



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E MATEMÁTICA APLICADA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS E COMPUTAÇÃO
MESTRADO ACADÊMICO EM SISTEMAS E COMPUTAÇÃO



UMA ABORDAGEM PARA O DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS EDUCATIVOS NO ENSINO BÁSICO

Por

HUGO HENRIQUE DE OLIVEIRA MESQUITA

Dissertação de Mestrado

Natal-RN

Julho, 2017

Dissertação de Mestrado sob o título *UMA ABORDAGEM PARA O DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS EDUCATIVOS NO ENSINO BÁSICO* apresentada por Hugo Henrique de Oliveira Mesquita e aceita pelo Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Computação do Departamento de Informática e Matemática Aplicada da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, sendo aprovada por todos os membros da banca examinadora abaixo especificada:

Prof. Dr. Eduardo Henrique da Silva Aranha
DIMAp – Departamento de Informática e Matemática Aplicada
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Uirá Kulesza
DIMAp – Departamento de Informática e Matemática Aplicada
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Alberto Signoretti
UERN – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Thiago Reis
IFMA – Instituto Federal do Maranhão

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / SISBI / Biblioteca Setorial
Especializada do Centro de Ciências Exatas e da Terra – CCET.

Mesquita, Hugo Henrique de Oliveira.

Uma abordagem para o desenvolvimento de jogos digitais educativos no ensino básico / Hugo Henrique de Oliveira Mesquita. – Natal, RN, 2017.
69f. : il.

Orientador: Eduardo Henrique da Silva Aranha.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Departamento de Informática e Matemática Aplicada. Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Computação.

1. Engenharia de software – Dissertação. 2. Jogos digitais educativos – Dissertação. 3. Plataforma de desenvolvimento de jogos – Dissertação. 4. Jogos digitais no ensino básico – Dissertação. I. Aranha, Eduardo Henrique da Silva. II. Título.

RN/UF/BSE-CCET

CDU 004.41(043.3)

HUGO HENRIQUE DE OLIVEIRA MESQUITA

UMA ABORDAGEM PARA O
DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS
EDUCATIVOS NO ENSINO BÁSICO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Computação do Departamento de Informática e Matemática Aplicada da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Sistemas e Computação.

Linha de pesquisa:
Engenharia de Software

Orientador

Prof. Dr. Eduardo Henrique da Silva Aranha

Natal-RN

Julho, 2017

Dedico este trabalho à toda minha família, especialmente à meus pais Everton e Ediene,
minha irmã Paloma e a minha noiva Angela.

Agradecimentos

Agradeço à Deus, por permitir meu crescimento acadêmico e por ter incluído em minha vida pessoas que me apoiaram e me incentivaram.

Aos meus pais Everton e Ediene que são minha motivação e inspiração por toda a vida.

À minha irmã Paloma e a meu cunhado Tálison Layala pelo incentivo que sempre me deram e pela confiança que tiveram no meu potencial.

Ao meu orientador, Professor Dr. Eduardo Aranha, pelo apoio, ensinamentos, incentivo, confiança, dedicação e orientação deste trabalho, o que me conduziu a um grande enriquecimento profissional e intelectual.

A todos os professores e a coordenação do DIMAp, que colaboraram de maneira direta ou indireta, para o meu crescimento acadêmico e profissional, ao longo destes anos.

Ao laboratório GamEdu que me proporcionou oportunidades de aprender e contribuir com vários projetos e pessoas.

Por fim, a minha noiva Angela, que sempre esteve ao meu lado me mantendo sempre firme e no foco nos momentos mais difíceis. Obrigado por toda sua paciência, carinho, apoio, incentivo e amizade. Simplemente, te amo.

“Uma única força move o mundo: o interesse.”

Friedrich Schiller

RESUMO

Os jogos educativos digitais são apontados como uma boa ferramenta quando utilizados em sala de aula, pois insere os alunos em um ambiente lúdico de aprendizagem, de maneira que, proporciona o desenvolvimento de diversas habilidades. No entanto, nem sempre é possível para o professor conseguir jogos que se adequam ao perfil educacional que deseja, tornando muitas vezes inviável a sua utilização no contexto escolar. Com base neste contexto, este trabalho apresenta o design e implementação de uma plataforma que visa proporcionar aos professores e alunos a possibilidade de criar jogos de uma maneira simples e intuitiva, e que permita aos professores adequar o conteúdo dos jogos aos seus objetivos pedagógicos. Os resultados desta pesquisa contribuem para as inovações futuras, nos campos teórico e prático, na definição de uma abordagem baseada em componentes e desenvolvimento de uma plataforma ambos promovendo o desenvolvimento de jogos digitais educativos com diferentes objetivos pedagógicos. Diante dos resultados apresentados, considera-se que a plataforma proposta em conjunto com a sua abordagem motivadora, apresentou resultados potencialmente eficazes.

Palavras-chave: Jogos Digitais Educativos, Plataforma de Desenvolvimento de Jogos, Jogos Digitais no Ensino Básico.

ABSTRACT

The digital educational games are pointed out as a good tool when used in the classroom, because it inserts the students in a playful learning environment, in a way that, it provides the development of diverse abilities. However, it is not always possible for the teacher to achieve games that fit the educational profile that he or she wishes, making it often unfeasible for use in the school context. Based on this context, this work presents the design and implementation of a platform that aims to provide teachers and students with the possibility of creating games in a simple and intuitive way, and that allows teachers to adapt the content of the games to their pedagogical objectives. The results of this research contribute to future innovations in the theoretical and practical fields, in the definition of a component-based approach and the development of a platform both promoting the development of digital educational games with different pedagogical objectives. In view of the presented results, it is considered that the platform proposed together with its motivational approach, presented potentially effective results.

Keywords: Educational Digital Games, Game Development Platform, Digital Games in Middle School.

Lista de figuras

1	Interface de programação do Construct 2.	p. 20
2	Interface do Construct 2.	p. 21
3	Tela do editor do Unity.	p. 22
4	Tela do editor do Createrra 2.	p. 23
5	Interface do Stencyl.	p. 24
6	Interface do GameMaker.	p. 25
7	Tela inicial do Scratch.	p. 27
8	Tela do ambiente do Kodu.	p. 29
9	Tela do editor do Gamestar Mechanic.	p. 30
10	Imagem de um jogo desenvolvido com o e-Adventure.	p. 31
11	Imagem do editor de jogos do e-Adventure.	p. 32
12	Editor de roteiro de jogo do e-Adventure.	p. 33
13	Interface do FazGame.	p. 34
14	Tela de listagem de fases.	p. 43
15	Tela de início de fase, mostrando dica de onde se encontra a chave perdida.	p. 44
16	Exemplo de fase criada no jogo Localização.	p. 45
17	Fim de fase de jogo, com avaliação de desempenho do aluno.	p. 46
18	Tela de criação de nova fase.	p. 47
19	Módulo de edição.	p. 48
20	Arquitetura inicial utilizada no jogo Localização.	p. 49
21	Visão Geral de um Jogo na Abordagem Proposta.	p. 56
22	Arquitetura da Plataforma.	p. 57

23	Interface do Editor de Jogo.	p. 58
24	Exemplos de jogos desenvolvidos por professores e alunos.	p. 62

Lista de abreviaturas e siglas

DIMAp – Departamento de Informática e Matemática Aplicada

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

DIMAp – Departamento de Informática e Matemática Aplicada

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UERN – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

IFMA – Instituto Federal do Maranhão

WYSIWYG – *What You See Is What You Get*

GML –*GameMaker Language*

MIT – Massachusetts Institute of Technology

AADLC –Academic Advanced Distributed Learning Co-Lab

Sumário

1	INTRODUÇÃO	p. 13
1.1	Contextualização	p. 13
1.2	Objetivos	p. 15
1.3	Questões de Pesquisa	p. 16
1.4	Metodologia	p. 16
1.5	Contribuições	p. 17
1.6	Organização do Documento	p. 18
2	FERRAMENTAS EXISTENTES	p. 19
2.1	Ferramentas de uso geral	p. 19
2.1.1	Construct 2	p. 19
2.1.2	Unity	p. 21
2.1.3	Createrria 2	p. 22
2.1.4	Stencyl	p. 23
2.1.5	GameMaker	p. 25
2.2	Ferramentas com fins educativos	p. 26
2.2.1	Scratch	p. 26
2.2.2	Kodu	p. 28
2.2.3	Gamestar Mechanic	p. 29
2.2.4	E-Adventure	p. 31
2.2.5	FazGame	p. 33
2.2.6	Gamesalad	p. 34

2.2.7	Considerações finais	p. 35
3	PESQUISAS RELACIONADAS	p. 36
3.1	Ambientes de criação ou customização de jogos digitais educacionais . .	p. 36
3.2	Aplicação nas escolas	p. 38
3.3	Considerações sobre um ambiente para uso na escola	p. 39
3.4	Considerações finais	p. 39
4	ESTUDO EXPLORATÓRIO	p. 41
4.1	Metodologia utilizada	p. 41
4.2	Jogo desenvolvido	p. 42
4.2.1	Módulo de execução	p. 44
4.2.2	Módulo de edição	p. 46
4.3	Arquitetura desenvolvida	p. 48
4.4	Avaliação do jogo	p. 49
4.4.1	Participantes	p. 49
4.4.2	Coleta de dados	p. 49
4.4.3	Procedimentos de execução	p. 50
4.4.4	Resultados	p. 50
4.4.5	Ameaças à validade	p. 51
4.5	Considerações finais	p. 52
5	ABORDAGEM PROPOSTA	p. 53
5.1	Arquitetura de componentização	p. 53
5.2	Estrutura dos componentes	p. 54
5.3	Procedimento de criação de jogos	p. 55
5.4	Plataforma desenvolvida	p. 56
5.4.1	Edição de jogos	p. 57

5.4.2	Modelos de jogos e componentes desenvolvidos	p. 58
6	AVALIAÇÃO	p. 60
6.1	Questões de pesquisa	p. 60
6.2	Participantes	p. 60
6.3	Coleta de dados	p. 60
6.4	Procedimentos de execução	p. 61
6.5	Análise dos resultados	p. 61
6.6	Discussões	p. 63
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	p. 64
	Referências	p. 67

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo introduz o estudo desenvolvido por esta pesquisa. Para tanto, organiza-se em forma de subseções, quais sejam: na 1.1 demonstra a contextualização; 1.2 expõe a problemática do estudo; 1.3 descreve a justificativa; 1.4 apresenta os objetivos; 1.5 versa sobre as questões de pesquisa; 1.6 discute a metodologia utilizada; 1.7 destaca as contribuições esperadas; e, por fim, a subseção 1.8 aborda a organização dos capítulos desta Dissertação.

