a popularidade dos jogos, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo e uma forma de averiguar se este jogo virtual educativo é uma ferramenta adequada para ensinar a programação no Ensino Fundamental brasileiro e motivar os alunos quanto a esse tema. Para tanto, fez-se o relato da concepção, desenvolvimento e avaliação de um jogo educacional multidisciplinar de computação e matemática para alunos do 5º ano. Neste jogo, painéis de azulejos criados pelo artista Athos Bulcão devem ser montados utilizando uma linguagem de programação visual inspirada no *Scratch*. Além do jogo, foi desenvolvida uma ferramenta de telemetria, para que fosse possível avaliar o conhecimento adquirido pelos jogadores. A fim de validar o método, foi feita a aplicação do jogo desenvolvido e de um questionário a voluntários de diversas áreas e a uma turma de 5º ano. Os resultados obtidos mostram que foi possível avaliar o conhecimento dos jogadores por meio da análise das suas sessões de jogo. Ademais, o método utilizado motivou os alunos quanto ao conteúdo de computação.

Palavras-chave: jogo educacional, avaliação, ensino de computação

Abstract

Considering the lack of IT professionals in Brazil and the popularity of games, this research proposes the development of a game and a way to identify whether this educational computer game is an adequate tool to teach programming in this country's primary education and motivate students to keep on learning about computing. In order to do that, the design, development and assessment of a multidisciplinary educational game which teaches computing and math to Brazil's 5th graders was reported. In this game, the players must recreate Athos Bulcão's tile panels using a visual programming language inspired by Scratch. Besides, a telemetry tool was developed so that the knowledge acquired by the students could be assessed. In order to validate this method, the game was tested with volunteers from different areas of knowledge and a class of the intended grade. Furthermore, a questionnaire was answered by them also with the purpose of validation. The obtained results show that it was possible to assess the players' knowledge through the analysis of the game sessions logs. Moreover, the educational game was successful to make students more interested in computer science.

Keywords: educational game, assessment, computer science education

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Motivação	1
1.2	Problema	4
1.3	Objetivos	5
2	Referencial Teórico	6
2.1	Jogos	6
2.1.1	Jogos Educativos	6
2.1.2	<i>Epistemic Games</i>	7
2.2	<i>Design</i> de Jogos Educativos	8
2.2.1	<i>Framework</i> para Análise e <i>Design</i> de Jogos Educativos	9
2.2.2	<i>Flow</i>	11
2.3	Avaliação	11
2.3.1	Avaliação do Jogo	11
2.3.2	Avaliação dos Jogadores	12
2.4	Conteúdo Educacional Explorado no Jogo	13
2.4.1	Conteúdo de computação	14
2.4.2	Conteúdo de matemática	23
3	Proposta e Concepção	28
3.1	Proposta	28
3.2	Concepção	29
3.2.1	Conteúdo Educacional do Jogo	29
3.2.2	Mecânicas, Dinâmicas e Estéticas	35
3.2.3	Referências de Arte	38
4	Implementação e Avaliação	41
4.1	Implementação	41
4.1.1	Protótipos Iniciais	41
4.1.2	Protótipo de Teste	44

4.1.3	O Jogo	50
4.1.4	Telemetria: Implementação para Avaliação	65
4.2	Avaliação	67
4.2.1	Teste com as Professoras	68
4.2.2	Testes Remotos	69
4.2.3	Teste com o 5º Ano	72
4.2.4	<i>TO DO</i> : Para Fazer	74
5	Considerações Finais	80
5.1	Conclusões	80
5.2	Trabalhos Futuros	81
	Referências	82
	Apêndice	87
A	Lista de temas do 5º ano e Anos Finais do Ensino Fundamental com equivalentes no <i>Common Core Mathematics Standards</i>	88
B	Lista de conteúdos de matemática do 5º ano do Ensino Fundamental com equivalentes no <i>Common Core Mathematics Standards</i>	90
C	Lista de conteúdos de matemática dos Anos Finais do Ensino Fundamental	94
D	Tabela de <i>brainstorming</i> de possíveis mecânicas relacionadas aos conteúdos multidisciplinares	104
E	Tabela de estéticas com possíveis mecânicas relacionadas aos objetivos educacionais	106
F	Instruções e regras do protótipo em papel descrito na Subseção 4.1.2	108
G	Relato de teste do protótipo descrito na Subseção 4.1.2 com professoras de 5º ano	114
H	Exemplo original, em inglês, do <i>log</i> gerado pelo usuário fictício Athos. É possível observar o que foi feito do fim do passo 10 do 1º tutorial até o fim do passo 4 do 2º tutorial	116

I	Relato de teste do presencial com professoras de 5º ano, o primeiro descrito na Subseção 4.2.1	117
J	Questionário aplicado aos alunos do 5º ano	119
K	Planejamento inicial dos tutoriais, cuja implementação não foi feita	134

Lista de Figuras

2.1	Tela da primeira atividade do HoC 2013 ¹	20
2.2	2ª fase do 2º capítulo do jogo <i>The Foos</i>	22
2.3	Tela do jogo <i>Kodable</i>	22
3.1	Legenda relativa ao progresso realizado nas atividades da <i>Code.org</i>	32
3.2	Progresso do aluno do 5º ano no primeiro teste com atividades da <i>Code.org</i>	32
3.3	Progressos dos alunos na primeira fase jogada no segundo teste com atividades da <i>Code.org</i>	33
3.4	Progresso do alunos na segunda fase jogada no segundo teste com atividades da <i>Code.org</i>	33
3.5	Exemplo do painel de azulejos do Parque da Cidade Sarah Kubitschek, demonstrando o padrão de composição em comparação com o real	37
3.6	Exemplo de painéis que seguem esquemas predefinidos	38
3.7	Algumas das imagens de referência.	39
3.8	Mapa do PLANO PILOTO DE BRASÍLIA com a localização das obras de Athos Bulcão. Laura Gorski. 2010.	40
3.9	Escala de cores para azulejo. Foto por Patrick Grosner, balanço do branco feito pelo autor. Sem data. Acervo Fundação Athos Bulcão.	40
4.1	Protótipo em papel para simular a composição de formas complexas com outras mais simples.	42
4.2	As 10 resoluções mais utilizadas em <i>tablets</i> no Brasil, de 2010 a 2015 ²	42
4.3	Protótipo inicial para a disposição de elementos da interface ³	43
4.4	Exemplos de formas e painéis gerados de forma manual com um protótipo.	44
4.5	Referências de uma célula onde partes dos materiais podem ser posicionadas.	46
4.6	Exemplo de uso dos comandos de papel para a descrição da forma recortada, localizada no canto superior direito dessa imagem.	47
4.7	Exemplo de uso do protótipo de programação visual com os comandos para posicionamento de azulejos visíveis.	48

4.8	Instruções do protótipo virtual para o desenho da forma localizada no canto superior direito da Figura 4.6	49
4.9	Personagem Athos Bulcão. Todos personagens apresentam três expressões diferentes para demonstrar emoções e passar informações aos jogadores . . .	50
4.10	Personagens Lifs Lifs e Lufs Lufs	51
4.11	Imagens do marcador, que executa ações codificadas com os blocos e verifica o esquema de composição	52
4.12	<i>Wireframe</i> da tela de jogo onde os painéis de azulejo são montados.	53
4.13	<i>Wireframe</i> da tela de jogo onde os azulejos são desenhados.	53
4.14	Tela demonstrando o ateliê do Athos Bulcão, onde azulejos podem ser colocados livremente no painel.	54
4.15	Bloco “Selecionar cor do molde” e as opções de cores da paleta de Athos Bulcão.	56
4.16	Solução do 5º passo do Tutorial 2 com blocos “Repetir” aninhados. Representando a equação $(7 \times 2) + 1 = 15$ execuções do bloco “Avançar”.	57
4.17	Estado inicial do Tutorial 1, na SQS 308.	58
4.18	Estado inicial do Tutorial 2, no Brasília Palace Hotel.	61
4.19	Mapa do jogo, com elementos feitos por João Paulo “JP” Nogueira.	63
4.20	Informações de seleção das fases que utilizam o painel da SQS 308.	64
4.21	Exemplo traduzido do <i>log</i> gerado pelo usuário fictício Athos. É possível observar o que foi feito do fim do passo 10 do 1º tutorial até o fim do passo 4 do 2º tutorial.	77
4.22	Resumo dos jogadores que participaram dos testes remotos.	78
4.23	Dados estatísticos para comparar os jogadores.	79

Lista de Tabelas

1.1	Tabela de matrículas e concluintes dos cursos de TIC ⁴	2
2.1	Tabela de temas dos CCMS	27
2.2	Tabela de temas da Prova Brasil (PB) e relação com os CCMS	27
2.3	Tabela de temas do 5º ano do Currículo em Movimento da SEDF e relação com os CCMS	27
2.4	Tabela de temas do 5º ano do Colégio MDU e relação com os CCMS . . .	27
3.1	Exemplo retirado da tabela de mecânicas (Apêndice D)	35
4.1	Tabela de correlações entre proficiências e erros	72

Lista de Abreviaturas e Siglas

- CC** Ciência da Computação. 1, 2, 4, 15–17, 28, 30
- CCMS** *Common Core Mathematics Standards*. 23, 26, 27, 30–32
- CCSS** *Common Core State Standards*. 26, 80
- CSS** *Computer Science Standards*. 14, 15, 17, 19, 31, 35, 36
- CSTA** *Computer Science Teachers Association*. 14, 15, 19, 31, 35
- ECD** *Evidence-Centered Design*. 13
- GBL** *Game Based Learning*. 4, 7, 13
- GEQ** *Game Engagement Questionnaire*. 70, 71, 74, 75
- HoC** *Hour of Code*. 2, 19–21, 45, 52
- Inep** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. 1, 2, 23, 25
- MDA** Mecânicas, Dinâmicas e Estéticas. 9, 10, 35
- MDU** Marista Diocesano de Uberaba. 23, 25, 26, 29, 30
- PB** Prova Brasil. 23–26, 29, 31, 34
- SEDF** Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. 23–26, 29, 30, 50
- SQS** Superquadra Sul. 44, 52, 58, 63
- TI** Tecnologia da Informação. 1, 2, 4, 29, 81
- TIC** Tecnologia da Informação e Comunicação. 1, 3
- UnB** Universidade de Brasília. 14, 31, 72

Capítulo 1

Introdução

1.1 Motivação

Não há dúvidas de que o crescimento nas áreas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) foi significativo no final do século XX e início do século XXI, algo que pode ser ilustrado pelas leis de Moore¹ e de Nielsen². Esse crescimento de capacidade computacional e velocidade da internet refletem, também, numa maior utilização e disponibilidade de serviços de TIC no Brasil³, apoiados por programas de governo⁴.

Essa popularização eleva a necessidade de pessoas capacitadas para trabalhar nas diversas áreas da Ciência da Computação (CC), porém, o número de concluintes nos cursos de TIC são muito baixos em relação ao número de matriculados⁵ e à demanda por funcionários atual[19]. Esse número é ainda mais preocupante quando se observa o crescimento previsto para o setor⁶.

A magnitude da evasão pode ser vista nos dados de matriculados e concluintes na Educação Superior, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) em 2013 (Tabela 1.1). Neles, é possível observar que a porcentagem de concluintes nos principais cursos de Tecnologia da Informação (TI), em geral, se encontram abaixo da média.

As principais razões para esse fato estão relacionados com deficiências de conhecimentos necessários às áreas das exatas — sobretudo em matemática —, número de ingressos

¹Moore previu, em 1965, que a capacidade computacional — relativa ao número de transistores que poderiam ser colocados em um circuito integrado — dobraria a cada 2 anos: https://en.wikipedia.org/wiki/Moore's_law.

²Nielsen previu, em 1998, que a velocidade da internet para usuários finais — dependente da largura de banda — aumentaria em 50% por ano: <http://www.nngroup.com/articles/law-of-bandwidth/>

³ftp://ftp.ibge.gov.br/Acesso_a_internet_e_posse_celular/2013/pnad2013_tic.pdf.

⁴Por exemplo, o decreto n.º 7.175/2010, o Programa Nacional de Banda Larga (PNBL).

⁵<http://www.brasscom.org.br/brasscom/Portugues/download.php?cod=353>.

⁶<http://www.brasscom.org.br/brasscom/Portugues/detInstitucional.php?codArea=3&codCategoria=48#collapse72>.

Curso	Matrículas (N)	Concluintes (N)	Concluintes (%)
Ciência da Computação	121,398	14,569	12.00
Engenharia de computação	24,925	1,735	6.96
Engenharia de redes de comunicação	270	10	3.70
Engenharia de telecomunicações	4,710	460	9,77
Engenharia eletrônica	7,430	603	8,12
Todos cursos	6,152,405	829,938	13,5

Tabela 1.1: Tabela de matrículas e concluintes dos cursos de TIC⁷

inferior à quantidade de vagas oferecidas[31] e dificuldade dos cursos, possivelmente graças ao nível de abstração necessário para o entendimento de programação[18]. Por isso, acreditamos que, para frear a evasão desses cursos e aumentar o número de profissionais, mudanças imediatas são necessárias, principalmente, na Educação Básica.

O crescimento da área e a falta de profissionais não são questões específicas do Brasil⁸ e, por isso, esforços internacionais e mundiais têm sido realizados com a intenção de solucionar esse problema, por exemplo: aulas *online* são disponibilizadas de forma gratuita^{9,10,11}; currículos para o ensino de computação na Educação Básica surgem[38]; a CC passa a ser parte integrante de currículos nacionais¹²; e o maior evento de aprendizagem da história ocorre, com o apoio das maiores empresas de TI do mundo, e ensinando, em uma semana, cerca de 15 milhões de pessoas por meio de jogos traduzidos para mais de 30 idiomas¹³.

No Brasil, também observamos esforços de acadêmicos[15, 5, 18], organizações¹⁴ e empresas^{15,16}. Além disso, existem cursos de Licenciatura em Computação, cujo objetivo é a introdução do pensamento computacional e algorítmico, bem como o ensino de CC,

⁷Informações obtidas nas tabelas 5.2 e 6.2 das Sinopses Estatísticas da Educação Superior - Graduação de 2013, feita pelo Inep. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse/>

⁸Estudos estimam que em 2020, nos EUA, haverá mais de 1 milhão de vagas no setor: <https://code.org/stats>

⁹*Khan Academy*: <https://pt.khanacademy.org/computing/computer-programming>.

¹⁰*Codecademy*: <http://www.codecademy.com/>.

¹¹*Coursera*: <https://www.coursera.org/courses?query=programming>.

¹²Em 2014, no Reino Unido, a CC se tornou matéria obrigatória nos ensinos primário e secundário: <http://www.bbc.com/news/technology-29010511>.

¹³*Hour of Code* (HoC): <http://hourofcode.com/br>.

¹⁴Inúmeras parcerias internacionais pela Fundação Lemann: <http://www.fundacaolemann.org.br/uploads/arquivos/Relat%C3%B3rio%20Anual%202014%20Funda%C3%A7%C3%A3o%20Lemann.pdf>.

¹⁵Programa promovido pela Fundação Telefônica Vivo: <http://www.telefonica.com.br/servlet/Satellite?c=Noticia&cid=1386094764597&pagename=InstitucionalVivo%2FNoticia%2FLayoutNoticia01>.

¹⁶Programa Brasil Mais TI da Softex em acordo com o governo federal: <http://www.brasilmaisti.com.br/index.php/pt/>

nos níveis da Educação Básica¹⁷. Contudo, há pouca previsão para ensino desse conteúdo nos documentos que regem o Ensino Fundamental e Ensino Médio¹⁸. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) das 5^a–8^a séries, por exemplo, o ensino de programação é mencionado no volume 01 — na parte que trata da possibilidade de utilização das TICs para aprender e pensar de novas formas —, mas não como parte do currículo. Inclusive, a parte 2 (Linguagens, Códigos e suas Tecnologias) dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) de 2000 tem, em um capítulo intitulado “Conhecimentos em Informática”, o seguinte trecho:

“Será que a inserção da informática na cultura de modernas sociedades implica no aprendizado de técnicas de programação ou do funcionamento de circuitos eletrônicos? Uma resposta positiva a essa questão seria equivocada quanto ao que é fundamental na idéia de ‘cultura informática’.

A experiência nesse campo envolve o conhecimento do universo dos computadores, o que não implica numa prática técnica, reservada aos profissionais da área [...]”¹⁹

Entretanto, como observado anteriormente, o entendimento do conhecimento de programação como algo muito técnico — reservado aos profissionais da área e com ensino apenas em instituições de nível superior — tem sido alterado em consequência das transformações no cotidiano provenientes do uso das novas tecnologias e da linguagem digital.

Nos dias de hoje, é preciso que o profissional seja criador de conteúdo, e não “mero receptor passivo de informações”²⁰. Também há a necessidade de trabalhar questões como segurança, privacidade e direitos autorais no contexto da internet[38], de ensinar o pensamento computacional[11] e o raciocínio lógico para as novas gerações²¹, o que é passível de ser feito por meio do ensino de computação.

Mesmo assim, outros problemas surgem no contexto das escolas brasileiras. Empecilhos como carga horária elevada no Ensino Básico, a falta de internet, falta de equipamentos, de treinamento dos professores e de profissionais responsáveis pelos laboratórios de informática foram reportados como problemas que dificultam o uso de computadores nas escolas brasileiras[3, 28, 23, 35].

¹⁷Mais informações no Art. 13^o e 14^o do seguinte documento: http://www.sbc.org.br/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=195&task=finish&cid=186&catid=36.

¹⁸São esses os Parâmetros Curriculares Nacionais, as Diretrizes Curriculares Nacionais e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

¹⁹Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14_24.pdf

²⁰PCNEM+, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/linguagens02.pdf>.

²¹<http://blogs.odiario.com/carlossica/2011/10/07/ciencia-da-computacao-no-ensino-medio/>

1.2 Problema

Então, enquanto não existe previsão para que seja instituído um currículo mais dedicado ao ensino de computação no Ensino Básico brasileiro — sobretudo no Ensino Fundamental — e considerando os desafios encontrados, questiona-se: como podemos desmistificar o ensino da computação, a fim de motivar jovens que se encontram no Ensino Básico a seguir carreira na área de Tecnologia da Informação e reduzir os índices de evasão no Ensino Superior, contribuindo para que os estudantes atuais possam desenvolver habilidades necessárias para século XXI?

Uma sugestão de resposta para parte da questão apresentada se encontra no uso de técnicas de motivação associadas à aprendizagem baseada em jogos — *Game Based Learning* (GBL) — para reduzir a quantidade de desistências em matérias iniciais de cursos superiores de TI[45].

Recentemente, os jogos educacionais virtuais tornaram-se um tema de destaque em pesquisas científicas, nas áreas da CC e da educação. Isso porque, primeiramente, tem se observado uma tendência de crescimento no uso de jogos digitais em comparação com outras formas de entretenimento, inclusive jogos físicos. Em segundo lugar, observa-se uma aproximação entre as características dos jogos digitais e aspectos considerados relevantes pelas teorias modernas para uma aprendizagem efetiva (e.g. *feedback* imediato), o que reflete no otimismo quanto ao potencial uso da GBL[8].

A utilização de jogos educacionais também é um método alinhado com recomendações presentes no currículo de computação criado para o ensino primário e secundário nos Estados Unidos da América (EUA)[38] e nas Diretrizes Curriculares Nacionais - 2013, onde se afirma que o aprendizado deve ocorrer, preferencialmente, de forma lúdica.

Mesmo assim, apesar da atenção crescente atribuída ao tema, ainda são necessários estudos mais rigorosos que atestem com maior clareza os benefícios dos jogos digitais para fins de aprendizagem e nos permitam compreender melhor os potenciais educativos dessas ferramentas, principalmente no âmbito nacional.

Nesse contexto, pesquisas recentes sugerem o uso de técnicas de telemetria[22]²² aliada à avaliação furtiva (tradução livre de *Stealth Assessment*[41]), isto é, um meio de capturar dados automaticamente das sessões de jogo, de forma a não interromper a atividade, para uma melhor compreensão de onde e como ocorre o aprendizado em jogos educativos.

Por fim, surgem as duas últimas perguntas: (a) Quais peculiaridades um jogo educativo de computação deve ter para que possa ser implementado em escolas no Brasil? (b) A GBL é uma ferramenta adequada para motivar e proporcionar um aprendizado efetivo e eficaz da computação no contexto brasileiro?

²²Uma técnica de telemetria que recentemente tem sido popularmente utilizada em jogos é conhecida pelo termo *Game Analytics*.

1.3 Objetivos

Das duas perguntas acima, podemos extrair nossos objetivos de pesquisa:

- a.1** Comparar alguns jogos educativos com foco em programação existentes no mercado.
- a.2** Identificar os conteúdos de matemática trabalhados no país, para que sejam usados em um jogo.
- b.1** Propor o desenvolvimento de um jogo que ensine programação.
- b.2** Verificar se os alunos se interessam pelos conteúdos trabalhados no jogo.
- b.3** Verificar se os alunos se interessam pelo jogo.
- b.4** Observar se o aluno está aprendendo por meio do jogo, para que tenhamos certeza que essa ferramenta é efetiva e eficaz.
- b.5** Pelo mesmo motivo, comparar os resultados observados a partir dos dados do jogo com aqueles obtidos por meio dos métodos tradicionais de avaliação.

Esses objetivos serão explorados por meio de revisão da bibliografia, e também durante o processo de criação, implementação e uso de um jogo educativo multidisciplinar que envolve os conteúdos de matemática e programação de computadores.

O Capítulo 2, explora os itens a.1 e a.2, identificando os conteúdos de computação e de matemática, com uma menção introdutória à fundamentação básica e ao estado da arte na criação e avaliação de jogos educativos. O Capítulo 3, aborda a proposta do jogo e as decisões tomadas no processo de concepção do jogo. Os itens restantes são trabalhados no Capítulo 4, que cuida, respectivamente, da implementação e da avaliação do jogo.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 Jogos

O conceito de jogo é um tanto quanto complexo, pois atividades, a princípio, muito distintas (e.g. jogos de mesa, jogos olímpicos, jogos virtuais, jogos de interpretação, jogos de azar etc.) são designadas por essa mesma palavra. Porém, é natural que notemos certa familiaridade entre elas[30]. Estudiosos definem o termo “jogo” de formas variadas e, em geral, pouco claras, pois recorrem a prévia conceituação de termos relacionados — e também de difícil explicação — como “brincadeira”, “diversão” e “trabalho” [37].

Por isso, para o presente trabalho, nos limitaremos a utilizar a seguinte definição:

“Um jogo é uma atividade de solução de problemas, encarada de forma lúdica.”[37, p. 37]

Esse conceito de Schell é particularmente interessante para que possamos aproximar os jogos de exercícios para a fixação de conhecimento baseados na solução de problemas, mas, além disso, o *design* do jogo deve ser responsável por assegurar a forma lúdica. Portanto, essa definição se mostra útil para jogos educativos.

2.1.1 Jogos Educativos

Há quem argumente que todo jogo envolve um processo de aprendizagem, já que jogos estão relacionados com a resolução de problemas[40] e têm regras que devem ser aprendidas[24]. Por isso, antes de tratar dos jogos educativos, mencionaremos os *Serious Games* (Jogos Sérios). O termo foi definido, pela primeira vez, em 1970 como “[...] jogos que tenham um propósito educacional explícito, cuidadosamente bem pensado e que não são destinados a serem jogados primariamente por diversão.”¹ Porém, com essa definição, a diferença entre jogos sérios e educativos não fica clara.

¹[1] apud [24, p. 40], tradução livre.

Sabe-se que, à princípio, o termo *Game Based Learning* (GBL) surgiu como uma das alternativas ao termo Jogos Sérios, dado o oxímoro existente[29]. A verdade é que muitos consideram ruim a escolha dessas palavras conflitantes, mas a expressão acabou se popularizando, pois os desenvolvedores de jogos de simulação e treinamento para a área militar desejavam ser tratados de forma mais séria[30].

Os jogos educativos e sérios, podem atender aos mesmos mercados: militar, governo, educação, corporações e saúde[24]. Sabendo dessa gama de áreas de atuação, podemos melhor distingui-los se entendermos que os jogos educativos “[...] possuem objetivos educacionais definidos, são projetados especificamente para ensinar determinados temas ou reforçar e apoiar a aprendizagem de habilidades.”[36, p. 45]. Os jogos sérios, por sua vez, têm propósitos mais abrangentes, como informar, promover discussões ou mesmo ajudar as pessoas a lidar com algum problema, sem que intencionalmente ensinem algum conteúdo. Desse modo, todo jogo educativo é também um jogo sério, mas a recíproca não é necessariamente verdadeira.

Na verdade, os jogos educativos são tão antigos quanto os próprios jogos. Por exemplo, o jogo chinês GO foi inventado em 2.200 a.C. por um imperador que queria aumentar a inteligência de seu filho[36]. Mas foi apenas a partir do século XX que os jogos virtuais se tornaram populares. Logo, podemos dizer que o uso dessa ferramenta é recente e, por isso, existe uma disparidade no processo de criação desses jogos educativos, bem como falta de rigorosidade no processo de avaliação e criação dessa ferramenta como método de ensino[8]. Dessa forma, surgem jogos que não divertem ou não ensinam satisfatoriamente[30]. Para que isso não ocorra, é importante que técnicas de desenvolvimento de jogos sejam aliadas a métodos conhecidos do *design* instrucional para a melhoria dos jogos educativos[2].

2.1.2 *Epistemic Games*

Epistemic Games (Jogos Epistêmicos) são um novo gênero de jogos e se inserem dentro da definição de jogos educativos. Podemos defini-los como jogos “[...] em que os jogadores experimentam virtualmente as mesmas coisas que profissionais fazem.”[42, p. 49, tradução livre].

Jogos desse gênero se baseiam no conceito de *Epistemic Frames* (Quadros Epistêmicos), isto é, a forma que os membros de uma comunidade que possuem habilidades em comum (e.g. um grupo de advogados, de médicos ou de carpinteiros etc.) interpretam o mundo. Essa visão de mundo comum a um grupo permite que suas competências, hábitos, afiliações e entendimentos sejam desenvolvidas (como diferentes grupos de advogados que, por compartilharem uma forma de enxergar o, também valorizam, falam e leem de um modo comum a classe dos advogados). Uma comunidade tem uma cultura em comum, portanto:

“Quando as pessoas se tornam membros de uma comunidade, elas passam a pensar e agir de formas particulares. Elas desenvolvem habilidades da comunidade. Elas passam a dar atenção àquilo que a comunidade considera importante. Elas começam a se enxergar como membros da comunidade, e a pensar sobre as coisas da mesma maneira que os demais membros.”[39, p. 10, tradução nossa]

Para desenvolver os quadros epistêmicos da maioria das comunidades de inovação², é importante que haja alguma forma de prática profissional, que pode ocorrer em ambientes supervisionados em que o aprendiz atua e então reflete os resultados de suas ações junto aos pares e mentores. Esses ambientes podem ser jogos, pois eles permitem que os alunos experimentem e se envolvam com a prática profissional de forma motivadora, desenvolvendo um trabalho inovador.

2.2 *Design* de Jogos Educativos

O *design* de jogos é a arte de criar jogos. Para isso, são necessários conhecimentos e habilidades multidisciplinares diversas (e.g. música, animação, redação, comunicação, negócios etc) para que o jogo possa ser concebido, financiado, desenvolvido, testado e lançado[37].

Um *designer* de jogos em geral é o principal responsável pela criação de um documento, o Documento de *Game Design* (GDD), cuja finalidade é descrever o jogo de forma detalhada, para que artistas, programadores, produtores e outros possíveis *stakeholders* tenham conhecimento do que deve ser feito e uma ideia do produto final. Não existe um modelo padrão para esse documento, mas ele, geralmente, se divide em algumas partes maiores: o conceito geral do jogo (e.g. descrição e plataforma alvo), proposta (e.g. análise de mercado, custo e arte), especificações funcionais (o que será desenvolvido, e.g. mecânica, interface, arte, música e estória) e especificações técnicas (como será desenvolvido, e.g. plataforma, motor de jogos, código de terceiros, fluxo de dados, instruções de arte, calendários)[33]. Algumas dessas partes são de maior interesse para certos *stakeholders* e também dependem do estágio em que o projeto está. Por exemplo, tipicamente, o documento da proposta será aprovado pelos produtores, que podem pedir modificações, antes de serem feitas as especificações.

Os jogos educativos possuem *stakeholders* específicos, e, por isso, além do documento mencionado no parágrafo anterior, espera-se que haja algum outro que comunique ao interessado (aprendiz, treinador ou administrador) sobre o conteúdo educacional existente, objetivos de aprendizagem e conhecimentos necessários para jogá-lo. Inclusive, é impor-

²Ao se referir à comunidade de inovação, Shaffer designa um determinado conjunto de profissionais cujo trabalho e práticas, que se passam em domínios de alto grau de incerteza, não podem ser facilmente estandardizadas.

tante que essas questões sejam pensadas anteriormente ao desenvolvimento do jogo, e o conteúdo do jogo seja criado com base nos objetivos educacionais[2].

2.2.1 *Framework* para Análise e *Design* de Jogos Educativos

Para melhor incorporar o desenvolvimento do jogo com o conteúdo educacional pretendido, foi utilizado um *framework* desenvolvido por Alevel[2]. O método explorado, na verdade, consiste na combinação de 3 componentes: Taxonomia Revisada de Bloom[21], *Framework* MDA (mecânicas (M), dinâmicas (D) e estéticas (A)³)[20] e Princípios de Design Instrucional.

Taxonomia Revisada de Bloom

Esta é uma ferramenta para classificar objetivos educacionais, ou seja, aquilo que se espera que os alunos aprendam. É possível que ela seja utilizada para classificar currículos ou itens avaliativos a fim de identificar quão amplos eles são. Os níveis de profundidade do processo cognitivo são representados — respectivamente, do menos ao mais profundo — pelos verbos: lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar.

Uma outra dimensão utilizada, que se refere aos substantivos dos objetivos educacionais, categoriza-os com base no tipo de conhecimento adquirido: factual, conceitual, procedimental e metacognitivo. Alguns exemplos de classificações de objetivos educacionais para ilustrar essa ferramenta são dados por Krathwohl. Partindo da redação dos objetivos, ele a simplifica, combina os verbos e substantivos relevantes com suas categorias, e, então, utiliza uma tabela bidimensional, com a dimensão do processo cognitivo no eixo horizontal e a do conhecimento no eixo vertical, para posicionar o objetivo analisado[21].

Dentro do *framework* examinado, os objetivos educacionais identificados servem como auxílio para certificar que o jogo desenvolvido possui metas coerentes. Sugere-se que esses objetivos sejam especificados respondendo a três perguntas: (Conhecimento prévio) O que o aprendiz deve saber para conseguir jogar? (Aprendizado e retenção) Quais conhecimentos esperamos que o jogador aprenda? (Transferência potencial) O que eles podem aprender que vai além do que é encontrado no jogo?[2]

Framework MDA

O MDA é uma ferramenta para guiar e entender o *design* de jogos utilizando uma abordagem formal, em que o jogo possui três partes principais:

Mecânicas Componentes básicos dos jogos como ações, comportamentos e mecanismos de controle. É tudo aquilo sobre o que o *designer* pode exercer um controle direto.

³Do inglês, *aesthetics*.

Por exemplo, em jogos de carta, as mecânicas podem ser: embaralhar, descartar, apostar, naipes, números, combinações etc.

Dinâmicas É o comportamento das mecânicas dada a interação do jogador no tempo, que pode gerar experiências estéticas. Utilizando o mesmo exemplo, os jogadores podem blefar ou assumir outras estratégias.

Estéticas Emoções que se pretende provocar no jogador quando este interage com o sistema. Há uma taxonomia de estéticas: sensação, fantasia, narrativa, desafio, companheirismo, descoberta, expressão ou submissão. Ainda no exemplo de jogo de cartas, companheirismo, expressão e descoberta poderiam surgir quando alguém blefa — buscando convencer os adversários, os jogadores fazem suas suposições e tomam riscos, e, por fim, descobrem se estavam certos ou errados.

O MDA busca identificar as percepções dos jogos pela perspectiva do *designer* e do jogador. O jogador visualiza o jogo a partir das estéticas, enquanto o *designer* visualiza o jogo por meio das mecânicas[20]. Uma forma de fazer o *design* de um jogo, portanto, é pensar quais estéticas podem ser interessantes (como o jogo será divertido) para o jogador, depois ponderar dinâmicas que evoquem estas estéticas e quais mecânicas podem influenciar essa interação[2].

Princípios de *Design* Instrucional

Os *designers* instrucionais são responsáveis pela criação de experiências de ensino-aprendizagem que auxiliem a aquisição de conhecimento. Portanto, já que os *designers* de jogos educativos são responsáveis pela construção de um jogo que seja instrucional, eles devem desempenhar ambos papéis.

Os princípios instrucionais, em si, são coleções em que os resultados dos trabalhos de pesquisadores das ciências da educação são resumidos para serem comunicadas aos instrutores e *designers* instrucionais. Eles permitem que sejam feitas ponderações acerca de como um jogo apoia o aprendizado e se isso é feito de forma consistente com as recomendações dos pesquisadores da área. O *framework* utilizado sugere algumas coleções que podem ser adaptadas para jogos educacionais[2].

Combinação dos Componentes

A combinação destes componentes pode ser feita com o foco em um único componente e verificando de que forma mudanças nele afetam os outros dois. Por exemplo, um objetivo educacional que, originalmente, não está sendo tratado de forma explícita no jogo, mas foi

identificado como uma transferência potencial, pode ser melhor abordado com algumas mudanças nas mecânicas existentes no jogo[2].

2.2.2 *Flow*

Tratamos agora de uma teoria proveniente da psicologia positiva: a teoria do fluxo ⁴[9], que explora um estado mental em que as pessoas estão completamente imersas em uma atividade que está sendo desempenhada. Para isso, os desafios que enfrentamos na atividade devem ser proporcionais às nossas habilidades para lidarmos com eles. Portanto, em um jogo[7], os desafios propostos devem ter variações de dificuldade, para que o jogador não mude do estado de fluxo para outro (apatia, tédio, preocupação ou ansiedade, por exemplo).

Para colocar o jogador em um estado de fluxo, alguns componentes são necessários: objetivos claros, inexistência de distrações, *feedback* direto e desafio contínuo[37]. Jogos comerciais se baseiam nesses componentes e mostraram-se capazes de manter os jogadores imersos e motivados por um longo período de tempo, utilizando certas técnicas que foram desenvolvidas com o passar dos anos (e.g. separação do jogo em partes, ajuste de dificuldade em tempo real, tutoriais guiados, redução do custo para começar a jogar)[26].

2.3 Avaliação

A avaliação dentro do contexto deste trabalho está sendo abordada de duas formas: a avaliação do jogo e a avaliação dos jogadores por meio desta ferramenta lúdica. Um jogo educativo pode ser avaliado quanto a sua capacidade de ensinar ou qualidade (imersão gerada, aceitação e interesse pelos jogadores). A forma como um jogo educativo pode ajudar a avaliar os alunos acontece por meio da captura de dados gerados durante a sessão de jogo.

2.3.1 Avaliação do Jogo

Como Ferramenta Instrucional

Existe uma estreita relação entre jogos e ferramentas instrucionais, considerando que bons jogos incorporam bons princípios educacionais[17, 26]. Portanto, uma forma interessante de avaliar os jogos como métodos de instrução é verificar se estão alinhados com princípios de *design* instrucional e têm objetivos educacionais claros[2].

⁴Mais conhecido por, *Flow*.

Qualidade do Jogo

A qualidade do jogo está relacionada com níveis de satisfação, motivação e imersão reportados pelos alunos. Pode ser aferida com o uso de questionários em que os usuários comunicam suas experiências com o jogo[36].

2.3.2 Avaliação dos Jogadores

Jogos de Entretenimento

Além de argumentar que jogos são boas ferramentas para promover o aprendizado, por se valerem da resolução de problemas, pesquisadores têm defendido que, primeiramente, jogos são bons em avaliar o jogador — não só quanto ao seu conhecimento, mas também habilidades e competências[40]. Por exemplo, elementos de vários jogos podem ser simplificados como um ciclo⁵ com os passos: (1) uma nova habilidade é requisitada em uma atividade proposta, (2) o jogador pratica a nova habilidade, (3) um *chefão*⁶ ou grande desafio que utilize a habilidade praticada deve ser enfrentado, (4) no caso de sucesso, o jogador é recompensado e vai para um novo estado (1) do ciclo, caso contrário retorna ao passo (2) dessa mesma habilidade[36]. Nesse contexto, o 3º passo do ciclo é onde ocorre uma avaliação do jogador quanto a sua capacidade de prosseguir no jogo.

Além de formas de avaliação intrínsecas, inseridas pelo design da experiência, dados podem ser obtidos durante o jogo para classificar o nível de habilidade do jogador (algo feito, principalmente, em jogos online para escolher os desafiadores⁷), ou fornecidos ao jogador para que ele avalie seu desempenho (e.g. nível de vida ou de experiência)[43].

Avaliação no Decorrer do Jogo

Existem três tipos de avaliação[12]:

Diagnóstica Avaliação prévia com função de identificação dos conhecimentos prévios dos aprendizes (e.g. entrevistas e pré-testes).

Formativa Ocorre durante o processo de ensino-aprendizagem para identificar dificuldades dos alunos e melhorias que podem ser feitas na transmissão da informação (e.g. observações e deveres de casa).

⁵Ciclo descrito por Todd Howard: aprender -> jogar -> desafio -> surpresa. http://www.gamasutra.com/blogs/DanTaylor/20130929/196791/Ten_Principles_of_Good_Level_Design_Part_1.php

⁶Inimigos ou desafios tipicamente enfrentados no fim de uma fase, em um momento de clímax. Também conhecido em inglês como *boss*.

⁷http://www.gamasutra.com/blogs/AdamTelfer/20150326/239548/Free_to_Play_What_about_Player_Skill.php

Somativa Marca o fim de um processo de aprendizagem para identificar alunos que aprenderam ou não as informações necessárias para prosseguir com o curso (e.g. provas e projetos finais).

Nos últimos anos, pesquisadores têm usado o método de pré e pós-teste (avaliações diagnósticas e somativas) para avaliar o aprendizado em jogos. Com isso, foi possível identificar que, em muitos casos, a GBL possui pontos positivos, mas a forma como os jogos contribuem para isso acaba sendo algo incompreensível. Loh chama esse fenômeno de efeito “caixa preta” dos jogos e propõe uma avaliação que aconteça no decorrer do jogo (formativa)[22].

Telemetria

O método proposto por ele[22] se baseia na telemetria, que é a medição e transmissão automática de informações para que sejam realizados armazenamento e análise. Há um certo tempo, essas técnicas têm sido usadas em *softwares* e sites sob o nome *Analytics*⁸, mas só recentemente a telemetria passou a ser usada em jogos virtuais[22], o que motivou a implementação dessa funcionalidade em motores de jogos⁹ populares, facilitando o uso dessa ferramenta para desenvolvedores independentes.

Stealth Assessment

O termo *Stealth Assessment* pode ser traduzido para o português como Avaliação Furtiva. Caracteriza um método em que um aluno pode ser avaliado de forma a não alterar sua experiência no jogo, por meio da telemetria. A avaliação é baseada no *framework* ECD (*Evidence-Centered Design* ou *Design* Centrado na Evidência[32]) e pôde ser utilizada para avaliar competências, mas, em muitos casos, não o que o aluno pode fazer com conhecimentos e habilidades aprendidos[43].

2.4 Conteúdo Educacional Explorado no Jogo

Essa seção está separada por conteúdo: computação e matemática. Ela dialoga diretamente com a Subseção 3.2.1 que explicita, dentro de todo o universo de conteúdos explorado, quais foram aqueles escolhidos para guiar o desenvolvimento do jogo educacional proposto neste trabalho e os motivos por trás dessa decisão.