1.1 Contextualização

A utilização de jogos digitais no âmbito educacional tem se mostrado interessante por possibilitar a inserção do lúdico no processo de aprendizagem (LARA, 2003). O lúdico, proporcionado pelos jogos, auxilia o professor a tornar o conteúdo lecionado mais interessante, interativo, significativo e desafiador (MEDEIROS; SCHIMIGUEL, 2012). Segundo Botelho (2003), os jogos podem ser aplicados para treinamento de habilidades operacionais, conscientização e reforço motivacional, desenvolvimento de percepção, treinamento em comunicação e cooperação, integração e aplicação prática de conceitos assimilados e avaliação de aprendizagem.

De fato, as tecnologias dos jogos digitais proporcionam uma experiência estética visual e espacial muito rica e, com isso, são capazes de seduzir os jogadores e atraí-los para dentro de mundos fictícios que despertam sentimentos de aventura, prazer e outros (MITCHELL; SAVILL-SMITH, 2004). Na maioria dos jogos, é essencial para o jogador atingir um alto grau de concentração e comprometimento, sendo imprescindível participar efetivamente das diversas tarefas e desafios propostos pelo jogo. Alguns desses, ainda permitem que o jogador escolha qual será a maneira que ele acha mais adequada para resolução do problema, desenvolvendo assim a sua habilidade de solucionar problemas e de obter diversas formas de resolvê-los.

A motivação e o engajamento dos alunos são aspectos importantes no processo de aprendizagem, pois a intensidade do envolvimento exigido para aprender depende dessas características. Uma das formas que pode auxiliar e estimular os alunos são os jogos digitais. Os jogos oferecem uma dinâmica colaborativa e lúdica capaz de estimular habilidades de concentração, motivação, estímulo e engajamento (SHIMOHARA; SOBREIRA, 2015).

Jogos bem elaborados e explorados podem ser vistos como uma estratégia de ensino, podendo atingir diferentes objetivos que variam desde o simples treinamento até a construção de um determinado conhecimento (LARA, 2003). A eficácia de se desenvolver o processo de ensino e aprendizagem utilizando os jogos digitais, depende, da participação dos professores e de sua concordância em utilizá-los na educação (CONTRERAS et al., 2013).

Entretanto, às vezes é difícil para o professor encontrar jogos disponíveis com perfil pedagógico e temático que deseja utilizar como uma ferramenta complementar no processo de ensino aprendizagem. Uma alternativa seria se os professores pudessem adaptar ou desenvolver seus próprios jogos. Tecnologias educacionais não deveriam sujeitar o professor a tentar adaptar-se ao que já existe, mas elas é que deveriam ser adaptadas para melhor amparar os professores em suas tarefas educacionais.

Em termos dos alunos e professores criarem seus próprios jogos, um estudo que descreve uma experiência sobre a criação de jogos por crianças em uma escola pública mostrou que as crianças se empenharam, participaram assiduamente e gostaram de criar e testar os jogos, além de demonstrarem habilidades de colaboração (CRUZ; ALBUQUERQUE; AZEVEDO, 2012). A junção entre aprender e jogar causa uma maior imersão dos jogadores no conteúdo educativo apresentado, de maneira que o assimilem mais efetivamente, e os instiga a aprender com os próprios erros. O habitual processo de compreender as restrições, os objetivos e controles de um jogo é usualmente por si só uma tarefa que depende de diversas habilidades cognitivas.

Todavia, o processo de desenvolvimento de um jogo demanda tempo e conhecimento, podendo levar vários meses para ser concluído. Isso acontece porque os jogos digitais são desenvolvidos com tecnologias complexas, tornando muitas vezes inviável o desenvolvimento destes por professores e alunos, dificultando o uso do desenvolvimento de jogos digitais como uma ferramenta pedagógica.

Com a finalidade de possibilitar que o desenvolvimento de jogos seja realizado por pessoas sem conhecimento de programação, algumas ferramentas foram criadas. Através destas ferramentas é possível desenvolver um jogo com nenhum ou pouco conhecimento de programação, apenas colocando objetos para um cenário e ajustando os seus compor-

tamentos por meio de menus. Dentre as ferramentas atualmente existentes, destacam-se: Kodu¹, Scratch², Construct 2³, Createrra⁴, e-Adventure⁵ e Gamestar Mechanic⁶.

Dentre as ferramentas disponíveis atualmente, observa-se que algumas se faz necessário o conhecimento de lógica de programação, como por exemplo, o Kodu e Scratch. Ou seja, para utilizar essas ferramentas se faz necessário um certo nível de conhecimento sobre lógica de programação para começar a criar os jogos, isso ocorre, pois elas foram desenvolvidas com o objetivo de ensinar conceitos de Ciência da Computação. Outras, como o e-Adventure, se restringem no sentido de que não se pode criar um jogo de outro estilo além daquele a que a ferramenta se destina, ou no caso do Createrra 2 sendo esta ferramenta fácil de ser utilizada por crianças e por professores, porém, a sua aplicação não é tão fácil para fins educativos, pois, os elementos e mecânicas foram pensadas para entretenimento, não educação, tornando difícil vincular a temas que o professor esteja trabalhando em sala de aula.

Vale ressaltar que apesar da existência dessas ferramentas não significa que o processo do desenvolvimento de jogos tornou-se simples e fácil, pois, apesar de não ser necessário conhecimento de programação, algumas ferramentas tendem a ser complicadas inicialmente, tal como o Construct 2 e GameMaker⁷.

Observou-se nos estudos realizados, que não há uma ferramenta ao mesmo tempo flexível, com um grande número de recursos prontos, multiplataforma, com um mecanismo para criação de objetos com características pré-determinadas e destinada ao desenvolvimento de jogos de gêneros diversos sem necessidade de programação.

1.2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é propor uma abordagem que visa proporcionar aos professores e alunos a possibilidade de criar jogos de uma maneira simples e intuitiva, e que permita aos professores adequarem o conteúdo dos jogos aos seus objetivos pedagógicos. A fim de alcançar esse objetivo geral, são traçados os seguintes objetivos específicos:

- Analisar ferramentas de desenvolvimento de jogos e pesquisas acadêmicas relacio-

¹<https://www.kodugamelab.com>

²<https://scratch.mit.edu>

³<https://www.scirra.com/construct2>

⁴<http://incuvo.com/createrra>

⁵<http://e-adventure.e-ucm.es>

⁶<https://gamestarmechanic.com>

⁷<http://www.yoyogames.com/gamemaker>

nadas;

- Realizar um estudo exploratório para investigar as principais características que a abordagem a ser proposta precisa ter;
- Elaborar a abordagem e instanciar através de uma plataforma;
- Identificar e criar modelos de jogos, componentes pedagógicos e incluí-los na plataforma;
- Avaliar a plataforma desenvolvida com base na abordagem proposta através da sua aplicação com professores e alunos.

1.3 Questões de Pesquisa

O desenvolvimento deste trabalho é norteado pelas Questões de Pesquisa (QP) descritas a seguir. Com o objetivo de responder tais questões, serão elaborados estudos empíricos que gerem evidências que permitam a formulação de respostas, mesmo que vinculadas a contextos específicos.

- **QP1:** Como professores e alunos podem criar jogos digitais com fins educativos de forma simples e efetiva com relação aos aspectos pedagógicos e de entretenimento?
- **QP2:** Quão fácil é para os professores e alunos criarem os jogos usando essa abordagem?
- **QP3:** Qual a qualidade dos jogos produzidos por professores e alunos nessa abordagem?
- **QP4:** Qual o nível de engajamento observado nos professores e alunos usando essa abordagem?

1.4 Metodologia

Para responder às questões de pesquisa propostas e aos objetivos delineados nesta pesquisa, decidiu-se executá-la em cinco etapas. Na primeira etapa, foi realizada uma pesquisa na Internet visando identificar ferramentas de desenvolvimento de jogos já existentes que possam ser utilizadas por professores e alunos do ensino básico para criação

de jogos digitais. Em seguida, a literatura foi analisada a fim de se encontrar pesquisas acadêmicas sobre o desenvolvimento de tecnologias para criação de jogos digitais para alunos e professores, sem que estes tenham conhecimento de programação.

Em uma segunda etapa, através das pesquisas realizadas na etapa anterior, foram elaboradas ideias para o desenvolvimento de uma abordagem a ser proposta por este trabalho. Estas ideias foram validadas através do desenvolvimento de um protótipo e da realização de um estudo exploratório a fim de validar os principais conceitos utilizados, detalhes acerca do estudo realizado são descritos no Capítulo 4. Em seguida, na terceira etapa, foi formalizada a abordagem proposta, e uma instanciação da mesma foi desenvolvida através de plataforma de criação de jogos, que foi elaborada através dos fundamentos adquiridos nas etapas anteriores. Uma vez desenvolvida a plataforma, na quarta etapa, foi identificado e criado modelos de jogos e componentes educativos para serem incluídos na plataforma. Na quinta e última etapa, com o objetivo de validar a abordagem e a plataforma proposta, foi realizado um estudo de caso do uso da plataforma com professores e alunos, detalhado no Capítulo 6.

1.5 Contribuições

Através da realização deste trabalho, esperamos estar contribuindo para a comunidade científica e o estado da arte na área de atuação, da seguinte forma:

- Identificação do estado da arte em termos de plataformas de desenvolvimento de jogos digitais que possam ser utilizados por alunos e professores sem que tenham conhecimentos em programação e que possibilite o desenvolvimento de jogos com o conteúdo pedagógico desejado;
- Elaboração de uma abordagem que visa proporcionar aos professores e alunos a possibilidade de criar jogos de uma maneira simples e intuitiva, e que permita aos professores adequarem o conteúdo dos jogos aos seus objetivos pedagógicos;
- Implementação de uma possível instância dessa abordagem através de uma plataforma de fácil uso por professores e alunos;
- Avaliação dos benefícios e limitações da solução proposta em ambientes educacionais.

1.6 Organização do Documento

Este documento está organizado em sete capítulos, incluindo este capítulo inicial, no qual são apresentados a contextualização da pesquisa, o problema, a justificativa, questões de pesquisa que buscaremos resolver. Neste capítulo inicial ainda são apresentados os objetivos da pesquisa e uma descrição sobre a metodologia que foi empregada no decorrer dos trabalhos.

O Capítulo 2 apresenta os trabalhos que serviram como base para o desenvolvimento da plataforma proposta, além das principais ferramentas para a criação de jogos digitais e também jogos digitais com fins educativos. Apresenta algumas pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de jogos digitais por alunos e professores.

No Capítulo 3 são apresentadas algumas pesquisas acadêmicas relacionadas ao processo de criação de jogos digitais por professores e alunos, e relatos de uso de algumas ferramentas nas escolas.

O Capítulo 4 é apresentado um estudo exploratório utilizado para validar os principais conceitos da abordagem proposta neste trabalho, com o objetivo de coletar evidências iniciais sobre algumas hipóteses formuladas principalmente a partir de experiências realizadas em escolas e na revisão das ferramentas e trabalhos acadêmicos existentes, além de apresentar os detalhes acerca do desenvolvimento e da arquitetura de um jogo desenvolvido com o objetivo de validar alguns conceitos a serem utilizados no presente estudo.

O Capítulo 5 apresenta detalhes acerca da abordagem proposta, tais como, uma arquitetura de componentização, estrutura de componentes e detalhes sobre o processo de criação de jogos. Apresenta também, uma plataforma desenvolvida com base na abordagem proposta assim como, detalhes sobre o processo de edição de jogos e modelos de jogos e componentes desenvolvidos.

O Capítulo 6 apresenta detalhes acerca de um estudo de caso realizado com alunos e professores do ensino básico, com objetivos de validação da plataforma,

E, por fim, no Capítulo 7 são apresentadas considerações finais acerca desta proposta, assim como trabalhos futuros.

2 FERRAMENTAS EXISTENTES

Neste capítulo são descritas e analisadas algumas das principais ferramentas e de trabalhos relacionados ao objetivo deste projeto, que é o desenvolvimento de uma ferramenta para criação de jogos voltada ao público do ensino fundamental. Na Seção 2.1, são apresentadas ferramentas para criação de jogos digitais. Em seguida, na Seção 2.2, são abordadas ferramentas para criação de jogos digitais com fins educativos. Por fim, na Seção 2.2.7, são apresentadas as considerações finais do capítulo.

2.1 Ferramentas de uso geral

Nesta seção apresentaremos as ferramentas existentes consideradas mais relacionadas a este projeto para criação de jogos digitais.

2.1.1 Construct 2

O Construct 2 é um programa criado pela empresa Scirra que ajuda na criação de jogos digitais. Não é necessário codificar, mas programar de forma visual (ver Figura 1). O usuário dispõe os elementos do jogo e cria o enredo do mesmo, praticamente usando cliques do mouse, com a ação de arrastar e soltar os objetos no cenário principal (MEDEIROS; SILVA; ARANHA, 2013). O Construct 2 é uma ferramenta de criação de jogos que exporta para HTML5, e possui um interface intuitiva.

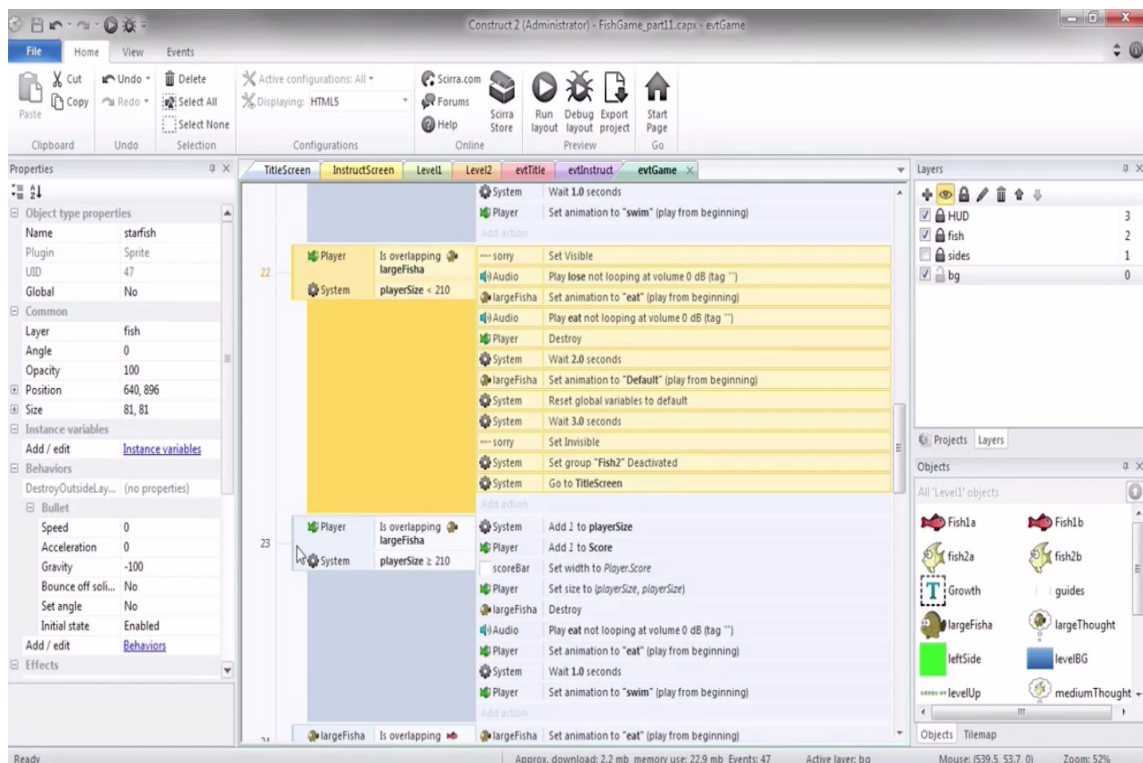


Figura 1: Interface de programação do Construct 2.

Fonte: <https://www.scirra.com/construct2>

A vantagem de utilizar o Construct 2 é que ele tem o conceito WYSIWYG (*What You See Is What You Get* - O que você vê é o que você tem). Você visualiza cada fase do jogo e consegue enxergar como ficará o resultado final em tempo de desenvolvimento, sem a necessidade de fazer códigos.

A programação é visual e utiliza o conceito de eventos, onde é possível adicionar condições, sub-condições e ações sequenciais para executar. Ele já vem nativamente preparado para interações com *mouse*, *touch* e teclado, basta apenas adicionar o recurso ao projeto e criar eventos para eles. A programação é objetiva e simplificada, possibilitando a integração com Facebook, Android e iPhone. É rápido, permite muitas possibilidades, possui documentação bem escrita, é estável e gera um produto final com tamanho pequeno, dependendo mais do tamanho das imagens utilizadas e da quantidade de fases criadas (DADRIX, 2012). Na Figura 2, podemos ver a interface do Construct 2.