⁸<http://www.google.com/analytics/>

⁹<https://unity3d.com/services/analytics>

2.4.1 Conteúdo de computação

Para explorar os conteúdos de computação, foram utilizados como referência ementas de cursos introdutórios da Universidade de Brasília e o documento estadunidense *Computer Science Teachers Association (CSTA) K–12 Computer Science Standards (CSS)*[38]. Além disso, jogos educativos que ensinam programação também foram usados.

Ementas da Universidade de Brasília

As ementas dos cursos da UnB foram acessados por meio de um portal disponibilizado pela própria universidade¹⁰.

Cada uma dessas ementas consiste em uma tabela com as seguintes informações: órgão, código, denominação, nível, vigência, pré-requisitos, ementa, programa e bibliografia. Destes, não é de interesse da pesquisa explorar os campos código e vigência, por isso, eles não serão mencionados.

No portal da Universidade, foi feita a busca de disciplinas utilizando o termo “computação” e, dos 22 resultados encontrados, foi feita uma seleção baseada nos seguintes critérios:

- O órgão responsável por essas disciplinas deve ser o Departamento de Ciência da Computação (CIC) ou o Departamento de Engenharia Elétrica (ENE);
- O nível da disciplina deve ser de graduação;
- Essa disciplina deve ser introdutória, ou seja, sem pré-requisitos;
- A ementa e o programa devem constar no documento.

Após filtrados, apenas 3 ementas de disciplinas foram selecionadas e analisadas. Suas denominações são: Computação Básica¹¹, Computação para Engenharia¹² e Introdução à Ciência da Computação¹³.

Analisando algumas dessas, é possível notar que as informações estão desatualizadas. Um exemplo está presente na ementa da disciplina de Computação Básica, onde é mencionado que particularidades da linguagem Pascal são parte do objetivo de estudo. Entretanto, essa linguagem de programação não é mais lecionada na UnB como parte

¹⁰Todas ementas dos cursos de graduação da UnB podem ser acessados pelo site https://matriculaweb.unb.br/matriculaweb/graduacao/oferta_campus.aspx.

¹¹Ementa de Computação Básica disponível em <https://matriculaweb.unb.br/matriculaweb/graduacao/disciplina.aspx?cod=116301>.

¹²Ementa de Computação para Engenharia disponível em <https://matriculaweb.unb.br/matriculaweb/graduacao/disciplina.aspx?cod=169676>.

¹³Ementa de Introdução à Ciência da Computação disponível em <https://matriculaweb.unb.br/matriculaweb/graduacao/disciplina.aspx?cod=113913>.

dessa disciplina, tendo sido substituída pela linguagem C ou Java. Mesmo assim, estamos interessados apenas em conceitos gerais de programação, já que o jogo criado não seria limitado a uma linguagem de computação existente. Por isso, os conteúdos das ementas e programas selecionados foram satisfatórios para essa pesquisa.

Em geral, foi possível observar que as 3 disciplinas trabalham algoritmos e lógica de programação. Mais especificamente, são estudados os seguintes temas: variáveis, tipos de dados, operadores aritméticos, estruturas de decisão, laços de repetição, funções, vetores, matrizes, cadeias de caracteres, ponteiros e arquivos.

CSTA K–12 CSS

A Associação de Professores de Ciência da Computação (CSTA) é uma organização subordinada à *Association for Computing Machinery* (ACM) ¹⁴ cujo objetivo é:

“Apoiar e promover o ensino de ciência de computação e outras disciplinas de computação. [...] prover oportunidades aos professores e alunos dos níveis K–12 a entenderem melhor as disciplinas de computação e se prepararem para ensiná-las e estudá-las de forma mais bem sucedida.”¹⁵

O documento a que nos referimos[38], por sua vez, são Diretrizes de Ciência da Computação (CSS) que englobam educação primária e secundária nos EUA (níveis K–12¹⁶, aproximadamente 4 a 19 anos). Esse documento foi criado em 2003 e a última revisão, de 2011, tem 3 partes principais que serão descritas nesse trabalho, e correspondem aos capítulos 2, 4 e 5.

O capítulo 2 trata do motivo pelo qual a CSTA tem se esforçado para tornar a Ciência da Computação uma disciplina fixa no nível de ensino K–12. Além de justificar esses esforços com a necessidade de inserir as crianças no mundo digital como criadores de conteúdo — e não só consumidores —, o documento também explica os impactos que o aprendizado em áreas da computação pode trazer para o futuro desses jovens. Esses impactos variam desde o desenvolvimento de pensamento lógico e resolução estruturada de problemas até conhecimentos sobre segurança e privacidade em um mundo digital, passando pela possibilidade de integrar programação com toda escolha profissional que possa ser feita pelo aluno (nem que seja só para criação de um site pessoal).

¹⁴Mais informações sobre a ACM estão disponíveis em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Association_for_Computing_Machinery.

¹⁵Original disponível em <http://csta.acm.org/index.html>, tradução livre.

¹⁶Informações sobre níveis K–12 podem ser encontradas em <https://en.wikipedia.org/wiki/K%E2%80%9312>.

No 4º capítulo o documento fica mais técnico. É aqui que ele explica como foram organizadas as normas, que são o principal foco dessa produção. Primeiro explicam uma forma de dividir o conteúdo em *levels* (níveis):

Level 1 (L1) Ciência da Computação e Eu

Level 2 (L2) Ciência da Computação e Comunidade

Level 3 (L3)

A Ciência da Computação no Mundo Moderno

B Ciência da Computação: Conceitos e Práticas

C Tópicos em Ciência da Computação

O *level 1* é recomendado para alunos dos níveis K–6 (equivale ao jardim de infância até o 6º ano, no Brasil). Trata de conceitos base de CC relacionados ao pensamento computacional, de forma simples. E devem focar na aprendizagem ativa (o “aprender fazendo”), criatividade e exploração, podendo estar inseridas em um contexto multidisciplinar.

O *level* seguinte, recomendado aos níveis 6–9 (6º–9º ano no Brasil), é onde utilizam o pensamento computacional como ferramenta para solucionar problemas coletivos, e não só pessoais.

O último *level*, recomendado aos níveis 9–12 (9º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio), é dividido em 3 temas, em que a CC é vista como uma disciplina e tópicos mais avançados são explorados. Estes não serão descritos aqui por serem recomendados, em sua maioria, aos estudantes do Ensino Médio.

Ainda no capítulo 4, é feita outra divisão em vertentes, que perpassam todos os 3 níveis descritos anteriormente, com a finalidade de demonstrar como a CC é relevante aos interesses dos alunos e se insere em diferentes contextos. Essas vertentes são:

Pensamento Computacional (CT) Consiste em uma metodologia para solucionar problemas que poderiam ter sido resolvidos por um computador, utilizando conceitos como abstração, recursão e iteração. Essa vertente pode ser usada no contexto de diferentes disciplinas para auxiliar com a resolução de problemas, desenvolvimento de sistemas etc.

Colaboração (CL) A computação é uma disciplina intrinsecamente colaborativa, já que envolve times, profissionais de outras áreas (e.g. *design* gráfico) e possui metodologias próprias que apoiam essa vertente, como a programação pareada¹⁷.

¹⁷Para mais informações c.f. https://pt.wikipedia.org/wiki/Programa%C3%A7%C3%A3o_pareada

Prática Computacional e Programação (CPP) Caracteriza o uso de ferramentas computacionais, *softwares*, formatos de arquivo, programação etc, para solucionar problemas algorítmicos e computacionais. Também auxilia no processo de tomada de decisão dadas inúmeras opções, o que pode ser benéfico em situações como escolha de curso superior ou carreira.

Computadores e Dispositivos de Comunicações (CD) Engloba o entendimento de como funciona a internet e boas práticas para utilizá-la.

Impactos Comunitários, Globais e Éticos (CI) É essencial que os alunos compreendam como fazer uma utilização correta e ética da internet tão logo passarem a utilizá-la. Devem aprender sobre privacidade, segurança, direitos autorais, confiabilidade, acurácia de informações encontradas na rede, entre outros temas relacionados.

No 5º capítulo o CSS passa a descrever os objetivos educacionais, divididos por *level*, vertente e nível. Como será explicado no Capítulo 3, durante a concepção do jogo final, optou-se trabalhar com o 5º ano do Ensino Fundamental, portanto, apenas o *level* 1 (L1: CC e Eu) será analisado aqui.

Apenas para esse *level*, cada uma das vertentes está sendo dividida em 2 *sublevels*, dependentes dos níveis trabalhados, um engloba os níveis K–3 e, o outro, os níveis 3–6. Com isso, foram organizados os diversos objetivos de aprendizagem, que recebem códigos identificadores no formato: [*Level*]:[Maior nível do *sublevel*].[Vertente]-[Objetivo educacional] (e.g. L1:3.CT-1 corresponde ao primeiro objetivo educacional, da vertente do Pensamento Computacional (CT), inserida no *sublevel* que engloba níveis K–3, e que fazem parte do *level* 1).

Ao todo, são 40 objetivos de aprendizagem explorados dentro do *level* 1. Portanto, foram selecionados apenas os que são relevantes para o aprendizado de programação (relacionados à solução de problemas, uso de ferramentas apropriadas, algoritmos, modelagem, abstração ou o próprio aprendizado de programação), que serão citados a seguir[38, p. 13–15; tradução livre]

Os alunos terão a capacidade de:

L1:3.CT-1 “Utilizar recursos tecnológicos [...] para solucionar problemas apropriados à idade.”

L1:3.CT-2 “Usar ferramentas de escrita [...] para ilustrar pensamentos, ideias e histórias de modo passo a passo.”

- L1:3.CT-3** “Entender como organizar informações de forma útil [...] sem o uso de computador.”
- L1:3.CT-4** “Reconhecer que um *software* é criado para controlar operações computacionais.”
- L1:6.CT-1** “Entender e usar os passos essenciais na resolução de problemas algorítmicos [...]”
- L1:6.CT-2** “Desenvolver um entendimento simples de um algoritmo [...] utilizando exercícios sem computador.”
- L1:6.CT-4** “Descrever como uma simulação pode ser usada para resolver um problema.”
- L1:6.CT-5** “Fazer uma lista de sub-problemas a serem considerados quando tratar de problemas maiores.”
- L1:3.CL-2** “Trabalhar cooperativamente e colaborativamente com pares, professores e outros utilizando tecnologia.”
- L1:6.CL-1** “Utilizar ferramentas tecnológicas de produtividade [...] para atividades individuais e colaborativas de escrita, comunicação e publicação.”
- L1:6.CL-2** “Dispôr de recursos online [...] para participar em atividades colaborativas de resolução de problemas com o propósito de desenvolver soluções ou produtos.”
- L1:6.CL-3** “Identificar maneiras que o trabalho em equipe e a colaboração podem apoiar a resolução de problemas e inovação.”
- L1:3.CPP-3** “Criar produtos multimídia apropriados ao desenvolvimento com o apoio de professores, membros familiares, ou colegas.”
- L1:3.CPP-4*** “Construir um conjunto de afirmações a serem realizados para efetuar uma tarefa simples.”
- L1:3.CPP-5** “Identificar trabalhos que utilizam computação e tecnologia.”
- L1:6.CPP-1** “Utilizar recursos tecnológicos para a solução de problemas e aprendizagem auto-dirigida.”
- L1:6.CPP-3** “Utilizar ferramentas tecnológicas de produtividade para atividades individuais e colaborativas de escrita, comunicação e publicação.”
- L1:6.CPP-4** “Obter e manipular dados utilizando uma variedade de ferramentas digitais.”
- L1:6.CPP-5*** “Construir um programa como um conjunto de instruções passo a passo a serem realizadas.”
- L1:6.CPP-6*** “Implementar soluções de problemas utilizando uma linguagem de programação visual baseada em blocos.”

L1:6.CPP-9 “Identificar uma vasta gama de empregos que exigem conhecimento de ou uso de computação.”

L1:3.CD-1 “Utilizar, com sucesso, dispositivos padrões de entrada e saída para operar computadores e tecnologias relacionadas.”

L1:6.CD-1 “Demonstrar um nível apropriado de proficiência com teclados e outros dispositivos de entrada e saída.”

L1:6.CD-3 “Aplicar estratégias para identificar problemas simples de *hardware* e *software* que podem ocorrer durante o uso.”¹⁸

L1:6.CD-5 “Identificar fatores que distinguem humanos de máquinas.”

L1:6.CD-6 “Reconhecer que computadores modelam comportamentos inteligentes.”

Os itens marcados com um asterisco foram classificados, no próprio documento, como objetivos de aprendizagem de programação e, por isso, merecem atenção especial. Essa divisão pode ser encontrada ao final do documento CSS, nos gráficos de níveis, em que cada vertente está subdividida em ao menos 3 e no máximo 6 linhas em que os objetivos de aprendizagem são agrupados. Apesar de não mencionarem essas divisões de forma direta no corpo do texto, elas são particularmente úteis para identificar como os níveis se relacionam e o que cada vertente compreende de uma forma geral.

Jogos Educativos

Foi conduzida uma análise de jogos existentes com propostas similares, ou seja, jogos educativos para iniciantes que apresentem lógica de programação, para decidir quais dos conteúdos explorados seriam os mais relevantes. A principal fonte destes foi o evento de aprendizagem *Hour of Code* (HoC), ou melhor, foram as atividades desenvolvidas ou sugeridas pela organização *Code.org* para esse evento. Em geral, os jogos analisados apresentam tarefas simples a serem cumpridas utilizando alguma linguagem de programação visual¹⁹ (assim como é recomendado para iniciantes pela CSTA).

Três jogos foram utilizados: HoC 2013, *The Foos* e *Kodable*.

Hour of Code 2013 O jogo HoC 2013, que leva o mesmo nome do evento de aprendizagem, foi desenvolvido pela própria *Code.org* mas, algo que chama a atenção, é que ele utiliza personagens conhecidos de jogos de terceiros²⁰. Essa estratégia facilita o entendimento de algumas atividades a serem realizadas para os jogadores que já são familiarizados com esses jogos.

¹⁸Grifo nosso.

¹⁹Para mais informações c.f. https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_programming_language

²⁰e.g. *Angry Birds* da *Rovio Entertainment* e *Plants vs. Zombies* da *PopCap Games*

A plataforma alvo desde jogo são navegadores modernos de computadores e dispositivos móveis. As atividades iniciais do HoC 2013 (vide Figura 2.1), utilizam blocos para representar funções. Eles são colocados em uma *Área de trabalho* e, por fim, um botão deve ser pressionado para que essas funções sejam executadas. O objetivo é mover o personagem principal até um espaço determinado (representado por outro personagem), e o resultado é visualizado na área à esquerda.

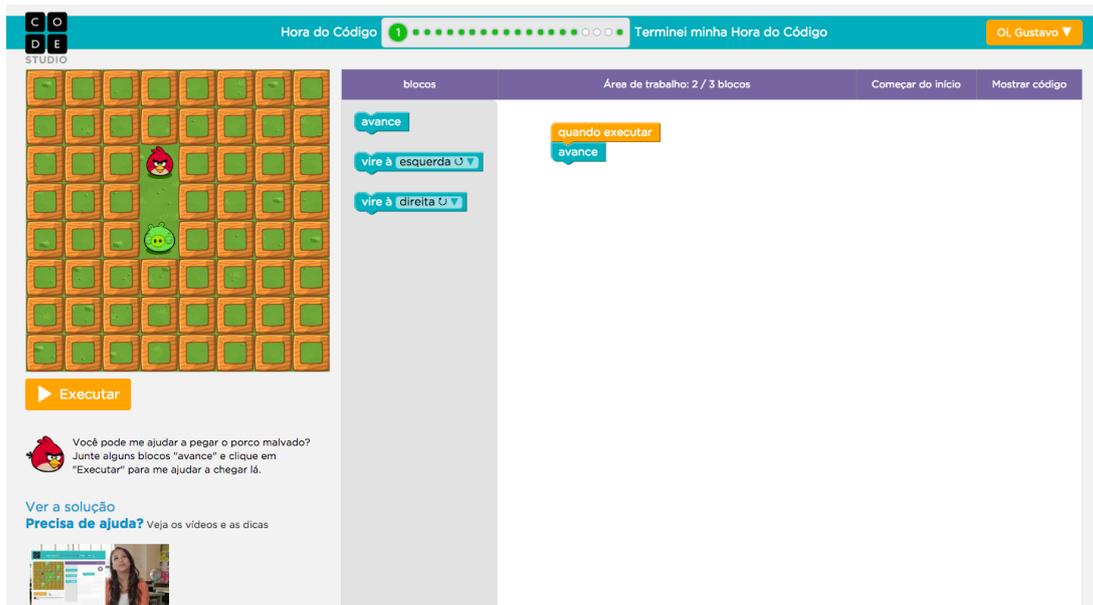


Figura 2.1: Tela da primeira atividade do HoC 2013²¹.

Em termos de conteúdo, apenas funções simples — sem parâmetros ou com parâmetros pré-definidos, que podem ser selecionados de uma lista — são apresentadas no início das atividades. Apenas na 6^a das 20 atividades propostas pelo HoC é introduzido o conceito de laços com um bloco simplificado de repetição, onde há um número positivo como parâmetro. A ideia de condicionalidade é inserida na 10^a atividade com o bloco “repita até”, que faz o papel da estrutura de repetição *while*, entretanto, a condição de parada é pré-definida, o que facilita a introdução do novo conceito.

O jogo também apresenta condicionais separados das estruturas de repetição a partir da atividade 14 com o bloco “se” e, por fim, introduz o bloco “se-senão” na atividade 18. Em ambos, as opções de parâmetros, que são as próprias condições disponíveis, podem ser selecionados de uma lista e se limitam a verificar se há caminho livre para os lados ou para frente.

²¹Disponível em <http://studio.code.org/hoc/1>

The Foos Um outro jogo analisado, o *The Foos*²² da empresa *codeSpark*, é separado em 3 capítulos com 8 fases em que o personagem deve se mover até uma estrela, pegando moedas pelo caminho. Os conceitos empregados são: sequências de ações, parâmetros e laços de repetição.

Nas 5 primeiras fases são utilizados comandos que fazem o personagem andar para a direita ou pular na mesma direção, com atividades em que sequências específicas são necessárias para atingir o objetivo.

Na 6ª fase o conceito de parâmetros é introduzido e, com isso, o personagem ganha a habilidade de andar para o lado oposto e também pular nessa direção ou apenas para cima.

Durante a última fase do 1º capítulo do jogo, é introduzido um comando “perseguir” que faz o personagem com roupa de policial andar automaticamente em direção ao personagem com chifres, ou seja, um conceito similar ao de um *while*, mas que foi pouco explorado pelo jogo.

O comando de repetição é introduzido na 2ª fase do 2º capítulo, em que é usado o personagem construtor que tem a habilidade de empilhar caixas. A seleção de parâmetros pode ser vista na Figura 2.2.

Após introduzida a estrutura de repetição, não são trabalhados novos conteúdos computacionais, apenas são introduzidas ações e personagens diferentes, que algumas vezes devem ser programados em conjunto para completar as fases²³. Ao completar todas as fases de um capítulo com pontuação máxima o modo exploratório é desbloqueado, em que o jogador tem a possibilidade de brincar livremente com os personagens e experimentar.

Kodable Outro jogo, também sugerido pelo HoC, que explora os conceitos de sequência, laços e condicionais é o *Kodable*²⁴ da empresa *SurfScore*. O objetivo é, mais uma vez, mover o personagem de um ponto inicial até o objetivo (no caso, a saída), passando por um labirinto de ladrilhos²⁵. Os comandos principais do *Kodable* são setas, que movem o personagem na direção indicada até ser interrompido, ativando o comando seguinte.

No começo, apenas limites no caminho de ladrilhos azuis interrompem o movimento do personagem, porém, na 4ª fase do jogo, o conceito de condicionais é apresentado permitindo uma alteração na trajetória.

²²<http://thefoos.com/hourofcode/>

²³A descrição completa de cada fase está disponível em <http://thefoos.com/hourofcode/curriculum/FoosSolutionsHOC2014.pdf>

²⁴<https://www.kodable.com/>

²⁵As atividades presentes no jogo em que foi feita a análise estão descritas nesse documento <http://resources.kodable.com/SLG.pdf>



Figura 2.2: 2ª fase do 2º capítulo do jogo *The Foos*.

As funções de movimentar e os condicionais são explorados por 15 fases, até que são apresentados os laços de repetição, que, nesse jogo, são limitados a até 5 repetições e podem conter no máximo 2 comandos de movimentar, com ou sem condicionais.



Figura 2.3: Tela do jogo *Kodable*.

Após análise dos três jogos educativos, percebeu-se que os conteúdos computacionais mais trabalhados são sequências de comandos, parâmetros e laços. Entretanto, estruturas de decisão, ou condicionais, também foram explorados em pelo menos dois dos jogos.

2.4.2 Conteúdo de matemática

Para a obtenção dos conteúdos de matemática, foram utilizados 3 referências: a Prova Brasil (PB), o Currículo em Movimento da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEDF) e a matriz curricular do Colégio Marista Diocesano de Uberaba (MDU). Além disso, comparações foram feitas com o estadunidense *Common Core Mathematics Standards* (CCMS).

Prova Brasil

A Prova Brasil — também chamada de Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (An- resc) — é uma avaliação bianual desenvolvida pelo Inep como parte do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). São avaliados os conteúdos de matemática (foco na resolução de problemas) e língua portuguesa (foco em leitura) do 5º e 9º ano do Ensino Fundamental e do 3º ano do Ensino Médio. Desde 2013, passaram a avaliar, também, o conteúdo de ciências, mas apenas para o 9º ano.

Ela é aplicada para todos estudantes, de todas escolas públicas urbanas e rurais do país, desde que essas tenham mais de 20 alunos matriculados no ano avaliado, e tem os objetivos de avaliar a qualidade do ensino, estimular a melhoria dos padrões de qualidade e equidade da educação brasileira, e oportunizar informações sobre as escolas.

O conteúdo de matemática do 5º e do 9º ano foram analisados utilizando como base as matrizes de referência, disponibilizadas no portal da prova²⁶. Nesse documento, é feita uma divisão do conteúdo em habilidades desenvolvidas ou temas e, dentro destes, há um conjunto de descritores ou competências desenvolvidas.

Em ambos os anos, a divisão por temas é a mesma: Espaço e Forma (T1), Grandezas e Medidas (T2), Números e Operações/Álgebra e Funções (T3), e Tratamento da Informação (T4).

Essa divisão é similar à de blocos de conteúdos feita nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)²⁷, pois esse documento serviu de base para a elaboração das matrizes de referência da Prova Brasil. É importante notar, entretanto, que os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental foram criados em 1997 e não foi publicada uma revisão desde então, por isso, eles ainda utilizam a divisão do Ensino Fundamental com base em 8 séries, ao invés de 9 anos, algo que foi alterado por um projeto de lei em 2006²⁸. Esse foi o principal motivo para a não adoção desses parâmetros como ferramenta de exploração dos conteúdos nessa análise e, sabendo que a Prova Brasil é baseada ne-

²⁶Mais informações c.f. <http://portal.inep.gov.br/web/saeb/a-prova-de-matematica>.

²⁷Documento disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>.

²⁸Mais informações c.f. <http://www.planetaeducacao.com.br/portal/artigo.asp?artigo=815>.

les, em currículos propostos por secretarias estaduais e em livros didáticos, optamos por utilizá-la.

No início da análise, observamos que o título de alguns descritores engloba mais do que somente um conteúdo, portanto, optamos por utilizar, além dos descritores, os documentos de comentários e exemplos sobre os temas e seus descritores para identificar os conteúdos trabalhados.

Currículo em Movimento da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal

O Programa Currículo em Movimento é uma iniciativa do Ministério da Educação (MEC) que “[...] busca melhorar a qualidade da educação básica por meio do desenvolvimento do currículo da educação infantil, do ensino fundamental e ensino médio.”²⁹. Ele foi apresentado em maio de 2009 com os objetivos de analisar propostas curriculares implementadas em estados e municípios[34], elaborar um documento para auxiliar a atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN)³⁰, elaborar um documento que sirva como base curricular comum nacional e promover o debate sobre os currículos da educação básica.

O Currículo em Movimento da SEDF, publicado em 2013[14], ou seja, após o programa do MEC, surge como uma atualização do documento experimental de 2010[13] e como um esforço em reorganizar o Ensino Fundamental após sua ampliação para nove anos e o ingresso obrigatório na escola desde os seis anos de idade³¹. Essas mudanças buscam uma maior conformidade com as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica alteradas em 2013.

Assim como a Prova Brasil, o Currículo em Movimento da SEDF também se divide em temas. Porém, diferentemente do primeiro, que possui como menor subdivisão os descritores, esse documento tem objetivos e conteúdos que se inserem em cada tema. Também de forma diferente, há uma divisão inicial e uma divisão em blocos, ambos dependentes dos anos escolares. Os dois primeiros blocos se inserem nos chamados Anos Iniciais do Ensino Fundamental, enquanto o terceiro compreende os Anos Finais. O primeiro bloco, definido como Bloco Inicial de Alfabetização (BIA), engloba os anos 1º–3º, enquanto o segundo bloco é caracterizado pelo 4º e o 5º ano. O terceiro bloco, que coincide com os Anos Finais do Ensino Fundamental, engloba os anos 6º–9º.

²⁹Trecho retirado do portal do MEC. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13450:programa-curriculo-em-movimento-apresentacao&catid=195&Itemid=164.

³⁰Atualização essa que aconteceu com o documento DCN 2013 - Resolução nº 4 de 13 de julho de 2010

³¹Mudança estabelecida pela Lei nº 10.172, de 9 de janeiro de 2001 - Plano Nacional de Educação (PNE)

Nos Anos Iniciais[14], a divisão em temas de matemática é bem similar à que ocorre na Prova Brasil. Inclusive, os mesmos nomes são utilizados, com apenas duas exceções: o tema que na Prova Brasil se chama o “Números e Operações / Álgebra e Funções” recebe como nome apenas “Números e Operações”; além disso, o Bloco Inicial de Alfabetização possui um tema extra (Estruturas lógicas ou processos mentais) — porém, não tratamos deste tema, dado o foco do trabalho. Ressaltamos, ainda, que a ordem dos temas é diferente (vide Apêndice A ou Tabelas 2.2 a 2.3).

Nos Anos Finais³², os temas surgem em quantidade consideravelmente maior e granularidade mais fina do que nos blocos anteriores, com poucos deles se repetindo em anos subsequentes. Já que, para o jogo, limitamos o público alvo aos alunos do 5º ano (vide Seção 3.2), esses temas não serão mencionados aqui, mas podem ser vistos no Apêndice A.

Matriz Curricular do Marista Diocesano de Uberaba

Para que a listagem dos conteúdos de matemática fosse mais próxima às realidades das escolas, escolhemos utilizar como referência um currículo real, não nos limitando ao que é recomendado pelo governo. Houve certa dificuldade em encontrar esse tipo de documento para os anos do Ensino Fundamental que eram de nosso interesse (5º–9º), porém, tivemos acesso às matrizes curriculares do Colégio Marista Diocesano de Uberaba (MDU), com componentes curriculares, no seu portal virtual³³.

Já que nosso objetivo era, principalmente, validar a listagem de conteúdos obtida com o material disponibilizado pelo Inep e pela SEDF, julgamos que o material disponibilizado pelo Colégio seria o suficiente. Além disso, essa escolha foi especialmente relevante, por se tratar de uma escola com mais de um século de história, que integra uma rede mundial de colégios — a rede Marista, da qual a escola onde aconteceram os testes descritos no Capítulo 4 também faz parte — e o documento disponibilizado é comparativamente recente (2010).

Os conteúdos programáticos são divididos por matérias e temas. Assim como ocorre no Currículo em Movimento da SEDF, alguns temas se repetem em diferentes anos e outros não. Por exemplo, os temas de matemática que foram explorados para o 5º ano são: Sistema de Numeração (5.T1), Geometria (5.T2), Operações (5.T3), Sistemas de Medidas (5.T4), Divisores e Múltiplos de um Número Natural/Frações (5.T5), Decimais (5.T6) e Estatística (5.T7); desses, apenas o tema Geometria possui um equivalente direto nos anos subsequentes (6.T2, 7.T3 e 9.T3, respectivamente).

³²O Currículo em Movimento dos Anos Finais e outros não mencionados podem ser acessados em: <http://www.se.df.gov.br/educacao-df/curriculo-em-movimento.html>

³³Toda a matriz curricular do Colégio MDU, do maternal ao Ensino Médio, está disponível em: <http://marista.edu.br/diocesano/ensino/matriz-curricular/>.

A análise dessas três primeiras referências resultou numa lista de conteúdos do 5º ano e dos Anos Finais do Ensino Fundamental. Os conteúdos do 5º ano estão listados no Apêndice B e os demais no Apêndice C.

Common Core Mathematics Standards

O CCMS faz parte dos Critérios de *Common Core* (Núcleo Comum) do Estado, ou *Common Core State Standards* (CCSS), desenvolvida em 2009 como uma iniciativa para unificar os critérios de aprendizagem da educação primária e secundária (níveis K–12) já previamente estabelecidos em cada estado dos EUA³⁴. Os critérios, como um todo, estão divididos em duas partes.

A primeira parte, *Common Core English Language Arts Standards*, trata de temas relacionados à língua inglesa, como: leitura, escrita, literatura e letramento em níveis suficientes para tratar de temas complexos como história, ciência e tecnologia na forma de textos³⁵.

A segunda, *Common Core Mathematics Standards* (CCMS), está dividida em dois domínios: prática matemática, que inclui atitudes gerais que o aluno deve ser capaz de desenvolver para lidar com o conhecimento matemático, e conteúdos, que vamos explorar mais a fundo.

Ao contrário das práticas matemáticas, que são aplicáveis a todos alunos sem distinção de idade, os conteúdos se dividem por nível (K–8 e *High School*, que nos EUA são níveis de 9 ao 12).

Assim como as outras referências, o CCMS se divide em temas (Tabela 2.1).

Comparação Entre Referências

Observando as Tabelas 2.2 a 2.4, é possível concluir que, para o 5º ano, alguns temas dos CCMS são um pouco menos condensados que equivalentes da Prova Brasil (CCMS.OA, CCMS.NBT e CCMS.NF) e mais condensado em outros (CCMS.MD).

Além disso, observamos que, no currículo do Colégio MDU, é possível que alguns temas mais avançados (MDU.5.T1 e MDU.5.T7) sejam vistos antecipadamente em comparação aos outros.

E também observamos similaridades claras entre os temas da Prova Brasil e do Currículo em Movimento da SEDF, algo esperado, pois ambos utilizam os Parâmetros Curriculares Nacionais como uma de suas referências.

³⁴Mais sobre o processo de desenvolvimento dos CCSS estão disponíveis em: <http://www.corestandards.org/about-the-standards/development-process/>.

³⁵Todos critérios dos desse documento podem ser encontrados em: <http://www.corestandards.org/ELA-Literacy/>.

Tema	Tradução	Níveis	Sigla
<i>Counting & Cardinality</i>	Contagem e Cardinalidade	K	CC
<i>Operations & Algebraic Thinking</i>	Operações e Pensamento Algébrico	K–5	OA
<i>Number & Operations in Base Ten</i>	Números e Operações em Base Dez	K–5	NBT
<i>Number & Operations—Fractions</i>	Números e Operações—Frações	3–5	NF
<i>Measurement & Data</i>	Medidas e Dados	K–5	MD
<i>Geometry</i>	Geometria	K–12	G
<i>Ratios & Proportional Relationships</i>	Razões e Relações de Proporcionalidade	6–7	RP
<i>The Number System</i>	Sistema de Numeração	6–8	NS
<i>Expressions & Equations</i>	Expressões e Equações	6–8	EE
<i>Functions</i>	Funções	8–12	F
<i>Statistics & Probability</i>	Probabilidade e Estatística	6–12	SP

Tabela 2.1: Tabela de temas dos CCMS

Tema	Código	Eq. CCMS
Espaço e Forma	T1	G
Grandezas e Medidas	T2	MD
Números e Operações / Álgebra e Funções	T3	OA / NBT / NF
Tratamento da Informação	T4	MD

Tabela 2.2: Tabela de temas da Prova Brasil (PB) e relação com os CCMS

Tema	Código	Eq. CCMS
Números e Operações	5.T1	OA / NBT / NF
Grandezas e medidas	5.T2	MD
Espaço e forma	5.T3	G
Tratamento da informação	5.T4	MD

Tabela 2.3: Tabela de temas do 5º ano do Currículo em Movimento da SEDF e relação com os CCMS

Tema	Código	Eq. CCMS
Sistema de numeração	5.T1	NS
Geometria	5.T2	G
Operações	5.T3	OA / NBT / NF
Sistemas de medidas	5.T4	MD
Divisores e múltiplos de um número natural.	5.T5	NF
Frações		
Decimais	5.T6	NBT
Estatística	5.T7	SP

Tabela 2.4: Tabela de temas do 5º ano do Colégio MDU e relação com os CCMS

Capítulo 3

Proposta e Concepção

3.1 Proposta

Esse projeto se propõe, de forma geral, a desenvolver um jogo educacional digital que ensine conceitos de computação e que possa ser aplicado no Ensino Fundamental brasileiro. Considerando que o ensino de computação não é obrigatório no Brasil, mas alunos podem ser favorecidos com competências relacionadas ao aprendizado de Ciência da Computação (CC)[10], pensou-se em um jogo multidisciplinar, a fim de facilitar a sua implantação e evitar a sobrecarga de conteúdos. A multidisciplinaridade, no caso, envolve computação e matemática, dada a proximidade entre as duas áreas e apoiada no argumento de que uma melhoria na base matemática pode diminuir taxas de evasão no nível superior.

De forma específica, o jogo proposto deve:

1. Estar alinhado a fundamentos de programação e conteúdos de matemática do Ensino Fundamental brasileiro;
2. Ser divertido, alinhado à teoria de fluxo (*Flow*) e despertar interesse em CC;
3. Possuir um mecanismo de telemetria para a captura de dados, de forma que possa ser realizada a avaliação furtiva (*Stealth Assessment*).

Para verificar que tais itens estão presentes no jogo, os seguintes métodos foram, respectivamente, utilizados:

1. Pesquisa dos conteúdos de computação e matemática. Validação do conteúdo de matemática com professores do Ensino Fundamental durante a fase de desenvolvimento;
2. Questionário de satisfação a ser aplicado aos jogadores com itens que verifiquem, especificamente, aspectos de fluxo e motivação;

3. Questionário na forma de avaliação dos conteúdos de computação e entendimento do jogo, para comparação entre os dados obtidos automaticamente e as respostas dadas pelos alunos.

3.2 Concepção

Partindo do problema descrito no Capítulo 1, da proposta descrita na Seção 3.1 e também da literatura explorada no Capítulo 2, o primeiro passo dado em direção à conclusão do projeto foi selecionar quais conteúdos de computação seriam relevantes para serem explorados em um jogo educacional para alunos do Ensino Fundamental. E, em seguida, foi feita pesquisa de conteúdos de matemática que seriam usados em conjunto para definir o conteúdo educacional do jogo.

3.2.1 Conteúdo Educacional do Jogo

Conteúdo de Matemática

Como explicado anteriormente, com a finalidade de evitar a sobrecarga de conteúdos gerada pela proposta de ensinar computação no Ensino Fundamental, parte da concepção do jogo incluiu trabalhar conteúdos já presentes nos componentes curriculares das escolas. A matemática é uma das disciplinas base para os cursos de Engenharia e TI, portanto, ela foi escolhida com a intenção de fazer os alunos se interessarem mais pelas ciências exatas, ao verem seu aspecto lúdico. Além disso, deficiências no Ensino Básico de matemática têm sido relacionadas à evasão em cursos de TI[19], logo, estimular o aprendizado dessa disciplina pode impactar o desempenho dos alunos que escolham um desses cursos no futuro.

Para identificar os conteúdos de matemática sendo ministrados no Ensino Fundamental brasileiro foram utilizadas 3 fontes já descritas no Capítulo 2: as matrizes de referência da Prova Brasil (PB), o Currículo em Movimento da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEDF) e as matrizes curriculares do Marista Diocesano de Uberaba (MDU) (5º ao 9º ano).

A Prova Brasil foi escolhida pelo seu objetivo de avaliar a qualidade dos sistemas de ensino dos 5º e 9º anos do Ensino Fundamental (e também 3º ano do Ensino Médio) em todo o país. Ela também é interessante por ter como base os Parâmetros Curriculares Nacionais e currículos propostos pelas secretarias estaduais de educação e algumas redes municipais, reunindo os conteúdos fundamentais de todo território nacional.

O Currículo em Movimento da SEDF foi escolhido principalmente por ser um parâmetro do Distrito Federal, onde os testes foram realizados, e por ser um documento governamental recente.

As matrizes curriculares do Colégio Marista Diocesano de Uberaba foram utilizadas, principalmente, pois estão disponíveis publicamente na internet. Mas essa escolha foi especialmente relevante, pois o colégio possui ao menos 110 anos de existência e faz parte da rede dos Colégios Marista, que estão espalhados por todo o território nacional e exterior. Além disso, o colégio em que foram feitos os testes do produto final também faz parte dessa rede de ensino.

Após reunir tais documentos e separar os conteúdos em tabelas (vide Apêndice B e Apêndice C) foi feita a definição do 5º ano como etapa escolar alvo. Essa decisão foi tomada tendo-se em vista que esse ano marca o fim dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, em um período em que os alunos estão desenvolvendo importantes capacidades cognitivas, apresentando carga de conteúdos de matemática menos intensa e mais interessante para aplicação no jogo em comparação com os outros anos analisados.

De posse da listagem de conteúdos do 5º ano, foi feito um mapeamento destes com o padrão estadunidense *Common Core Mathematics Standards* (CCMS) para fins de comparação e identificação de temas maiores em que poderiam ser agrupados os conteúdos das 3 fontes nacionais (Apêndice B).

Essa abordagem foi motivada pelo fato de que a ferramenta educacional ludificada de ensino para crianças e adolescentes *Khan Academy*¹, a mais difundida mundialmente, se baseia nesse padrão. Além disso, a *Khan Academy* é particularmente relevante para o Brasil, já que o governo demonstrou interesse nessa ferramenta — foi feita uma parceria com a Fundação Lemann em 2013² e o portal já disponibiliza conteúdo específico de matemática para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)³ —, e para essa pesquisa, por incluir o ensino de CC e programação nas suas coleções.

Feito isso, foram observadas algumas similaridades e divergências entre o sistema brasileiro e o estadunidense, bem como diferenças de conteúdo nas fontes nacionais. O resultado da análise leva em consideração que os alunos de 5º ano no Brasil, em geral, estão na faixa etária de 10–11 anos, portanto, a série equivalente nos EUA é conhecida como *Grade 5*⁴.

Observa-se que diversos (30) conteúdos trabalhados no 5º ano do Ensino Fundamental no Brasil já foram vistos anteriormente nos Estados Unidos, alguns poucos (6) conteúdos

¹<https://pt.khanacademy.org/>.

²Para mais informações c.f. <http://veja.abril.com.br/noticia/educacao/khan-academy-firma-acordo-global-com-fundacao-brasileira/>.

³Para mais informações c.f. <https://pt.khanacademy.org/math/enem>.

⁴Para mais informações c.f. https://en.wikipedia.org/wiki/Fifth_grade.

são trabalhados anteriormente no Brasil e poucos (10) são estudados concomitantemente. Em muitos desses casos, o mapeamento não é direto, necessitando de mais que um item do CCMS para obter equivalência com apenas um dos itens brasileiros, ou foi incompleto, ou seja, somente parte do conteúdo foi similar. Além disso, não foi possível mapear uma quantidade significativa (50) dos conteúdos da listagem mesmo fazendo uma pesquisa em todos anos do CCMS. Os mapeamentos, em geral, foram menos satisfatórios nos itens extraídos da matrizes de referência da Prova Brasil, pela dificuldade em extrair dos descritores os conteúdos, já que há uma diferença de granularidade.