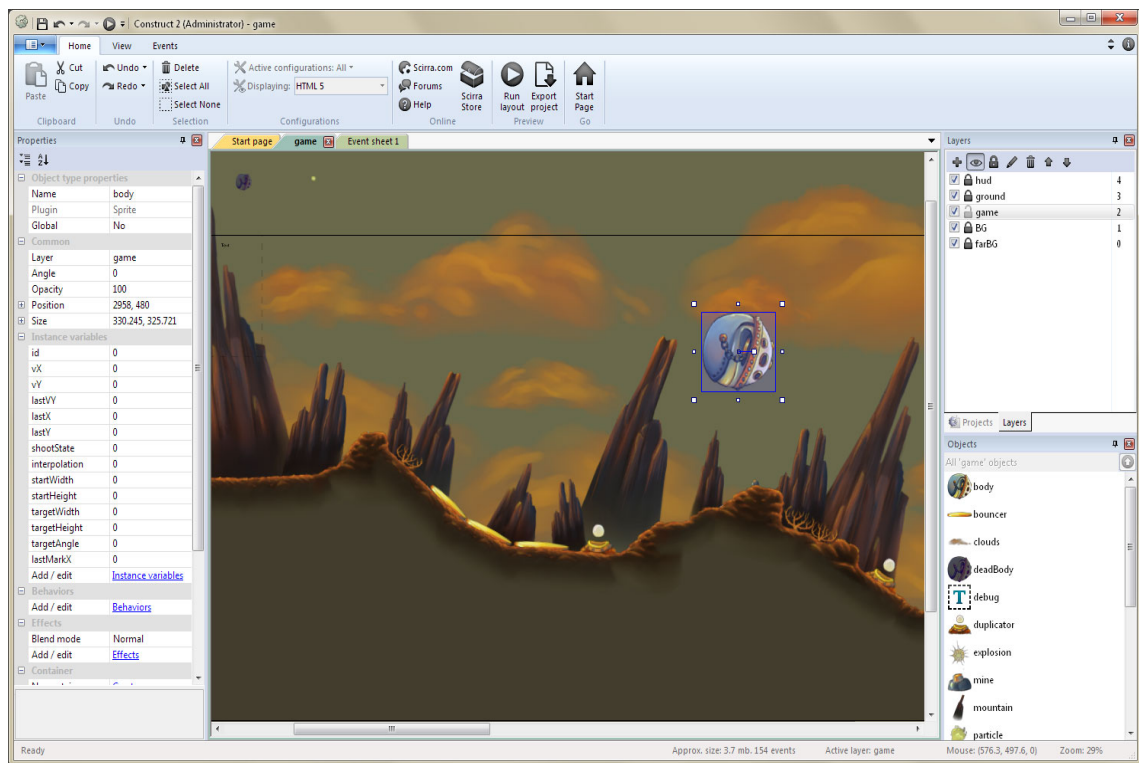


Figura 2: Interface do Construct 2.

Fonte: <https://www.scirra.com/construct2>

Contudo, mesmo que o Construct 2 permita a criação de jogos sem que o conhecimento de programação seja necessário e que possa criar jogos de diversos gêneros, o seu uso, muitas vezes, torna-se inviável para alunos e professores do ensino básico, pois sua interface, apesar de ser facilmente utilizada por adultos, não é tão fácil para crianças.

2.1.2 Unity

O Unity é um motor de jogo multiplataforma, desenvolvido pela empresa *Unity Technologies*, que possibilita a criação de jogos 2D e 3D. Ele se destaca pelos recursos que disponibilizados, dentre eles, podemos destacar a possibilidade da exportação do jogo criado para várias plataformas, além de permitir a personalização de projeto para cada plataforma de maneira que seja possível utilizar os recursos exclusivos proporcionados por cada plataforma. Ao todo é suportada a exportação para mais de 27 plataformas diferentes (TECHNOLOGIES, 2016).

De acordo com a *Unity Technologies*, o Unity pode ser executado em computadores com Windows, Linux e Mac OS, permite também a importação de arquivos de vários softwares gráficos, além de ter vários subsistemas integrados ao motor, como editor de

animação, editor de imagens e renderização. O Unity foi escrito em C++, e para fins de *script* suporta C#, Javascript e Boo. Ele também oferece um ambiente de desenvolvimento integrado (veja a Figura 3) com o objetivo de facilitar o processo de desenvolvimento dos jogos.

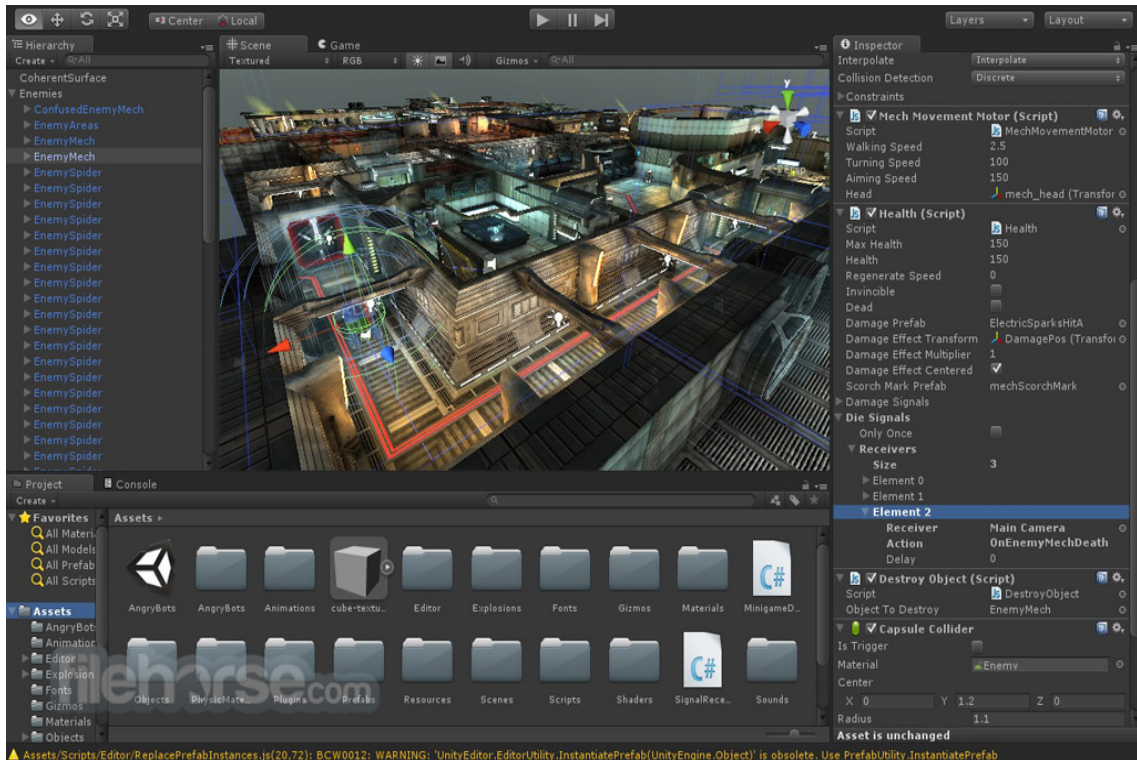


Figura 3: Tela do editor do Unity.

Fonte: <https://unity3d.com/pt/unity>

Apesar do Unity possuir diversos recursos que facilite a sua utilização e mesmo sendo fácil encontrar diversos materiais didáticos sobre o mesmo, a sua curva de aprendizagem é longa e evolução relativamente lenta, além de que, para iniciar o desenvolvimento de jogos, o Unity exige um certo nível de conhecimento de programação. Desta maneira, torna-se inviável a sua utilização pela maioria dos alunos e professores do ensino fundamental.

2.1.3 Createrria 2

O Createrria 2, desenvolvido e publicado pela *Incuvo*, é um jogo/ferramenta para dispositivo móvel que permite usuários criarem seus próprios jogos, compartilhá-los com seus amigos ou simplesmente jogar os jogos criados por outras pessoas. Ele está disponível para Android e também para iOS.

Na criação dos jogos no Createrra 2, não se faz necessário o conhecimento de programação, pois, todo o processo é feito através da inserção de personagens, itens coletáveis, inimigos e outros objetos, utilizando somente o conceito de clicar e arrastar. O Createrra 2, permite a criação de jogos de diversos gêneros, dentre eles, plataforma, quebra-cabeças e variações do angry-birds. Na Figura 4, podemos ver a interface de criação do Createrra 2 (INCUVO, 2017).

Apesar da facilidade de utilização por crianças e professores, o Createrra 2 não é tão facilmente aplicado para fins educativos, pois é difícil vincular os temas que estão sendo trabalhados pelo professor. Isto ocorre porque tanto os elementos quanto a mecânica do jogo foram pensadas somente para entretenimento e não para o ensino.



Figura 4: Tela do editor do Createrra 2.

Fonte: <http://incuvo.com>

2.1.4 Stencyl

O Stencyl é uma plataforma de criação de jogos focada em jogos 2D, permite o desenvolvimento de jogos para computadores, web e dispositivos móveis. A plataforma encontra-se disponível para Mac, Windows e Linux, e possui duas versões, uma gratuita que permite somente o desenvolvimento para jogos web e uma paga que possui um conjunto maior de

funcionalidades (STENCYL, 2017). Stencyl oferece a possibilidade de desenvolver jogos sem a necessidade de escrever código através de um sistema arrastar e soltar, que oferece uma forma simples de desenvolvimento de jogos para aqueles que não têm conhecimentos técnicos de programação. Porém, oferece também para usuários avançados a possibilidade de utilizar o código para adicionar novos recursos e criar comportamentos complexos.