Certamente as divergências entre os sistemas de ensino em ambos países servem de justificativa para a necessidade de serem criados jogos educacionais específicos, mais focados na realidade brasileira.

Conteúdo de Computação

Os conteúdos de computação para níveis introdutórios foram explorados nas ementas dos cursos básicos de computação da UnB, objetivos educacionais presentes no documento CSTA K–12 CSS [38] e jogos educativos estrangeiros similares ao proposto (vide Subseção 2.4.1).

Nas ementas de computação, os seguintes temas foram apresentados: variáveis, tipos de dados, operadores aritméticos, estruturas de decisão, laços de repetição, funções, vetores, matrizes, cadeias de caracteres, ponteiros e arquivos. Já nos jogos, os conteúdos computacionais mais trabalhados foram sequências de comandos, parâmetros e laços, mas condicionais também foram explorados.

Com isso em mente, foi decidido que o jogo desenvolvido deveria ter como objetivo ensinar, primeiramente, sobre comandos, parâmetros e laços, mas poderia ser adicionado o conceito de condicionais, por estar presente nos jogos analisados, e os conceitos de funções, vetores e matrizes, presentes nas ementas dos cursos de computação e por serem possivelmente conhecimentos favoráveis ao ensino de matemática.

Os objetivos educacionais de computação mencionados no documento da CSTA e na Subseção 2.4.1 que julgamos mais relevantes para o jogo são: L1:3.CT-1, L1:3.CT-4, L1:6.CT-1, L1:6.CT-5, L1:3.CL-2, L1:3.CPP-4, L1:6.CPP-5, L1:6.CPP-6, L1:3.CD-1 e L1:6.CD-1.

Para validar a decisão dos conteúdos de computação, fizemos um experimento com alunos do Ensino Fundamental e verificamos como eles reagem ao conteúdo e o tipo de interface proposta.

Teste com atividades da *Code.org* Nos primeiros estágios da pesquisa, durante a 14ª Semana de Extensão da Universidade de Brasília, dois testes de uma hora de duração

foram feitos com atividades *online* da *Code.org*.

O primeiro foi feito com um aluno do 5º ano, utilizando as fases 3 e 4 o curso 2⁵ da ferramenta, que é recomendado para alunos dos anos 2º–5º. Foi observado que o aluno teve facilidade na fase 3⁶, demonstrando entendimento do uso de programação visual para resolver as atividades propostas, porém ele teve dificuldades com o que foi apresentado como conteúdo de matemática da fase 4⁷. Essa atividade, diferentemente da anterior, trabalha alguns conhecimentos matemáticos, como o conceito de ângulos, que não eram muito bem conhecidos pelo aluno, que, por isso, precisou de ajuda em várias das tarefas dessa fase e também de um transferidor para prosseguir, mas não conseguiu terminar a atividade no tempo disponível (Figura 3.2). Com os planos de aula disponibilizados pela *Code.org* (vide notas de rodapé), vimos como as fases estão alinhadas com o CCMS — ambas as fases envolvem os conhecimentos 1.OA.A.1, 2.OA.A.1 e 3.OA.3, mas a fase 4 vai um pouco além e inclui os itens 1.G.A.1, 1.G.A.2, 2.G.A.1 e 3.G.A.2 — e observamos que todos os conteúdos presentes nessa atividade são trabalhados, no mais tardar, na *Grade 3* dos EUA. Ademais, nenhum conteúdo novo de computação foi introduzido, apenas sendo trabalhados sequências de ações com parâmetros selecionáveis. É provável, portanto, que as diferenças entre os currículos de ambos países de fato leve alguns alunos a terem problemas com o conteúdo proposto em jogos estrangeiros, como foi apontado no início dessa seção.

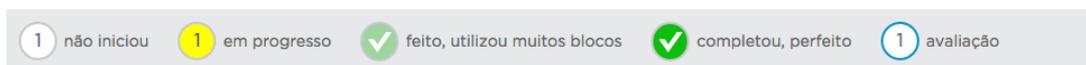


Figura 3.1: Legenda relativa ao progresso realizado nas atividades da *Code.org*.

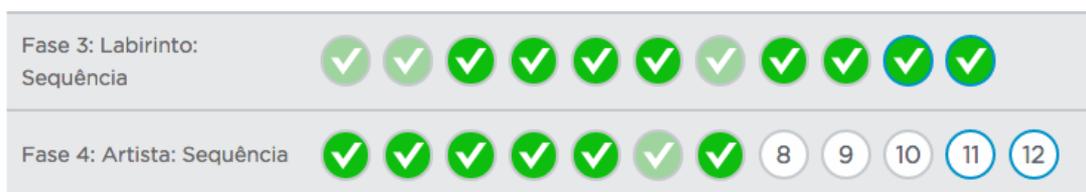


Figura 3.2: Progresso do aluno do 5º ano no primeiro teste com atividades da *Code.org*.

O segundo teste foi feito com uma aluna do 5º ano e um aluno do 4º ano, foi utilizado o tutorial do *HoC*, descrito na Subseção 2.4.1 e, já que os alunos conseguiram resolvê-lo até

⁵<https://studio.code.org/s/course2/>.

⁶O plano de aula para a fase 3 pode ser visto aqui: <https://code.org/curriculum/course2/3/Teacher>.

⁷O plano de aula para a fase 4 pode ser visto aqui: <https://code.org/curriculum/course2/4/Teacher>.

o final, eles continuaram com a fase 5⁸ do curso de 20 horas⁹. Em geral, a experiência foi muito positiva, pois eles se divertiram e disseram que passaram a ter mais interesse pela programação. Apesar de essa atividade demandar um pouco mais do conhecimento de programação dos alunos, eles foram muito bem e se empenharam em resolvê-la utilizando o mínimo necessário de blocos.

Os alunos também seguiram para uma fase que demandava o conhecimento de ângulos. Nessa, a aluna demonstrou já ter tido contato com o assunto, ao contrário do aluno, que, no entanto, foi capaz de entender o conceito com a ajuda de um transferidor para concluir as atividades. Além disso, a experiência obtida na primeira atividade fez com que os alunos ficassem mais confiantes em experimentar, em comparação com o aluno do primeiro teste, resolvendo-as mediante tentativas e observações.

Ela, que já tinha o conhecimento necessário, resolveu as atividades muito mais rapidamente, e ele ficou preso na atividade 8 da fase 5 por boa parte do tempo — mas, infelizmente, os dados relativos ao tempo gasto em questões e número de tentativas não são disponibilizados pela plataforma. Em uma entrevista ao final das tarefas, pedimos para que o aluno explicasse a solução dessa atividade, e ele conseguiu explicar os conceitos envolvidos de forma satisfatória, indicando que aprendeu com o jogo.

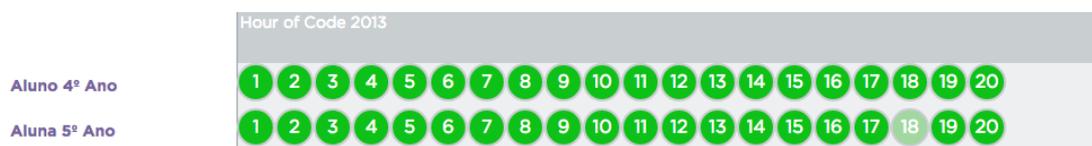


Figura 3.3: Progressos dos alunos na primeira fase jogada no segundo teste com atividades da *Code.org*.



Figura 3.4: Progresso dos alunos na segunda fase jogada no segundo teste com atividades da *Code.org*.

⁸Na época, os exercícios do *HoC* eram os mesmos da atividade 2 do curso de 20 horas. Portanto, desconsiderando as atividades desplugadas, a atividade seguinte é a número 5.

⁹<https://studio.code.org/s/20-hour/>

Multidisciplinaridade

Partindo da listagem de conteúdos matemáticos e os temas de computação a serem ensinados, emparelharam-se ambos os dados, com a finalidade de pensar em possíveis mecânicas que favorecessem o aprendizado. Porém, antes disso, foi escolhido limitar os conteúdos de matemática e focar apenas naqueles que envolvessem geometria. Eles se sobressaem aos demais por sua versatilidade e facilidade de agrupamento dentro do tema.

São versáteis no sentido de que é comum utilizá-los em situações problema que envolvem mais de um conteúdo além da própria geometria, o que nos é favorável tendo em vista a abordagem multidisciplinar.

É, também, notável a proximidade do conteúdo de geometria com jogos virtuais, já que esses possuem elementos gráficos e as ações tomadas pelos jogadores são refletidas em respostas, em geral, visuais no jogo.

Então, utilizando de técnicas de *brainstorming*, foi feita uma tabela de mecânicas (Apêndice D) a serem usadas no jogo, relacionando conteúdos de computação e de geometria. A fim de obter ideias mais consolidadas, provas com conteúdos de geometria do 5º ano serviram de inspiração para a construção da tabela^{10,11}.

Um exemplo disso pode ser visto na Tabela 3.1. A coluna das ideias consiste no resultado do *brainstorming* e é uma descrição simples de uma mecânica no jogo, algumas vezes com uma sugestão de estética e dinâmica que podem ser alteradas.

Os conteúdos estão separados em dois campos, para cada uma das duas matérias (matemática e computação). É importante notar que nem sempre são utilizados conteúdos que envolvem apenas geometria, pois em certos itens outros conteúdos de matemática também são explorados em conjunto com a geometria.

Cada linha da tabela recebe um nível de dificuldade (fácil, médio ou difícil), para que seja possível avaliar os mesmos conteúdos em diferentes níveis.

Pensando na avaliação, a última coluna tem sugestões de perguntas que poderiam ser usadas para verificar, de forma tradicional, se os alunos conseguiram reter alguma informação.

Dificuldades foram encontradas para pensar em mecânicas que utilizem vetores e matrizes de forma simples o bastante para a faixa etária.

¹⁰Exemplos de questões da Prova Brasil foram utilizados: <http://portal.inep.gov.br/web/saeb/exemplos-de-questoes2>.

¹¹Simulado do Programa de Avaliação da Rede Pública de Educação Básica e documentos relacionados foram utilizados como inspiração: <http://pt.slideshare.net/silvaniabarbara/simulado-7-8-9-10-de-matematica>.

Mecânica	Matemática	Computação	Nível de dificuldade	Como avaliar
Medir ângulo com transferidor para tomar decisão.	Ângulos, uso de ferramentas.	Associado com estrutura de decisão	Fácil	Como usar o transferidor? Meça tal ângulo com a ajuda de um transferidor.

Tabela 3.1: Exemplo retirado da tabela de mecânicas (Apêndice D)

3.2.2 Mecânicas, Dinâmicas e Estéticas

Essa seção tem relação direta com o *Framework MDA*[20], descrito no Capítulo 2. Na tabela de *brainstorming* de mecânicas (Apêndice D), mencionada na seção anterior, foram apresentadas possíveis mecânicas que poderiam servir para atingir os objetivos propostos. Para decidir quais dessas mecânicas serão mais interessantes, a taxonomia de estéticas presente no *framework MDA* foi utilizada. Nessa ferramenta, são descritas 8 estéticas, ou formas de divertir o jogador: sensação, fantasia, narrativa, companheirismo, descoberta, expressão, submissão e desafio.

A decisão de prioridade entre as estéticas foi feita, a princípio, com base na observação de quais jogos são mais populares entre crianças na faixa etária trabalhada, bem como artigos de sites especializados em jogos comerciais, onde são feitas análises dos jogos mais esperados pela comunidade. Um desses artigos¹² se destaca ao comparar um jogo muito popular entre essa faixa etária (*Minecraft*¹³) com um dos jogos mais esperados da época, destaque em diversas mostras internacionais (*No Man's Sky*¹⁴), e afirma que a nova geração de jogadores está mais interessada em poder se expressar e fazer descobertas do que em narrativas densas. Com isso, foram priorizadas as estéticas de descoberta e expressão, em primeiro lugar, seguida pela estética do desafio, por se tratar de um jogo educativo, e só então a da narrativa. Essa escolha também se encaixa com as recomendações do documento da CSTA (vide Subseção 2.4.1). O 5º ano do Ensino Fundamental é equivalente à *Grade 5*, portanto, pode ser considerado como pertencente ao nível 1 do K–12 CSS, que propõe uma abordagem com atividades que estimulem a criatividade e a experimentação.

Tendo uma ordem de prioridade das sensações que queremos transmitir com o jogo, uma nova tabela (Apêndice E) foi feita para relacionar mecânicas e estéticas, utilizando as dinâmicas como uma forma de associação. A forma com que o jogador se relaciona com o jogo ou, nesse contexto, sugestões de ações que podem ser tomadas pelo jogador,

¹²<http://www.theguardian.com/technology/2014/dec/10/nomansskywhyminecraftgenerationwillrejectcallofduty>

¹³<https://minecraft.net/game>

¹⁴<http://www.no-mans-sky.com/about/>

foram introduzidas como dinâmicas nessa tabela. Então, os objetivos educacionais foram associados (quando possível), para cada uma das dinâmicas pretendidas. Em algumas delas foi possível identificar a possibilidade de haver transferência de conhecimento.

Para favorecer a estética da expressão, a ideia inicial é de que o jogador poderia usar sua criatividade para criar desenhos e formas complexas, mas para isso teria o desafio de utilizar formas geométricas planas simples, movimentando-as por um plano cartesiano e posicionando-as no mesmo.

As formas mais simples, por sua vez, seriam feitas desenhando segmentos de retas de tamanhos específicos ou arcos de circunferência — a partir de dois pontos em uma matriz bidimensional ou dois pontos (um de apoio e outro para fazer o traçado) e um ângulo em graus.

Toda a interação do aluno com a parte principal do jogo seria por meio uma linguagem de programação visual similar ao *Scratch*¹⁵, assim como é feito nas atividades da *Code.org*. Isto é condizente com o CSS, favorece a estética do desafio e é fundamental para ensinar noções de programação.

Com o intuito de potencializar a descoberta, foi pensado que essas formas seriam introduzidas aos poucos. Além disso, o usuário poderia experimentar com a composição de diferentes formas a fim de descobrir outras que poderiam ser usadas nos desenhos.

Para trazer coesão e conectar as diferentes dinâmicas descritas, uma narrativa não muito complexa se tornou necessária. O tema escolhido para a história do jogo foi o conjunto de obras de azulejaria do artista plástico Athos Bulcão. Mais informações sobre essa escolha serão dadas na Subseção 4.1.3.

Mecânica de Composição de Painéis de Azulejos

Após essa decisão, foi feita uma reunião com a Fundação Athos Bulcão¹⁶ para obter informações sobre as obras do autor. Nessa reunião, a secretária executiva, Valéria Cabral, elucidou várias questões sobre a vida e obra do artista, a matemática por trás da sua arte, e a lógica de composição dos painéis.

A última dessas questões é certamente a mais relevante para essa seção e, para deixar isso claro, uma explicação da lógica de composição é necessária.

Como é explicado pelos autores que estudam a obra, esboços e plantas do autor, Athos dava regras claras e exemplos nos seus esquemas de composição, mas também deixava muitas questões a critério do operário que executaria a obra.

¹⁵Para mais informações c.f. <https://scratch.mit.edu/>.

¹⁶Uma entidade, sem fins lucrativos, criada para preservar e divulgar a obra de Athos Bulcão. Para mais informações, c.f. <http://www.fundathos.org.br/fundacao>

“Geralmente, Athos começa o projeto fazendo um desenho — a forma —, vindo em seguida a cor. Para os operários, arma, em cartões serigráficos, algumas combinações possíveis, mas frequentemente libera-os para armar o painel como bem entenderem.”[25]

Nos esquemas de composição, entretanto, é possível perceber que, na maioria das obras, Athos trabalha com um grupo de quatro azulejos, que se organizam em uma matriz quadrada de dimensão 2.

“Em alguns painéis, a colocação que parece aleatória, resulta de um padrão estabelecido: 3 x 1, quando a cada quatro peças, apenas uma pode ter variações.”[47]

Um exemplo pode ser visto no painel de azulejos do Parque da Cidade Sarah Kubitschek, em Brasília (Figuras 3.5). É possível perceber que o resultado do trabalho dos operários, que montaram a obra, não segue exatamente o padrão estabelecido. E nem deveria, pois é o que dá caráter lúdico à obra, perturbando o olhar e estimulando a imaginação do observador, que procura identificar padrões[47, 44].



(a) 4 azulejos que demonstram o padrão 3 x 1



(b) 40 azulejos utilizando o padrão de composição



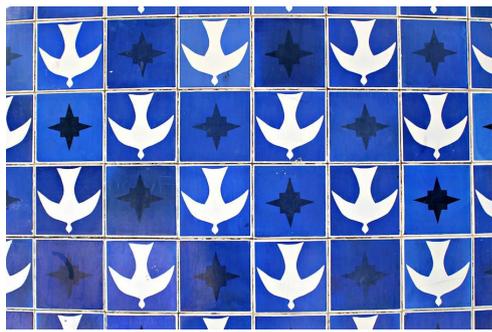
(c) Fotografia do painel verdadeiro, montados com certa liberdade pelos operários

Figura 3.5: Exemplo do painel de azulejos do Parque da Cidade Sarah Kubitschek, demonstrando o padrão de composição em comparação com o real

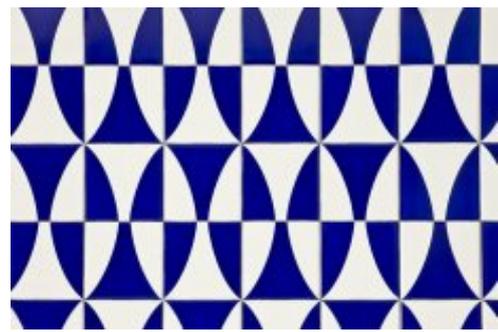
Mas mesmo que o painel utilize apenas o padrão estabelecido, como na Figura 3.5(b) em que não há uma quebra do padrão de composição, ainda, nesse caso, fica em aberto a escolha da orientação dos azulejos, e a posição do azulejo em branco dentro do padrão 3 x 1.

Em alguns painéis, porém, como exemplificado nas Figuras 3.6, os esquemas são rigidamente predefinidos, com repetições que favorecem a descrição computacional.

Considerando que, dentro do jogo, é necessário validar a composição gerada pelo aluno, optou-se por trabalhar apenas com os padrões definidos pelo artista, e não entrar em detalhes quanto às quebras do padrão — tipicamente aleatórias — inseridas pelos operários.



(a) Painel do Igrejinha Nossa Senhora de Fátima



(b) Painel do Brasília Palace Hotel

Figura 3.6: Exemplo de painéis que seguem esquemas predefinidos

3.2.3 Referências de Arte

No processo de desenvolvimento do jogo, uma das etapas envolve a criação da arte de conceito do jogo. Essas são, resumidamente, ilustrações criadas com o objetivo de visualizar aspectos da elaboração do jogo [46].

Entretanto, já que o processo de concepção não dispunha de um artista que pudesse se dedicar a tais tarefas, essa etapa foi substituída pela obtenção de artes de referência.

Além dos jogos citados na Subseção 2.4.1, as referências incluem obras do artista Athos Bulcão, *pixel-art* e outras manifestações artísticas baseadas em formas geométricas.

Ao todo foram selecionadas 19 imagens¹⁷ disponíveis publicamente na internet que exemplificam os conteúdos que poderiam ser criados pelos alunos durante o jogo. Algumas dessas podem ser observadas na Figura 3.7.

Outras referências foram usadas para a construção do mapa de seleção dos níveis. Já que cada nível do mundo virtual possui, necessariamente, um análogo no mundo real, e a maioria das obras de Athos Bulcão se encontram em Brasília, o próprio mapa do Plano Piloto da cidade¹⁸ foi utilizado.

Mais especificamente, a referência utilizada foi o mapa presente no almanaque feito pela empresa de turismo Tríade [27], que indica a localização de alguns painéis do artista. Esse mapa pode ser visto na Figura 3.8.

Para a concepção de personagens foi utilizada como referência o estilo de arte do artista Sanches Jr. criador da página *Toysquotes*¹⁹ em que personagens conhecidos são desenhados como bonecos.

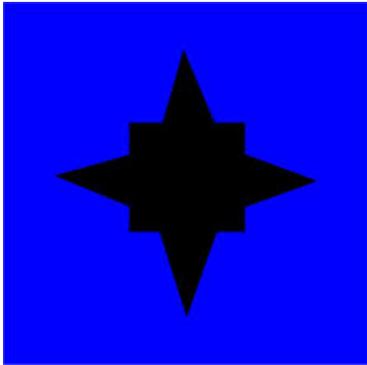
Outra referência importante para a interface do jogo foi a escala de cores utilizada por Athos Bulcão (vide Figura 3.9), que foi encontrada no mesmo material que o mapa.

¹⁷Imagens disponíveis em:

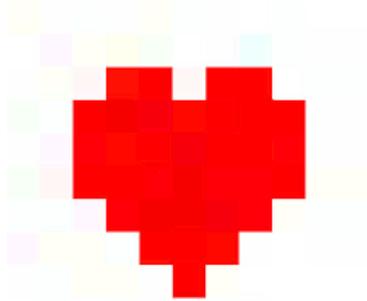
<https://drive.google.com/folderview?id=0Bw0FurTBX13DSF9Gd0JHdTdMdmM&usp=sharing>

¹⁸O Plano Piloto de Brasília é um projeto do urbanista Lúcio Costa.

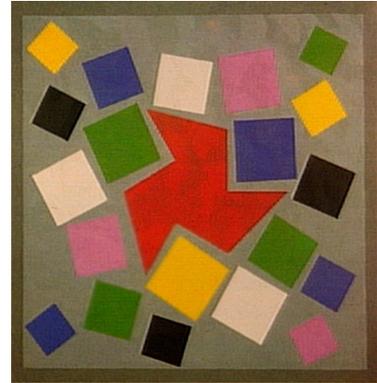
¹⁹<http://www.toysquotes.com.br/>



(a) Detalhe de um dos azulejos de Athos, utilizado na Igrejainha



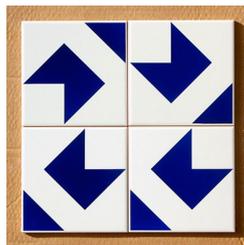
(b) Coração em *pixel-art*



(c) Athos Bulcão. Rodamoinho. 1987



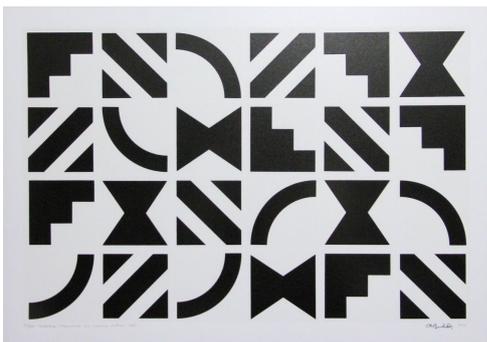
(d) Mosaico dos fantasmas do jogo *Pac-Man* em Bilbao, Invader



(e) Rafael Dietzsch. Azulejos inspirados em Bulcão. 2010



(f) Athos Bulcão. Estação de Transbordo da Lapa. 1981. Foto: Edgar César Filho



(g) Athos Bulcão. Modular (Memorial da América Latina, 1988)



(h) Azulejos e mosaicos islâmicos (*Kashi Kari*)

Figura 3.7: Algumas das imagens de referência.

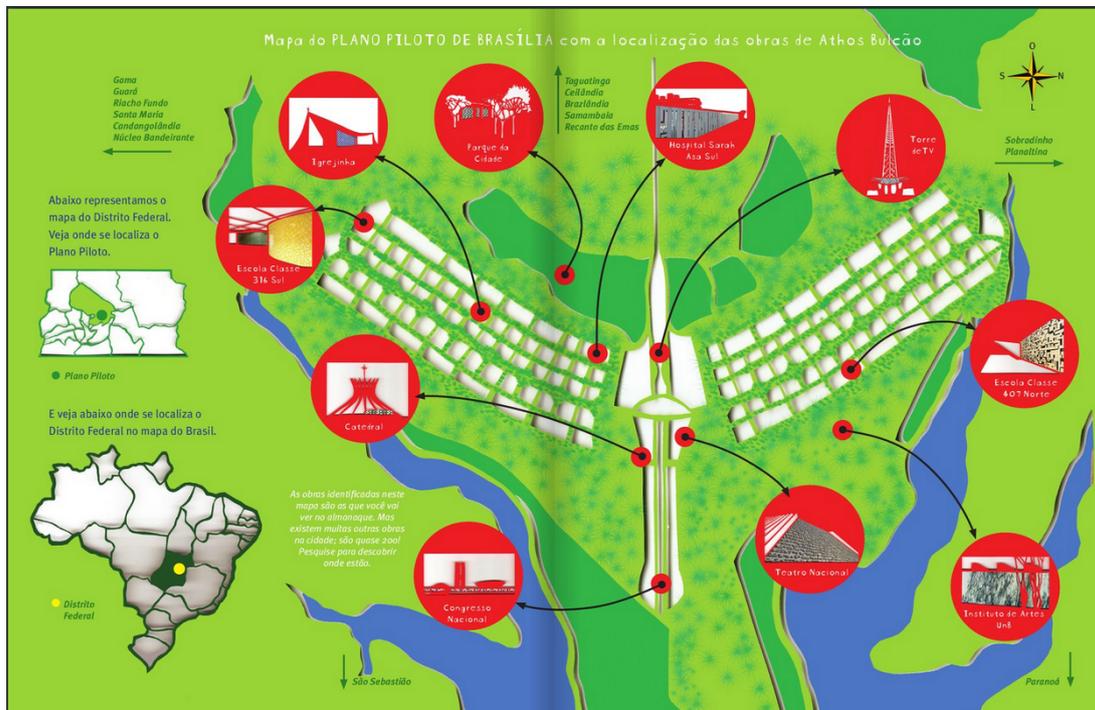


Figura 3.8: Mapa do PLANO PILOTO DE BRASÍLIA com a localização das obras de Athos Bulcão. Laura Gorski. 2010.

Veja a paleta de cores que Athos usava para decidir quais usar. Quantas possibilidades!



Patrick Grosner

Figura 3.9: Escala de cores para azulejo. Foto por Patrick Grosner, balanço do branco feito pelo autor. Sem data. Acervo Fundação Athos Bulcão.

Capítulo 4

Implementação e Avaliação

4.1 Implementação

4.1.1 Protótipos Iniciais

Antes do início da implementação final do jogo, protótipos foram feitos para serem avaliados quanto ao conteúdo e usabilidade.

O primeiro protótipo realizado teve duas finalidades principais: teste da mecânica de composição de formas complexas utilizando outras mais simples e definição inicial da interface do usuário.

Para o primeiro objetivo, foi feito um protótipo em papel com formas simples cortadas de um papel quadriculado (vide Figura 4.1). Com isso, descobriu-se que esse tipo de abordagem poderia ser um tanto complexa.

Para a definição da interface do usuário, antes da implementação do protótipo digital, foi definida uma resolução base de 1024 x 768 *pixels*, que é bastante utilizada em *tablets* no Brasil (vide Figura 4.2).

Após tomada essa decisão, um protótipo de funcional foi feito utilizando o motor de jogos *Unity*². Nele, apenas foram dispostos os elementos principais que seriam necessários para a interface (Figura 4.3): uma matriz bidimensional onde as formas complexas seriam criadas, um campo demonstrando as formas básicas que podem ser utilizadas, um campo de onde o jogador retira as ações que quer utilizar e outro onde ele organiza as sequências de ações a serem executadas.

Utilizando esse protótipo e o editor visual do motor de jogos, que disponibiliza uma interface para que sejam feitas alterações que podem ser vistas instantaneamente, várias

¹Mais informações em <http://gs.statcounter.com/#tablet-resolution-BR-yearly-2009-2015>

²Motor disponível em <http://www.unity3d.com>

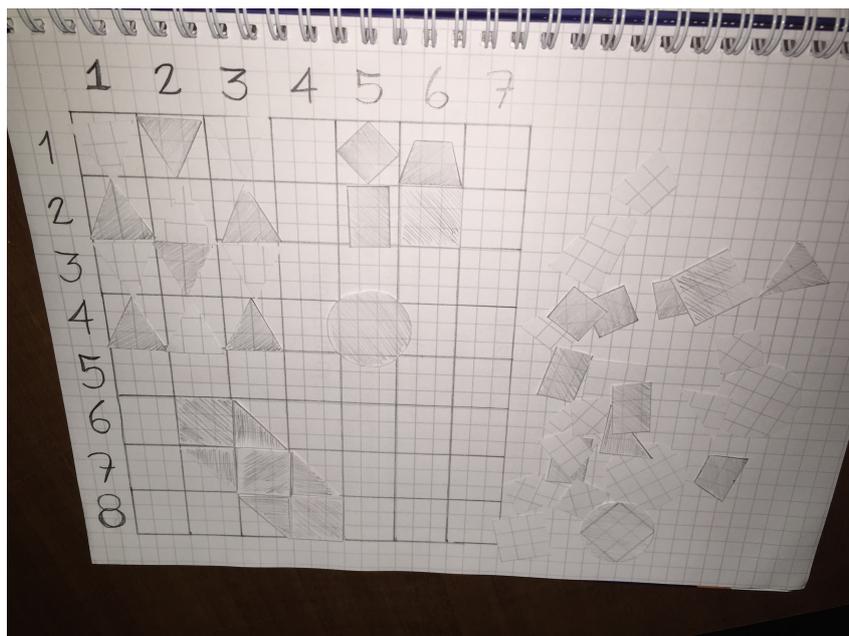


Figura 4.1: Protótipo em papel para simular a composição de formas complexas com outras mais simples.

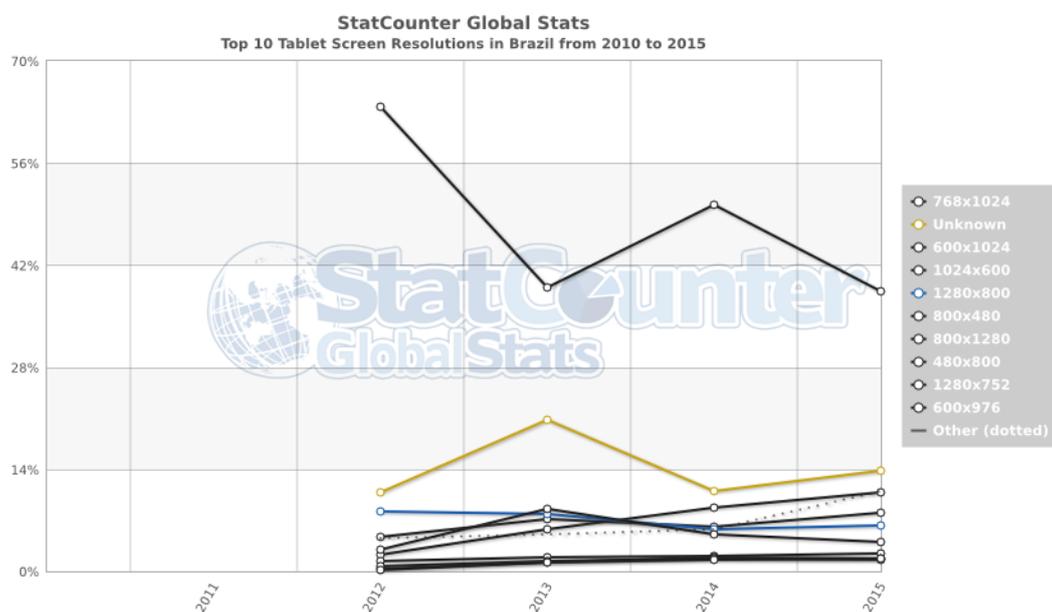


Figura 4.2: As 10 resoluções mais utilizadas em *tablets* no Brasil, de 2010 a 2015¹.

imagens (Figura 4.4) foram criadas para observar o tipo de experimentação que o jogador poderia fazer e o tipo de resultado obtido.

³À esquerda, reproduções de alguns dos azulejos utilizados no painel de azulejos do Memorial da América Latina.

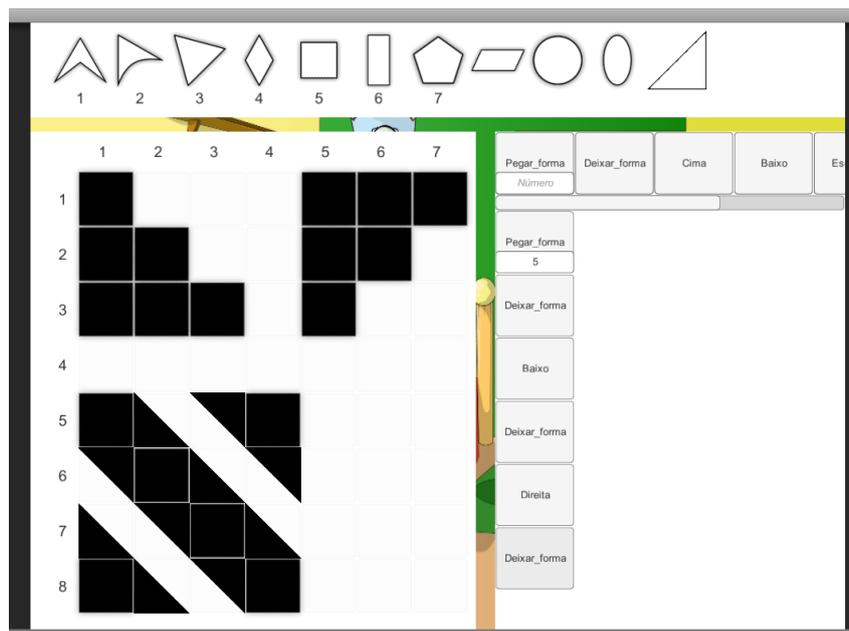


Figura 4.3: Protótipo inicial para a disposição de elementos da interface³.

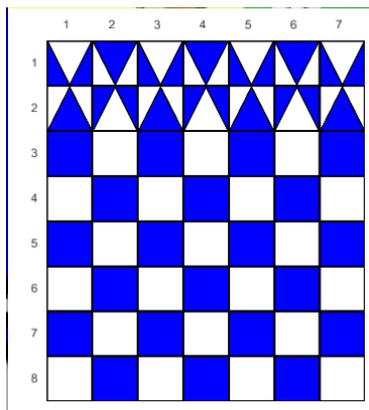
Para confeccionar as imagens foi necessário rotacionar, posicionar em uma célula da matriz, mudar a cor de fundo de uma célula ou a cor da forma geométrica que foi posicionada. Apenas em um caso (Figura 4.4(d)) foi necessário alterar a escala da forma geométrica para obter um resultado mais fidedigno. Essas primeiras são, essencialmente, as ações que precisam ser implementadas como blocos dentro do jogo, além da movimentação para posicionar um elemento na matriz.

É importante notar que, no caso da composição dos painéis, não houve a intenção de obter imagens idênticas às obras originais, mas apenas de imaginar como seria feito o posicionamento caso houvesse os moldes de azulejos apropriados.

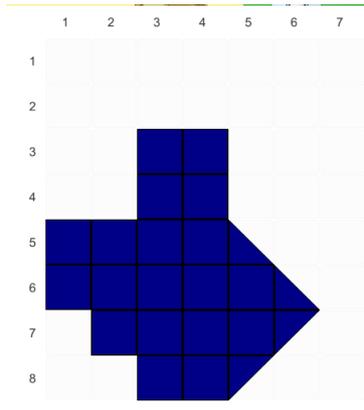
Dito isso, conclui-se que os resultados dos painéis de azulejos foram satisfatórios, porém, os das formas geométricas complexas feitas por composição, ou seja, moldes de azulejos individuais, não muito, pois dependem das dimensões da matriz utilizada.

Além do mais, é possível que empregar a mesma mecânica (posicionamento de elementos em uma matriz bidimensional) para resultados distintos (criação do painel ou azulejo) pudesse gerar uma certa confusão para o jogador. Ademais, a criação de azulejos utilizando essa abordagem não é associável à forma com que uma única peça é criada, ao contrário da montagem de um painel que, de fato, inclui a composição de elementos.

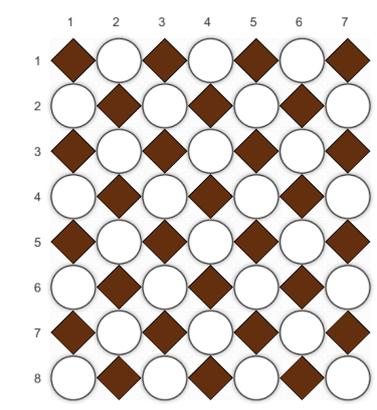
Com isso, optou-se por utilizar uma abordagem diferente para confecção dos azulejos, baseada apenas no desenho utilizando linhas e arcos de circunferência. Essa abordagem



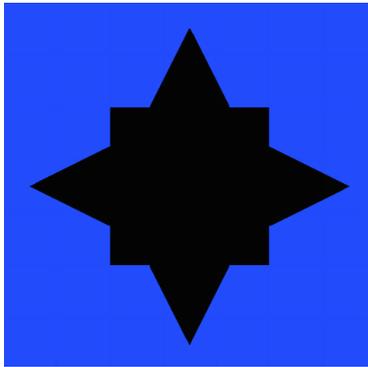
(a) Esquema de composição do painel localizado no Brasília Palace Hotel



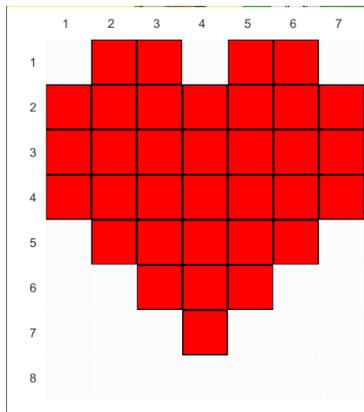
(b) Reprodução do azulejo utilizado no aeroporto de Brasília



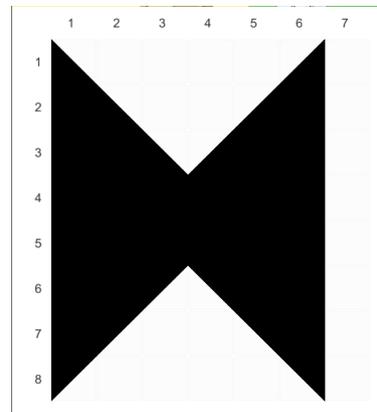
(c) Reprodução do painel da SQS 308⁵



(d) Reprodução do azulejo estrela da Natividade, utilizado na Igrejinha



(e) Reprodução de uma forma de coração em *pixel-art*



(f) Reprodução de um dos azulejos utilizado no Memorial da América Latina

Figura 4.4: Exemplos de formas e painéis gerados de forma manual com um protótipo.

é explorada no protótipo seguinte.

4.1.2 Protótipo de Teste

Para a avaliação, foi feito contato com o Colégio Marista de Brasília - Ensino Fundamental (Maristinha), que disponibilizou duas professoras do 5º ano para avaliar a mecânica principal do jogo e validar seu conteúdo educacional.

⁵Apesar de algumas similaridades, o painel utilizado nas fachadas de alguns blocos da Superquadra Sul (SQS) 308 — projetados por Marcelo Campello e Sérgio Rocha —, na verdade, não são do artista Athos Bulcão, mas foram utilizados no jogo por sua simplicidade.

Protótipo em Papel

Foi feito um protótipo em papel no formato de um jogo que usa computação desplugada [4], ou seja, que trabalha conteúdos de computação sem a necessidade de computadores. Esse tem sido um método popular entre a comunidade acadêmica [18, 5, 11], pois leva em consideração a indisponibilidade de computadores ou outros recursos, o que é uma realidade em inúmeras escolas brasileiras.

Portanto, o protótipo criado nesse momento foi feito não só para teste e validação com as professoras, mas também para visualizar como seria feita uma versão física do jogo, tendo em mente as possíveis dificuldades tecnológicas.