O Stencyl contém diversos módulos para o desenvolvimento dos jogos, tais como: módulo de comportamentos e eventos; módulo de importação e edição de *tilesets*; módulo para criação, edição e configuração de atores de jogo incluindo comportamentos, física e animações; e por fim, um módulo editor que permite criar e editar as fases e os estados do jogo. Além dos módulos citados, possui também outras funcionalidades que permitem ao desenvolvedor importar imagens, fontes, sons, arquivos de música e alterar as configurações do jogo, como, por exemplo: resolução do jogo e as teclas de comando do jogador. Na Figura 5, podemos ver a interface do Stencyl.

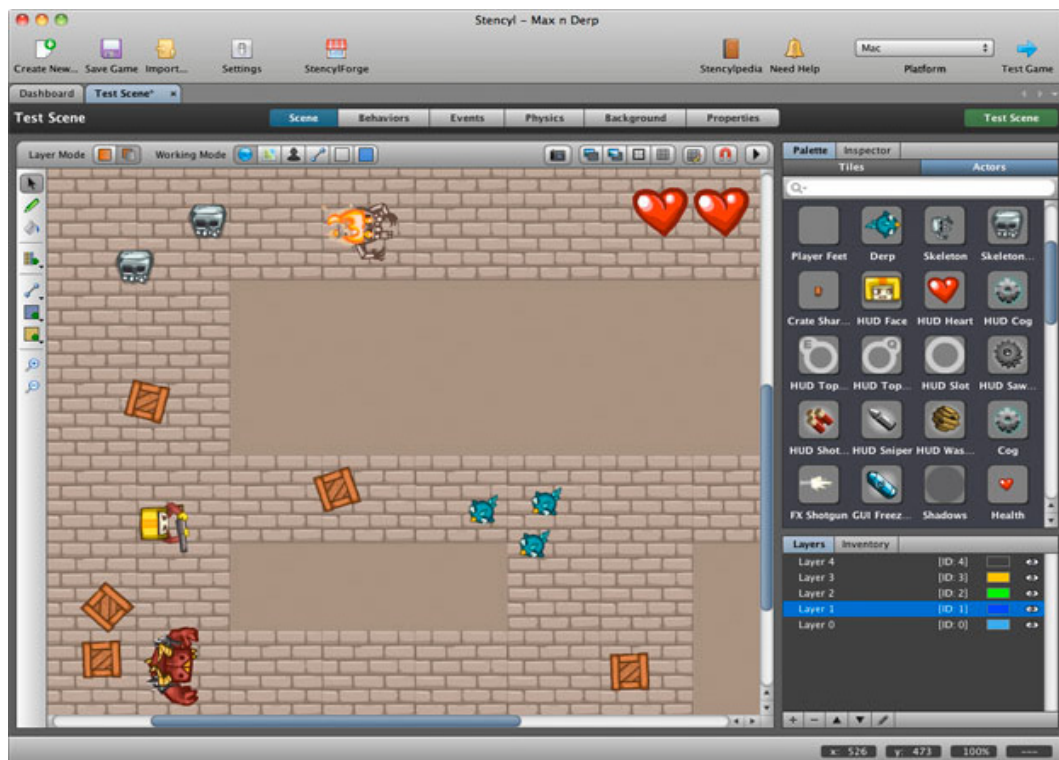


Figura 5: Interface do Stencyl.
Fonte: <http://www.stencyl.com>

2.1.5 GameMaker

O GameMaker é uma ferramenta de desenvolvimento de jogos digitais desenvolvida pela YoYo Games, que permite aos usuários a criação de jogos sem que haja a necessidade de conhecimento de programação, utilizando-se o recursos de arrastar e soltar. Os recursos desta ferramenta incluem compatibilidade com as principais plataformas no mercado, como Windows, MAC, Web, Android e iOS, há também um editor de *sprites*, caminhos, editor de salas/fases, uma linguagem de *script* chamada (GML) que é usado para melhorar o projeto de um jogo que não pode ser alcançado exclusivamente pelo sistema de arrastar e soltar, e conexão com bancos de dados externos (MariaDB). Na Figura 6, podemos ver a interface do editor do GameMaker (GAMES, 2007).

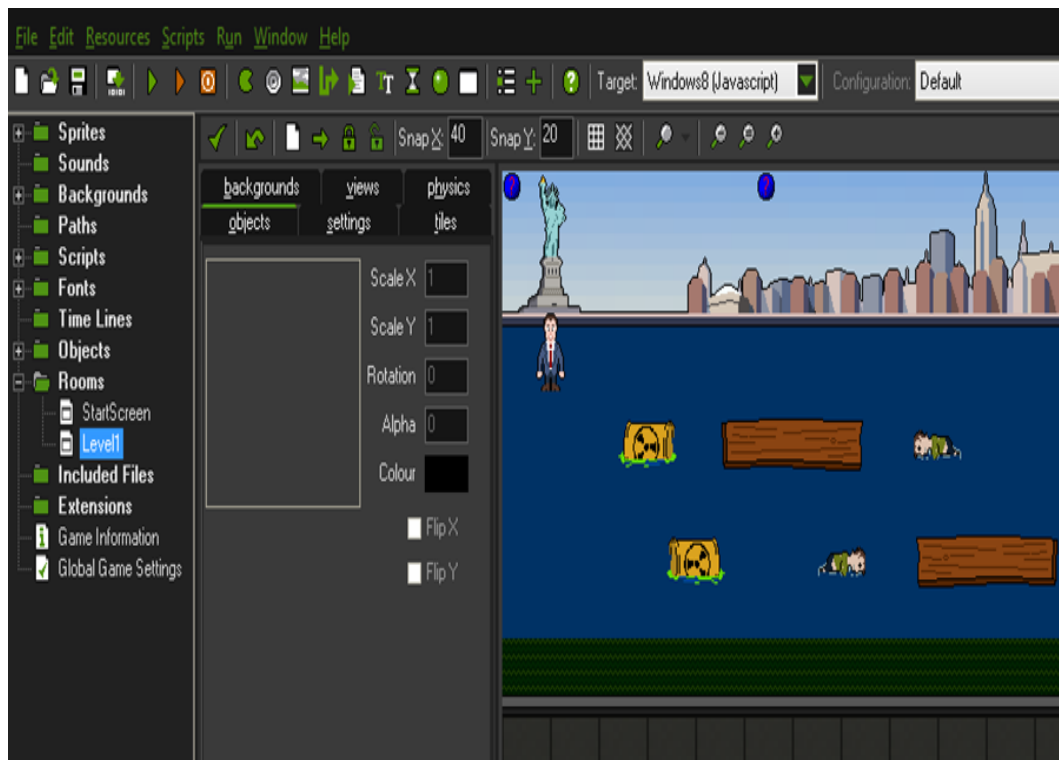


Figura 6: Interface do GameMaker.

Fonte: <https://www.yoyogames.com/gamemaker>

Apesar da ferramenta possuir o recurso que permite criar jogos através do arrastar e soltar, a curva de aprendizado apresentada por ela pode se tornar elevada para professores e alunos que não tenham conhecimento no desenvolvimento de jogos e em programação, devido a sua interface não ser tão simples e intuitiva.

2.2 Ferramentas com fins educativos

Nesta Seção apresentaremos as ferramentas existentes consideradas mais relacionadas a este projeto para criação de jogos digitais com fins educativos.

2.2.1 Scratch

Scratch é uma linguagem de programação desenvolvida por Lifelong Kindergarten Group no Media Lab, MIT . O ambiente tem entre seus objetivos o propósito de introduzir a programação de maneira fácil e rápida para àqueles que não possuem nenhum tipo de experiência no assunto (MALONEY et al., 2010).

Esta ferramenta possibilita a criação de histórias, animações, jogos e outras produções, bem como o compartilhamento das criações na Web. Tudo pode ser feito a partir de comandos que devem ser agrupados de modo lógico. A programação é efetuada através da criação de sequências de comandos simples, que correspondem a blocos de várias categorias, encaixados e encadeados de forma a produzirem as ações desejadas (LAB, 2013). Através dos comandos da linguagem é possível ensinar/aprender alguns conceitos de programação, tais como: variáveis, entrada e saída de dados, operadores relacionais e aritméticos, estruturas de condicionais e estruturas de repetição.

A Figura 7, mostra o ambiente do Scratch, onde é dividido em quatro partes: No destaque 1, está o menu, com opções para editar o arquivo, compartilhar e obter ajuda. No destaque 2 tem os comandos visuais que são utilizados para determinar o que o objeto deve fazer. O destaque 3, é formado por abas, na primeira é inserido pelos alunos os comandos, na segunda para fazer alterações nos trajés e na terceira para definir sons. O destaque 4 é usada para visualizar os resultados dos comandos e para criar ou editar os *sprites* que são os objetos ou a imagem de *background* chamada de palco.

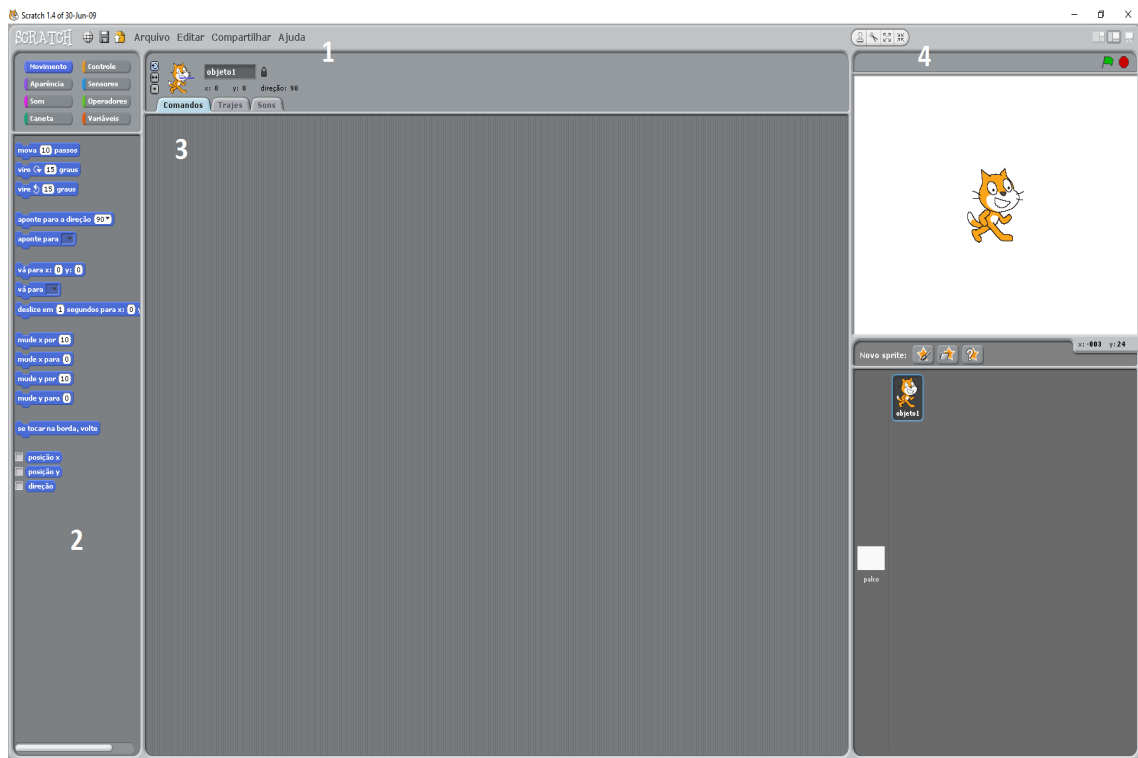


Figura 7: Tela inicial do Scratch.

Fonte: <https://scratch.mit.edu>

Mélo et al. (2011) destaca o Scratch como uma ferramenta ideal para o ensino de conceitos de Lógica de Programação, pois por meio dele é possível trabalhar as principais estruturas de uma linguagem como: operadores, variáveis, estruturas de decisão, estruturas de repetição e outros, através de uma interface visual amigável e simples.

Segundo Neto (2013), por meio do Scratch é possível aproximar o usuário cada vez mais do ambiente de programação, sem que haja obrigatoriamente a necessidade de aprender uma linguagem de programação específica. Além disso, por não trabalhar com linhas de código (usa-se somente interface), proporciona a criação de programas de maneira mais simples e dinâmica, além de estimular o raciocínio lógico e de permitir visualizar graficamente a execução do programa criado.

Apesar das diversas vantagens supracitadas acerca do Scratch, devido o seu foco ser ensinar conceitos de Lógica de Programação, pode tornar o seu uso muitas vezes inadequados caso o professor anseie instruir outros conceitos. Além de que, o processo para criação de jogos mais elaborados não é um processo simples, necessitando um elevado certo nível de conhecimento em Lógica de Programação e nos recursos da ferramenta.

2.2.2 Kodu

Kodu é uma linguagem de programação visual desenvolvida pela *Microsoft Research*, feita especificamente para a criação de jogos. A interface e a linguagem de programação totalmente visual e intuitiva foram projetadas para serem acessíveis para crianças. Ele está disponível para download para o Xbox e também no Windows. Segundo (SOUZA; DIAS,) este software é utilizado para criar jogos, em um ambiente 3D e multimídia cujo principal objetivo é motivar em sala de aula a aprendizagem de conceitos de ciência da computação.

A linguagem do Kodu é simples e totalmente baseada em ícones. Os programas são compostos de páginas, que são divididas em regras, que são divididas em condições e ações. As condições são avaliadas simultaneamente. Também permite a programação de cada objeto e personagem individualmente para interagir com o mundo, sendo capaz de operar como agentes inteligentes. Os programas são expressas em termos físicos, usando conceitos como visão, audição, e tempo para controlar o comportamento do personagem. Além disso, Kodu tem outras características como construtor de pontes e caminhos, editor interativo, e diversos personagens diferentes com diferentes habilidades (RESEARCH, 2016). A Figura 8, apresenta uma imagem do ambiente de programação do Kodu.



Figura 8: Tela do ambiente do Kodu.

Fonte: <https://www.kodugamelab.com>

O Kodu atende plenamente seu objetivo, que é inserir a criança ao mundo da programação, no entanto, ele pode se tornar inviável caso o professor possua objetivos educacionais diferentes, de maneira que, o seu uso se torna limitado caso o professor queira abordar diversos conteúdos vistos em sala de aula.

2.2.3 Gamestar Mechanic

Gamestar Mechanic, originalmente desenvolvido pela Gamelab em parceria com o Institute of Play e o Academic Advanced Distributed Learning Co-Lab (AADLC) na Universidade de Wisconsin-Madison, e atualmente apoiado por uma parceria entre o Institute of Play e E-Line Media. Gamestar Mechanic é um jogo em comunidade projetado para ensinar as crianças os princípios de projeto de jogos e pensamento computacional em um ambiente.

Gamestar Mechanic é, de uma maneira geral, é um jogo sobre como fazer jogos no qual os usuários aprendem a pensar e se comunicar como projetistas, jogando, construindo e compartilhando jogos por meio do ambiente online representado na Figura 9. O jogo se passa dentro de uma narrativa que coloca os jogadores no papel de construtores, em um

mundo de fantasia no qual as pessoas descobrem como compartilhar jogos bem desenvolvidos e aproveitar a sua energia para abastecer os sistemas que suportam as suas vidas (GAMES, 2009).

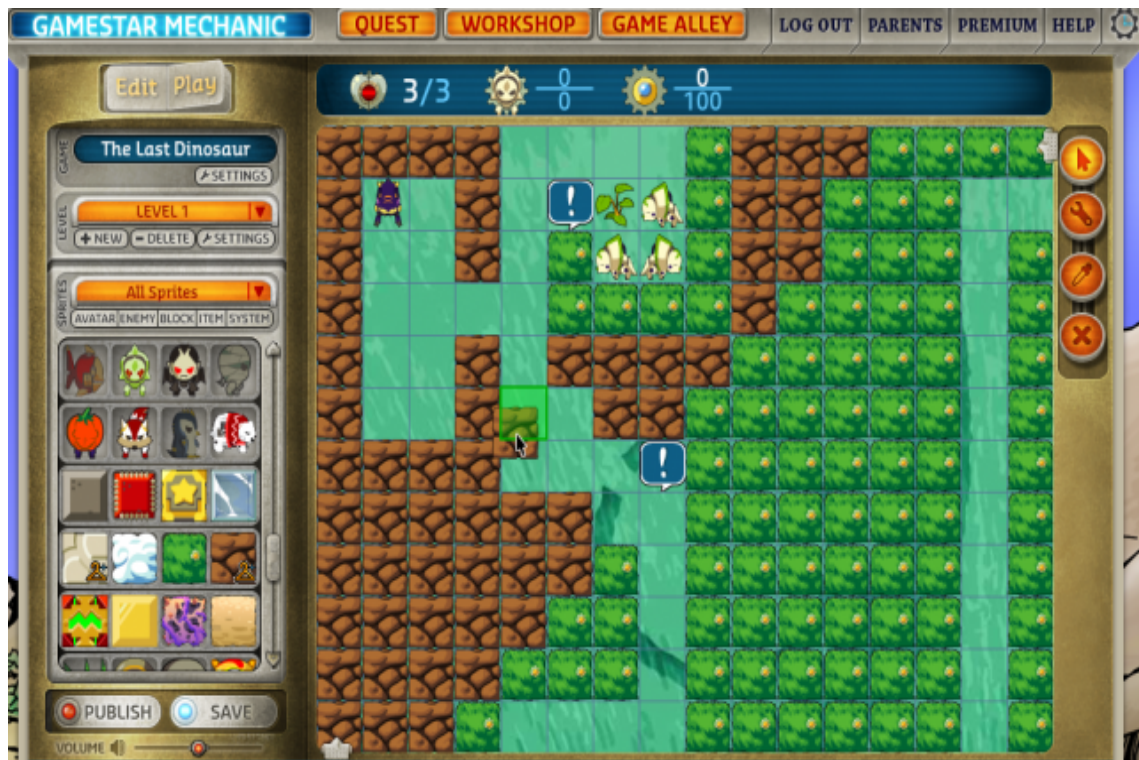


Figura 9: Tela do editor do Gamestar Mechanic.

Fonte: <https://gamestarmechanic.com>

À medida em que o jogador avança na tarefa de restabelecer as fábricas desativadas do jogo, o mesmo prossegue como um membro de uma organização denominada Allied Mechanic Project, cujos membros são representados por personagens ou por pessoas reais. Para isso, os jogadores devem visitar diversas galerias em cada fábrica, jogando, projetando, construindo e reparando níveis.