Como geralmente são feitas em abordagens como essa, um documento foi feito listando os materiais sugeridos para a aplicação das atividades (separadas em duas partes: criação e posicionamento dos azulejos), preparação e regras de cada uma das duas. Esse documento se encontra no Apêndice F e o protótipo em papel foi confeccionado com base nele.

O protótipo de papel, para limitar as instruções que podem ser usadas pelos alunos e permitir um controle maior das palavras utilizadas ao definir as ações, teve as próprias instruções — descritas nas regras — feitas em papel, algumas com parâmetros encaixados e móveis para poder escolher opções.

Algo importante de se ressaltar do Apêndice F é o modo como foi pensada a criação de azulejos. Diferentemente da forma como são desenhadas linhas em outras plataformas educativas — como o tradicional *Logo*⁶, o *Scratch* ou HoC —, para: não utilizar o conceito de *pixels* no jogo virtual, que pode ser um tanto arbitrário para os alunos; favorecer objetivos educacionais relacionados ao conceito de referência, planos cartesianos e uso instrumentos de medida; e fazer analogias mais claras dos comandos com ações reais feitas por um desenhista, a forma como são feitos os desenhos (com linhas e arcos) dependem de três ações.

A primeira ação é escolher o material com que será feito o desenho: um lápis ou compasso. Isso define se a intenção do aluno é desenhar um segmento de reta ou um arco. Depois, a ação feita pelo aluno é escolher, utilizando coordenadas horizontais e verticais, uma célula da malha quadriculada de onde ele quer começar o traço. Por último, ele deve escolher uma referência (vide Figura 4.5) dentro da célula para posicionar uma parte do material (ponta do lápis, apoio ou ponta compasso).

Na sequência, para fazer um segmento de reta, o aluno pode escolher a próxima referência e célula onde quer que esteja o próximo ponto, que se torna o ponto inicial para a etapa seguinte do desenho.

⁶É, provavelmente, a mais antiga linguagem de programação para crianças, criada em 1967. Ela é lembrada por possuir uma tartaruga capaz de fazer desenhos com linhas na tela, avançando um determinado número de *pixels* e rotacionando à esquerda ou direita uma certa quantidade de graus. Para mais informações c.f. [http://en.wikipedia.org/wiki/Logo_\(programming_language\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Logo_(programming_language))

- < referência > : centro(1), centro superior(2)/inferior(3)/esquerdo(4)/direito(5), canto superior esquerdo(6)/direito(7), canto inferior esquerdo(8)/direito(9).

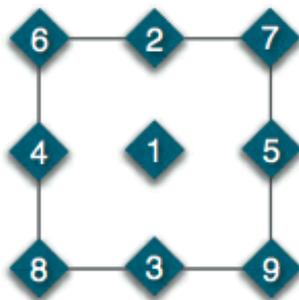


Figura 4.5: Referências de uma célula onde partes dos materiais podem ser posicionadas.

Ou, para fazer um arco de circunferência, o aluno deve escolher o sentido (horário ou anti-horário) e a angulação que quer para desenhar com o compasso (nota-se que para isso devem ser definidos a posição da ponta e apoio do compasso, sendo que a distância entre os dois define o raio da circunferência onde o arco é desenhado). Nesse momento, o aluno também pode precisar do auxílio de um transferidor, para que seja utilizado o ângulo correto.

Testes iniciais foram feitos com pessoas próximas antes de levar o material para a avaliação das professoras, de modo a detectar problemas com a abordagem de criação de instruções feitas em papel. Como pode ser visto na Figura 4.6, além de ser um tanto trabalhoso confeccionar as instruções em papel, não há como prever quantas unidades de cada instrução serão necessárias para completar o desenho, já que existem inúmeras formas de fazê-lo — no exemplo da Figura 4.6, faltaram 3 instruções no fim da sequência. Além disso, os parâmetros se moviam facilmente e a parte que sobrava de alguns deles, como os parâmetros numéricos, poderia ficar por cima de parte do texto da instrução, dificultando sua leitura.

Uma solução para esse problema que possivelmente funcionaria de forma desplugada, é a utilização de carimbos ou simplesmente deixar clara a necessidade de utilizar apenas as palavras e comandos definidos nas regras, sem a necessidade de um artefato físico.

Mas, já que o objetivo desse trabalho é a construção de um jogo digital, as instruções foram todas refeitas nesse formato, o que seria um protótipo virtual de programação visual.

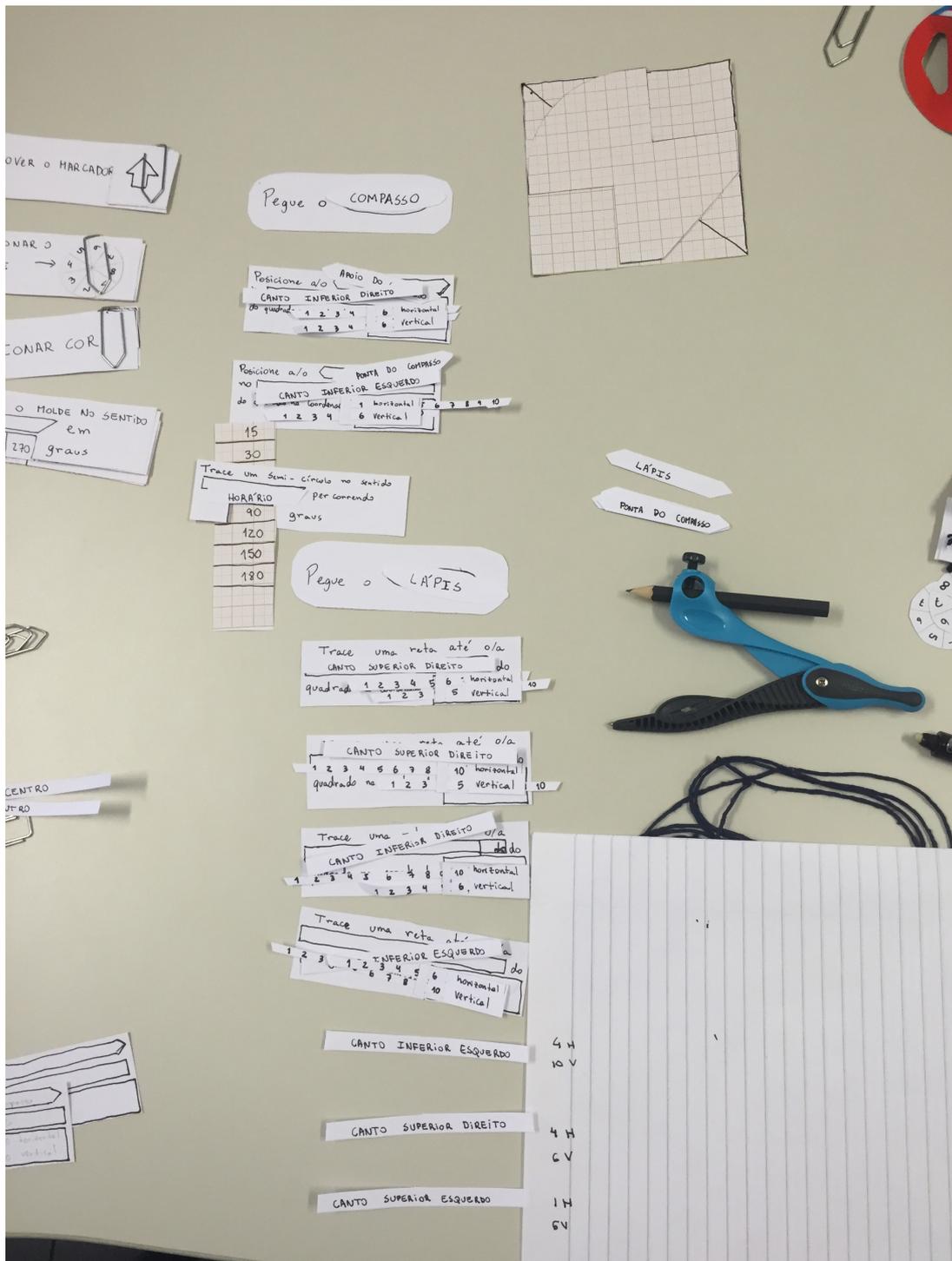


Figura 4.6: Exemplo de uso dos comandos de papel para a descrição da forma recortada, localizada no canto superior direito dessa imagem.

Protótipo Virtual de Programação Visual

Esse protótipo foi, basicamente, uma modificação do que foi feito na Figura 4.3, deixando apenas o campo onde as ações são posicionadas e de onde elas são copiadas, já que a

execução é realizada por quem lê e interpreta a sequência de ações, manuseando papel cortado ou materiais de desenho.

Porém, diferentemente do protótipo inicial, neste foram criadas instruções diferentes das planejadas de início, e já foram resolvidas e testadas algumas questões de implementação, como o uso de menus *drop-down*⁷ para a seleção dos parâmetros. Também foi feito um botão para a escolha entre quais tipos de comandos — para posicionamento dos azulejos ou para criação dos mesmos — estariam visíveis no campo superior, de onde eles são retirados.

Um exemplo da utilização desse protótipo se encontra na Figura 4.7.

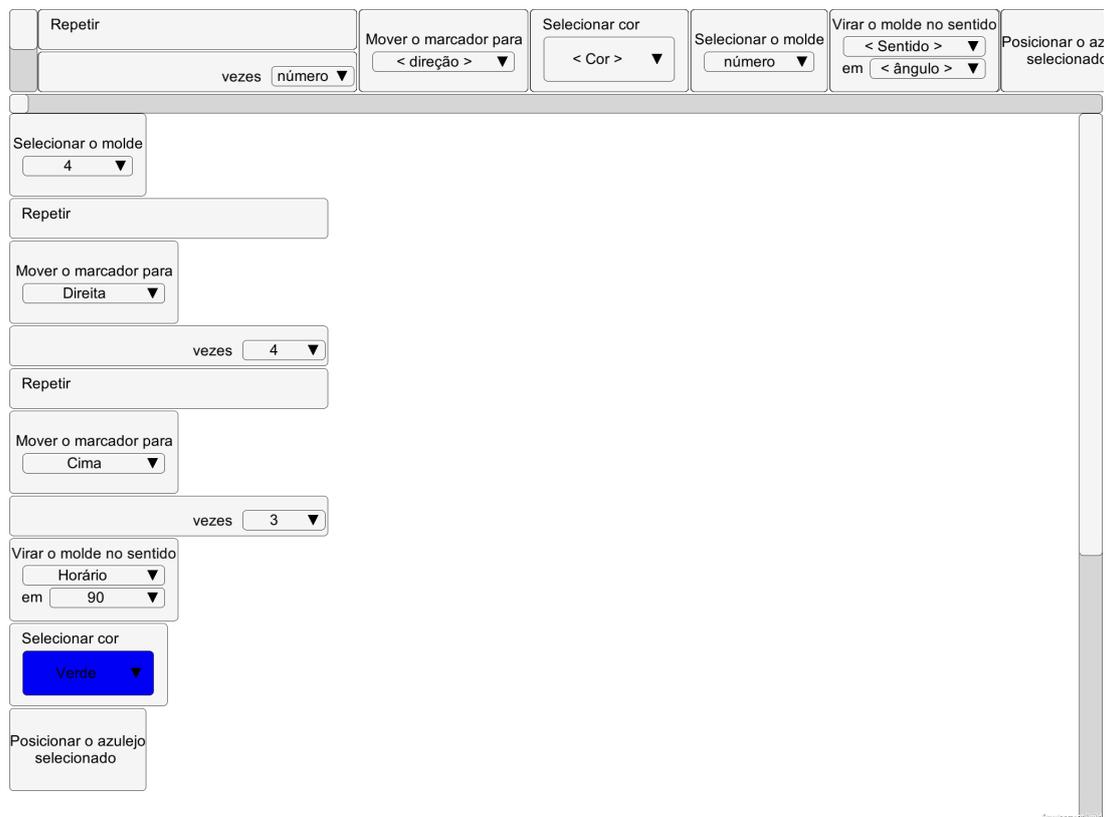


Figura 4.7: Exemplo de uso do protótipo de programação visual com os comandos para posicionamento de azulejos visíveis.

Teste e Validação

Com o protótipo virtual de programação visual, as regras e materiais para a execução das ações programadas em papel, foi realizado um teste com as professoras do Colégio Maristinha. Um relato do teste realizado está no Apêndice G.

⁷Mais conhecidos pelo termo em inglês, *drop-down list*

Em relação aos testes feitos com os comandos em papel, observa-se uma grande melhoria de usabilidade, já que os comandos ficam muito mais legíveis e claros, o que é evidente quando se compara as instruções da Figura 4.6 com as das Figuras 4.8.

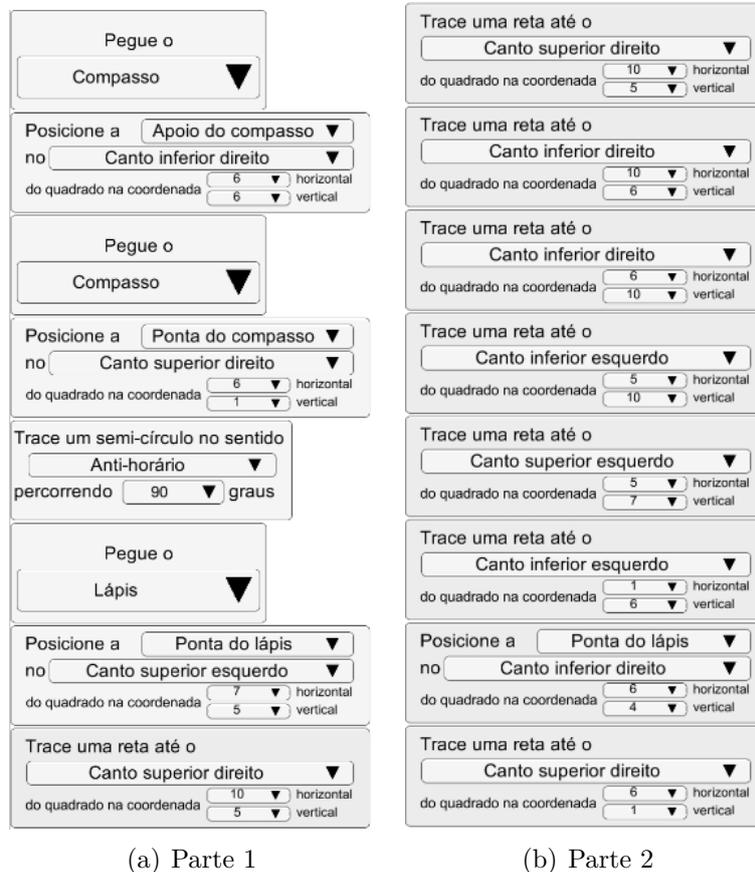


Figura 4.8: Instruções do protótipo virtual para o desenho da forma localizada no canto superior direito da Figura 4.6

Porém, é notável a quantidade de código que é necessário para a descrição de um azulejo usando esse sistema, já que cada um dos pontos tem que ser mencionado ao menos uma vez.

Ademais, foi em relação aos conceitos de referência e coordenada utilizados dentro do jogo que as professoras tiveram mais dificuldades. Para elas não ficou claro se a origem do sistema de coordenadas em que se define uma célula da matriz era contado à partir do 0 ou 1, ou se a referência era em relação à posição atual da ponta do lápis ou compasso.

Mesmo assim, as professoras validaram o conteúdo trabalhado dentro do jogo e acharam que os alunos vão se interessar muito pela atividade proposta. Elas também sugeriram que a multiplicação pudesse ser trabalhada dentro do jogo, já que é um conteúdo que tentam reforçar em todos os anos escolares.

Com o protótipo validado, a implementação do jogo pôde ser feita.

4.1.3 O Jogo

Tema

Como foi dito brevemente ao final da Subseção 3.2.2, uma narrativa simples foi necessária.

Pensando nisso, surgiu a ideia de trabalhar, além da matemática, artes visuais que dialoguem com essa linguagem exata. Considerando o contexto geográfico e cenário artístico nos quais a pesquisa e o jogo foram desenvolvidos, as obras de azulejaria do artista Athos Bulcão foram escolhidas.

Seus painéis, além de serem composições inteligentes, baseadas em formas geométricas simples, também utilizam regras lógicas — praticamente computacionais — para a disposição dos azulejos em um painel, ou seja, uma matriz bidimensional. Isso tudo sem perder o fator lúdico, inerente às obras do artista e necessário ao jogo, que permitia certa liberdade àqueles que executavam suas criações.

Com essa liberdade, conferida ao executor das obras de Athos, o jogador pode se expressar, exercendo sua criatividade, e também aprender mais sobre o trabalho do autor, que, convenientemente, faz parte do componente curricular das séries iniciais do Ensino Fundamental no Distrito Federal desde 2009⁸.

Personagens

Os personagens e a interface do usuário foram feitas pela artista Anne Vechi, com alguns elementos e modificações feitos pelo autor deste trabalho.

Dentro da narrativa, o jogador assume o papel de ajudante ou aprendiz do artista Athos Bulcão que, por sua vez, vira personagem e mentor no jogo (Figura 4.9).



Figura 4.9: Personagem Athos Bulcão. Todos personagens apresentam três expressões diferentes para demonstrar emoções e passar informações aos jogadores

⁸Mais informações no Currículo em Movimento da SEDF do 4º ano, conteúdo de artes, e na notícia: <http://fundathos.org.br/noticia/248>.

Para justificar a necessidade de utilizar computação a fim de descrever como deve ser montado um painel de azulejos, dois personagens foram adicionados ao jogo: Lifs Lifs e Lufs Lufs⁹ (Figuras 4.10(a) a 4.10(b), respectivamente).

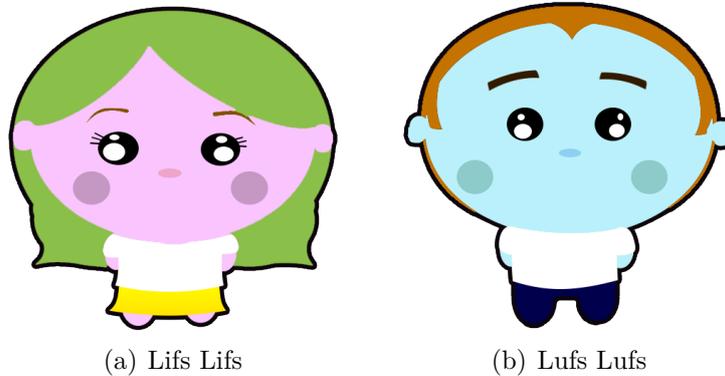


Figura 4.10: Personagens Lifs Lifs e Lufs Lufs

A princípio, esses personagens seriam uma menina e um menino comuns. Entretanto, no decorrer do desenvolvimento, também foi pensado que seria interessante se os jogadores pudessem se identificar com eles. Logo, o fato de que não seria possível representar as muitas diferentes etnias utilizando apenas esses 2 personagens se tornou um problema, pois algumas crianças poderiam se sentir mal representadas. Já que o custo de aumentar o número dos personagens traria impactos para a arte e narrativa, optou-se pela alteração das cores dos personagens para opções incomuns, assim como é feito em alguns desenhos animados¹⁰.

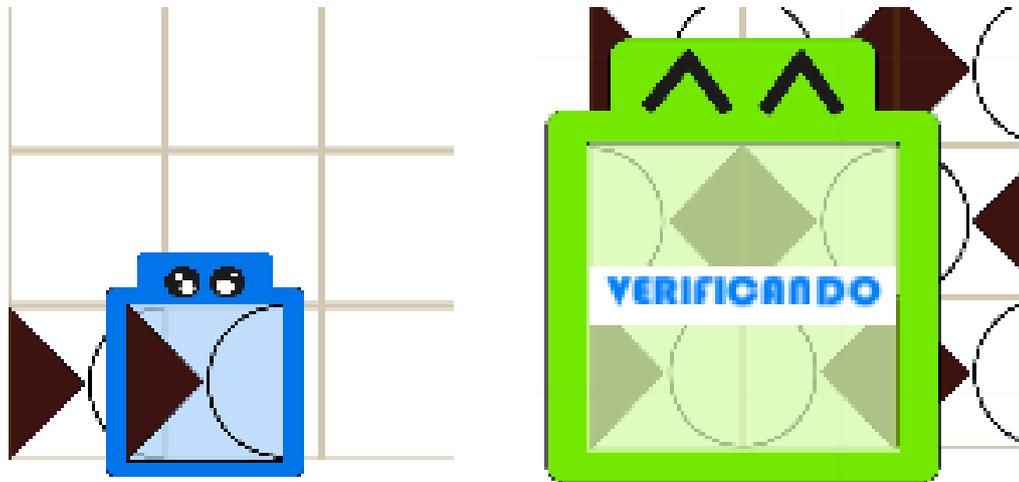
Por isso, esses personagens são seres que, apesar de assumirem a forma de crianças humanas (para que o jogador melhor se identifique com eles), são, possivelmente, extraterrestres. Na verdade, essa informação fica implícita dentro da narrativa, onde é explicado apenas que ambos vieram de muito longe com a intenção de conhecerem as obras de Athos. Entretanto, eles não aprendem da mesma forma que humanos e, por isso, precisam de instruções muito claras para que possam compreender como funcionam certas coisas que, para nós, são consideravelmente simples. Nesse sentido, esses personagens também personificam os computadores.

Para que possam aprender, esses personagens utilizam um marcador que executa as ações programadas pelo jogador e retorna informações de erros sintáticos ou interrupções por meio de sua expressão, cor e som. Ele também é capaz de verificar se o esquema

⁹Esses nomes foram escolhidos em referência ao vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=fk70k0b0Kcc> do canal JoutJoutPrazer <https://www.youtube.com/user/joutjoutprazer>.

¹⁰E.g. *Doug*, criado por Jim Jenkins.

de composição gerado é válido, utilizando para isso uma submatriz de 2 por 2 azulejos. Ambos casos podem ser vistos na Figura 4.11.



(a) Marcador executando a ação de avançar com o molde do painel da SQS 308

(b) Marcador validando uma submatriz de 2 por 2 azulejos do painel da SQS 308

Figura 4.11: Imagens do marcador, que executa ações codificadas com os blocos e verifica o esquema de composição

Com isso, o objetivo principal do jogador é ajudar os amigos extraterrestres, ao mesmo tempo que corrige painéis danificados ou os cria do princípio, partindo de uma matriz vazia.

Interface

A organização da interface do usuário principal foi feita com base nas interfaces do *Scratch* e HoC. Em ambos, a tela é dividida em 3 partes principais: local de onde blocos podem ser retirados quantas vezes for necessário (biblioteca de ações), espaço em que podem ser juntados esses blocos (programa) e área onde o resultado da execução do código criado pelo jogador pode ser visto (resultado). Além disso, um botão para iniciar a execução do programa também está presente nas duas ferramentas.

Para melhor organizar a tela criada inicialmente (Figura 4.3) e acrescentar os elementos que faltam nesse protótipo, um *wireframe*¹¹ foi criado e modificado num processo iterativo de captura de *feedback* de colegas *designers*, gerando uma organização geral de elementos das duas telas principais do jogo: a criação de painéis (Figura 4.12) e a de azulejos (Figura 4.13).

É possível perceber que alguns elementos básicos se repetem, como o local da biblioteca de ações, o espaço do programa, título, botões para sair do exercício e para pedir ajuda,

¹¹Para mais informações sobre o que é um *wireframe*, c.f. https://pt.wikipedia.org/wiki/Website_wireframe.

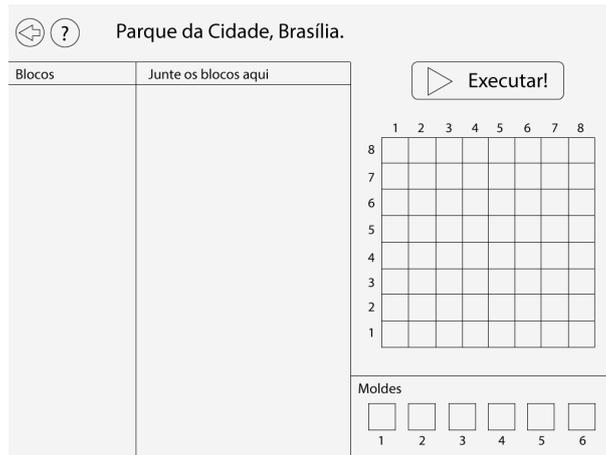


Figura 4.12: *Wireframe* da tela de jogo onde os painéis de azulejo são montados.

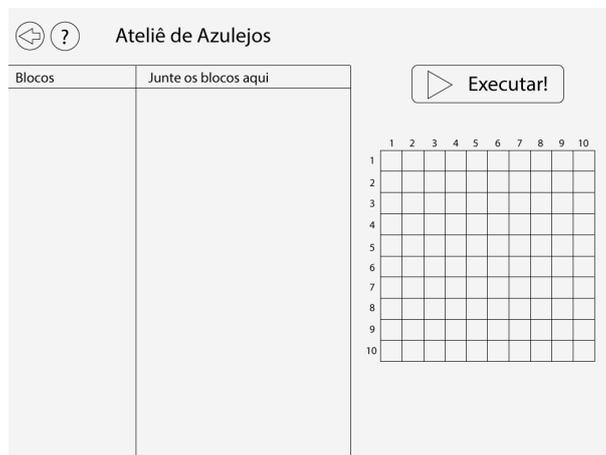


Figura 4.13: *Wireframe* da tela de jogo onde os azulejos são desenhados.

botão de executar e área do resultado (sendo que para o primeiro caso são, no máximo, 8 linhas e 8 colunas e no segundo caso são, exatamente, 10 linhas e 10 colunas). O que temos de mais diferente entre as duas telas é uma área no lado direito inferior da Figura 4.12, que disponibiliza uma lista de moldes que o jogador dispõe para montar o painel.

Após implementação e testes internos, foram feitas atualizações na tela até chegar à última versão, que foi utilizada para testes com usuários (Figura 4.14). É possível perceber que alguns elementos foram adicionados: um botão para desfazer a última ação, um controlador da velocidade de execução e uma área onde blocos são apagados.

O marcador também pode ser visto nessa tela, em sua posição inicial (linha 1, coluna 1). A escolha pela origem no canto inferior esquerdo da matriz, além de fazer menção ao primeiro quadrante do plano cartesiano, é justificada dentro do jogo pela forma com que são colocados os azulejos em uma parede. É necessário que eles sejam colocados de baixo

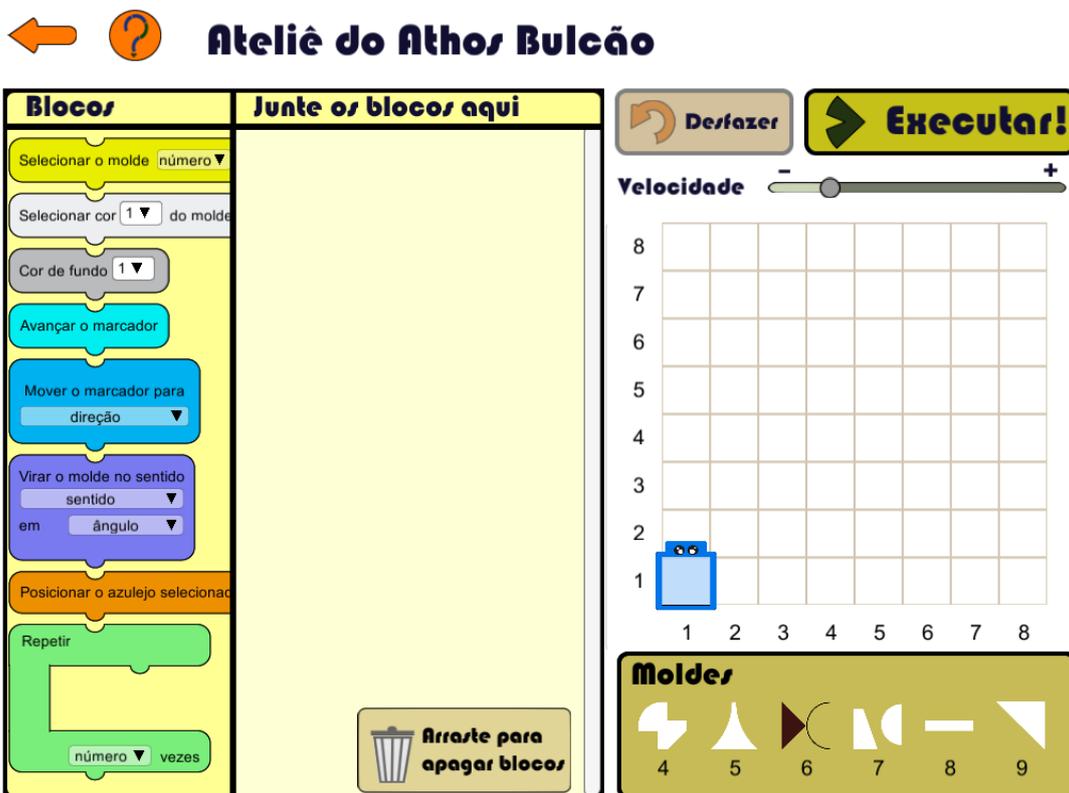


Figura 4.14: Tela demonstrando o ateliê do Athos Bulcão, onde azulejos podem ser colocados livremente no painel.

para cima, de forma que apoiem-se uns nos outros até que o cimento seque.

Blocos e Suas Ações

No jogo, os blocos equivalem ao código do programa que o jogador desenvolve, e o marcador é quem interpreta essas ações, após apertado o botão para executar. Logo, o marcador é uma representação do computador.

Ao todo, foram desenvolvidos 8 blocos diferentes para executarem diversas ações no jogo. Eles serão descritos conforme estão posicionados na Figura 4.14, de cima para baixo.

Selecionar o molde Introduzido no 7º passo do Tutorial 1. Esse bloco é, em geral, o primeiro bloco que é necessário arrastar para a área executável. Ele é responsável por escolher um dos moldes disponíveis na área “Moldes”. Possui um parâmetro numérico que vai de 0 (para selecionar o azulejo vazio, sem molde) até o último molde disponível (no caso da Figura 4.14, é o molde 9, um triângulo retângulo).

Selecionar cor do molde Introduzido no 4º passo do Tutorial 2. Na maioria das vezes, a cor deve ser selecionada anterior ao bloco “Posicionar o azulejo selecionado”. Ele

colore o molde, alterando a cor branca que é visível na área de elementos disponíveis para a cor escolhida. Os parâmetros desse bloco e do seguinte dependem diretamente da paleta de cores do Athos (Figura 3.9), e os números utilizados nela são os mesmos, para diferenciar cores parecidas. Para evitar sobrecarga de informações, apenas as cores necessárias para o painel ficam disponíveis nos tutoriais e desafios (com exceção do preto e do branco, que sempre podem ser usados), e todas estão liberadas no ateliê (vide Figura 4.15. Algumas cores da paleta original, mesmo com números diferentes, estavam idênticas no computador, por isso, acabaram sendo removidas).

Cor do fundo Introduzido no 6º passo do Tutorial 2. Funciona de forma similar ao bloco anterior, só que ao invés de colorir a parte branca visível do molde, ele modifica o restante do azulejo (parte que fica atrás).

Avançar É o primeiro bloco que aparece no jogo. Pois é uma das ações mais simples de serem visualizadas enquanto ocorre a execução, devido ao tempo que leva para o marcador terminar a animação de movimentação. Esse bloco é uma simplificação do conceito de mover livremente na matriz. Nesse caso, o marcador só segue para o espaço imediatamente à direita do observador, e caso não haja um espaço para isso, ele vai para a primeira coluna da linha acima (e.g. ao avançar partindo da linha um, coluna 8, o marcador vai até a linha 2, coluna 1).

Mover Esse bloco só pode ser utilizado na fase do ateliê, ele permite que o jogador ande em uma das direções selecionáveis (cima, baixo, esquerda ou direita), mas limita essa movimentação dentro das dimensões da matriz.

Virar É único bloco que possui mais de um parâmetro, sendo que o primeiro é referente ao sentido (horário ou anti-horário) e o segundo caracteriza o ângulo (90, 180 ou 270 graus) de rotação. Ele fica disponível para ser usado no 8º passo do Tutorial 2.

Posicionar Esse, em geral, é o último bloco de uma sequência para completar um azulejo vazio. É o que, de fato, conclui o que queremos fazer como objetivo final: colocar azulejos no painel. Ele é introduzido no passo 8 do Tutorial 1.

Repetir Com o bloco de repetição, o conceito de laços é introduzido. Sozinho, um bloco “Repetir” não possui utilidade alguma, apenas com outros tipos de bloco dentro dele e com o parâmetro escolhido — referente ao número de vezes que ocorrerá a repetição — é que ele se torna útil. O seu parâmetro está limitado de 1 a 10, portanto, para repetir uma sequência de ações um número maior de vezes, o jogador precisará combinar mais de um bloco “Repetir”. Quando eles são aninhados (um dentro do outro), o número total de repetições do bloco mais interno é multiplicado

pelo(s) “Repetir” que se encontram mais externos à ele. Por exemplo, no passo 5 do Tutorial 2 (Figura 4.16) essa configuração é explorada, o primeiro “Avançar” que se encontra dentro de um “Repetir(2)” e um “Repetir(7)” será executado 14 vezes, enquanto o segundo “Avançar” será executado apenas uma única vez, fazendo com que o marcador avance um total de $(7 \times 2) + 1 = 15$ espaços. Dessa forma, trabalhe-se multiplicação em base 10 (como sugerido pelas professoras), soma e equações com parênteses.

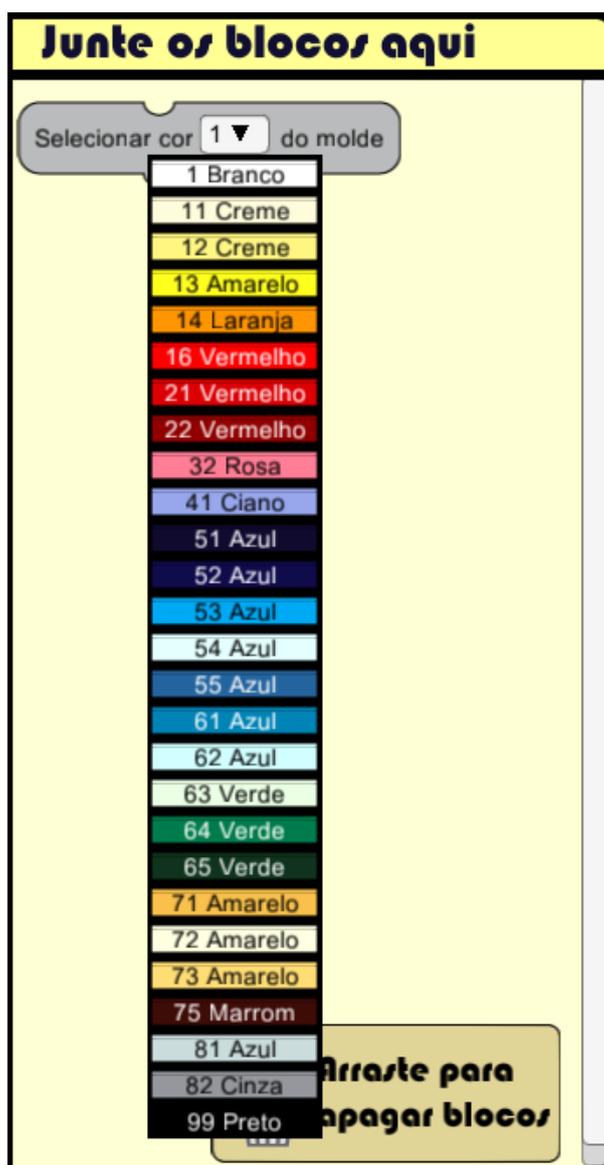


Figura 4.15: Bloco “Selecionar cor do molde” e as opções de cores da paleta de Athos Bulcão.

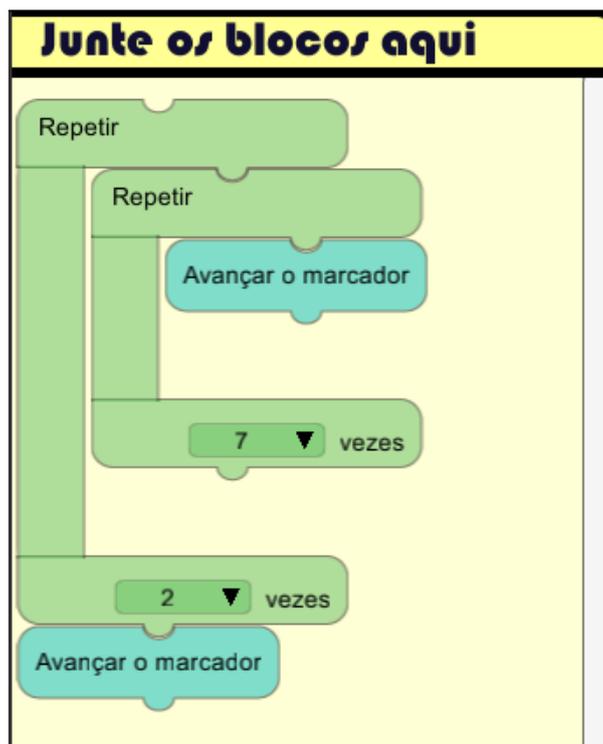


Figura 4.16: Solução do 5º passo do Tutorial 2 com blocos “Repetir” aninhados. Representando a equação $(7 \times 2) + 1 = 15$ execuções do bloco “Avançar”.

Atividades Implementadas

As atividades (tutoriais e desafios) foram planejados com base nos diferentes painéis de azulejos que seriam utilizados dentro do jogo, mas apenas alguns deles foram implementados (e estão disponíveis para serem jogados em um computador¹²). Na Subseção 4.2.4 todas as atividades planejadas serão descritas.

Para esse trabalho, apenas a criação de painéis foi implementada e o desenvolvimento da mecânica para desenhar moldes não ocorreu. Os principais motivos por essa escolha foram relacionadas ao tempo disponível para a implementação, os problemas obtidos nos testes dessa mecânica com as professoras e tempo de duração da sessão de testes, que deveria ser feito em 50 minutos (1 hora-aula), contando com deslocamento dos alunos para o laboratório de informática, apresentação do jogo, execução e questionário.

Um sistema de tutoriais foi feito para guiar várias ações do jogador. Todo tutorial começa com um diálogo entre os personagens, onde novas informações são apresentadas de forma textual. Ao final do diálogo, aparece um texto que não é falado por nenhum personagem, mas resume o que foi dito por eles, para caso alguma fala tenha sido perdida.

¹²Para descarregar a última versão do jogo, acesse: <https://drive.google.com/open?id=0Bw0FurTBX13Df1FpR2xueEFmZ001bnBjMFQ5RGRjVXJGUjcxQmF2ZTZkxb2xMe1R1eUZ1V00>

Após dispensado o texto, o jogador pode começar a interagir com o jogo, ou parte dele, já que alguns elementos podem estar desativados ou bloqueados, a fim de evitar certos erros, incentivar determinadas ações e para que o jogador aprenda a jogar por meio da experimentação e estímulos.

Tutorial 1: SQS 308 Como era necessário um primeiro tutorial com elementos simples, o painel utilizado foi o da SQS 308, apesar de não ser uma obra de Athos Bulcão, o que é informado dentro do jogo. Quase todos elementos da tela estão invisíveis no início: apenas a matriz do painel com o marcador, o botão de ajuda, a biblioteca de ações e o espaço do programa estão disponíveis, e o único bloco disponível é o “Avançar”. As dimensões da matriz de azulejos são 7 de largura e 5 de altura (7 x 5), e ele aparece vazio (Figura 4.17).