Apesar desta ferramenta apresentar funcionalidades interessantes, tais como: permitir que o aluno possa criar os jogos através de uma interface simples e intuitiva e a possibilidade de compartilhamento dos jogos criados. Ela possui limitações quanto a sua utilização em sala de aula, pois a ferramenta não permite que o professor possa inserir diferentes temas educacionais, limitando a somente os temas presentes na ferramenta, o que pode divergir dos objetivos pedagógicos do professor.

2.2.4 E-Adventure

O e-Adventure é um projeto de pesquisa desenvolvido por um grupo de pesquisa na Universidad Complutense de Madrid, o projeto proporciona uma plataforma para criação de jogos educativos 2D, com ênfase em jogos do gênero de aventura *point & click* (ver Figura 10). O e-Adventure é exposto como uma plataforma que simplifica a introdução de jogos educativos como parte do processo educacional, buscando ajustar-se às dificuldades que isso implica. A plataforma é especificamente destinada a professores, e que estes, possam criar os jogos de maneira que os jogos tenham um valor educativo efetivo (TORRENTE et al., 2010).



Figura 10: Imagem de um jogo desenvolvido com o e-Adventure.

Fonte: <http://e-adventure.e-ucm.es>

Para tal fim, a ferramenta disponibiliza um editor gráfico (ver Figura 11) que permite ao professor definir todos os elementos e relações que estarão envolvidas no jogo, ela também disponibiliza um motor para executar os jogos criados. Como foi supracitado, a ferramenta visa a criação de jogos no gênero de aventura *point & click*, além disso, são jogos narrativos, ou seja, para que eles possam transmitir conhecimento com eficácia, o fator mais importante é a história.

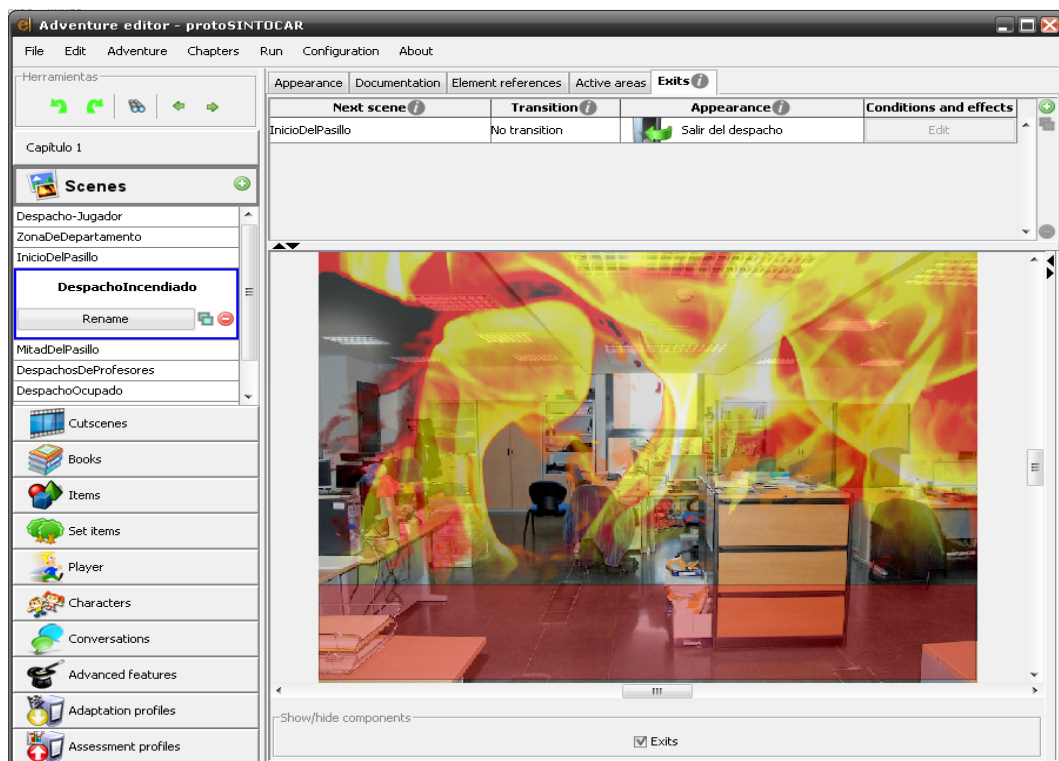


Figura 11: Imagem do editor de jogos do e-Adventure.

Fonte: <http://e-adventure.e-ucm.es>

De uma maneira geral, o principal objetivo da plataforma e-Adventure é trazer o mundo de jogos educativos para o âmbito da educação, com ênfase especial nos próprios professores. Portanto, a plataforma se concentra em criar aventuras gráficas com um baixo custo de produção, mas de alto valor educativo. Os jogos desenvolvidos utilizando a plataforma, podem ser executados em computadores com Windows, Linux e Mac OS, porém, também é possível exportar os jogos como conteúdo Web, de maneira que possam ser publicados na Internet e os alunos possam executá-los através de um navegador Web.

A estrutura básica de um jogos desenvolvido com a plataforma e-Adventure é análogo ao que seria o roteiro de uma peça (ver Figura 12). Desta forma, podemos considerar o autor do jogo como o “diretor-escritor” de uma peça ou filme. Portanto, ao criar um jogo com o e-Adventure deve-se definir as cenas que aconteceram as ações, os objetos que aparecem a ela e com o que o jogador pode interagir, o protagonista (jogador) e os outros personagens pertencentes a ela. Desta maneira, formando a história do jogo. O editor fornece um mecanismo para controlar a narrativa de aventura como “diretor”, definindo os desafios ou quebra-cabeças que o jogador deve completar a fim de avançar, como os personagens se relacionam com os outros e como ocorre a interação com cada elemento.

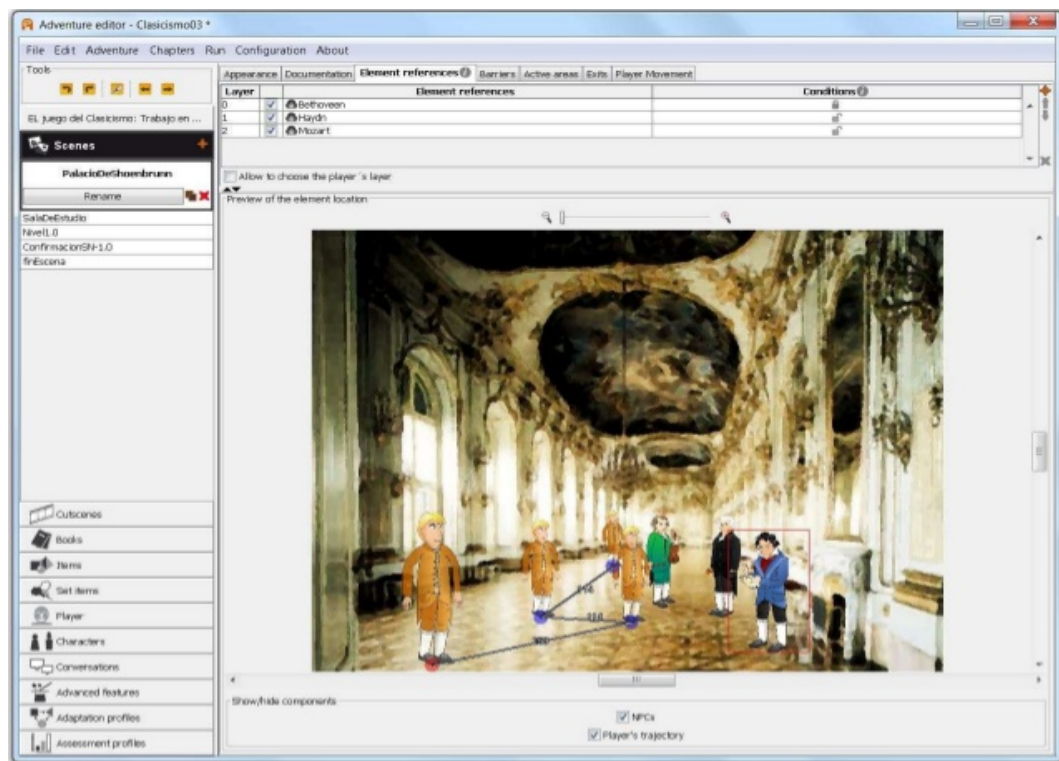


Figura 12: Editor de roteiro de jogo do e-Adventure.

Fonte: <http://e-adventure.e-ucm.es>

2.2.5 FazGame

O FazGame é uma ferramenta que apresenta ambiente lúdico e intuitivo para criação de games educacionais. A ferramenta está associada ao Portal FazGame, que possibilita a publicação e acesso aos games a qualquer hora e lugar. O objetivo da ferramenta é que durante o processo de criação dos jogos, os usuários possam desenvolver o raciocínio lógico, solucionando problemas, trabalhando a criatividade e a colaboratividade, ao mesmo tempo que se motivam para a aprendizagem de conteúdos pedagógicos (FAZGAME, 2017). Com o FazGame somente é possível criar jogos narrativos do tipo *point-and-click*, com missões e cenas, como pode ser visto na Figura 13. Para o desenvolvimento dos jogos a ferramenta oferece um conjunto de cenários, personagens e objetos. Entretanto, a ferramenta também permite que o desenvolvedor possa importar suas próprias imagens, de maneira que possam ser utilizadas como cenários, personagens e objetos.



Figura 13: Interface do FazGame.