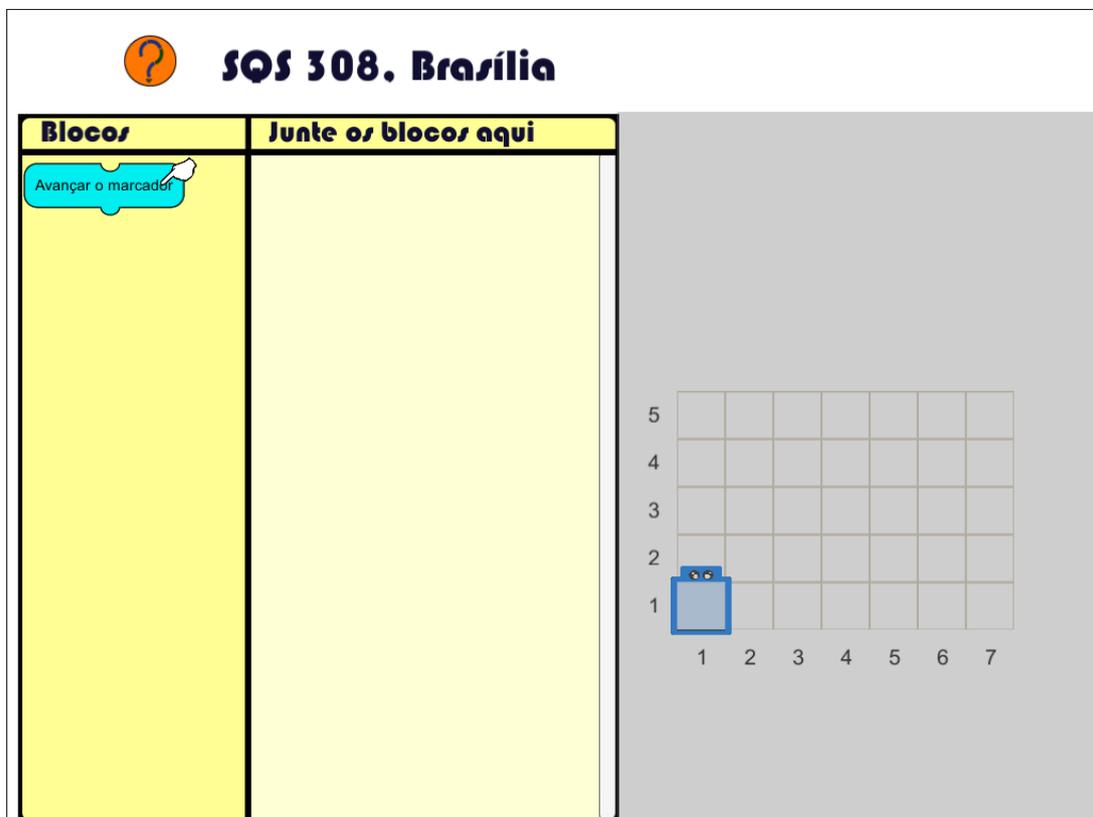


Figura 4.17: Estado inicial do Tutorial 1, na SQS 308.

Passo 1: Arrastar um bloco A narrativa explica a necessidade de utilizar os blocos para que os personagens consigam aprender. Uma animação de um cursor indica o movimento que o jogador deve fazer: arrastar o bloco “Avançar” para a área do programa.

Passo 2: Executar O botão “Executar” aparece e os outros elementos são bloqueados (exceto o botão de ajuda, que nunca é desativado) para que apenas ele possa ser utilizado. Além disso, a animação do cursor indica que o botão deve ser pressionado. Após a execução, os personagens chamam atenção para o que aconteceu com o marcador, que se movimentou para a direita.

Passo 3: Encaixar mais blocos e executar O espaço de apagar blocos fica visível. As instruções pedem pela adição de 5 blocos “Avançar” e para que o programa seja executado. Nesse momento, é possível que o aluno não interprete bem o comando e coloque um total de 5 ao invés de 5 a mais, mas uma animação do cursor reforça a ideia de que mais blocos devem ser arrastados enquanto não houver a quantidade necessária. A execução, quando correta, faz com que o marcador avance além da primeira linha e termine na primeira coluna da segunda linha. No caso de erro (o primeiro que o jogador pode ter), sons de erro acontecem, o marcador volta para a posição em que estava e o personagem explica que é necessário um total de 6 blocos (em um teste um jogador interpretou o erro como uma nova instrução e colocou mais 6, mas o problema pode ter ocorrido por falta de áudio).

Passo 4: Bloco “Repetir” Os blocos colocados na área do executável são apagados automaticamente, e os personagens falam sobre uma forma mais simples de avançar vários espaços, então, o bloco “Repetir” surge na tela. O jogador deve apenas arrastar esse bloco para a área do programa.

Passo 5: Arrastar para dentro do “Repetir” A função do bloco recém colocado é explicada e o jogo pede para que um bloco ‘Avançar’ seja colocado na parte de dentro do bloco posicionado no passo 4. Caso o bloco ou sua posição não estejam corretos, uma mensagem de erro aparece e o bloco posicionado erroneamente é removido.

Passo 6: Parâmetros Na tela, o botão de selecionar a velocidade fica visível. Nesse momento o jogador é instruído a selecionar a opção 6 no parâmetro “Número” do bloco “Repetir” que está na área do programa e depois pressionar para executar, visualizando o resultado de repetir o comando de avançar 6 vezes. O marcador termina na coluna 7, linha 2 ou coordenada (7, 2).

Passo 7: Arrastar o bloco “Selecionar o molde” Aparece o bloco “Selecionar o molde”, que deve ser colocado na área executável. Quando o bloco correto é arrastado, a referência com a lista de moldes surge na tela.

Passo 8: Bloco “Posicionar” O bloco “Posicionar” também aparece e é dada a explicação sobre a área de moldes e o bloco colocado no passo anterior. Esse bloco

recém-colocado é congelado (faz com que não seja possível movê-lo e deletá-lo) para garantir que o jogador não cometa qualquer engano relacionado a esse bloco. As instruções devem ser feitas nessa ordem: selecionar o molde número 1 e encaixar o bloco “Posicionar” logo abaixo do bloco colocado no passo anterior.

Passo 9: Posicionar entre blocos Os personagens falam sobre ir até o painel que deve ser consertado e da necessidade de movimentar o marcador até o espaço em que falta o azulejo. Após as instruções, o painel surge com apenas um azulejo vazio na coordenada (7, 3). O comando “Repetir” deve ser colocado exatamente entre os dois blocos, indicando erros caso um tipo de bloco ou posicionamento não esperados ocorram. Assim, o jogador entende como colocar um novo bloco no meio de uma sequência existente.

Passo 10: Completar o painel Para o último passo, o jogador deve: arrastar um “Avançar” para dentro do repetir, contar a quantidade de espaços que precisa para avançar, colocar esse valor no parâmetro do “Repetir” e então pressionar o botão para executar. Após a execução, o marcador se transforma em verificador, validando o painel desde o início e indicando o local do erro, caso algo haja algum (em geral o erro acontece na contagem de espaços para avançar). Nesse momento o conceito da lógica de composição dos painéis é introduzido e explicado após o acerto. Os personagens convidam o jogador para o próximo tutorial, no Brasília Palace Hotel.

Tutorial 2: Brasília Palace Hotel Esse painel foi escolhido por ser utilizado apenas um molde, com cores e orientações diferentes. Praticamente todos elementos da tela já estão visíveis, exceto o botão de voltar ao mapa e o de desfazer. Os blocos disponíveis no início desse tutorial são: “Selecionar o molde”, “Avançar”, “Posicionar” e “Repetir”. As dimensões do painel utilizado são 8 de largura e 8 de altura, e ele aparece parcialmente completo (Figura 4.18).

Passo 1: Posicionamento - Revisão O objetivo dado ao jogador é arrumar o primeiro azulejo incorreto, que se encontra na coordenada (2, 1). Para isso, ele precisa de 3 blocos: “Selecionar o molde (1)”, “Avançar” e “Posicionar”, sendo que não importa a ordem dos primeiros. Após a execução, o marcador deve terminar na coordenada (2, 1), ou uma mensagem de erro aparecerá.

Passo 2: Problemática das cores Os personagens pedem para que o programa feito para o passo anterior seja repetido, ou seja, o jogador só deve apertar para executar novamente. Porém, ao contrário do que é esperado pela personagem, isso não corrige o azulejo (3, 1) e, então, eles observam que há a necessidade de mudar a cor do molde e o bloco “Selecionar cor do molde” aparece na tela.

Brasília Palace Hotel

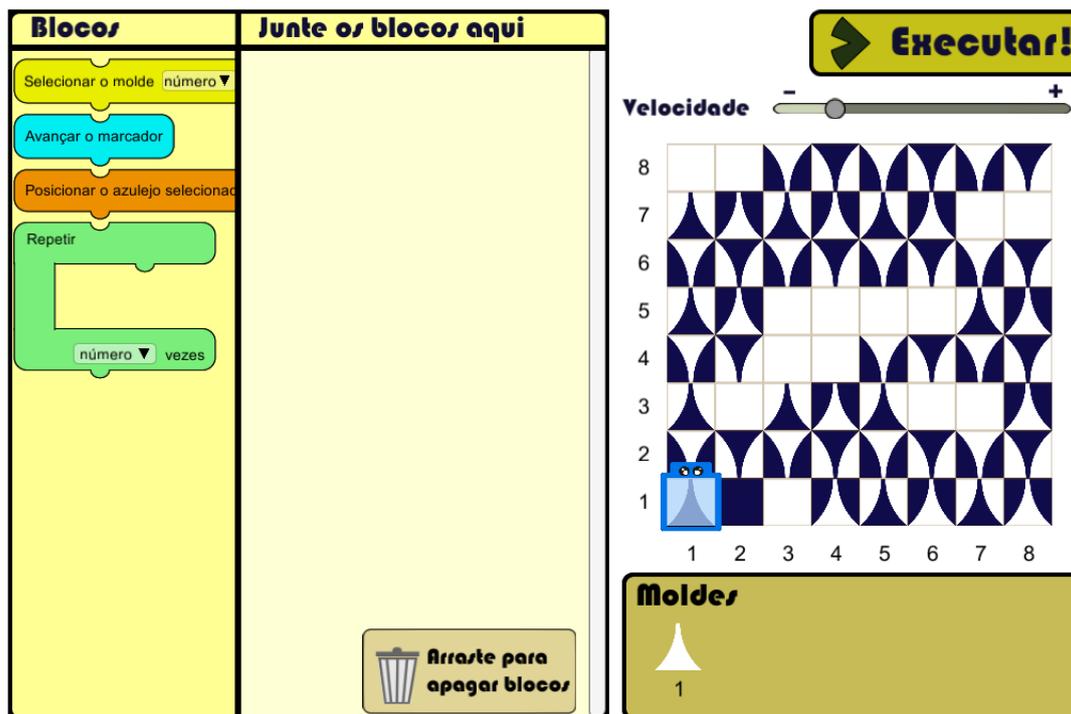


Figura 4.18: Estado inicial do Tutorial 2, no Brasília Palace Hotel.

Passo 3: Corrigindo erros Antes de mudar as cores, os personagens instruem o jogador a pressionar o botão “Desfazer” que surge nesse momento. Com isso, eles observam que o marcador e o painel retornam para o estado em que estavam antes da última execução.

Passo 4: Mudar a cor do molde O objetivo é aprender a mudar a cor do molde, para isso o bloco “Selecionar a cor do molde” deve ser encaixado em qualquer posição antes do bloco “Posicionar”, o parâmetro “52 Azul” deve ser escolhido e, por fim, o programa deve ser executado. Após a execução, o verificador confere os quartetos das linhas 1 e 2, mas, além disso, a posição final do marcador deve ser a coordenada (3, 1).

Passo 5: “Repetir” aninhado Nesse momento o objetivo dado é avançar até a coordenada (2, 3). Para isso, os personagens ajudam o jogador com o programa e introduzem o conceito de laços aninhados. Uma sequência definida de blocos (Figura 4.16) é colocada e congelada na área do programa, a biblioteca de blocos é bloqueada para que novas ações não possam ser adicionadas, restando ao jogador a opção de escolher os parâmetros dos “Repetir”. Nesse momento, é cobrado do jo-

gador o entendimento de multiplicação e operações simples envolvendo parênteses e também realizar cálculo mental. Após acertar, uma explicação clara da matemática por trás dos comandos utilizados é dada.

Passo 6: Bloco “Cor do fundo” O objetivo é posicionar o azulejo correto no local onde o marcador está. Uma mensagem aparece na tela para estimular o jogador a colocar o cursor sobre o marcador, o que faz com que ele desapareça e seja possível ver o painel atrás dele. Para resolver esse passo, o jogador precisa de 4 blocos: “Selecionar o molde(1)”, “Selecionar cor(1) do molde”, “Cor de fundo(52)” e “Posicionar”.

Passo 7: 2 azulejos em uma execução Para resolver esse passo, os 2 próximos azulejos (colunas 6 e 7 da linha 2) devem ser posicionados corretamente com uma execução. Isso faz com que seja necessário avançar 4 espaços, depois feitas as mesmas instruções do passo 6 (que são deixadas na tela), depois um “Avançar” e novamente os mesmos blocos do 6º passo, porém, não há a necessidade de repetir o bloco “Selecionar o molde” e os parâmetros das cores devem ser invertidos (“Selecionar cor(52)” e “Cor de fundo(1)”).

Passo 8: Bloco “Virar” Novamente os blocos utilizados para o passo anterior podem ser reutilizados, a única mudança necessária para completar os 2 próximos azulejos é rotacioná-los em 180°. Por isso, as instruções orientam o jogador a posicionar um bloco “Virar” entre os blocos “Selecionar o molde” e “Posicionar”, escolher a opção “180 graus” no parâmetro “ângulo” e qualquer opção no parâmetro “sentido”. Após a execução, o verificador confere as linhas 3 e 4.

Passo 9: 4 azulejos O objetivo do jogador é completar os 4 azulejos a seguir, mas, diferentemente de todos passos anteriores, não é necessário que isso seja feito em uma única execução. Entretanto, após cada execução, o verificador tenta validar as linhas 5 e 6, indicando eventual erro ou acerto. Caso o jogador posicione algum azulejo de forma incorreta e avance depois disso, ele deve pressionar o botão desfazer para voltar, já que isso não é mais feito de forma automática após a verificação que indica erro.

Passo 10: completar o painel O objetivo do jogador é terminar o painel, posicionando corretamente os 4 últimos azulejos. Diferentemente do último passo, a verificação feita é de todo o painel — partindo do canto inferior esquerdo — e ela só ocorre depois que o painel fica completo (que em todas as células da matriz foi colocado um azulejo, mesmo que o molde seja branco e tenha fundo branco).

Mapa e Seleção de Fase Para fins de teste, apenas o Tutorial 1 e o 2 foram necessários, porém, considerando que alguns alunos poderiam exceder as expectativas, e pensando em realizar um jogo mais fechado, a fase do ateliê e algumas fases extras, chamadas de desafios, foram adicionadas. A seleção dessas fases pode ser feita pelo mapa.

O mapa e os elementos dele (Figura 4.19) foram feitos pelo artista e *designer* João Paulo “JP” Nogueira. Trata-se de uma representação Plano Piloto de Brasília com os alfinetes amarelos indicando locais em que estão situadas as fases: ateliê na quadra 315 sul¹³, SQS 308 (Tutorial e 2 desafios), Brasília Palace Hotel (idem). Acima dos alfinetes, estrelas indicam quais fases já foram terminadas e estimulam o jogador a tentar completar todas elas. A estrela da natividade representa as fases que trabalham os painéis de Bulcão, enquanto uma estrela de 5 pontas demonstra o painel de azulejos da 308 sul, de autoria desconhecida.



Figura 4.19: Mapa do jogo, com elementos feitos por João Paulo “JP” Nogueira.

Quando um alfinete é escolhido, as informações sobre o local clicado surgem na tela (Figura 4.20) e o jogador pode escolher qual das fases quer jogar, sendo possível jogar novamente o tutorial, caso assim queira. As estrelas indicam, mais uma vez, as fazes

¹³Último local em que Athos Bulcão morou e fez suas criações, antes de seu falecimento em 2008: <http://www2.correiobraziliense.com.br/especiais/athos/mat5.htm>

que foram resolvidas ou não. Também é fornecida uma informação sobre como o painel desse local deve ser, com o verificador apontando aquilo que é esperado como padrão de composição desse painel.



Figura 4.20: Informações de seleção das fases que utilizam o painel da SQS 308.

Ateliê Após o Tutorial 2, a seta de voltar ao mapa aparece e, então, a narrativa e as animações com cursores utilizados nos tutoriais guiam o jogador pelo mapa (Figura 4.19), para a seleção de fase (Figura 4.20) e, por fim, o ateliê (Figura 4.14).

Nesse momento, a narrativa explica que o jogador tem a opção de continuar no ateliê, caso ele queira exercer a sua criatividade, ou voltar para o mapa e escolher os desafios, caso ele queira provar suas habilidades. Com isso, pretende-se que os jogadores sejam divididos em 2 grupos dependendo dos seus interesses pessoais.

As diferenças do ateliê para as outras fases são: 9 moldes podem ser utilizados como o jogador quiser, todas as cores (Figura 3.9) estão disponíveis para serem usadas, não é feita nenhuma verificação do painel ou das ações do usuário e, exclusivamente nessa fase, o bloco “Mover” pode ser usado, dando mais liberdade ao jogador.

Desafios Todos os desafios possuem, basicamente, os mesmos elementos. A matriz começa vazia, apenas os blocos necessários para aquele painel ficam disponíveis e somente uma instrução é dada: completar o painel tentando utilizar o mínimo de blocos e apenas uma execução. O esquema de composição do painel depende do local que o jogador escolheu para jogar o desafio, o que é indicado pelo título ao lado do botão de ajuda. Apenas após terem sido colocados todos os azulejos no painel que aparece o verificador para validar o que foi feito, portanto, não é necessário que o painel seja montado com apenas uma execução.

O que altera a dificuldade de um desafio que utiliza o mesmo painel é, principalmente, o número de colunas da matriz, já que estratégias diferentes são necessárias no caso de haver uma quantidade par ou ímpar de elementos na dimensão horizontal. Obviamente, um determinado painel é mais difícil que outro e, apesar de não ter ficado muito claro nesses painéis, a verificação depende do esquema de composição e permite certas liberdades — por exemplo, ao invés de começar com o azulejo de fundo branco no Brasília Palace Hotel, o jogador pode começar com o que tem fundo azul, espelhando os quartetos, que são verificados, horizontalmente.

4.1.4 Telemetria: Implementação para Avaliação

Para que o jogo pudesse ser, também, uma ferramenta de avaliação, planejamento e implementações específicas foram necessárias. Duas abordagens foram utilizadas, buscando minimizar custos e procurando ter diferentes visões do resultado para os vários *stakeholders* que têm interesse nos dados gerados[22].

Analytics

A utilização de ferramentas de *Analytics* dentro do motor de jogos escolhido tornou-se, recentemente, mais viável e descomplicado. A razão por trás disso é que foi feita uma implementação nativa para *Unity* chamada de *UnityAnalytics*¹⁴, porém, no decorrer do desenvolvimento desse projeto, essa ferramenta ainda estava na versão de testes e não tinha muitas funcionalidades que seriam interessantes para o projeto, como dados em tempo real.

Após certas experimentações, o *GameAnalytics*¹⁵ passou a ser usado e as implementações necessárias foram feitas. Porém, dois problemas foram observados: foi possível perceber que, de fato, esse tipo de abordagem não seria útil para informações em tempo real (conseguimos isso anteriormente com o *LumosPowered*¹⁶, de outra empresa, mas o

¹⁴<https://analytics.cloud.unity3d.com/>

¹⁵<http://www.gameanalytics.com/docs/sdk-update-faq>

¹⁶<https://www.lumospowered.com/docs/analytics>

suporte obtido não foi satisfatório e o serviço operava com quedas e interrupções) e a ferramenta escolhida, apesar de ter muitas funcionalidades interessantes, está passando por uma atualização de versão, fazendo com que, na época da implementação, só houvesse suporte para o sistema operacional iOS.

Entretanto, optamos por fazer a implementação mesmo assim, com a perspectiva de que os testes poderiam ser realizados nesse sistema operacional e também que, futuramente, mais plataformas estarão disponíveis¹⁷.

De qualquer forma, os dados obtidos por esse tipo de ferramentas servem para ter um panorama geral de todos jogadores. Apesar de ser possível filtrar dados por tipos de jogador, idade ou turma, por exemplo, é inviável fazer a filtragem individual para cada jogador, por limitações nas ferramentas, e, ainda mais importante, os dados não eram mostrados em tempo real.

Informações em Tempo Real

A necessidade de ter informações acerca do que está acontecendo no jogo enquanto essa atividade é realizada está relacionada com requisitos do grupo que Loh chama de treinadores[22]. Esses *stakeholders* são tipicamente professores ou monitores que precisam prover supervisão aos aprendizes (e.g. alunos). Para que isso seja facilitado durante uso de ferramentas educativas digitais, dados em tempo real — como resumos que identificam o progresso dos alunos e aqueles que estão tendo maiores dificuldades — são fundamentais.

Uma das formas pela qual isso pode ser implementado é mediante a captura de dados pela rede e armazenamento em um servidor que faça algum tipo de processamento para identificar informações relevantes. A forma escolhida para realizar a captura foi com interesse em duas questões: custo e usabilidade. Pelo segundo motivo, procurou-se armazenar os dados em uma plataforma que muitas pessoas já estão familiarizadas (dada o histórico dessa ferramenta), no caso, planilhas eletrônicas.

Para facilitar o acesso e compartilhamento das informações, e também a captura desses dados, optou-se pelo armazenamento em nuvem pelo *Google Drive*. Além disso, muito convenientemente, há uma interface simples disponibilizada pela Google que permite comunicação por meio de métodos do Protocolo de Transferência de Hipertexto (HTTP). Portanto, para armazenar dados na planilha, bastou que fosse criado um *script* simples para adicionar as informações enviadas pelo jogo no formato CSV¹⁸.

¹⁷No presente momento, o suporte para sistema operacional Android já está operacional.

¹⁸*Comma Separated Values*: uma forma de representar dados de uma planilha utilizando cadeias de caracteres.

Os dados enviados foram armazenados em diferentes abas de um mesmo arquivo, sendo que uma aba foi utilizada por aluno e uma aba possui um resumo de todos os alunos. Nas planilhas de um aluno, um cabeçalho foi criado para armazenar dados numéricos gerais (como número de erros, passos de tutorial resolvidos, quantidade de dúvidas etc, que vão sendo incrementados) e o restante são os *logs* de dados, uma lista de eventos que ocorreram durante a sessão de jogo do aluno.

O cabeçalho pode ser visto na parte de cima da Figura 4.21 (traduzido para facilitar a explicação, o original utiliza termos em inglês. Vide Apêndice H), as partes em negrito são fixas e se relacionam com a informação na célula logo abaixo delas: informações do usuário (colunas A, B e C), erros de sintaxe (E1 até K1 e D3 até G3), eventos de progressão no tutorial (H3 até L3), eventos gerais (D1 e D5 até G5) e último *log* (H6 até L6). Dos dados contidos no cabeçalho, apenas as informações do usuário e o último *log* que não são contadores de eventos que acontecem no jogo.

Da linha 8 em diante estão os *logs*, que tem os campos: *timestamp* (data e hora), nome da fase jogada, tipo do *log* (progresso, falha ou informações técnicas: descrição do programa ou mensagens extra), parte 1 do *log* (eventos de erro ou gerais, ou nome do passo do tutorial), parte 2 do *log* (eventos de progressão no tutorial). No caso de ser um evento de começo em um tutorial, duas informações são adicionadas: contadores de falhas e de dúvidas desse passo. Outra exceção é o evento de usuário parado: seu identificador fica na coluna do *log1* e, no *log2*, é dado quanto tempo o usuário ficou parado desde o último *log*.

Além dessas informações por aluno, uma aba da planilha mostra um resumo de todos os jogadores (Figura 4.22) com os contadores de eventos de progressão no tutorial, um cálculo da duração dividida pela quantidade de passos de tutorial iniciados, cálculo da duração total da sessão de jogo, informação do primeiro *timestamp* registrado no jogo e o último *log* que aconteceu no jogo¹⁹. Pela quantidade de passos de tutoriais que foram iniciados, o treinador sabe quem está mais avançado ou atrasado no jogo. Com as informações de tempo de duração por passo de tutorial, número de dúvidas, de falhas ou vezes que ficou parado (marca quando demora mais de 5 minutos entre logs), é possível identificar quem está com maiores dificuldades.

4.2 Avaliação

A avaliação foi feita por meio de três testes do jogo. Nessa seção, o método utilizado para realizá-los e os materiais utilizados serão descritos juntamente com seus resultados

¹⁹Quando esse *log* é uma descrição do programa feito pelo aluno, que na maioria das vezes ocupa mais do que uma linha, apenas aparece “Code” no campo de tipo desse último registro.

e, então, mudanças propostas para uma versão futura serão mencionadas. O primeiro teste foi feito com as duas professoras que utilizaram o protótipo de papel, o segundo foi feito remotamente com usuários variados e o último foi feito presencialmente com uma turma de alunos do 5º ano.

4.2.1 Teste com as Professoras

A versão utilizada para esse teste estava quase finalizada quanto às atividades principais, porém, o Tutorial 2 só ia até o passo 5 e acabava com o passo 6 não implementado, já a interface estava, ainda, em um estágio inicial. Ele foi testado com as mesmas professoras que participaram dos testes da versão desplugada do jogo (Subseção 4.1.2), durante o horário do intervalo, no Colégio. O objetivo principal foi observar se elas entendiam bem o que era proposto pelo jogo, tipos de erros mais comuns e se achavam a dificuldade do jogo apropriada para os alunos.

A interação das professoras com o iPad foi gravado em vídeo, e elas foram estimuladas a utilizar o método para teste de usabilidade conhecido por *think-aloud*²⁰. Alguns *bugs* foram identificados nessa versão, bem como a necessidade de mais *feedbacks* visuais, sobretudo no início, pois ainda não tinham sido feitas as animações que demonstram como os blocos devem ser colocados e botões devem ser apertados. Uma das professoras comentou que os alunos poderiam achar a atividade fácil e a outra que as instruções precisavam ser mais passo a passo para que eles entendessem melhor (mais informações sobre esse teste no Apêndice I).

Com base no depoimento e dificuldades das professoras, foi feita a animação que indica diretamente o que o aluno deve fazer no início e os textos dos tutoriais ficaram mais minuciosos, além disso, os textos de ajuda passaram a instruir quais blocos deveriam ser posicionados passo a passo.

Com base na análise do resumo dos *logs* das professoras²¹, observamos que as pessoas podem resolver os tutoriais em tempos muito diferentes (uma das professoras demorou, aproximadamente, 10 minutos a mais que sua colega), o que motivou a criação dos desafios. É importante observar que nem todos *logs* haviam sido implementados nesse momento e a completude de um passo de tutorial nem sempre era registrada.

²⁰Recomenda-se que os usuários digam tudo o que pensam em voz alta. https://en.wikipedia.org/wiki/Think_aloud_protocol

²¹Pode ser acessado pelo link <https://drive.google.com/open?id=1iGMtiNwPByOeGBKAo-k7hGyYz66xmpNdfN8lccgcw-E>

4.2.2 Testes Remotos

Após o jogo estar numa versão quase final, com todas mudanças de interface gráfica, passos dos tutoriais e desafios, o jogo — em versões para Windows, Mac e Linux²² — foi enviado para colegas de diversas áreas. Além das mudanças, criamos um questionário *online* para avaliar a experiência com o jogo, colher *feedback* e avaliar o aprendizado de forma tradicional. Ao todo foram 21 sessões de jogo (Figura 4.22²³), sendo que, desses, alguns realizaram a atividade em dupla (linha 8 e linha 17) ou seja, no total foram 23 voluntários de diversas áreas. Entretanto, apenas 19 dessas pessoas resolveram o questionário proposto ao final da atividade.

O objetivo foi ver como pessoas diferentes reagem ao jogo, identificar *bugs*, colher sugestões para versões futuras, verificar se o aprendizado de programação ocorre e comparar o desempenho de pessoas da área e computação com pessoas de outras áreas.

Alguns testes foram acompanhados presencialmente e, de forma geral, as experiências foram bastante variadas. Alguns jogadores limitaram-se a jogar o primeiro tutorial, outro teve problemas com a internet e não foi recebido o *log* completo, em um dos casos ocorreu um *bug* que fez o tutorial ficar impossível de ser resolvido, em dois casos *bugs* fizeram alguns passos do tutorial ficarem muito difíceis — e, em um desses, o jogador persistiu no jogo por 4 horas com algumas pausas entre elas —, um dos jogadores já havia jogado versões anteriores do jogo e uma das sessões presenciais foi feita com uma criança de 8 anos de idade — que, após alguns passos do primeiro tutorial, não conseguia prestar atenção ou interpretar bem os textos explicativos, precisou de muita ajuda e acabou cansando. Todos esses casos excepcionais foram muito úteis para melhorias necessárias ao jogo, porém, muitos desses não foram considerados nas estatísticas calculadas, pois tiveram sua contagem de falhas e duração prejudicadas.

De forma geral, a maioria dos jogadores teve dificuldades no Tutorial 2, que acabou tendo em um nível bem mais avançado que o primeiro. Isso ocorreu, principalmente, quando o jogador utilizava uma forma de resolver o problema muito diferente do que foi pensado para alguns dos passos da atividade, já que acabava sendo obrigado a reutilizar as sequências criadas nas questões seguintes, pois, em alguns casos, os blocos utilizados são congelados após o acerto. As pessoas que fizeram isso tiveram um número elevado de falhas e interrupções da execução, mas demonstraram grande habilidade, o que apenas pôde ser verificado pelo *log* individual, pois os dados resumidos são similares ao de pessoas que aparentemente não prestaram atenção aos comandos dados (entretanto, estes apresentam problemas desde o Tutorial 1 e uma abordagem verificável de tentativa e erro).

²²A última versão do jogo pode ser descarregada em: <https://drive.google.com/open?id=0Bw0FurTBX13Df1FpR2xueEFmZ001bnBjMFQ5RGRjVXJGUjcxQmF2ZTtkxb2xMe1R1eUZ1V00>

²³Resumo dos *logs* disponível em: <https://drive.google.com/open?id=18EivWnx61W4Et9hwjQAxJT7JeowqKwc2gfgQVSW6GJY>

Observando o *log* completo de uma pessoa é possível ter ideia do que foi pensado por ela para tentar resolver o problema, portanto, nesse momento, percebemos que treinadores, muito provavelmente, podem utilizar esse tipo de ferramenta para a avaliação. Mas não é necessário que todos os *logs*, que são extensos, sejam analisados, pois aqueles que não possuem problemas na parte do resumo dos dados, ou seja, tiveram estatísticas dentro da média, não precisam de uma avaliação mais profunda, o que é necessário apenas àqueles cujo resumo de dados tinha informações muito discrepantes em relação a média. Essa análise tem a finalidade de identificar se o que foi feito pelo aprendiz corresponde a uma deficiência no entendimento dos problemas (falhas lógicas e erros conceituais) ou a uma abordagem criativa para a solução dos problemas (uso de lógica consistente, porém, de forma incomum).

Para identificar os jogadores que estão dentro da média ou não, foi feita uma análise dos dados gerais obtidos por meio do jogo (Figura 4.23). Primeiramente, foi dado um nível de proficiência do jogo (PJ) para as pessoas, dependendo da quantidade de passos de tutorial começados por elas, então, foram identificados os jogadores cujos dados não seriam válidos e, por fim, a média e o desvio padrão foram calculados para cada uma das informações dos grupos de jogadores: todos, com *logs* válidos e de cada uma das proficiências (PJ1, PJ2, PJ3 e PJ4).

O questionário sugerido após o jogo (Apêndice J²⁴) contém várias partes: (a) identificação do jogador/aluno e perfil, (b) avaliação da clareza, dificuldade e interesse no jogo e engajamento pelo *Game Engagement Questionnaire* (GEQ)[6], (c) interesse gerado pelo jogo, (d) questões sobre painéis de Athos Bulcão e (e) questões sobre programação pelo jogo e conceitos matemáticos, com algumas questões abertas para obter sugestões e críticas entre essas 5 partes.

Quanto ao perfil dos voluntários que responderam ao questionário, o grupo foi bastante heterogêneo, exceto pela idade, que ficou concentrada em torno dos 23 anos. Metade já tinha algum conhecimento de computação, mas em níveis variados, enquanto a outra metade nunca havia programado (desses, 21.1% nem sabia do que se tratava).

A parte (b) foi avaliada utilizando uma escala de Likert de 5 pontos com opiniões traduzidas nos números -1, -0.5, 0, 0.5 e 1 — variando de “discordo totalmente” até “concordo totalmente” — para cada um dos pontos, respectivamente (gráficos interativos com os dados obtidos por meio do questionário estão disponíveis online²⁵). Quanto a clareza dos objetivos (b1), ferramentas (b2) e *feedbacks* (b3 e b4), os resultados foram positivos, entre 0.39 e 0.68 pontos. Os jogadores, em geral, não acharam o jogo muito difícil ou fácil (médias de -0.11 e -0.18 pontos), se divertiram (0.42) e jogariam novamente

²⁴Esta é a última versão, utilizada com os alunos do 5º ano. Em relação ao utilizado com os voluntários, esse teve algumas questões simplificadas ou separadas para que ficassem mais claras.

²⁵<https://sites.google.com/site/gustavoarcanjo/resumo-testes-remotos>

(0.24), mas não por mais tempo (0.05). Dos itens utilizados do GEQ, observamos um nível baixo de *flow*, caracterizado por médias entre -0.5 e 0 nos itens (b12, b13, b14 e b16), mas houve um saldo positivo nos itens que avaliam presença (b10), absorção (b11) e imersão (b15).

Na parte (c), os jogadores disseram que ficaram mais interessados pela obra de Athos Bulcão (0.39) e pela programação (0.5), mas o jogo não contribuiu com interesse pela matemática (-0.13).

As questões seguintes envolviam conhecimentos relacionados à obra de Athos (d) e outros conhecimentos de lógica de programação utilizado dentro do jogo (e). Ambas as partes se relacionavam com conteúdos de matemática encontrados no tema “Espaço e Forma” (reconhecimento de formas simples, movimentação, ângulos e coordenadas em um plano), contagem e multiplicação.

Especificamente, os conhecimentos avaliados a respeito dos painéis de Athos Bulcão envolviam a percepção das regras de composição dos painéis. Para isso, o jogador deveria lembrar de como era feita a verificação dentro do jogo (utilizando submatrizes quadradas de dimensão 2) e avaliar o esquema de composição de um painel que não foi trabalhado no jogo. Foi utilizada uma questão de múltipla escolha e duas de verdadeiro ou falso (um total de 8 itens para serem julgados).

Quanto aos conhecimentos de computação, o questionário aborda laços, laços aninhados e sequências, com um conjunto de blocos que deve ser avaliado. São quatro questões sendo que a segunda, apenas, é de múltipla escolha e os restantes são de verdadeiro ou falso (com 8, 8 e 4 itens, respectivamente).

Para a análise²⁶, o número de erros foi contabilizado para cada voluntário e para cada tema (arte ou programação). Além disso, outro nível de proficiência foi definido com base no conhecimento prévio em computação (variando de pessoas que não sabiam do que se tratava, PP1, até pessoas que programam sistemas complexos, PP6). Então, calcularam-se as médias e os desvios padrões em relação ao número de erros para cada uma das proficiências (proficiência no jogo, PJ, e em programação, PP) e os diferentes níveis de proficiência.

O que pode ser observado de mais importante se resume à correlação entre a quantidade de erros e os níveis de proficiência (Tabela 4.1). Com ela, podemos perceber: (1) uma correlação negativa moderada entre ambos níveis de proficiência (PP e PJ) e a quantidade de erros nas questões que envolviam conhecimento de programação; (2) uma correlação negativa fraca entre o nível de proficiência no jogo (PJ) e o número de erros feitos nas questões onde a análise das obras de Athos Bulcão era necessária; e (3) uma correlação

²⁶A análise completa está disponível em: <https://drive.google.com/open?id=1XS-uY11e8YJxNfYZQEz1rj3aEM6NbXm1kgb07Bfv9Mw>

Erros	Todos	Athos	Programação
Correlação com PJ	-0.5660938215	-0.3091062127	-0.579975936
Correlação com PP	-0.3801897529	-0.03145963433	-0.5757658942

Tabela 4.1: Tabela de correlações entre proficiências e erros

bem fraca entre o nível de proficiência em programação (PP) e a quantidade de erros nas primeiras questões. Isso significa que há uma relação em que, dado um voluntário, quanto maior for sua PP ou PJ, menos erros terão sido feitos por ele na parte que avalia a programação dentro do jogo. Portanto, é possível dizer que pessoas que jogaram uma quantidade maior do jogo conseguiram responder melhor os itens da parte (e), ou seja, aprenderam algo sobre lógica de programação. Dessa forma, pode-se dizer que é possível ensinar computação por meio desse jogo e podemos verificar isso utilizando o método de análise da sessão de jogo ou por meio de questionário específico sobre o tema. É importante mencionar, também, que a correlação entre os próprios níveis de proficiência (PP e PJ) foi positiva e fraca (+0.3104), significando que pessoas mais proficientes em programação podem ter tido mais facilidade com o jogo, mas algumas pessoas menos proficientes também demonstraram um bom desempenho. Em outras palavras, um jogador que não tenha proficiência em programação não necessariamente demonstrará baixa proficiência no jogo, mas ser proficiente em programação faz com que o jogo seja mais facilmente completado.

4.2.3 Teste com o 5º Ano

O teste do 5º ano aconteceu com uma turma do colégio Maristinha, nos computadores do laboratório de informática. Ao todo, cerca de 30 crianças jogaram o jogo instalado no sistema operacional Windows, entretanto, só 21 dos *logs* foram registrados, pois, apesar de terem sido feitos testes prévios, a conectividade das máquinas do colégio era falha e o sistema bloqueava alguns sites. Inclusive, certos alunos não conseguiram responder ao questionário, pois estava sendo bloqueado pelo navegador em alguns dos computadores, por isso, só foram recebidas 22 respostas.

A atividade foi agendada para o horário após o recreio (16h40), as crianças foram à sala de aula deixar suas mochilas antes de serem encaminhadas ao laboratório. No laboratório, informações gerais foram passadas às crianças e perguntas acerca do que já tinham ouvido falar sobre Athos Bulcão, programação e a UnB. Nesse momento alguns alunos comunicaram que já tinham aprendido algo sobre robótica e um deles informou que estava utilizando o motor *Unity* para fazer seu próprio jogo. Depois disso, cada criança ocupou

uma das 22 máquinas da sala onde foi feita a conversa e as 8 crianças restantes, que pedi para a professora identificar como aquelas que tinham mais facilidade já que possivelmente tivessem menos assistência, foram para o laboratório ao lado. Infelizmente, nesse segundo local o jogo não havia sido configurado ainda, as máquinas estavam sem som, o que prejudicou alguns *feedbacks*, e todas elas apresentaram problema com o questionário.

As crianças começaram a jogar, porém, na hora de inserirem as informações gerais, a maioria não sabia seu número da chamada, algo que só tinha a finalidade de garantir que duas crianças com mesmo nome ou apelido não mandasse o *log* para a mesma aba da planilha, por isso algumas acabaram colocando números iguais, mas isso não comprometeu os dados. O primeiro *log* recebido ocorreu as 16h57, portanto, 17 minutos foram gastos apenas com a mudança de sala e explicação, o que comprometeu a atividade.

Os alunos jogaram o jogo até 17h26, ou seja, tiveram no máximo 30 minutos para jogar (os alunos que mudaram de laboratório tiveram ainda menos tempo). Durante o jogo, os alunos se ajudaram e obtiveram ajuda nossa quando pediram (pois o técnico e a professora já haviam jogado). Nesse momento, o jogo foi interrompido pois o tempo estava curto, mas todos, salvo engano, já estavam no segundo tutorial. A interrupção ocorreu para que fosse demonstrada a resolução do Tutorial 2. Isso foi feito apenas até o passo 6, pois o tempo que era disponível já havia se esvaído e os alunos precisavam responder ao questionário naquele momento. Por isso, eles não viram a função de todos os blocos, como o “Virar” e o “Cor de Fundo” e só tiveram contato com alguns conceitos, como o de laços aninhados, de forma expositiva.

A explicação durou cerca de 20 minutos, contando o tempo gasto para conectar o computador no projetor e movimentação dos alunos. Depois disso, o questionário foi passado a eles. Alguns alunos tiveram que “chutar”²⁷ grande parte das questões, pois já estavam atrasados para uma outra atividade.

Por causa dos problemas com a rede, dos 21 *logs* recebidos, apenas 12 podem ser analisados completamente. Pelo menos, sabendo que todos os alunos chegaram ao Tutorial 2, podemos dizer que o nível de proficiência no jogo (PJ) deles é, no máximo (PJ2). Análise de alguns *logs* válidos obtidos causam a interpretação de que, em certos momentos, o aluno possivelmente teve ajuda de algum colega ou treinador que observava, pois ocorre uma mudança drástica da estrutura que estava sendo testada pelo aluno como possível solução e a resposta certa. Em alguns momentos fica clara a falta de atenção dos alunos para os textos.

Pela análise dos questionários (mais detalhes online²⁸), é possível perceber que os objetivos dentro do jogo podem não ter ficado claros (-0.09), mas das ferramentas (0.30)

²⁷Nesse sentido, significa que os alunos escolheram a resposta de algumas questões ao acaso, pois não tinham o tempo necessário para analisá-las.

²⁸<https://sites.google.com/site/gustavoarcanjo/resumo-teste-na-escola>

e *feedbacks*, sim (0.43 e 0.14). Para essa faixa etária, o jogo estava um pouco difícil (0.20) e, certamente, não foi fácil (-0.41). Eles parecem ter se divertido mais que os voluntários (0.61), jogariam novamente (0.57) e por mais tempo (0.32). Considerando o GEQ[6], os níveis de *flow* variaram entre -0.66 e -0.05, mas um saldo positivo (0.07) de presença com muitas opiniões divergentes, negativo em absorção (-0.18) e moderada imersão (0.61).

As questões sobre interesse apresentaram resultados similares: Athos Bulcão (0.32), programação (0.39) e matemática (-0.14).

Na parte (c), os jogadores disseram que ficaram mais interessados pela obra de Athos Bulcão (0.39) e pela programação (0.5), mas o jogo não contribuiu com interesse pela matemática (-0.13).

Por causa dos problemas com tempo e internet, a análise dos erros foi inconclusiva, mas certamente a quantidade de erros (241 itens incorretos) foi muito maior que nos testes dos usuários, que não tiveram limite de tempo para a realização das atividades. Alguns alunos escolheram sempre as primeiras opções de resposta nos últimos itens, outros julgaram da mesma forma dois itens excludentes (e.g. duas primeiras afirmações da questão 5 sobre programação).

As sugestões dos alunos foram, principalmente, para que a dificuldade do jogo fosse reduzida e as informações fossem mais claras. A maioria disse que aprendeu mais sobre a obra de Athos Bulcão, mas alguns disseram que aprenderam algo de raciocínio lógico e programação.

É preciso que sejam feitas modificações no jogo e no questionário para diminuir o tempo necessário à sua aplicação e a inclinação da curva de dificuldade entre os dois tutoriais. Então, precisam ser realizados novos testes em uma rede mais estável ou armazenando os dados localmente para que possam ser resgatados no caso de instabilidade.

4.2.4 TO DO: Para Fazer

Pelos testes com os voluntários, observou-se que o jogo tem um grande potencial de ensinar conceitos de programação, porém, modificações são necessárias para que ele possa ser usado por crianças e testado dentro do tempo de uma aula.

Melhorias

O principal problema reportado, em ambos testes, foi com relação à forma e à quantidade de informação passada dentro do jogo de forma textual. Uma maneira de resolver esse problema seria substituir os textos por animações ou vídeos que passem as informações de forma mais rápida e clara. Esse tipo de abordagem não foi adotado para as explicações, pois precisaria que arte específica fosse criada para explicar vários conceitos. Duas pessoas

notaram, em cada um dos testes, que apesar, de o objetivo ser ensinar os personagens, eles pareciam saber mais do que o jogador, que não os estaria ajudando como foi dito pela narrativa.

Os alunos também sugeriram que os desenhos poderiam ser melhores e personagens mais elaborados, algo que não foi mencionado pelos voluntários.

Todas as sugestões foram bastante válidas e certamente seriam interessantes de se implementar em uma versão futura. O mais importante, porém, é que sejam feitas modificações nos tutoriais de forma a deixá-los mais compreensíveis e em um nível de dificuldade menor.

Por meio do *log*, foram identificadas melhorias não reportadas, mas que ajudariam bastante os jogadores. Foi possível notar, por exemplo, que certos alunos repetiam alguns erros. Isso pode ter ocorrido em virtude da informação sobre o erro ser, em geral, padronizada, por isso eles não conseguiam identificar o que deveriam corrigir. Uma forma de resolver esse problema é dar sugestões pontuais de como corrigir o erro, mesmo que não seja dada toda a informação. Nesse sentido, foi observado que os jogadores, muitas vezes, combinavam todos blocos corretamente, mas esqueciam de adicionar um bloco “Posicionar” ao final. Outra coisa interessante de se melhorar seria a visualização da progressão do aluno com gráficos do progresso no tempo, eles seriam particularmente úteis para identificar problemas.

Pela experiência na escola, também percebeu-se que seria interessante pensar em uma solução melhor para diferenciar dois alunos no *log* que não dependa do número de chamada. Uma solução para o problema de conectividade também é essencial, apesar de que algumas medidas já eram tomadas desde as versões iniciais (por exemplo o reenvio de informações no caso de falhas). Aliás, importante que o jogo avise o usuário que as informações não foram enviadas quando ocorrerem problemas na rede.

Outra questão que foi observada é que os alunos e voluntários disseram que gostaram do jogo, porém, poucos demonstraram estar no estado *flow*, embora alguns casos tenham sido observado a partir de um ou outro item do questionário. Talvez fosse melhor ter utilizado itens de outro questionário. Ao invés do GEQ, uma possibilidade seria o *EGameFlow*[16], que possui foco em jogos educativos, apesar de ser mais extenso se comparado ao questionário utilizado.

Atividades Previstas

Antes da implementação, os tutoriais haviam sido pensados de forma que fossem divididos em mais fases (vide Apêndice K), mas esse número teve de ser reduzido para apenas duas fases para que a implementação pudesse ser terminada no tempo disponível. É possível

que os alunos não tenham tido tempo para fixar as informações que aprenderam, pois poucos eram os passos de tutorial que trabalhavam apenas um conceito recém aprendido.

A ordem dos tutoriais é algo que também pode ser pensado. Em vez de utilizar o painel do Brasília Palace Hotel para o segundo tutorial, talvez fosse mais interessante utilizar o painel da Igrejinha, que não envolve rotação e não possui mudança da cor de fundo.

Novas Funcionalidades

Uma funcionalidade necessária é que o jogo possa ser salvo, para que não tenha de ser jogado de uma só vez. Isso foi observado, pois um voluntário jogou parte do jogo e teve de fechá-lo, não podendo continuá-lo, já que seu progresso havia sido perdido localmente.

Algumas sugestões de novas funcionalidades foram dadas pelos voluntários: música de fundo, botões específicos (e.g. para apagar tudo), blocos novos (e.g. condicionais, inverter cores), *feedbacks* adicionais (e.g. contador de repetições e lista do que deve ser feito), informações adicionais (e.g. objetivo do jogo, história de introdução) e sistema de recompensa.

Aos blocos sugeridos, também seria interessante que o aluno tivesse uma forma de salvar uma sequência de blocos para reutilizar, essencialmente criando uma função. Outra funcionalidade necessária seria um botão que possa mostrar a solução ao aluno que tentou um determinado número de vezes.

Além disso, o jogo também pode ser adaptado para ser inserido no contexto de outras disciplinas, como história e geografia, por ser ambientado na capital federal.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Usuario	Turma	Número	InterrompeVerificacao	ParamRepetir	ParamMover	PosicionarSamCor	PosicionarSamMoide	VirarParamOrientacao	VirarParamAngulo	VirarSamMoide	
2	Athos	A	1									
3		Ano Nasc	Genero	ParamSelecionarMoide	ParamSelecCor	SelecCorSamMoide	CorFDefazerParam	DuvidasTuto	ComeciaTuto	CompleiaTuto	FalhaTuto	UsuarioParado
4		0	Masculino		3				24	24		
5				InterrompeExecucao	LevelsTerminados	DesfazerEstado	DeixarFase	InicioUltimoLog	UltimoLog	UltimoLog	UltimoLog	FimUltimoLog
6	Logs:				1	4	5	2	Fase	Progresso	Log1	Log2
7	Timestamp	Fase	TipoLog	Log1	Log2			6/15/2015 6:35:04	SQS315_1		DeixarFase	
29	6/15/2015 6:24:08	SQS308_1	Progresso	Passo10	Comecia							
30			Line 0: SetTile(1) Line 1: Repeat&Advance(7) Line 2: Advance() Line 3: Place()									
31	6/15/2015 6:24:18	SQS308_1	Progresso	Passo10	Completa	ContadorFalhas	0	ContadorDuvidas	0			
32	6/15/2015 6:24:28	SQS308_1	Progresso	PassoFinal	Comecia							
33	6/15/2015 6:24:28	SQS308_1	Progresso	PassoFinal	Completa							
34	6/15/2015 6:24:28	SQS308_1	Progresso	FinishedLevel								
35	6/15/2015 6:24:53	Palace_1	Progresso	Passo1	Comecia							
36			Line 0: SetTile(número) Line 1: Advance() Line 2: Place()									
37	6/15/2015 6:25:03	Palace_1	Falha	ParamSelecionarMoide								
38	6/15/2015 6:25:03	Palace_1	O script parou na linha: 0, linhaAtual: 0									
39	6/15/2015 6:25:03	Palace_1	Progresso	Desfazer								
40			Line 0: SetTile(1) Line 1: Advance() Line 2: Place()									
41	6/15/2015 6:25:08	Palace_1	Progresso	Passo1	Completa	ContadorFalhas	0	ContadorDuvidas	0			
42	6/15/2015 6:25:08	Palace_1	Progresso	Passo2	Comecia							
43			Line 0: SetTile(1) Line 1: Advance() Line 2: Place()									
44	6/15/2015 6:25:14	Palace_1	Progresso	Passo2	Completa	ContadorFalhas	0	ContadorDuvidas	0			
45	6/15/2015 6:25:15	Palace_1	Progresso	Passo3	Comecia							
46	6/15/2015 6:25:22	Palace_1	Progresso	Passo3	Completa	ContadorFalhas	0	ContadorDuvidas	0			
47	6/15/2015 6:25:22	Palace_1	Progresso	Passo4	Comecia							
48	6/15/2015 6:25:22	Palace_1	Progresso	Desfazer								
49			Line 0: SetTile(1) Line 1: Advance() Line 2: Colour(52, Azul) Line 3: Place()									
	6/15/2015 6:25:35	Palace_1										

Figura 4.21: Exemplo traduzido do log gerado pelo usuário fictício Athos. É possível observar o que foi feito do fim do passo 10 do 1º tutorial até o fim do passo 4 do 2º tutorial.

Id	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1		TuboBase	Proficiency	TutorialDoubts	TutorialStarts	TutorialComplek	TutorialFails	FailPerTuto	PlayeIdle	DurationPerTutorialStep	Duration	FirstLogStart	LatestLogStart	LatestLogLevel	LatestLogType	LatestLogLog1	LatestLogEnd
2	Loge e nomes dos voluntários foram escondido.	Validade	Proficiencia	DuvidasTuto	ComecatTuto	CompletaTuto	FalhaTuto	FalhasPorTu	UsuanoParado	DuracaoPorPassoTuto	Duracao	InicioPrimeiroLog	Timestamp	Phase	TipLog	Log1	Log2
3																	
4	Guatavo,Outra,1,0,Masculino		0	2	21	16	2	0,095		0	0,02:39	6/11/2015 12:46:31	6/11/2015 13:26:55	Palace_1	Progress	Step9	Start
5			0	9	12	9	13	1,083		0	0,02:50	6/11/2015 19:05:43	6/11/2015 19:31:16	Palace_1	Progress	Undo	Start
6		2 x	3	0	25	0	5	0,200		0	0,01:40	6/11/2015 22:23:26	6/11/2015 22:53:33	Map	Progress	FinishedLevel	Start
7		3 x	3	0	24	18	6	0,250		0	0,03:02	13/6/15 17:53:46	13/6/15 18:48:13	SQS315_1	Error	InterruptExecutic	Start
8		4 x	1	0	12	9	5	0,417		0	0,00:49	13/6/15 18:38:19	13/6/15 18:46:43	Palace_1	Progress	Step1	Start
9		5 x	3	11	27	18	26	0,963		0	0,02:22	13/6/15 22:25:9	13/6/15 23:7:37	Map	Progress	FinishedLevel	Start
10		6 x	2	16	19	15	11	0,579		0	0,04:47	13/6/15 18:32:13	13/6/15 19:44:0	Palace_1	Progress	Step8	Start
11		7 x	3	0	25	18	5	0,200		0	0,01:42	13/6/15 17:10:46	13/6/15 17:41:26	Map	Progress	FinishedLevel	Start
12		8 x	4	2	44	23	7	0,159		0	0,03:18	13/6/15 19:21:14	13/6/15 20:37:8	Map	Progress	FinishedLevel	Start
13		9 x	1	0	12	9	3	0,250		0	0,00:47	13/6/15 19:35:12	13/6/15 19:42:15	Palace_1	Progress	Undo	Start
14		10	0	11	25	18	26	1,040		0	0,04:40	13/6/15 19:22:8	13/6/15 20:46:16	Map	Progress	FinishedLevel	Start
15		11 x	4	2	47	22	39	0,890		0	0,03:09	13/6/15 20:16:9	13/6/15 21:25:30	Map	Progress	FinishedLevel	Start
16		12 x	2	1	20	16	23	1,150		0	0,01:34	13/6/15 20:42:43	13/6/15 21:7:53	Palace_1	Progress	Step9	Doubt
17		13 x	1	0	10	8	2	0,200		0	0,00:41	13/6/15 21:28:4	13/6/15 21:33:29	SQS308_1	Progress	Step10	Start
18		14 x	3	0	26	18	15	0,577		0	0,01:56	6/13/2015 23:39:53	6/14/2015 0:14:35	SQS315_1	Progress	FinishedLevel	Start
19		15 x	3	0	24	18	8	0,333		0	0,01:05	6/14/2015 15:01:45	6/14/2015 15:21:11	SQS315_1	Progress	FinishedLevel	Start
20		16	0	6	18	14	4	0,222		0	0,03:20	6/14/2015 16:24:33	6/14/2015 17:11:09	Palace_1	Progress	Step7	Start
21		17	0	6	21	17	29	1,381		0	0,05:27	6/14/2015 17:01:15	6/14/2015 18:33:46	Palace_1	Progress	Step10	Doubt
22		18	0	49	21	17	59	2,810		0	0,15:25	6/14/2015 20:00:23	6/15/2015 0:22:32	Palace_1	Progress	Undo	Start
23		19 x	3	8	25	18	29	1,180		0	0,02:02	6/14/2015 20:23:31	6/14/2015 21:00:11	Map	Progress	FinishedLevel	Start
24		20 x	3	22	24	24	15	0,625		1	0,03:24	6/15/2015 10:46:23	6/15/2015 12:10:06	SQS315_1	Progress	LeftLevel	Start
25		21 x	4	1	41	22	5	0,122		0	0,03:55	6/14/2015 21:28:21	6/14/2015 22:54:30	Map	Progress	FinishedLevel	Start

Figura 4.22: Resumo dos jogadores que participaram dos testes remotos.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		TutoBase	Proficiency	TutorialDoubts	TutorialStarts	TutorialComplete	TutorialFails	FailPerTuto	Playertidle	DurationPerTutorialStep	Duration
2	Logs e nomes dos voluntários foram escondidos	Validade									
3			Proficiencia	DuvidasTuto	ComecaTuto	CompletaTuto	FalhaTuto	FalhasPorTu	UsuantoParado	DuracaoPorPassoTuto	Duracao
26											
27	Avg	Média x	1.954545455	6.636363636	23.77272727	16.59090909	15.31818182	0.666	0.04545454545	0:03:12	0:55:59
28	StDev	Desvio	1.495302891	11.2230437	9.675358087	4.510929488	14.51562824	0.627787489	0.2132007164	0.002107188262	0.03716484672
29											
30	Avg x	Média x	2.6875	3.9375	25.3125	17.125	12.75	0.501	0.0625	0:02:16	0:42:24
31	StDev x	Desvio x	1.01447852	6.767261879	10.74379666	4.869976044	10.95140782	0.355698172	0.25	0.0008474205704	0.01911473097
32											
33	Avg LessThanTuto1	13	1 Count	0	11.33333333	8.666666667	3.333333333	0.289	0	0:00:46	0:06:37
34	StDev LessThanTuto1		3	0	1.154700538	0.5773502692	1.527525232	0.113447654	0	0.00005217330611	0.000735143543
35											
36	Avg MiddleOfTuto2	22	2 Count	8.5	19.5	15.5	17	0.864	0	0:03:11	0:48:29
37	StDev MiddleOfTuto2		2	10.60660172	0.7071067812	0.7071067812	8.485281374	0.403795188	0	0.001577554684	0.02289094523
38											
39	Avg AfterTuto2	24	3 Count	5.125	25	18.75	13.625	0.539	0.125	0:02:09	0:41:17
40	StDev AfterTuto2		8	8.096516006	1.069044968	2.121320344	9.500939803	0.364472171	0.3535533906	0.0005261619894	0.01335558444
41											
42	Avg MoreThanTuto2	28	4 Count	1.666666667	44	22.33333333	17	0.370	0	0:03:27	1:17:08
43	StDev MoreThanTuto2		3	0.5773502692	3	0.5773502692	19.07878403	0.398381044	0	0.0002812725544	0.005680301708
44											

Figura 4.23: Dados estatísticos para comparar os jogadores.

Capítulo 5

Considerações Finais

5.1 Conclusões

Nesse trabalho, foi possível criar um jogo educativo multidisciplinar envolvendo o conteúdo de programação, matemática e a obra de Athos Bulcão. Com o processo de criação dele, buscou-se atingir os objetivos listados na Seção 1.3.

Para cada um desses objetivos, chegou-se às seguintes conclusões:

- a.1** Foi possível comparar três jogos de computação existentes e, com isso, observou-se que os maiores jogos multidisciplinares com foco em computação se baseiam no *Common Core State Standards*.
- a.2** Os conteúdos de matemática foram identificados por meio da análise de um parâmetro nacional, um distrital e o de um colégio, e percebeu-se, também, peculiaridades do sistema de ensino brasileiro em relação ao americano.
- b.1** Foi possível desenvolver um jogo para o ensino de programação.
- b.2** O objetivo de fazer os alunos se interessarem mais pela programação foi bem sucedido, entretanto, o jogo não motivou os alunos quanto ao conteúdo de matemática, o que pode fazer com que se afastem da área de exatas mesmo assim.
- b.3** De forma geral, os jogadores se interessaram pelo jogo, mas não foi possível perceber se eles estavam realmente se divertindo, já que o estado de *flow* foi avaliado como baixo. Isso, possivelmente, ocorreu pois o jogo apresentou uma dificuldade muito elevada para os jogadores.
- b.4** Algo que foi observado com testes realizados por meio de voluntários, onde o tempo de jogo não foi limitado, é que o aprendizado de fato aconteceu. Entretanto, isso não

foi possível ser verificado no teste com alunos do 5º ano, por três motivos: tempo, problemas com a transmissão de dados e dificuldade do jogo.

b.5 Para os voluntários, foi possível verificar uma correlação entre a habilidade observada no jogo por meio de dados coletados e também a habilidade demonstrada nos questionários tradicionais. Já em relação aos alunos, por causa dos problemas citados, ambos os métodos foram inconclusivos.

Com isso, todos os objetivos foram alcançados, de certa maneira. Entretanto, muitos deles (b.2, b.3, b.4 e b.5) apenas parcialmente. Por isso, acredita-se que seja possível alcançá-los integralmente, mas se faz necessária a implementação de mudanças no jogo, sendo a principal delas uma maior atenção ao nível de dificuldade e exposição das informações de forma mais clara e menos textual.

Observou-se, pelos esforços realizados pela academia e empresas, que grande parte das escolas brasileiras não tem infraestrutura para que um jogo educacional virtual seja utilizado extensivamente. Por isso, além do jogo virtual, uma versão desplugada do jogo foi criada para que esses problemas possam ser supridos, apesar de ser limitada em relação às possibilidades que a proposta digital pode oferecer em termos de análise. Mesmo assim, parcerias recentes feitas pelo governo e dados sobre o crescimento da área de TI indicam que há interesse em reverter a situação.

5.2 Trabalhos Futuros

Além de melhorias no jogo para que os objetivos possam ser alcançados em sua plenitude, atividades previstas e novas funcionalidades pensadas para o jogo (listados na Subseção 4.2.4), outras perspectivas surgem a partir desse trabalho. Seria interessante explorar quais outros dados podem ser capturados com o jogo para que conhecimentos ou até competências e habilidades sejam avaliados, já que foi possível observar jogadores que utilizavam uma abordagem mais criativa do que outros, por exemplo. Mais especificamente, melhorias na forma de visualizar os dados que já são capturados, para realizar a avaliação do jogador, seriam bastante relevantes, tanto nesse jogo quanto em outros jogos que possam utilizar um sistema similar de telemetria.

Referências

- [1] C.C. Abt. *Serious Games*. G - Reference, Information and Interdisciplinary Subjects Series. University Press of America, 1987. 6
- [2] Vincent Aleven, Eben Myers, Matthew Easterday, and Amy Ogan. Toward a framework for the analysis and design of educational games. In *Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL), 2010 Third IEEE International Conference on*, pages 69–76. IEEE, 2010. Disponível em <<http://edutainment.pbworks.com/w/file/fetch/46078658/aleven.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2015. 7, 9, 10, 11
- [3] Rozane da Silveira Alves, Daniela Pedra de Mattos, Claudete da Silva Martins, and Lourdes Helena Rodrigues dos Santos. A utilização das tic no ensino das escolas públicas: Refletindo sobre fatores que influenciam seu uso. In *II Congresso Internacional TIC e Educação*, pages 2600–2610, 2012. Disponível em <<http://ticeduca.ie.ul.pt/atas/pdf/283.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2015. 3
- [4] TC Bell, Gwenda Bensemann, and Ian H Witten. Computer science unplugged: Capturing the interest of the uninterested. In *Proc NZ Computer Conference, Wellington, New Zealand, August, 1995*. 45
- [5] Fábio Bezerra. Bem mais que os bits da computação desplugada. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 20, 2014. 2, 45
- [6] Jeanne H Brockmyer, Christine M Fox, Kathleen A Curtiss, Evan McBroom, Kimberly M Burkhart, and Jacquelyn N Pidruzny. The development of the game engagement questionnaire: A measure of engagement in video game-playing. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45(4):624–634, 2009. 70, 74
- [7] Jenova Chen. Flow in games (and everything else). *Communications of the ACM*, 50(4):31–34, 2007. Disponível em <<http://www.ccs.neu.edu/home/lieber/courses/cs4500/sp09/resources/p31-chen-flow-in-games.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2015. 11
- [8] Thomas M. Connolly, Elizabeth A. Boyle, Ewan MacArthur, Thomas Hainey, and James M. Boyle. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2):661 – 686, 2012. Disponível em <<http://www.jenjenson.com/courses/learninggame/wp-content/uploads/2010/08/systematicreviewofevidence.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2015. 4, 7
- [9] Mihaly Csikszentmihalyi and Mihaly Csikzentmihaly. *Flow: The psychology of optimal experience*, volume 41. HarperPerennial New York, 1991. 11

- [10] Rozelma Soares de França and Haroldo José Costa do Amaral. Proposta metodológica de ensino e avaliação para o desenvolvimento do pensamento computacional com o uso do scratch. In *Anais do XIX Workshop de Informática na Escola*, 2013. Disponível em <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/2646/2300>>. Acesso em: 21 jun. 2015. 28
- [11] Rozelma Soares de França, Victor Afonso dos Santos Ferreira, Luma Cardoso Ferro de Almeida, and Haroldo José Costa do Amaral. A disseminação do pensamento computacional na educação básica: lições aprendidas com experiências de licenciandos em computação. In *Anais do XXII Workshop sobre Educação em Computação (WEI-CSBC)*, 2014. 3, 45
- [12] Northern Illinois University Faculty Development and Instructional Design Center. Assessment and evaluation: Formative and summative assessment. Retrieved from <http://www.niu.edu/facdev/resources/guide>, 2012. Disponível em <http://www.niu.edu/facdev/resources/guide/assessment/formative%20and_summative_assessment.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2015. 12
- [13] Distrito Federal. Currículo de educação básica: Ensino fundamental - séries anos iniciais. versão experimental. Secretaria de Estado de Educação do DF. Brasília, 2010. Disponível em <http://www.institutosagarana.com.br/pdf/Curriculo_MEC_EFI.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2015. 24
- [14] Distrito Federal. Currículo em movimento da educação básica: Ensino fundamental anos iniciais. Secretaria de Estado de Educação do DF. Brasília, 2013. Disponível em <http://www.cre.se.df.gov.br/ascom/documentos/subeb/cur_mov/3_ensino_fundamental_anos_iniciais.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2015. 24, 25
- [15] RS de França, WC da Silva, and HJC do Amaral. Ensino de ciência da computação na educação básica: Experiências, desafios e possibilidades. In *XX Workshop sobre Educação em Computação*, 2012. 2
- [16] Fong-Ling Fu, Rong-Chang Su, and Sheng-Chin Yu. Egameflow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, 52(1):101–112, 2009. 75
- [17] James Paul Gee. Good video games and good learning. *Phi Kappa Phi Forum*, 85(2), 2005. Disponível em <<http://www.jamespaulgee.com/sites/default/files/pub/GoodVideoGamesLearning.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2015. 11
- [18] Dimas Antônio Silveira Gonçalves, Gislaine Moura da Silva, Ronaldo Santos da Luz, and Eduardo Paulino Silva. Relato de experiência de alunos do curso de licenciatura em computação do ifmg-campus ouro branco na utilização de objetos de aprendizagem desplugados e do scratch como instrumentos no ensino de programação. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, 2013. Disponível em <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/2683/2337>>. Acesso em: 13 jun. 2015. 2, 45

- [19] Sarita González. Procuram-se profissionais de ti. Disponível em <<http://www.brasscom.org.br/brasscom/Portugues/detNoticia.php?codArea=2&codCategoria=26&codNoticia=400>>, 2013. Acesso em 06 jun. 2015. 1, 29
- [20] Robin Hunicke, Marc Leblanc, and Robert Zubek. Mda: A formal approach to game design and game research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, volume 4, pages 1–5, 2004. Disponível em <<http://www.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2015. 9, 10, 35
- [21] David R Krathwohl. A revision of bloom’s taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4):212–218, 2002. Disponível em <http://www.unco.edu/cet1/sir/stating_outcome/documents/Krathwohl.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2015. 9
- [22] Christian S Loh. Information trails: In-process assessment of game-based learning. In *Assessment in Game-Based Learning*, pages 123–144. Springer, 2012. Disponível em <http://www.csloh.com/research/pdf/2012_Loh_finaldraft.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2015. 4, 13, 65, 66
- [23] Karina Marcon and Adriano Canabarro Teixeira. Utilização dos laboratórios de informática em escolas municipais de passo fundo. *RENOTE*, 7(3):456–466, 2009. Disponível em <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/13589/8850>>. Acesso em: 21 jun. 2015. 3
- [24] D.R. Michael and S. Chen. *Serious Games: Games that Educate, Train and Inform*. Thomson Course Technology, 2006. Disponível em <<http://uap.unnes.ac.id/ebook/ebookpalace/Course.Technology.PTR.Serious.Games.Games.That.Educate.Train.and.Inform.Sep.2005.eBook-DDU/Course.Technology.PTR.Serious.Games.Games.That.Educate.Train.and.Inform.Sep.2005.eBook-DDU.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2015. 6, 7
- [25] F. Morais. *Azulejaria contemporânea no Brasil*, volume 1 of *Azulejaria contemporânea no Brasil*. Editoração, Publicações e Comunicações, 1988. Capítulo utilizado disponível em <<http://www.fundathos.org.br/pdf/Azulejaria>> Acesso em: 13 jun. 2015. 37
- [26] Curtiss Murphy. Why games work and the science of learning. In *2011 Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference*, Orlando, FL, 2011. Disponível em <http://www.goodgamesbydesign.com/Files/WhyGamesWork_TheScienceOfLearning_CMurphy_2011.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2015. 11
- [27] Tatiana Petra, Patrícia Herzog, Lana Guimarães, Renata Azambuja, Stela Maris Murta, Fabiano O. Silva, and Laura Gorsk. *Na trilha dos azulejos; um passeio por Brasília pelas obras de Athos Bulcão*. Triade, Brasília, DF, 3 edition, 2010. 38
- [28] Marcioglei Silva Pinto and Denise Cristina Bueno. As dificuldades no uso da informática nas escolas públicas de goiás. Especialização em informática aplicada à educação, Universidade Federal de Goiás, 2012. Disponível em <<http://www.portal.inf.ufg.br/espinfoedu/sites/www.inf.ufg.br>>.

- espinfedu/files/uploads/trabalhos-finais/artigo-marcioglei.pdf>.
Acesso em: 21 jun. 2015. 3
- [29] Ute Ritterfeld, Michael Cody, and Peter Vorderer. Introduction. In Ute Ritterfeld, Michael Cody, and Peter Vorderer, editors, *Serious Games: Mechanisms and Effects*. Routledge, 2009. 7
- [30] Geoffrey M Rockwell and Kevin Kee. The leisure of serious games: A dialogue. *Game Studies*, 11(2), 2011. Disponível em <http://gamestudies.org/1102/articles/geoffrey_rockwell_kevin_kee>. Acesso em: 24 jun. 2015. 6, 7
- [31] Francisco Scheffel Rodrigues. Estudo sobre a evasão no curso de ciência da computação da ufrgs. Trabalho de graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/77275/000896280.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 jun. 2015. 2
- [32] André A Rupp, Matthew Gushta, Robert J Mislevy, and David Williamson Shaffer. Evidence-centered design of epistemic games: Measurement principles for complex learning environments. *The Journal of Technology, Learning and Assessment*, 8(4), 2010. Disponível em <<http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ873673.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2015. 13
- [33] Tim Ryan. The anatomy of a design document. [online] Gamasutra, 1999. Parte 1 disponível em <<http://www.gamasutra.com/view/feature/131791/>>. Parte 2 disponível em <<http://www.gamasutra.com/view/feature/131818/>>. Acesso em: 24 jun. 2015. 8
- [34] M. das Mercês F. Sampaio, Áurea Regina Damasceno, Cláudia Valentina Assumpção Galian, Luiz Carlos Novaes, Maria Helena Bertolini Bezerra, Marieta Gouvêa de Oliveira Penna, and Valéria Milena R. Ferreira. Propostas curriculares de estados e municípios brasileiros para ensino fundamental e médio. In *Anais do I Seminário Nacional: Currículo em Movimento - Perspectivas Atuais*, Belo Horizonte, nov 2010. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=7151&Itemid=>. Acesso em: 19 jun. 2015. 24
- [35] Rafael Savi and Vania Ribas Ulbricht. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. *RENOTE*, 6(2), 2008. Disponível em <<http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/14405/8310>>. Acesso em: 23 jun. 2015. 3
- [36] Rafael Savi and Vania Ribas Ulbricht. *Avaliação de jogos voltados para a disseminação do conhecimento*. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2011. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/96046>>. Acesso em: 23 jun. 2015. 7, 12
- [37] Jesse Schell. *A Arte de Game Design: o livro original*. Campus/Elsevier, Rio de Janeiro, 2011. 6, 8, 11
- [38] Deborah Seehorn, Stephen Carey, Brian Fuschetto, Irene Lee, Daniel Moix, Dianne O’Grady-Cunniff, Barbara Boucher Owens, Chris Stephenson, and Anita Verno. Csta k-12 computer science standards: Revised 2011, 2011. Disponível em <<http://>>

- csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CSTA_K-12_CSS.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2015. 2, 3, 4, 14, 15, 17, 31
- [39] David Williamson Shaffer and James Paul Gee. Before every child is left behind: How epistemic games can solve the coming crisis in education. *WCER Working Paper No. 2005-7*, 2005. Disponível em <http://www.wcer.wisc.edu/publications/workingPapers/Working_Paper_No_2005_7.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2015. 8
- [40] David Williamson Shaffer and James Paul Gee. The right kind of gate. *Technology-based assessments for 21st century skills: Theoretical and practical implications from modern research*, pages 211–228, 2012. Disponível em <<http://epistemicgames.org/gaps/wp-content/uploads/Comp-Games-and-Future-of-Assess-Chapter1.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2015. 6, 12
- [41] Valerie J Shute. *Computer games and instruction*, chapter Stealth assessment in computer-based games to support learning, pages 503–524. Information Age Publishers, Charlotte, NC, 2011. Disponível em <http://myweb.fsu.edu/vshute/pdf/shute%20pres_h.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2015. 4
- [42] Valerie J Shute and Fengfeng Ke. Games, learning, and assessment. In Dirk Ifenthaler, Deniz Eseryel, and Xun Ge, editors, *Assessment in Game-Based Learning*, chapter 4, pages 43–58. Springer, 2012. Disponível em <<http://myweb.fsu.edu/vshute/pdf/GLA%20Dirk%20chapter.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2015. 7
- [43] V.J. Shute and M. Ventura. *Stealth Assessment: Measuring and Supporting Learning in Video Games*. John D. and Catherine T. MacArthur Foundation Reports on Dig. MIT Press, 2013. Disponível em <http://myweb.fsu.edu/vshute/pdf/Stealth_Assessment.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2015. 12, 13
- [44] Fábio da Silva. Educação patrimonial: um olhar sobre a integração da obra de Athos Bulcão na arquitetura brasileira. Master’s thesis, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU - Universidade de Brasília, 2009. Disponível em <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/4110>>. Acesso em: 13 jun. 2015. 37
- [45] Tatyane S Calixto da Silva, Patricia C de AR Tedesco, and Jeane CB de Melo. A importância da motivação dos estudantes e o uso de técnicas de engajamento para apoiar a escolha de jogos no ensino de programação. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, volume 25, pages 11–15, 2014. Disponível em <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2920/2488>>. Acesso em: 21 jun. 2015. 4
- [46] Victoria Rehfeld Smith and Joel Farrell. Concept art best practices for the video game industry and classic illustration techniques (november 2014). Master’s thesis, Southern Methodist University, 2014. Disponível em <http://www.victoriarehfeldsmith.com/uploads/2/9/4/7/29470353/smithv_thesis_final.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2015. 38

- [47] Ingrid Moura Wanderley. Azulejo na arquitetura brasileira: os painéis de azulejo em relevo. Master's thesis, Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-10112006-142246/>>. Acesso em: 13 jun. 2015. 37

Apêndice A

Lista de temas do 5^o ano e Anos
Finais do Ensino Fundamental com
equivalentes no *Common Core
Mathematics Standards*

Common Core Math Standard		CCMS		Prova Brasil	PB	Secretaria de Educação do DF		SEDF	Colégio Marista Diocesano de Uberaba		MDU	Equivalente no CCMS	
Nome original do Tema	Tradução	Níveis	Código	Tema	Código	Equivalente no CCMS	Tema	Código	Equivalente no CCMS	Tema	Código	Equivalente no CCMS	Equivalente no CCMS
Counting & Cardinality	Contagem e Cardinalidade	K	CC	Espaço e Forma	T1	G	Números e Operações	5.T1	OA / NBT / NF	Sistema de numeração	5.T1	NS	NS
Operations & Algebraic Thinking	Operações e Pensamento Algébrico	K-5	OA	Grandezas e Medidas	T2	MD	Grandezas e medidas	5.T2	MD	Geometria	5.T2 6.T2 7.T3 9.T3	G	G
Number & Operations in Base Ten	Números e Operações em Base Dez	K-5	NBT	Números e Operações / Álgebra e Funções	T3	OA / NBT / NF	Espaço e forma	5.T3	G	Operações	5.T3	OA / NBT / NF	OA / NBT / NF
Number & Operations—Fractions	Números e Operações—Frações	3-5	NF	Tratamento da Informação	T4	MD	Tratamento da informação	5.T4	MD	Sistemas de medidas	5.T4	MD	MD
Measurement & Data	Medidas e Dados	K-5	MD				Sistema de numeração	6.T1		Divisores e múltiplos de um número natural. Frações	5.T5	NF	NF
Geometry	Geometria	K-12	G				Números naturais e operações	6.T2		Decimais	5.T6	NBT	NBT
Ratios & Proportional Relationships	Razões e Relações de Proporcionalidade	6-7	RP				Frações	6.T3		Estatística	5.T7	SP	SP
The Number System	Sistema de Numeração	6-8	NS				Números decimais	6.T4		Números e Operações	6.T1 7.T1 8.T1 9.T1		6.T1 7.T1 8.T1 9.T1
Expressions & Equations	Expressões e Equações	6-8	EE				Unidades de medidas convencionais e não convencionais, principais transformações e instrumentos de medidas	6.T5		Grandezas e Medidas	6.T3 9.T4		6.T3 9.T4
Functions	Funções	8-12	F				Introdução à geometria	6.T6		Álgebra	7.T2 8.T2 9.T2		7.T2 8.T2 9.T2
Statistics & Probability	Probabilidade e Estatística	6-12	SP				Noções de Estatística	6.T7 7.T10 8.T10		Tratamento da Informação	9.T5		9.T5
							Números inteiros e operações	7.T1					
							Números racionais e operações	7.T2					
							Equações de Primeiro grau	7.T3					
							Plano cartesiano	7.T4					
							Razão e proporção	7.T5					
							Proporcionalidade	7.T6					
							Ângulos	7.T7 8.T7					
							Polígonos	7.T8					
							Figuras espaciais	7.T9					
							Potenciação e radiciação	8.T1 9.T1					
							Números irracionais	8.T2					
							Números reais	8.T3					
							Monômios e polinômios	8.T4					
							Expressões algébricas	8.T5					
							Sistemas de equações de 1º grau	8.T6					
							Estudo de polígonos	8.T8					
							Figuras planas	8.T9					
							Equações do segundo grau	9.T2					
							Funções do 1º e 2º grau	9.T3					
							Sistemas de equações de 1º e 2º graus	9.T4					
							Matemática financeira	9.T5					
							Figuras planas e espaciais	9.T6					
							Razões trigonométricas	9.T7					
							Noções de contagem e probabilidade	9.T8					
							Estatística	9.T9					

Apêndice B

Lista de conteúdos de matemática do
5º ano do Ensino Fundamental com
equivalentes no *Common Core
Mathematics Standards*

Legenda:			
Prova Brasil, Xº ano, Tema Y, Descritor Z	=	PB.X.TY.DZ	
Marista Diocesano Uberaba, Xº ano, Tema Y, Item Z	=	MDU.X.TY.IZ	
Currículo em Movimento da Educação Básica da SEDF, Xº ano, Tema Y, Item Z	=	SEDF.X.TY.IZ	

Conteúdos de Matemática	Ano	Fonte	CC Math St.
Localização e Movimentação no espaço 2D abstrato	5	PB.5.T1.D1	X
Comandos no espaço (esq, dir, giro, acima, abaixo, frente, atrás, perto)	5	PB.5.T1.D1	X
Posição em relação a uma referência	5	PB.5.T1.D1	X
Faces, arestas, vértices e ângulos para diferenciar formas redondas e poliedros	5	PB.5.T1.D2	X
Planificação de formas (esfera não tem)	5	PB.5.T1.D2	X
Propriedade de formas 2D relacionadas a ângulos e número de lados	5	PB.5.T1.D3	4.G.A.1
Paralelismo/Perpendicularismo de lados/faces	5	PB.5.T1.D3	4.G.A.2
Composição/Decomposição de formas planas	5	PB.5.T1.D3	7.G.A.3
Ampliação/Redução de figuras pelo uso de malhas	5	PB.5.T1.D3	7.G.A.1
Quadrado/Retângulo/Losango/Quadrilátero/Paralelogramo/Trapézio	5	PB.5.T1.D4	3.G.A.1
Medida de lados/Perímetro/Áreas de ampliação/redução	5	PB.5.T1.D5	X
Medidas convencionais e não convencionais de grandezas mensuráveis no dia a dia (comprimento, massa, capacidade, superfície...)	5	PB.5.T2.D6	X
Conversões entre medidas (ex. X tamanhos de um lápis para Y cm)	5	PB.5.T2.D6	X
Conversões entre unidades padrões de medida de uma mesma grandeza	5	PB.5.T2.D7	X
Conversões entre medidas de tempo simples (h/min/seg)	5	PB.5.T2.D8	X
Utilizar medidas de tempo constantes em calendários (milênio, século, década, ano, mês, quinzena, semana, dia, hora, minuto e segundo)	5	PB.5.T2.D8	X
Relações de tempo (início, término e duração de eventos)	5	PB.5.T2.D9	X
Representação do tempo em relógio de ponteiros	5	PB.5.T2.D9	X
Trocas de cédulas e moedas no sistema monetário brasileiro	5	PB.5.T2.D10	X
Perímetro de figuras planas em malhas quadriculadas	5	PB.5.T2.D11	X
Cálculo ou estimativas de áreas em figuras planas em malhas quadriculadas (quadrado como unidade de área)	5	PB.5.T2.D12	X
Agrupamentos e trocas na base 10 e princípio do valor posicional	5	PB.5.T3.D13	X
Números naturais na reta numérica	5	PB.5.T3.D14	X
Decomposição de números em unidades, dezenas, centenas e milhares	5	PB.5.T3.D15	X
Decompor um número natural em uma soma de produtos	5	PB.5.T3.D16	4.OA.B.4
Adição e subtração de números naturais	5	PB.5.T3.D17	4.OA.A.1
Multiplicação e divisão (exatas ou inexatas) de números naturais	5	PB.5.T3.D18	4.OA.A.3
Resolver problemas com números naturais, envolvendo diferentes significados da adição ou subtração: juntar, alteração de um estado inicial (positiva ou negativa), comparação e mais de uma transformação (positiva ou negativa).	5	PB.5.T3.D19	4.OA.A.1
Multiplicação comparativa, Proporcionalidade, Configuração retangular, Análise combinatória	5	PB.5.T3.D20	X
Diferentes representações de um mesmo número racional (inclusive de forma decimal)	5	PB.5.T3.D21	X
Números racionais representados na forma decimal na reta numérica	5	PB.5.T3.D22	X
Escrita decimal de cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro	5	PB.5.T3.D23	X
Fração como representação que pode estar associada a diferentes significados	5	PB.5.T3.D24	X
Adição e subtração de números racionais expressos na forma decimal	5	PB.5.T3.D25	X
Noção de porcentagem (25%, 50% e 100%)	5	PB.5.T3.D26	X
Ler informações e dados apresentados em tabelas	5	PB.5.T4.D27	X
Ler informações e dados apresentados em gráficos	5	PB.5.T4.D28	X
Reconhecimento de outros sistemas de numeração (indu, romano, maia, árabe)	5	SEDF.5.T1.I1	X
Sistema de Numeração Decimal	5	SEDF.5.T1.I2	5.NBT.A.1
Números decimais	5	SEDF.5.T1.I3	4.NF.C.6
Reconhecimento de números naturais e de números racionais (decimais e fracionários) no dia a dia	5	SEDF.5.T1.I4	X
Reconhecimento de múltiplos e divisores em contextos do cotidiano	5	SEDF.5.T1.I5	4.OA.B.4
Resgate da contagem por agrupamento	5	SEDF.5.T1.I6	X / 6.RP.A.3.C

Números fracionários	5	SEDF.5.T1.17	5.NF.A.2 / 5.NF.A.1
Formulação, interpretação de situações-problema envolvendo as quatro operações (adição, subtração, multiplicação e divisão) que envolvam números naturais e números racionais (fração e número decimal)	5	SEDF.5.T1.18	5.NF.B.3 / 5.NF.B.4
Construção e utilização adequada dos principais instrumentos de medidas presentes no contexto sociocultural	5	SEDF.5.T2.11	2.MD.A.1 / 3.MD.A.2
Realização de leituras de medidas em instrumentos que expressem o resultado por número decimal	5	SEDF.5.T2.12	X / 4.MD.B.4
Socialização de procedimentos e de registros de medições de: tempo, capacidade, massa, comprimento	5	SEDF.5.T2.13	X
Resolução de situações-problema significativas que requeiram transformações mais importantes e a descoberta de suas relações	5	SEDF.5.T2.14	5.MD.A.1
Interpretação, criação e produção de textos que constem informações que envolvam medidas	5	SEDF.5.T2.15	X
Reconhecimento da presença e da importância das medidas em outras áreas do conhecimento e nas profissões	5	SEDF.5.T2.16	X
Reconhecimento da evolução das medidas e de seus instrumentos na história da civilização	5	SEDF.5.T2.17	X
Relacionamento das principais frações das principais unidades de medidas	5	SEDF.5.T2.18	X
Medidas de comprimento e área: cálculo do perímetro e da área de figuras desenhadas em malhas quadriculadas e comparação de perímetros e áreas de duas figuras sem uso de fórmulas	5	SEDF.5.T2.19	3.MD.D.8 / 3.MD.C.6
Sistema Monetário Brasileiro	5	SEDF.5.T2.110	2.MD.C.8
Reconhecimento e representação de deslocamentos e orientações por meio de mapas	5	SEDF.5.T3.11	X
Representação de locais, espaços e edificações por meio de maquetes utilizando poliedros, esferas, cilindros e cones	5	SEDF.5.T3.12	X
Ampliação e ou redução de figuras por meio de desenhos ou figuras mantendo as devidas proporções com recursos do quadriculamento	5	SEDF.5.T3.13	7.G.A.1
Reconhecimento de semelhanças e diferenças entre poliedros (prismas, pirâmides e outros) identificando elementos semelhantes e diferentes (faces, vértices e arestas)	5	SEDF.5.T3.14	K.G.B.4
Cálculo do perímetro e da área de figuras planas a partir de situações- problema	5	SEDF.5.T3.15	4.MD.A.3
Identificação dos principais quadriláteros e suas propriedades	5	SEDF.5.T3.16	3.G.A.1
Construção de sólidos geométricos: composição e decomposição	5	SEDF.5.T3.17	7.G.A.3
Percepção de elementos geométricos nas formas da natureza, nas criações artísticas, na tecnologia e na arquitetura	5	SEDF.5.T3.18	X
Identificação de figuras espaciais por meio de suas vistas: frontal, lateral e superior.	5	SEDF.5.T3.19	X
Leitura e interpretação de informações presentes nos meios de comunicação e no comércio, registradas por meio de tabelas e gráficos	5	SEDF.5.T4.11	4.MD.B.4 / 3.MD.B.3
Registros de eventos na reta da linha do tempo	5	SEDF.5.T4.12	X
Noções de combinação associada à multiplicação e tabela	5	SEDF.5.T4.13	X
Situações-problema simples, envolvendo noções de possibilidade e probabilidade	5	SEDF.5.T4.14	X
Construção e interpretação de gráficos de colunas, barras e produção de textos	5	SEDF.5.T4.15	3.MD.B.3
Interpretação de gráficos de setor	5	SEDF.5.T4.16	X
Situações-problema envolvendo interpretação de tabelas e gráficos	5	SEDF.5.T4.17	3.MD.B.3
Situações-problema envolvendo interpretação de tabelas e gráficos	5	SEDF.5.T4.17	3.MD.B.3
Números naturais.	5	MDU.5.T1.11	4.OA.A
Identificação dos símbolos e regras.	5	MDU.5.T1.12	X
Numeração de outros povos: egípcios, maias, romanos e hindus.	5	MDU.5.T1.13	X
Sistema de numeração decimal.	5	MDU.5.T1.14	5.NBT.A.1
Classe dos milhões e bilhões.	5	MDU.5.T1.15	X
Formas geométricas planas: reta, segmento de reta, polígonos, triângulos, quadriláteros, circunferência e ângulo reto.	5	MDU.5.T2.11	4.G.A.1
Retas paralelas, concorrentes e perpendiculares.	5	MDU.5.T2.12	4.G.A.2
Figuras tridimensionais.	5	MDU.5.T2.13	X
Operações com números naturais: adição, subtração, multiplicação e divisão.	5	MDU.5.T3.11	4.OA.A
Expressões numéricas e resolução de problemas envolvendo as quatro operações.	5	MDU.5.T3.12	4.OA.A
Situações problemas envolvendo cálculo mental.	5	MDU.5.T3.13	4.OA.A.3
Medidas de comprimento.	5	MDU.5.T3.14	3.MD.B.4
Medidas de capacidade	5	MDU.5.T4.11	3.MD.A.2
Medidas de massa	5	MDU.5.T4.12	3.MD.A.2
Medidas de superfície	5	MDU.5.T4.13	3.MD.C.5
Medidas de volume	5	MDU.5.T4.14	5.MD.C.3
Leitura, escrita, representação, frações equivalentes, simplificação, comparação e porcentagem.	5	MDU.5.T5.11	3.NF.A.3

Adição, subtração, multiplicação e divisão utilizando números fracionários.	5	MDU.5.T5.I2	5.NF.A.1 / 5.NF.B.3 / 5.NF.B.4
Resolução de problemas envolvendo fração.	5	MDU.5.T5.I3	5.NF.A.2 / 5.NF.B.6
Décimo, centésimo e milésimo.	5	MDU.5.T6.I1	5.NBT.A.3.A
Comparação de números decimais entre si e também com os números fracionários.	5	MDU.5.T6.I2	5.NBT.A.3.B
Transformação de números decimais em fracionários e vice-versa.	5	MDU.5.T6.I3	7.NS.A.2.D
Adição, subtração, multiplicação e divisão com números decimais.	5	MDU.5.T6.I4	6.NS.B.3
Resolução de problemas envolvendo decimais.	5	MDU.5.T6.I5	X
Reta numérica para representação de números fracionários e decimais	5	MDU.5.T6.I6	5.MD.B.2 / X
Noções de estatísticas.	5	MDU.5.T7.I1	X
Construção de tabelas e gráficos.	5	MDU.5.T7.I2	X

Apêndice C

Lista de conteúdos de matemática dos Anos Finais do Ensino Fundamental

6o ano

		Legenda:
Prova Brasil, Xo ano, Tema Y, Descritor Z	=	PB.X.TY.DZ
Marista Diocesano Uberaba, Xo ano, Tema Y, Item Z	=	MDU.X.TY.IZ
Currículo em Movimento da Educação Básica da SEDF, Xo ano, Tema Y, Item Z	=	SEDF.X.TY.IZ
Matemática	Ano	Fonte
Operações fundamentais no Conjunto dos Números Naturais (N)	6	MDU.6.T1.11
Potenciação, raiz quadrada e expressões numéricas	6	MDU.6.T1.12
Média aritmética	6	MDU.6.T1.13
Múltiplos e divisores	6	MDU.6.T1.14
Divisibilidade e seus critérios	6	MDU.6.T1.15
Números Primos	6	MDU.6.T1.16
Cálculo de MDC e MMC	6	MDU.6.T1.17
Forma fracionária dos números racionais e suas operações	6	MDU.6.T1.18
Relação entre as representações fracionária, decimal e percentual	6	MDU.6.T1.19
Ideia de ponto, reta e plano	6	MDU.6.T2.11
Ângulos: Definição e construção	6	MDU.6.T2.12
Regiões planas	6	MDU.6.T2.13
Polígonos	6	MDU.6.T2.14
Triângulos e quadriláteros	6	MDU.6.T2.15
Perímetro de um polígono	6	MDU.6.T2.16
Áreas das figuras planas	6	MDU.6.T2.17
Sólidos geométricos	6	MDU.6.T2.18
Volume do paralelepípedo retângulo	6	MDU.6.T2.19
Medida de tempo	6	MDU.6.T3.11
Medida de ângulo	6	MDU.6.T3.12
Unidades de medida de comprimento	6	MDU.6.T3.13
Unidades de medida de superfície	6	MDU.6.T3.14
Unidades de medida de volume	6	MDU.6.T3.15
Unidades de medida de capacidade	6	MDU.6.T3.16
Relação entre volume e capacidade	6	MDU.6.T3.17
Origem e evolução dos números: abordagem histórica de sistemas de numeração	6	SEDF.6.T1.11
Base decimal	6	SEDF.6.T1.12
Noções de conjuntos e símbolos matemáticos	6	SEDF.6.T1.13
•Estruturação do raciocínio lógico e sequencial	6	SEDF.6.T2.11
•Representação geométrica: posicionamento da reta	6	SEDF.6.T2.12
•Situações-problema e expressões numéricas envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e raiz quadrada	6	SEDF.6.T2.13
•Números primos e compostos	6	SEDF.6.T2.14
•Múltiplos e divisores	6	SEDF.6.T2.15
•Critérios de divisibilidade de números naturais	6	SEDF.6.T2.16
•Mínimo múltiplo comum com ênfase em situações-problema	6	SEDF.6.T2.17
•Máximo divisor comum com ênfase em situações-problema	6	SEDF.6.T2.18
•Definição, identificação e representação algébrica e geométrica	6	SEDF.6.T3.11
•Operações / situações-problema	6	SEDF.6.T3.12
•Definição, identificação e representação algébrica e geométrica	6	SEDF.6.T4.11
•Sistema Monetário	6	SEDF.6.T4.12
•Operações / situações-problema	6	SEDF.6.T4.13
•Noções de porcentagem	6	SEDF.6.T4.14
•Comprimento	6	SEDF.6.T5.11
•Massa	6	SEDF.6.T5.12

6o ano

•Capacidade	6	SEDF.6.T5.I3
•Tempo	6	SEDF.6.T5.I4
Ponto, reta e plano	6	SEDF.6.T6.I1
Ângulos	6	SEDF.6.T6.I2
•Posições relativas entre as retas	6	SEDF.6.T6.I3
•Figuras planas: conceitos, representação e classificação	6	SEDF.6.T6.I4
•Triângulos e quadriláteros	6	SEDF.6.T6.I5
•Circunferência e círculo	6	SEDF.6.T6.I6
•Raio e diâmetro	6	SEDF.6.T6.I7
•Perímetro	6	SEDF.6.T6.I8
•Identificação e classificação de gráficos e tabelas	6	SEDF.6.T7.I1

7o ano

		Legenda:
Prova Brasil, Xo ano, Tema Y, Descritor Z	=	PB.X.TY.DZ
Marista Diocesano Uberaba, Xo ano, Tema Y, Item Z	=	MDU.X.TY.IZ
Currículo em Movimento da Educação Básica da SEDF, Xo ano, Tema Y, Item Z	=	SEDF.X.TY.IZ
Matemática	Ano	Fonte
Potencia de um número racional e suas propriedades	7	MDU.7.T1.I1
Números quadrados perfeitos	7	MDU.7.T1.I2
Conjunto dos números inteiros e racionais	7	MDU.7.T1.I3
Módulo de números inteiros e racionais	7	MDU.7.T1.I4
Comparação de números inteiros e racionais	7	MDU.7.T1.I5
Representação, na reta, dos números inteiros e racionais	7	MDU.7.T1.I6
Referencial cartesiano	7	MDU.7.T1.I7
Operações com números inteiros e racionais: adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação	7	MDU.7.T1.I8
Expressões numéricas com números inteiros e racionais	7	MDU.7.T1.I9
Média aritmética e ponderada	7	MDU.7.T1.I10
Razão e Proporção	7	MDU.7.T1.I11
Propriedade das proporções	7	MDU.7.T1.I12
Grandezas diretamente e inversamente proporcionais	7	MDU.7.T1.I13
Regra de três simples e composta	7	MDU.7.T1.I14
Porcentagem	7	MDU.7.T1.I15
Problemas com porcentagem	7	MDU.7.T1.I16
Gráficos	7	MDU.7.T1.I17
Igualdade, conjunto universo e conjunto solução de uma equação.	7	MDU.7.T2.I1
Equações equivalentes	7	MDU.7.T2.I2
Equações do 1º grau com uma incógnita	7	MDU.7.T2.I3
Resolução de equações do 1º grau	7	MDU.7.T2.I4
Problemas com equações do 1º grau	7	MDU.7.T2.I5
Aplicações das equações: as fórmulas matemáticas	7	MDU.7.T2.I6
Inequações do 1º grau com uma incógnita e suas resoluções	7	MDU.7.T2.I7
Problemas com inequações do 1º grau	7	MDU.7.T2.I8
Equações do 1º grau com duas incógnitas	7	MDU.7.T2.I9
Sistema de equações do 1º grau com duas incógnitas e suas resoluções	7	MDU.7.T2.I10
Problemas com sistema de equações do 1º grau	7	MDU.7.T2.I11
Ângulos	7	MDU.7.T3.I1
Medidas de ângulos	7	MDU.7.T3.I2
Operações com medidas de ângulos	7	MDU.7.T3.I3
Ângulos consecutivos e adjacentes	7	MDU.7.T3.I4
Bissetriz de um ângulo	7	MDU.7.T3.I5
Classificação dos ângulos	7	MDU.7.T3.I6
Gráficos de setores	7	MDU.7.T3.I7
Reconhecendo triângulos e suas propriedades	7	MDU.7.T3.I8
Áreas das principais figuras planas	7	MDU.7.T3.I9
Áreas de figuras compostas	7	MDU.7.T3.I10
Problemas envolvendo geometria aplicada ao cotidiano	7	MDU.7.T3.I11

7o ano

Origem e estruturação de números inteiros	7 SEDF.7.T1.11
•Representação por conjunto, algébrica e geométrica	7 SEDF.7.T1.12
•Números opostos, módulo, comparações e simetria	7 SEDF.7.T1.13
•Adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e raiz quadrada	7 SEDF.7.T1.14
•Expressões numéricas e situações-problema	7 SEDF.7.T1.15
•Identificação, conceito e representação geométrica	7 SEDF.7.T2.11
•Adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação	7 SEDF.7.T2.12
•Expressões numéricas e situações-problema.	7 SEDF.7.T2.13
Operações, expressões e sentenças matemáticas	7 SEDF.7.T3.11
•Conjunto universo e conjunto verdade	7 SEDF.7.T3.12
•Resolução de situações-problema	7 SEDF.7.T3.13
•Inequações	7 SEDF.7.T3.14
•Equações de primeiro grau com duas variáveis	7 SEDF.7.T3.15
•Sistema de equações de primeiro grau com duas variáveis	7 SEDF.7.T3.16
Pontos no plano cartesiano	7 SEDF.7.T4.11
•Grandezas diretamente e inversamente proporcionais	7 SEDF.7.T5.11
•Regra de três simples e composta	7 SEDF.7.T5.12
•Porcentagem e juros simples	7 SEDF.7.T5.13
Ampliação e redução de figuras geométricas	7 SEDF.7.T6.11
•Áreas de figuras planas	7 SEDF.7.T6.12
•Comparação de perímetro e área de figuras proporcionais	7 SEDF.7.T6.13
•Construção e classificação	7 SEDF.7.T7.11
•Elementos	7 SEDF.7.T7.12
•Bissetriz	7 SEDF.7.T7.13
Construção, identificação e classificação	7 SEDF.7.T8.11
•Polígonos regulares: propriedades, construção e características	7 SEDF.7.T8.12
Conceitos e representações: prismas, cilindros, pirâmides, cones e esferas	7 SEDF.7.T9.11
Cálculo de volume de sólidos retangulares	7 SEDF.7.T9.12
•Relação entre volume e capacidade	7 SEDF.7.T9.13
Cálculo de média aritmética e ponderada	7 SEDF.7.T10.11
•Interpretação de médias aritméticas nos meios de comunicação	7 SEDF.7.T10.12
•Identificação, classificação e construção de gráficos e tabelas	7 SEDF.7.T10.13
•Interpretação de tabelas e gráficos	7 SEDF.7.T10.14

8o ano

		Legenda:
Prova Brasil, Xo ano, Tema Y, Descritor Z	=	PB.X.TY.DZ
Marista Diocesano Uberaba, Xo ano, Tema Y, Item Z	=	MDU.X.TY.IZ
Currículo em Movimento da Educação Básica da SEDF, Xo ano, Tema Y, Item Z	=	SEDF.X.TY.IZ
Matemática	Ano	Fonte
Os números reais	8	MDU.8.T1.I1
Raiz quadrada exata e aproximada de números racionais	8	MDU.8.T1.I2
Números racionais e sua representação decimal	8	MDU.8.T1.I3
Dízimas periódicas	8	MDU.8.T1.I4
Números irracionais	8	MDU.8.T1.I5
Cálculo do valor de π (pi)	8	MDU.8.T1.I6
Comprimento de uma circunferência	8	MDU.8.T1.I7
Área do círculo e coroa circular	8	MDU.8.T1.I8
Expressões algébricas	8	MDU.8.T2.I1
Valor numérico de uma expressão algébrica	8	MDU.8.T2.I2
Monômios e polinômios	8	MDU.8.T2.I3
Operações com polinômios: adição, subtração, multiplicação, divisão	8	MDU.8.T2.I4
Produtos notáveis	8	MDU.8.T2.I5
Fatoração de polinômios	8	MDU.8.T2.I6
Mínimo múltiplo comum (MMC) de polinômios	8	MDU.8.T2.I7
Frações algébricas	8	MDU.8.T2.I8
Simplificação de frações algébricas	8	MDU.8.T2.I9
Operações com frações algébricas: adição, subtração, multiplicação de divisão	8	MDU.8.T2.I10
Problemas com frações algébricas	8	MDU.8.T2.I11
Equações fracionárias do 1º grau	8	MDU.8.T2.I12
Resolução de equações fracionárias	8	MDU.8.T2.I13
Problemas com equações fracionárias	8	MDU.8.T2.I14
Equações literais do 1º grau com uma incógnita	8	MDU.8.T2.I15
Sistema de equações do 1º grau de duas equações e duas incógnitas e suas resoluções	8	MDU.8.T2.I16
•Propriedades	8	SEDF.8.T1.I1
•Raízes exatas e aproximadas		SEDF.8.T1.I2
•Definição, identificação e representação algébrica e geométrica		SEDF.8.T2.I1
•História de números: número PI, comprimento e área de circunferência		SEDF.8.T2.I2
•Relações e reconhecimento de conjuntos N, Z, Q, irracionais e reais		SEDF.8.T3.I1
•Definição, identificação e representação algébrica e geométrica		SEDF.8.T3.I2
•Definição, identificação e representação algébrica e geométrica		SEDF.8.T4.I1
•Valor numérico		SEDF.8.T4.I2
•Operações com polinômios		SEDF.8.T4.I3
•Produtos notáveis		SEDF.8.T4.I4

8o ano

Fatoração	SEDF.8.T5.11
•Simplificação de expressões algébricas	SEDF.8.T5.12
Métodos de resolução de situações-problema	SEDF.8.T6.11
•Representação geométrica	SEDF.8.T6.12
Classificação e construção	SEDF.8.T7.11
•Ângulos opostos pelo vértice, ângulos adjacentes, ângulos consecutivos e bissetriz	SEDF.8.T7.12
•Ângulos complementares e suplementares	SEDF.8.T7.13
•Ângulos formados por retas paralelas cortadas por transversal	SEDF.8.T7.14
•Propriedades e classificação de triângulos e quadriláteros	SEDF.8.T8.11
•Soma de ângulos internos e externos de triângulos e quadriláteros	SEDF.8.T8.12
•Composição e decomposição	SEDF.8.T9.11
•Áreas de figuras planas associadas à área do retângulo	SEDF.8.T9.12
•Construção e análise de tabelas e gráficos	SEDF.8.T10.11
•Compreensão e interpretação de frequências e amostras	SEDF.8.T10.12
•Média aritmética simples e média ponderada	SEDF.8.T10.13

9o ano

		Legenda:
Prova Brasil, Xo ano, Tema Y, Descritor Z	=	PB.X.TY.DZ
Marista Diocesano Uberaba, Xo ano, Tema Y, Item Z	=	MDU.X.TY.IZ
Currículo em Movimento da Educação Básica da SEDF, Xo ano, Tema Y, Item Z	=	SEDF.X.TY.IZ
Matemática	Ano	Fonte
Classificação e propriedade de Triângulos (soma dos ângulos, etc)	9	PB.9.T1.D3
Altura, Bissetriz, Mediatriz, Mediana	9	PB.9.T1.D3
Propriedade das diagonais de quadriláteros	9	PB.9.T1.D4
Ângulos como mudança de direção ou giros	9	PB.9.T1.D6
Ângulo reto	9	PB.9.T1.D6
Transformação homotética e figuras planas	9	PB.9.T1.D7
Soma de ângulos internos de um polígono regular qualquer	9	PB.9.T1.D8
Traduzir informações em coordenadas cartesianas	9	PB.9.T1.D9
Teorema de Pitágoras e problemas associados	9	PB.9.T1.D10
Circunferência: Raio, diâmetro, corda, arco, ângulo central, ângulo inscrito, ângulo exterior, secante, tangente	9	PB.9.T1.D11
Círculo: setor circular, segmento circular e anel circular	9	PB.9.T1.D11
Perímetro de polígonos regulares e irregulares, circulares ou não (podendo usar malhas)	9	PB.9.T2.D12
Cálculo da área de polígonos regulares e irregulares, circulares ou não	9	PB.9.T2.D13
Volume de cubos, paralelepípedos, prismas e pirâmides	9	PB.9.T2.D14
Conversões de medidas 1D, 2D e 3D	9	PB.9.T2.D15
Identificar a localização de números inteiros (positivos e negativos) na reta numérica	9	PB.9.T3.D16
Identificar a localização de números racionais (positivos e negativos) na reta numérica	9	PB.9.T3.D17
Cálculos com números inteiros envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação)	9	PB.9.T3.D18
Problemas com números naturais envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação)	9	PB.9.T3.D19
Problemas com números inteiros envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação)	9	PB.9.T3.D20
Números racionais dados na forma fracionária, decimal e percentual	9	PB.9.T3.D21
Diferentes significados de uma fração	9	PB.9.T3.D22
Frações equivalentes	9	PB.9.T3.D23
Composição de números decimais em décimos, centésimos e milésimos	9	PB.9.T3.D24
Cálculos com números racionais envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação)	9	PB.9.T3.D25
Problemas com números racionais envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação)	9	PB.9.T3.D26
Cálculos simples com valores aproximados de radicais	9	PB.9.T3.D27
Problema que envolvam porcentagem	9	PB.9.T3.D28
Problema que envolvam variações proporcionais, diretas ou inversas entre grandezas	9	PB.9.T3.D29
Calcular o valor numérico de uma expressão algébrica	9	PB.9.T3.D30
Problema que Envolve equação de segundo grau	9	PB.9.T3.D31
Expressão algébrica que expressa uma regularidade observada em seqüências	9	PB.9.T3.D32
Modelar um problema por uma equação ou desigualdade (inequação) do primeiro grau	9	PB.9.T3.D33
Modelar um problema por um sistema de equações lineares com duas incógnitas	9	PB.9.T3.D34
Representações algébrica e geométrica de um sistema de equações de primeiro grau	9	PB.9.T3.D35
Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos	9	PB.9.T4.D36
Associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam e vice-versa	9	PB.9.T4.D37
Potências e suas propriedades	9	MDU.9.T1.I1
Radical aritmético e suas propriedades	9	MDU.9.T1.I2

9o ano

Notação Científica	9	MDU.9.T1.I3
Conjuntos numéricos	9	MDU.9.T1.I4
Reta numérica	9	MDU.9.T1.I5
Equações do 1º e 2º graus	9	MDU.9.T2.I1
Equações fracionárias e irracionais	9	MDU.9.T2.I2
Sistemas de equações do 1º e 2º graus	9	MDU.9.T2.I3
Inequação do 1º grau	9	MDU.9.T2.I4
Noção de função	9	MDU.9.T2.I5
Função Polinomial do 1º grau	9	MDU.9.T2.I6
Construção de gráficos da função do 1º grau	9	MDU.9.T2.I7
Função Polinomial do 2º grau	9	MDU.9.T2.I8
Construção de gráfico da função do 2º grau	9	MDU.9.T2.I9
Estudo do triângulo retângulo	9	MDU.9.T3.I1
Teorema de Pitágoras	9	MDU.9.T3.I2
Relações métricas no triângulo retângulo	9	MDU.9.T3.I3
Razões trigonométricas	9	MDU.9.T3.I4
Polígonos inscritos e circunscritos	9	MDU.9.T3.I5
Relações fundamentais da Trigonometria	9	MDU.9.T3.I6
Cálculo de área de figuras planas	9	MDU.9.T4.I1
Cálculo de área de figuras compostas	9	MDU.9.T4.I2
Cálculo de volume	9	MDU.9.T4.I3
Noções elementares de Estatística	9	MDU.9.T5.I1
Estudo das médias	9	MDU.9.T5.I2
Análise de tabelas	9	MDU.9.T5.I3
Análise de gráficos	9	MDU.9.T5.I4
Conceito de população amostral e probabilidade	9	MDU.9.T5.I5
•Definição e identificação	9	SEDF.9.T1.I1
•Propriedades e operações	9	SEDF.9.T1.I2
•Extração da raiz	9	SEDF.9.T1.I3
•Simplificação de radicais	9	SEDF.9.T1.I4
•Operações com radicais	9	SEDF.9.T1.I5
•Racionalização	9	SEDF.9.T1.I6
•Conceito Histórico	9	SEDF.9.T2.I1
•Resolução de equação do 2º grau/situações-problema	9	SEDF.9.T2.I2
•Fórmula de Bháskara	9	SEDF.9.T2.I3
Definição, identificação e representação algébrica e geométrica	9	SEDF.9.T3.I1
•Estudo da Reta	9	SEDF.9.T3.I2
•Estudo da Parábola	9	SEDF.9.T3.I3
Métodos de resolução	9	SEDF.9.T4.I1
Representação geométrica	9	SEDF.9.T4.I2
Juros simples e composto	9	SEDF.9.T5.I1
Perímetro e área	9	SEDF.9.T6.I1
•Número de diagonais	9	SEDF.9.T6.I2
•Soma de ângulos internos de um polígono qualquer	9	SEDF.9.T6.I3
•Sólidos geométricos: área e volume	9	SEDF.9.T6.I4
•Razão de semelhança	9	SEDF.9.T6.I5
•Proporções e teorema de Tales	9	SEDF.9.T6.I6

9o ano

•Semelhança de triângulos	9	SEDF.9.T6.17
•Teorema de Pitágoras	9	SEDF.9.T6.18
•Relações métricas no triângulo retângulo	9	SEDF.9.T6.19
•Polígonos inscritos e circunscritos em uma circunferência	9	SEDF.9.T6.110
•Seno, cosseno e tangente	9	SEDF.9.T7.11
•Noções de probabilidade	9	SEDF.9.T8.11
•Princípio multiplicativo	9	SEDF.9.T8.12
•Espaço amostral	9	SEDF.9.T8.13
•Coleta de dados	9	SEDF.9.T9.11
•Amostragem	9	SEDF.9.T9.12
•Construção de tabelas e gráficos/ situações-problema	9	SEDF.9.T9.13
•Mediana e moda de uma população, aplicadas à pesquisa	9	SEDF.9.T9.14
•Histogramas e polígonos de frequência	9	SEDF.9.T9.15

Apêndice D

Tabela de *brainstorming* de possíveis
mecânicas relacionadas aos
conteúdos multidisciplinares

	Conteúdos		Nível de dificuldade	Como avaliar
	Matemática	Computação		
Mecânicas				
Colocar ponteiros do relógio no local correto, girando o ponteiro das horas e/ou minutos, separadamente.	Hora/Segundos e ângulos	Loops	Fácil	Que hora é essa?
Colocar ponteiros do relógio no local correto, girando o ponteiro de minuto em minuto.	Hora/Segundos e ângulos	Loops	Médio	Quantos minutos faltam para tal horário? Quantos minutos em uma hora?
Colocar ponteiros do relógio no local correto, girando o ponteiro de grau em grau.	Hora/Segundos e ângulos	Loops	Difícil	Quantos graus em um minuto? Quantos graus devo girar para tal hora?
Girar nave/laser para atingir algo.	Ângulos		Fácil	Quantos graus devo girar?
Percorrer labirintos passo a passo, girando x graus.	Posicionamento no mapa, ângulos	Loops	Fácil	Quantos passos/distância em blocos até tal ponto?
Desenhar formas geométricas passo a passo, andando x pixels/centímetros e girando y graus.	Posicionamento no mapa, ângulos, distâncias, formas e características.	Loops	Difícil	Identifique as formas.
Desenhar formas geométricas (quadrado, triângulo) chamando uma função. Podendo estipular número de lados, tamanho do lado e ângulo de giro.	Formas e características.	Função	Médio	Quantos lados tem determinado polígono? Qual o valor dos ângulos internos? Qual comprimento das arestas?
Girar 2 lasers para formar retas paralelas/perpendiculares.	Ângulos, retas paralelas / perpendiculares.	Loops	Médio	O que são retas paralelas / perpendiculares? Quantos graus devo girar?
Girar lasers para formar um determinado ângulo de intersecção.	Ângulos.	Loops	Difícil	Quantos graus entre a posição inicial e a desejada?
Girar lasers para formar um determinado ângulo de intersecção usando checagem de condição de parada.	Ângulos.	Loops e Estrutura de decisão	Médio	Qual o ângulo de intersecção entre os lasers?
Medir ângulo com transferidor para tomar decisão.	Ângulos, uso de ferramentas.	Associado com estrutura de decisão	Fácil	Como usar o transferidor? Meça tal ângulo com a ajuda de um transferidor.
Desenhar um quadrilátero usando uma função que desenha triângulos.	Decomposição de formas planas, ângulos	Função	Médio	Divida tal polígono em triângulos. Qual o ângulo interno desses triângulos?
Coloque as cerâmicas que faltam na sala/peças que faltam no quebra-cabeça. Função de 'colocar' chamada dependendo do estado do bloco.	Posição no mapa	Loops e Estrutura de decisão e Função	Médio	Quantas peças faltam? Como chegar em tal ponto e nos próximos à partir desse?
Coloque as cerâmicas que faltam na sala/peças que faltam no quebra-cabeça em determinada ordem. Ordem verificada dentro do loop, função de 'colocar' chamada dependendo do estado do bloco.	Posição no mapa	Loops e Estrutura de decisão e Função e Vetores	Difícil	Onde está localizada a peça que tenho interesse?

Apêndice E

Tabela de estéticas com possíveis
mecânicas relacionadas aos objetivos
educacionais

Estética	Dinâmica: O usuário-jogador poderá...	Objetivo Educacional	Transferência de Conhecimento
Sensation / Sensação			
Fantasy / Fantasia			
Narrative / Narrativa	Ajudar o personagem do jogo... a decorar um espaço / a vender quadros / com suas invenções / a recriar imagens conhecidas ou não / a cumprir tarefas Ter o papel de ajudante do artista Athos Bulcão. Planejamento dos azulejos (criação do modelo/blueprint), fábrica de azulejos (desenho do modelo), instruções de posicionamento na parede (fazer desenhos).	Percepção de elementos geométricos nas formas da natureza, nas criações artísticas, na tecnologia e na arquitetura (SEDF.5.T3.I8)	Athos Bulcão SEDF Languages - Arte, 4º ano, Plásticas e Cênica, Item 21
Fellowship / Companheirismo			
Discovery / Descoberta	Misturar formas simples para criar um modelo para outras formas simples (ex: misturar 2 triângulos isóceles retos gerando um quadrado, 2 quadrados gerando um retângulo) (ref: Minecraft e Oculi Crafting em Child of Light)	Composição/Decomposição de formas planas (PB.5.T1.D3)	
	Formas misturadas não gerarão formas diretamente, mas sim um modelo (blueprint - ref: primeiros desenhos no HoC) que deve ser desenhado por cima	Quadrado/Retângulo/Losango/Quadrilátero/Paralelogramo/Trapézio; Formas geométricas planas: reta, segmento de reta, polígonos, triângulos, quadriláteros, circunferência e ângulo reto.; Identificação dos principais quadriláteros e suas propriedades (PB.5.T1.D4; MDU.5.T2.I1; SEDF.5.T3.I6)	
	Formas idênticas podem ser misturadas para criar versões maiores das mesmas (ex: misturar 2 círculos de raio x gerará um círculo de raio 2x, 4 quadrados para um quadrado 2x maior)	Ampliação/Redução de figuras pelo uso de malhas; Medida de lados/Perímetro/Áreas de ampliação/redução; Ampliação e ou redução de figuras por meio de desenhos ou figuras mantendo as devidas proporções com recursos do quadriculamento (PB.5.T1.D3; PB.5.T1.D5; SEDF.5.T3.I4)	
	Criar formas simples sobre um modelo (blueprint) dando instruções de desenho (ref: Frozen no HoC)	Propriedade de formas 2D relacionadas a ângulos e número de lados; Localização e Movimentação no espaço 2D abstrato; (PB.5.T1.D3; PB.5.T1.D1)	
	Também poderá misturar elementos de cores para formar cores diferentes a serem usadas nos desenhos (ref: Oculi Crafting em Child of Light)		
Expression / Expressão	Se movimentar em um mapa/matriz utilizando comandos Fazer desenhos posicionando as formas geométricas coloridas que ele criar Fazer desenhos posicionando formas geométricas pré-criadas	Comandos no espaço (esq, dir, giro, acima, abaixo, frente, atrás, perto); Localização e Movimentação no espaço 2D abstrato; Posição em relação a uma referência; Reconhecimento e representação de deslocamentos e orientações por meio de mapas (PB.5.T1.D1; PB.5.T1.D1; PB.5.T1.D1; SEDF.5.T3.I1)	
Submission / Submissão			
Challenge / Desafio	Criar desenhos específicos Utilizar conhecimento matemático e computacional para criar formas Utilizar conhecimento matemático e computacional para posicionar formas Criar e reutilizar funções para reusar conhecimentos adquiridos		
	Usar o relógio para passar o tempo e obter formas mais rapidamente.	Conversões entre medidas de tempo simples (h/min/seg); Relações de tempo (início, término e duração de eventos); Representação do tempo em relógio de ponteiros (PB.5.T2.D8; PB.5.T2.D9; PB.5.T2.D9)	Relação entre ângulos e ponteiros do relógio

Apêndice F

Instruções e regras do protótipo em
papel descrito na Subseção 4.1.2

Regras do Protótipo em Papel

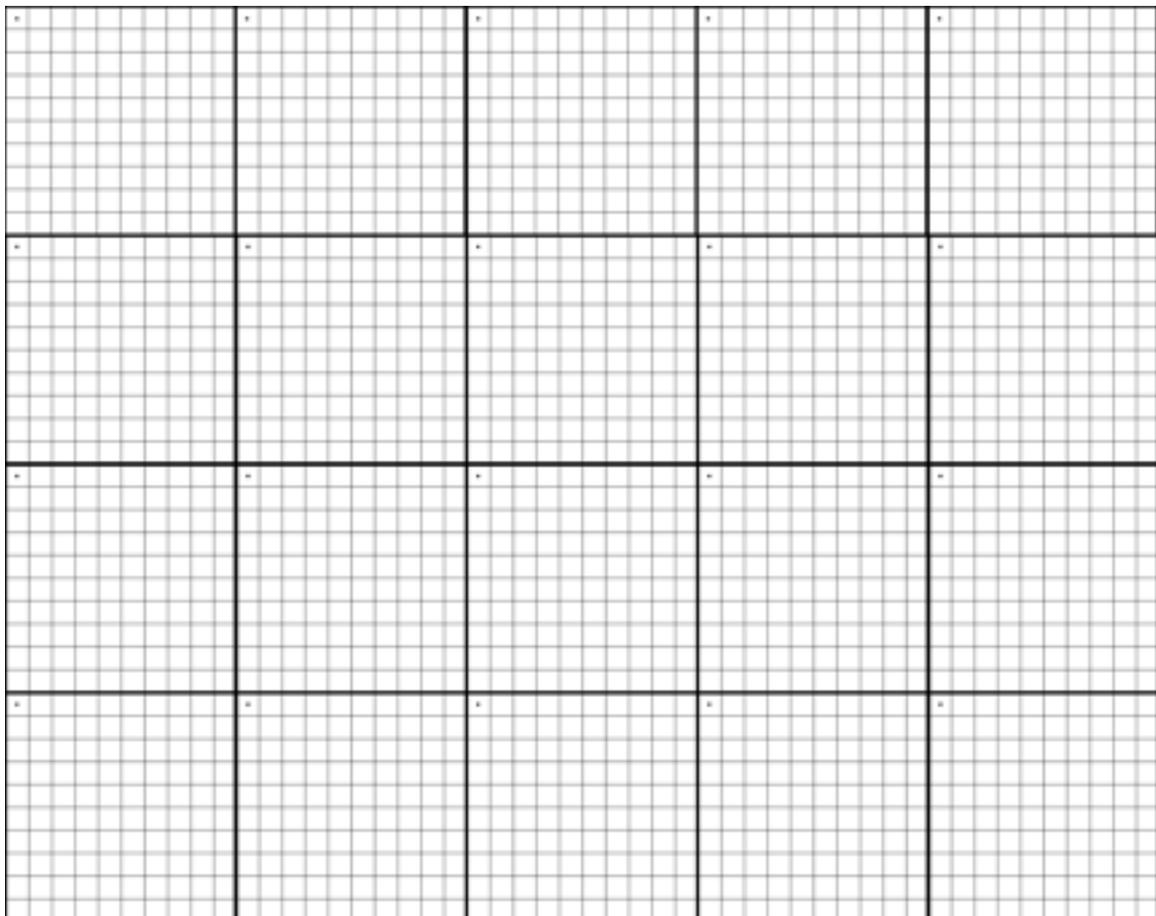
Parte 1: Criação do azulejo

Materiais

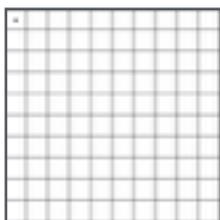
- Cartolina (550mm x 600mm) branca ou papel milimetrado (400mm x 560mm)
- Régua
- Caneta ou marcador permanente
- Lápis ou lapiseira e compasso
- Tesoura sem ponta

Preparação

- Com o auxílio de uma régua, divida a cartolina branca ou papel milimetrado em quadrados de 10 x 10 cm marcando as divisões com uma caneta
- Caso esteja usando a cartolina, divida cada quadrado de 10 x 10 cm em quadrados menores de 1 x 1 cm utilizando um lápis. Marque o primeiro quadrado pequeno de cada quadrado grande

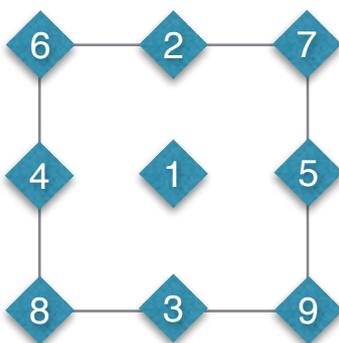


- Corte os quadrados maiores, marcados com caneta, com o auxílio de uma tesoura



Regras

- A criação do azulejo deve ser feita em duplas. Em uma dupla, um jogador ficará responsável por dar instruções e outro jogador deve executar as ações
- O jogador que dá instruções recebe um quadrado com a forma que deve ser desenhada pelo outro jogador ou um quadrado em branco, onde ele deve esboçar um desenho, utilizando apenas retas e semi-círculos
- O jogador que executa as ações não poderá ver o quadrado com o objetivo final. Ele recebe um quadrado vazio onde deverá desenhar seguindo os comandos do outro jogador
- O jogador que dá as instruções não pode ver o quadrado que está sendo desenhado pelo outro jogador, e pode usar apenas as seguintes palavras/frases para instruir o desenhista:
 - Pegue a/o < material >
 - Posicione a/o < parte do material > no/na < referência > do quadrado na coordenada < coordenada >
 - Trace uma reta até o/a < referência > do quadrado na coordenada < coordenada >
 - Trace um semi-círculo no sentido < sentido > percorrendo < ângulo > graus
 - < material > : lápis, compasso
 - < parte do material > : lápis, apoio do compasso, ponta do compasso
 - < referência > : centro(1), centro superior(2)/inferior(3)/esquerdo(4)/direito(5), canto superior esquerdo(6)/direito(7), canto inferior esquerdo(8)/direito(9).



- < coordenada > : [número de 1 a 10] horizontal e [número de 1 a 10] vertical.
- < sentido > : horário, anti-horário
- < ângulo > : [número de 0 a 360]
- Exemplos:
 - Pegue o lápis. Posicione a ponta do lápis no canto superior direito do quadrado na coordenada 5 horizontal e 1 vertical. Trace uma reta até o canto inferior esquerdo do quadrado na coordenada 1 horizontal e 5 vertical.
 - Pegue o compasso. Posicione o apoio do compasso no canto inferior direito do quadrado na coordenada 5 horizontal e 5 vertical. Posicione a ponta do compasso no canto superior direito do quadrado na coordenada 5 horizontal e 1 vertical. Trace um semi-círculo no sentido horário percorrendo 90 graus.
- O jogador que executa as ações deve seguir as instruções do outro jogador e, cooperativamente, eles devem ser capazes de formar o desenho que representa o azulejo
- Observações:
 - Após uma reta ou semi-círculo ser traçado, a posição seguinte de onde continuará sendo feito o desenho é a posição final da reta ou semi-círculo.

Parte 2: Posicionamento dos azulejos

Materiais

- Cartolinas coloridas (550mm x 600mm) e uma cartolina branca ou papel milimetrado (400mm x 560mm)
- Régua
- Caneta ou marcador permanente
- Lápis ou lapiseira
- Tesoura sem ponta

Preparação

- As cartolinas devem ser divididas em quadrados de 10 x 10 cm, como instruído no primeiro passo da preparação da parte 1
- Nas cartolinas coloridas, os quadrados devem ser recortados
- Pegando como molde o desenho que representa o azulejo da parte 1, a parte interna do que foi desenhado deve ser cortado e usado para serem recortadas formas coloridas da mesma forma que o molde. O número 1 deve ser escrito atrás do molde, uma seta deve ser desenhada apontando para cima, e suas cópias coloridas devem ser empilhadas juntas
- O mesmo pode ser feito com outros moldes já construídos, mas outro número deve ser colocado na parte de trás dos novos moldes, de 2 em diante, sem repetir números

Regras

- O posicionamento dos azulejos deve ser feita em duplas. Em uma dupla, um jogador ficará responsável por dar instruções e outro jogador deve executar as ações
- O jogador que dá instruções recebe uma instrução geral de como os azulejos devem ser posicionados ou um gabarito de como deve ser o resultado final
- O jogador que executa as ações não poderá ver o gabarito. Ele recebe uma cartolina branca em que os azulejos devem ser posicionados seguindo os comandos do outro jogador e um marcador (peão) que indica a sua posição atual
- O jogador que dá as instruções não pode ver a cartolina em que estão sendo posicionados os azulejos pelo outro jogador, e pode usar apenas as seguintes palavras/frases para instruir o executor:
 - Repetir {<comandos>} [número de 1 até 30] vezes
 - < comandos > : < comando > e < comandos >
 - < comando > : Mover o marcador para < direção >
 - < comando > : Selecionar cor < cor >

- < comando > : Selecionar o molde < número do molde >
- < comando > : Posicionar azulejo selecionado
- < comando > : Virar o molde no sentido < sentido > em < ângulo > graus.
- < direção > : cima, baixo, esquerda, direita
- < cor > : azul, verde, amarelo, ..., qualquer
- < número do molde > : [1 até número máximo de moldes]
- < sentido > : horário, anti-horário
- < ângulo > : [número de 0 a 360]
- Exemplos:
 - Repetir {Selecionar o molde 1 e Selecionar cor branca e Posicionar o azulejo selecionado e Mover o marcador para baixo e Selecionar o molde 2 e Selecionar a cor preta e Posicionar o azulejo selecionado} 2 vezes.
 - Selecionar o molde 1. Selecionar cor laranja. Repetir {Virar o molde no sentido horário em 90 graus e Posicionar o azulejo selecionado e Mover o marcador para direita} 5 vezes.
- O jogador que executa as ações deve seguir as instruções do outro jogador e, cooperativamente, eles devem ser capazes de formar a parede de azulejos da forma correta.
- Observações:
 - O marcador da posição atual começa no canto esquerdo inferior.
 - Sempre que um novo molde é selecionado com o comando de selecionar, o molde deverá ser rotacionando de forma que a seta posicionada atrás dele aponte para a mesma orientação do marcador.

Apêndice G

Relato de teste do protótipo descrito na Subseção 4.1.2 com professoras de 5^o ano

Protótipo testado e validado com professoras do 5^o ano.

Feito no dia 01/03/2015, das 19h até as 20h, com as professoras do Colégio Marista de Brasília.

- Professora *A*, Português do 5o ano.
- Professora *B*, Matemática do 5o ano.

Ambas professoras realizaram 2 atividades em comum:

1. Desenho de um retângulo de dimensões 2 x 10 cm em um espaço quadriculado, utilizando instruções anotadas em um papel, sem saber qual forma seria resultante.
2. Codificação do desenho de um triângulo reto de catetos de tamanho 10 cm em um espaço quadriculado, utilizando como referência um molde do triângulo que teria que ser representado de forma textual pelas instruções codificadas.

A professora *A* utilizou um *MacBook Air* para a realização das atividades, e começou pela atividade 2, realizando a 1 em seguida. A professora *B* utilizou um *iPad Air* para a realização das atividades, começando pela atividade 1 e seguindo para a 2 no término da primeira.

Ambas as professoras tiveram dificuldades, principalmente, com o uso de coordenadas e referências de um quadrado nas instruções. A professora *B* teve maiores dificuldades, a princípio, possivelmente por ter começado pela atividade 1. Erros mais comuns foram: trocar uma referência com outra (como trocar esquerda com direita), trocar eixos das

coordenadas (horizontal com vertical), utilizar como base da referência para uma instrução seguinte o último ponto em que o lápis se encontra ao invés do quadrado superior esquerdo, contar o primeiro quadrado como 0 horizontal e 0 vertical ao invés de 1 horizontal e 1 vertical.

Além disso, a professora *B* também realizou uma 3a atividade:

3. Codificação do posicionamento de azulejos em um painel, nos 5 espaços inferiores do painel com dimensão 4 x 5 quadrados.

E a professora *A* realizou:

4. Execução das instruções codificadas na atividade 3.

Ambas não tiveram muitas dificuldades nessa atividade, porém erros encontrados foram: execução da rotação do molde de forma incorreta (não exatamente a quantidade programada de ângulos), declaração de cor e tipo de molde para a definição do azulejo a ser posicionado colocado dentro do laço de repetição sem necessidade. Também foi necessária uma explicação bem detalhada de como deveriam funcionar as instruções com a repetição associada.

No geral as professoras se interessaram pelo jogo e mostraram sinais de que estavam se divertindo e aprendendo. Observaram que alguns conceitos podem não ficar claros para os alunos (o conceito de coordenadas, por exemplo) e que as crianças podem ter dificuldades nesses aspectos.

Elas validaram o conteúdo do jogo e acham que os alunos vão se interessar muito pelo que foi proposto. Elas sugeriram que o conteúdo de multiplicação pudesse ser trabalhado dentro do jogo, já que é algo que tentam reforçar em todos os anos escolares.

Apêndice H

Exemplo original, em inglês, do *log* gerado pelo usuário fictício Athos. É possível observar o que foi feito do fim do passo 10 do 1º tutorial até o fim do passo 4 do 2º tutorial

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	User	Class	Number	InterruptVerification	RepeatParam	MoveParam	PlaceWithoutColour	PlaceWithoutTile	TurnParamOrientation	TurnParamAngle	TurnWithoutTile	
2	Athos	A	1									
3		Birth Year	Gender	SetTitleParam	SetColourParam	SetColourWithoutTile	SetBGColourParam	TutorialDoubts	TutorialStarts	TutorialCompletes	TutorialFails	PlayerIdie
4		0	Masculino		3				24	24		
5				InterruptExecution	FinishedLevels	UndoState	LeftLevel	LatestLogStart	LatestLog	LatestLog	LatestLog	LatestLogEnd
6	Logs:			1	4		5	2 Timestamp	Level	LogType	Log1	Log2
7	Timestamp	Level	LogType	Log1	Log2			6/15/2015 6:35:04	SQS315_1	Progress	LeftLevel	
30			Line 0: SetTile(1) Line 1: Repeat&Advance(7) Line 2: Advance() Line 3: Place()									
31	6/15/2015 6:24:18	SQS308_1	Progress	Step10	Complete	FailureCount	0	DoubtCount		0		
32	6/15/2015 6:24:28	SQS308_1	Progress	StepEnd	Start							
33	6/15/2015 6:24:28	SQS308_1	Progress	StepEnd	Complete							
34	6/15/2015 6:24:28	SQS308_1	Progress	FinishedLevel								
35	6/15/2015 6:24:53	Palace_1	Progress	Step1	Start							
36			Line 0: SetTile(número) Line 1: Advance() Line 2: Place()									
37	6/15/2015 6:25:03	Palace_1	Error	SetTitleParam								
38	6/15/2015 6:25:03	Palace_1	The script stopped on line: 0, currentLine: 0									
39	6/15/2015 6:25:03	Palace_1	Progress	Undo								
40			Line 0: SetTile(1) Line 1: Advance() Line 2: Place()									
41	6/15/2015 6:25:08	Palace_1	Progress	Step1	Complete	FailureCount	0	DoubtCount		0		
42	6/15/2015 6:25:08	Palace_1	Progress	Step2	Start							
43			Line 0: SetTile(1) Line 1: Advance() Line 2: Place()									
44	6/15/2015 6:25:14	Palace_1	Progress	Step2	Complete	FailureCount	0	DoubtCount		0		
45	6/15/2015 6:25:15	Palace_1	Progress	Step3	Start							
46	6/15/2015 6:25:22	Palace_1	Progress	Step3	Complete	FailureCount	0	DoubtCount		0		
47	6/15/2015 6:25:22	Palace_1	Progress	Step4	Start							
48	6/15/2015 6:25:22	Palace_1	Progress	Undo								
49			Line 0: SetTile(1) Line 1: Advance() Line 2: Colour(52 Azul) Line 3: Place()									
50	6/15/2015 6:25:38	Palace_1	Progress	Step4	Complete	FailureCount	0	DoubtCount		0		

Apêndice I

Relato de teste do presencial com professoras de 5^o ano, o primeiro descrito na Subseção 4.2.1

Teste presencial com as professoras do 5^o ano.

Feito no dia 28/05/2015, das 15h30 até 16h30, com professoras do Colégio Marista de Brasília - Ensino Fundamental.

Os testes foram bons.

Foi feito com as duas professoras que já tinham testado a versão inicial, a professora *A* (linha 4 no Log) e a professora *B* (linha 5 no Log). A princípio, só seria realizado com a professora *A*, mas estava no fim do horário do recreio (10 minutos para acabar) e deu tempo de fazer com a professora *B*.

Na versão utilizada, a implementação foi feita até metade do tutorial 2.

Com a Professora *A*: A sessão levou cerca de 30 minutos.

A professora teve muita dificuldade, principalmente no início do tutorial, de entender o que deveria ser feito, onde clicar etc. Sobretudo quando apareciam novos blocos ao mesmo tempo que outros elementos (como a parte do lado direito inferior que mostra os moldes).

Aconteceu um *bug* no passo 9 do tutorial 1 e tive que reiniciar a sessão (*bug*: ocorre quando um bloco que está na área executável é retirado e colocado em um tutorial cuja checagem acontece na adição de um novo bloco e, no caso de erro, apaga o bloco recém colocado). Nesse momento parei a gravação com a câmera, refiz todo o progresso até então e retomei depois que cheguei no passo em que a professora tinha parado (demora de 5 minutos).

O *feedback* da professora foi muito positivo, ela reconheceu que teve dificuldades com a interação mas não soube dizer como isso pode ser melhorado. Ela disse que, com o tutorial e ajuda externa, ela passou a entender como funciona o jogo. Mencionou que os alunos provavelmente vão “pegar o jeito” mais fácil e não terão as dificuldades que ela teve. Ela sugeriu que fossem colocadas informações sobre a vida do Athos Bulcão e fotos, para contextualização, e acha que os alunos vão se interessar bastante pelo jogo.

Com a professora B: A sessão levou cerca de 15 minutos. Ela demonstrou interesse em tentar fazer a atividade o mais rapidamente possível.

A professora demonstrou muita facilidade com a interação, teve poucas dificuldades e, em geral, falhas esperadas nas atividades (como a de contagem no Tutorial1, Passo10). As outras duas falhas que ocorreram no passo 1 do Tutorial 2, caracterizam falha por falta de atenção ou interpretação de texto errada e podem, também, ter sido ocasionadas em virtude do sinal, que marca o fim do recreio e já estava tocando. Os dois últimos passos foram feitos por mim para fins de demonstração.

A bateria da câmera acabou no meio, mas continuei gravando com a webcam do computador.

O *feedback* dado foi, também, muito positivo. Ele mencionou que o posicionamento do texto atrapalha, pois ela queria procurar alguns elementos enquanto lia os comandos, para já planejar suas ações. Sugeri que fosse colocado na parte de baixo.

A professora pareceu se divertir tentando completar a atividade de forma mais rápida que a primeira professora, e, ao contrário da desta, acha que as instruções devem ser mais passo a passo para os alunos, ou terão maiores dificuldades.

Apêndice J

Questionário aplicado aos alunos do 5º ano

Questionário do Jogo

Obrigado por jogar o jogo "Construindo os Painéis de Athos Bulcão de Bloco em Bloco". Por favor responda as perguntas desse questionário.

* Required

1. Qual nome ou apelido você usou no jogo? *

.....

2. Qual a sua turma? *

Mark only one oval.

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G
- H
- I
- J
- K
- L
- M
- N
- Outra

3. Qual o seu número da chamada? *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49

50

4. **Qual a sua idade? ***

Mark only one oval.

7 anos

8 anos

9 anos

10 anos

11 anos

12 anos

13 anos

Other:

5. **Qual seu gênero? ***

Mark only one oval.

Masculino

Feminino

Outro

6. **Quantas horas por semana você geralmente utiliza jogos de computador? ***

Mark only one oval.

Não utilizo jogos de computador

Até 1 hora por semana

Entre 1 hora e 3 horas

Entre 3 horas e 8 horas

Mais de 8 horas

7. **Quantas horas por semana você geralmente utiliza jogos de celular ou tablet? ***

Mark only one oval.

Não utilizo jogos de celular ou tablet

Até 1 hora por semana

Entre 1 hora e 3 horas

Entre 3 horas e 8 horas

Mais de 8 horas

8. **Antes de jogar esse jogo, quanto você sabia sobre programação de computadores? ***

Mark only one oval.

- Praticamente nada, não sabia o que era programação
- Tinha uma noção de como funcionava, mas nunca havia programado
- Sabia como funcionava, mas só tive uma ou duas experiências como essa
- Já criei programas de computador simples ou sites simples
- Já criei programas de computador complexos ou sites complexos

9. **Você já utilizou algum outro jogo educativo de programação ou de matemática? Se sim, qual? Como foi?**

.....

.....

.....

.....

.....

10. **Selecione quais fases do jogo "Construindo os Painéis de Athos Bulcão de Bloco em Bloco" você jogou**

Check all that apply.

- Tutorial na SQS 308 (Fase 1)
- Tutorial no Brasília Palace Hotel (Fase 2)
- Ateliê do Athos Bulcão (Fase 3)
- Desafio 1 na SQS 308
- Desafio 2 na SQS 308
- Desafio 1 no Brasília Palace Hotel
- Desafio 2 no Brasília Palace Hotel

11. **Considerando sua experiência com as DUAS PRIMEIRAS FASES (apenas os Tutoriais) do jogo, escolha a resposta que melhor expresse sua opinião sobre cada uma das frases abaixo. ***

Mark only one oval per row.

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Entendi claramente o que deveria fazer para resolver os problemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entendi claramente que ferramentas poderia usar para resolver os problemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Entendi claramente quando cometi erros ou acertos	<input type="radio"/>				
Entendi claramente onde errei ou acertei	<input type="radio"/>				
Achei o jogo muito difícil	<input type="radio"/>				
Achei o jogo muito fácil	<input type="radio"/>				
Me diverti com o jogo	<input type="radio"/>				
Gostaria de jogar novamente	<input type="radio"/>				
Gostaria de jogar por mais tempo	<input type="radio"/>				
Enquanto jogava eu perdi a noção do tempo	<input type="radio"/>				
Enquanto jogava eu me senti diferente	<input type="radio"/>				
Enquanto jogava eu não ouvia quando alguém tentava falar comigo	<input type="radio"/>				
Enquanto jogava eu não respondia quando alguém tentava falar comigo	<input type="radio"/>				
Durante o jogo eu não conseguia dizer se estava ficando cansado(a)	<input type="radio"/>				
Eu realmente me interessei pelo jogo	<input type="radio"/>				
Eu sinto como se eu não pudesse parar de jogar	<input type="radio"/>				

12. **Considerando sua experiência com as DUAS PRIMEIRAS FASES (apenas os Tutoriais) do jogo, escolha a resposta que melhor expresse sua opinião sobre cada uma das frases abaixo. ***

Mark only one oval per row.

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Após jogar, eu senti mais interesse pela obra de Athos Bulcão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Após jogar, eu senti mais interesse pela programação de computadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Após jogar, eu senti mais interesse pela matemática	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. **O que você mais gostou no jogo? ***

Escolha 2 opções

Check all that apply.

- Desenhos
- Atividades propostas
- Sons
- Conteúdo
- História
- Personagens
- Other:

14. **O que você menos gostou no jogo? ***

Escolha 2 opções

Check all that apply.

- Desenhos
- Atividades propostas
- Sons
- Conteúdo
- História
- Personagens
- Other:

15. **Você tem alguma sugestão que acha que pode deixar o jogo mais divertido ou interessante?**

.....

.....

.....

.....

.....

16. **Você acha que aprendeu algo jogando o jogo? Se sim, o que acha que aprendeu?**

.....

.....

.....

.....

.....

Imagem para a questão 1 (Painel do Aeroporto de Brasília)



17. **Questão 1) Observe o painel acima, e lembre das suas experiências com o jogo. Qual você acha que foi a regra pensada por Athos Bulcão para montar esse painel? Escolha a opção que julgar correta. ***

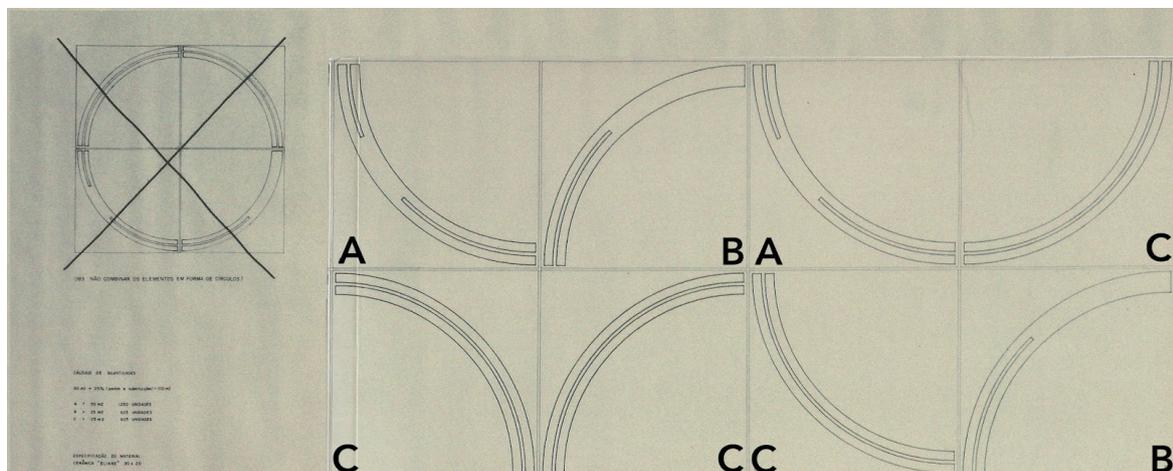
Mark only one oval.

- A cada quadrado feito com 4 azulejos, um deve ter o desenho verde e os outros o desenho azul
- Devem ser usados azulejos com desenhos azuis e verdes que podem ser colocados em qualquer ordem
- A cada quadrado feito com 4 azulejos, um deve ter o desenho azul e os outros o desenho verde
- A cada linha feita com 4 azulejos, um deve ter o desenho verde e os outros o desenho azul
- A cada linha feita com 4 azulejos, um deve ter o desenho azul e os outros o desenho verde

Primeira imagem para a questão 2 (Primeiro painel, Sambódromo do Rio de Janeiro)



Segunda imagem para a questão 2 (Planta do primeiro painel, Sambódromo do Rio de Janeiro)

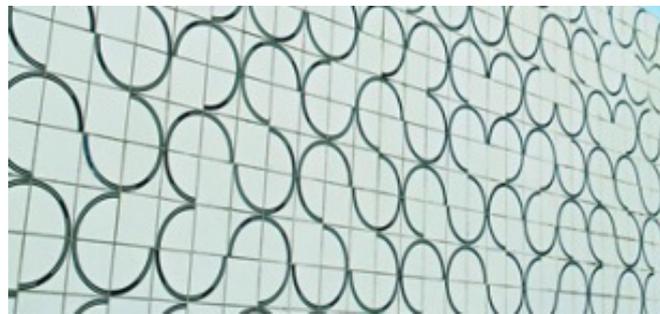


18. **Questão 2. Observe as duas imagens acima (primeiro painel do sambódromo e planta do primeiro painel), e julgue cada um dos itens a seguir como verdadeiros ou falsos. ***

Mark only one oval per row.

	Verdadeiro	Falso
A cada quadrado feito com 4 azulejos, 2 deveriam ser do tipo C, 1 do tipo A e 1 do tipo B	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O desenho em todos azulejos são os mesmos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A cada quadrado feito com 4 azulejos, 2 deveriam ser do tipo A, 1 do tipo B e 1 do tipo C	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
As imagens de 4 azulejos juntos não devem formar um círculo fechado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Imagem para a questão 3 (Segundo painel, Sambódromo do Rio de Janeiro)



19. **Questão 3. Observe a imagem acima e julgue cada um dos itens abaixo como verdadeiros ou falsos. ***

Mark only one oval per row.

	Verdadeiro	Falso
Cada quadrado feito com 4 azulejos deve formar 3/4 de círculo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A escolha da composição dos azulejos faz com que o formato de um coração apareça em algumas partes do painel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
As imagens de 4 azulejos juntos não devem formar um círculo fechado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A cada quadrado feito com 4 azulejos, 3 devem possuir imagem e 1 deve ser vazio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Você já viu uma foto do Athos? Aqui um retrato dele com o painel da Igrejinha ao fundo!



Imagem para as questões 1 e 2



20. **Questão 1. Veja a sequência de blocos da imagem acima, lembre das suas experiências com o jogo e escolha uma das opções abaixo. ***

Mark only one oval.

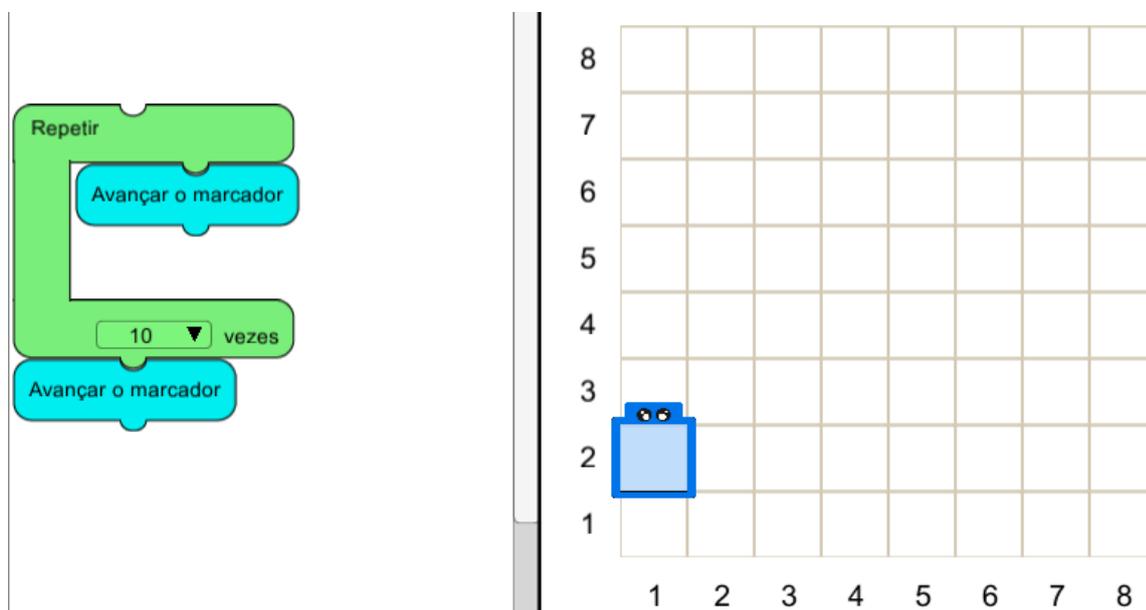
- O resultado da execução será avançar o marcador 9 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 8 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 7 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 6 vezes

22. **Questão 3. Veja a sequência de blocos da imagem acima, lembre das suas experiências com o jogo e escolha a opção correta. ***

Mark only one oval.

- O resultado da execução será avançar o marcador 7 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 8 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 9 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 15 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 14 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 16 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 17 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 6 vezes

Imagem para as questões 4 e 5



23. **Questão 4. Considere a sequência de blocos da imagem acima, seus conhecimentos sobre o jogo e julgue cada item como verdadeiro ou falso. ***

Mark only one oval.

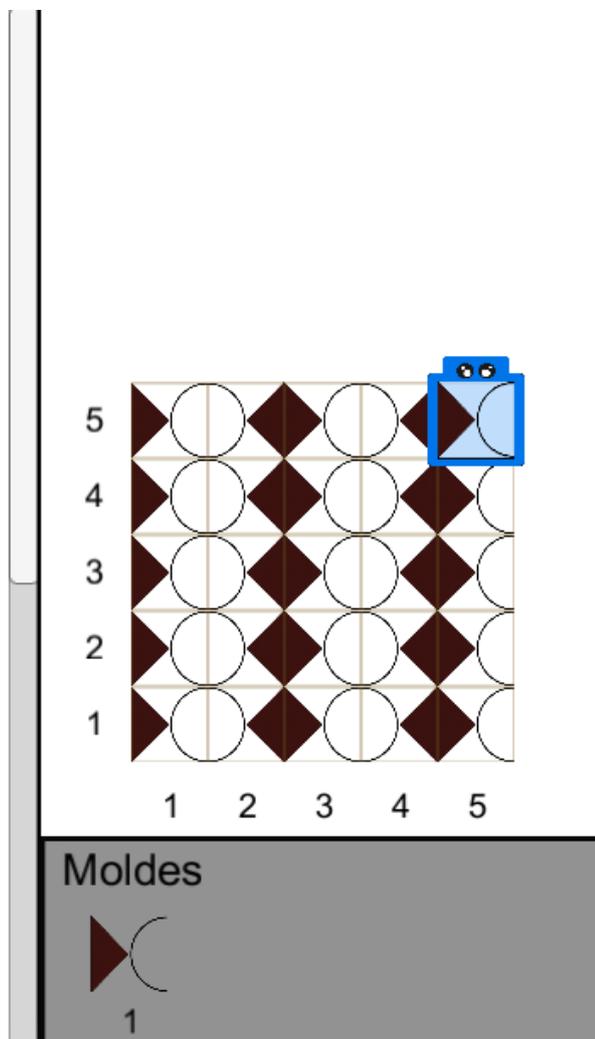
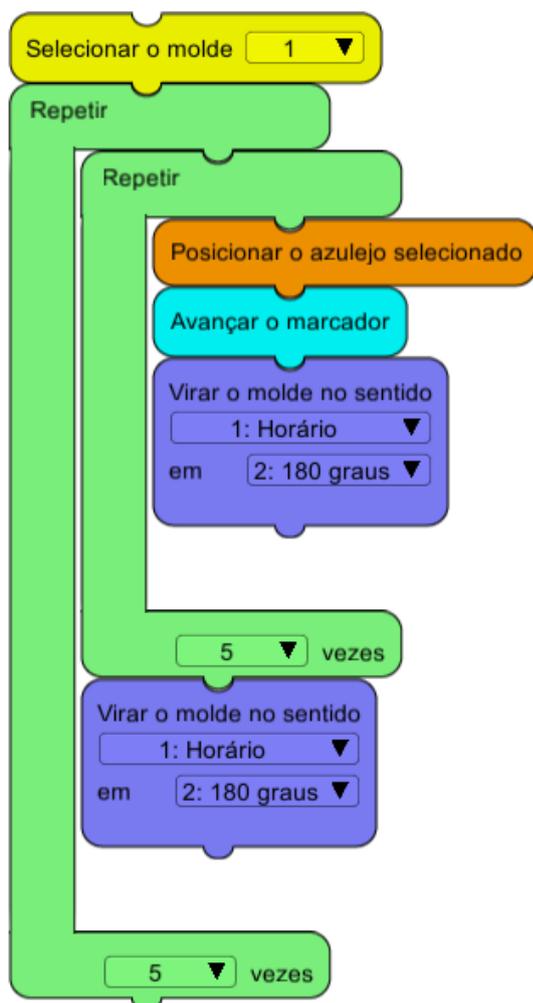
- O resultado da execução será avançar o marcador 21 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 20 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 12 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 22 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 11 vezes
- O resultado da execução será avançar o marcador 10 vezes

24. **Questão 5.** Considere a sequência de blocos da imagem acima, seus conhecimentos sobre o jogo e julgue cada item como verdadeiro ou falso. *

Mark only one oval per row.

	Verdadeiro	Falso
O marcador está parado na linha 2, coluna 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O marcador está parado na linha 1, coluna 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Após a execução, o marcador estará na linha 4, coluna 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Após a execução, o marcador estará na linha 3, coluna 4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Após a execução, o marcador estará na linha 2, coluna 8	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Após a execução, o marcador estará na linha 8, coluna 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Imagem para a questão 6



25. **Questão 6. Considere a sequência de blocos da imagem acima, o painel feito do lado direito, suas experiências com o jogo e julgue cada item como verdadeiro ou falso. ***

Mark only one oval per row.

	Verdadeiro	Falso
Os blocos da esquerda foram executados, gerando o resultado no painel à direita da imagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O molde usado é o do painel de azulejos da SQS 308	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para deixar o padrão mostrado igual ao padrão da primeira fase do jogo, o 1º bloco 'Virar' deve ser removido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para deixar o padrão mostrado igual ao padrão da primeira fase do jogo, o 2º bloco 'Virar' deve ser removido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. **Você chegou a jogar a fase do Ateliê do Athos ou algum dos desafios? Se sim, escreva abaixo o que achou.**

.....

.....

.....

.....

.....

27. **Você tem mais algum último comentário, observação ou mensagem que queira registrar? Se sim, escreva abaixo.**

.....

.....

.....

.....

.....

Powered by



Apêndice K

Planejamento inicial dos tutoriais, cuja implementação não foi feita

Planejamento dos casos simples (planejamento pra tutorial)

Caso 1: Aprendizado das mecânicas básicas. Tutorial guiado de posicionamento de um azulejo em um painel. (SQS 308)

1. Movimentação - avançar até um local intermediário
2. Movimentação com repetição - avançar até o local correto
3. Selecionar molde adequado
4. Posicionar azulejo
5. Introdução ao feedback positivo e validação

Caso 2: Entendimento e proficiência de posicionamento. Introdução aos blocos não removíveis. Posicionamento de um azulejo em um painel de forma não guiada (apenas dicas em caso de erros). (Brasília Palace Hotel)

1. Posicionamento como instruído pela narrativa/enunciado sem mencionar a forma correta de composição do painel.
2. Blocos não removíveis farão com que a cor do azulejo seja incorreto.
3. O posicionamento terá, necessariamente, validação incorreta. Introdução ao feedback negativo da validação.

Caso 3: Aprendizado das lógicas de composição de um painel e proficiência de posicionamento 2. Aprendizado da função de deleção de um bloco. Posicionamento de um azulejo em um painel de forma não guiada. (Brasília Palace Hotel)

1. Introdução ao mecanismo de deleção de um bloco.

2. Reposicionamento, como instruído pela narrativa/enunciado com menção a forma correta de composição do painel em quartetos (introdução à imagens de assimilação entre lógica de composição e a composição do painel).
3. O posicionamento será correto, com feedback positivo.

Caso 4: Proficiência de posicionamento 3. Aprendizado da real utilidade do bloco de repetição. Posicionamento completo de uma fileira com lógica simples. (Igrejinha)

1. Reconhecimento dos blocos não removíveis e de repetição.
2. Alteração e adição de blocos existentes para o posicionamento de azulejos intercalados.

Caso 5: Proficiência de posicionamento 4. Exercício da criatividade. Aprendizado da função de rotação de um azulejo. Alteração de um código para o posicionamento de azulejos com orientações diversas. (Escola Classe 316 Sul) [Necessidade da inserção da função de randomizar (analogia com moeda) e condicional]

1. Reconhecimento dos blocos não removíveis e entendimento da falta de rotação.
2. Inserção de blocos para haver rotação dos azulejos.

Caso 6: Trabalho cooperativo. Espaço em branco. Codificação linha por linha. Exercício da criatividade. (Parque da Cidade)

1. Instrução e apresentação das lógicas de posicionamento com quartetos intercaláveis.
2. Primeira linha já preenchida originalmente.
3. Primeiro jogador preenche a segunda linha, que é validada.
4. Primeiro jogador preenche a terceira linha de forma livre.
5. Segundo jogador preenche a quarta linha, e ocorre a validação.
6. Segundo jogador preenche a quinta linha, livremente.
7. Primeiro jogador preenche a sexta linha, e ocorre a última validação.
8. Segundo jogador preenche a sétima linha, e ocorre a última validação já que a última linha já estaria preenchida.

Caso 7: Exercício da criatividade 2. Codificação linha por linha. (Escola Classe 407 Norte)

1. Formação de estruturas visuais interessantes à partir de blocos simples.

Caso 8: Exercício da criatividade 3. Codificação linha por linha. (Sambódromo lado \emptyset)

1. Não formação de círculos, posicionamento livre.

Caso 9: Entendimento da formação de estruturas visuais. (Sambódromo lado <3)

1. Uso dos mesmos azulejos.
2. Não formação de círculos. Uso de quartetos em que quase são formados círculos.