Fonte: <https://www.fazgame.com.br>

Os jogos criados podem ser publicados no portal do FazGame possibilitando que pais, professores e alunos possam acessar aos jogos criados.

2.2.6 Gamesalad

GameSalad é uma ferramenta que utiliza o sistema de arrastar e soltar de forma com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de jogos a usuários sem conhecimentos de programação. Com editores visuais e uma lógica baseada em comportamentos, esta é usada por usuário e profissionais criativos, como designers gráficos, artistas e desenvolvedores de jogos, para uma rápida prototipagem e construção de jogos multiplataforma (GAMESALAD, 2017).

A ferramenta fornece uma interface gráfica para descrever as regras e os comportamentos dos objetos do jogo, sem o usuário sinta a necessidade de saber programar. Os comportamentos são componentes de um ator que pode instantaneamente ou persistentemente afetar o ator dependendo das regras que o compõem. O GameSalad já vem com uma biblioteca de comportamentos (estados de atributos, movimentos, colisão, etc.) que podem ser agrupados para criar novos comportamentos. As principais características

apresentada pela ferramenta são:

- Publicação em múltiplas plataformas;
- Edição em tempo real: os utilizadores podem editar a cena de jogo enquanto este está a ser executado;
- Pré-visualização do jogo: contém um modo de visualização específico para testar os jogos nos dispositivos vendo o seu desempenho e gasto de memória;
- Editor de fases: os utilizadores podem adicionar e manipular os atores numa cena através do sistema simples de *drag-and-drop*;
- Expressões: para utilizadores avançados, o GameSalad contém um editor para definir comportamentos complexos com expressões matemáticas e uma biblioteca de funções.

2.2.7 Considerações finais

Neste capítulo foram apresentadas ferramentas criadas com o objetivo de possibilitar o desenvolvimento de jogos, a maioria tendo como público alvo pessoas sem tanto conhecimento em programação.

Dentre algumas ferramentas encontradas e descritas na Seção 2.2, podemos destacar o Scratch e o Kodu, pois, além de não necessitar um elevado conhecimento de programação para desenvolver os jogos, também fornece uma interface simples e intuitiva, facilitando o desenvolvimento de novos jogos. Porém, da forma com que essas ferramentas tratam, o aluno precisará de um certo nível de conhecimento sobre lógica de programação para começar a fazer os jogos. Isso ocorre pois elas foram desenvolvidas com o objetivo de ensinar conceitos de ciência da computação.

3 PESQUISAS RELACIONADAS

Neste capítulo é apresentado algumas pesquisas acadêmicas relacionadas ao processo de criação de jogos digitais por professores e alunos, relatos de uso de algumas ferramentas nas escolas, é descrito também, algumas considerações acerca do uso de ferramentas nas escolas, por último, é apresentado as considerações finais acerca do capítulo.

3.1 Ambientes de criação ou customização de jogos digitais educacionais

No trabalho de Nogueira, Chaimowicz e Prates (2013), foi desenvolvido um portal de jogos que possibilita a customização do conteúdo do jogo por professores, e a sua disponibilização para os alunos. O objetivo é que os professores possam selecionar e utilizar jogos que se adeque ao conteúdo ministrado em sala de aula. Para que novos jogos sejam inseridos no portal, é necessário que o desenvolvedor defina como será a customização oferecida ao professor, ou seja, cabe ao desenvolvedor criar o jogo prevendo o conteúdo customizável. Os jogos são criados pelo desenvolvedor em um ambiente externo do portal, porém, seguindo as regras para que possam efetivamente se comunicar com o mesmo.

Após a criação do jogo, cabe ao desenvolvedor, cadastrar o jogo no portal. Durante o cadastro, deve especificar algumas informações como nome, ciclo escolar recomendado, disciplina, também, deve ser enviado o arquivo do jogo e deve ser especificado o esquema que define quais os parâmetros do jogo podem ser customizados pelo professor. Após os jogos estarem disponíveis no portal, os professores então selecionam o(s) jogo(s) de interesse e customizam o conteúdo de cada jogo que será disponibilizado para seus alunos. Porém, esta ferramenta não oferece aos professores e alunos a possibilidade de criar novos jogos. Sendo possível ao professor somente customizar o conteúdo dos jogos.

Giaretta et al. (1998), apresenta uma ferramenta de auxílio ao desenvolvimento de jogos educativos digitais. Ela possibilita a criação de jogos do tipo forca, memória e caça-

palavras. A ferramenta é composta por dois módulos: um de execução e outro de criação. No módulo de execução possibilita ao aluno executar os jogos desenvolvidos. O módulo de criação, possibilita que professores e alunos escolham dentre os tipos disponíveis, qual jogo desejam criar. Cada tipo de jogo possui um conjunto de conteúdo que pode ser personalizado, como por exemplo, no jogo caça-palavras, é possível especificar as palavras que devem ser localizadas, e informações relacionadas a cada palavra, que pode ser uma figura ou frase. Apesar desta ferramenta possuir um aspecto interessante, que é a possibilidade dos alunos criarem seus próprios jogos, ela possui uma quantidade de tipos de jogos limitada e não fornece quaisquer auxílio para que seja possível a criação de novos tipos de jogos.

Também sobre a criação e customização de jogos pelos professor e alunos é apresentado por Clark et al. (2011) um estudo que consiste no projeto de um sistema de jogos educacionais que seja modular e extensível, e que os professores possam facilmente estender o seu plano de aula em jogos. O projeto é baseado em uma arquitetura cliente-servidor, composto por três módulos: O módulo *Website/Database*, que é usado principalmente para permitir que os professores criem novas lições e armazenem lições antigas e estatísticas dos alunos. Usando este módulo, os professores, baseando-se em seu plano de aula também podem selecionar quais lições devem estar disponíveis para os alunos. Além disso, as estatísticas dos alunos são organizadas em gráficos para professores e pais, para que possam acompanhar os resultados e progresso dos alunos.

O módulo Interface *Website/Database*, é responsável por gerenciar e otimizar as consultas realizadas ao banco de dados. Por último, o módulo Game Manager que fornece uma abstração para que novos jogos possam ser adicionados, além de, ser a principal interface de comunicação entre aluno, o sistema e os jogos. Para que novos jogos sejam adicionados, somente se faz necessário que eles saibam como se comunicar com o módulo Interface *Website/Database*, para solicitar problemas e retornar estatísticas dos alunos. Embora esta ferramenta auxilie no processo de criação de novos jogos, ela permite somente a criação de jogos que tratam conceitos matemáticos, inviabilizando o seu uso pelo professor que deseje utilizar a ferramenta com a finalidade de abordar conceitos acerca de outras disciplinas.

As pesquisas acadêmicas descritas acima, desenvolvidas com o objetivo de possibilitar a customização de jogos por professores e alunos. Entretanto, nenhuma das pesquisas fornece uma ferramenta que além de auxiliar na customização do conteúdo dos jogos pelos professores, auxilie também na criação de novos jogos.

3.2 Aplicação nas escolas

Dentre as ferramentas e pesquisas supracitadas relacionadas ao processo de desenvolvimento de jogos por professores e alunos, as ferramentas Scratch e Kodu se destacam pela sua utilização nas escolas.

Como apresentado no estudo realizado por Neto (2013), o uso do Scratch proporciona um ambiente interativo e descontraído de ensino. Também podemos encontrar na literatura relatos como o de Silva et. al., (2014), onde afirma que o Scratch apresenta inúmeras possibilidades pedagógicas e contribui para a contextualização dos conteúdos programáticos. Porém, Neto (2013) destaca algumas dificuldades encontradas com a utilização do Scratch, tais como: poucas imagens para ser utilizadas nos jogos e, em alguns casos, dependendo do que se deseja fazer, se faz necessário a junção de muitos blocos de comando, tornando a programação trabalhosa para os alunos.

Com relação à utilização do Kodu, em um relato de experiência com o Pilot (2009), *The impact of web 2.0 technologies in the classroom, KnowledgeBank: Next Generation, Kodu excerpt*, em um relatório apresentado aos professores envolvidos no projeto, todos afirmaram acreditar que o uso do Kodu em sala de aula é relevante para a aprendizagem dos alunos e desenvolvimento do currículo e que ele fornece um ambiente propício à aprendizagem colaborativa, além de colaborar no processo de ensino de conhecimentos de lógica de programação. Em um estudo realizado por Fowler e Cusack (2011), eles apresentam uma experiência de utilização do Kodu em sala de aula obtendo como resultado que a ferramenta foi eficaz no processo de aprendizagem de programação para os alunos. Segundo uma pesquisa realizada por Costa et al. (2014), o Kodu apresentou algumas limitações como uma quantidade reduzida de elementos e personagens, além disso, em alguns alunos pode ser observado a frustração em não conseguir elaborar os comandos lógicos para os personagens.

Vale ressaltar que tanto o Scratch quanto o Kodu, apesar dos benefícios e limitações apresentadas anteriormente, são ferramentas desenvolvidas com objetivo de trabalhar conceitos de programação no processo de criação dos jogos. Porém, em alguns casos isso venha a ser um fator que dificulte a utilização por professores com objetivos educacionais diferentes, de modo que, limite o professor na abordagem de diversos conteúdos abordados em sala de aula.

3.3 Considerações sobre um ambiente para uso na escola

Com base em uma análise dos benefícios e limitações dos trabalhos relacionados, podemos definir alguns aspectos como fundamentais para a elaboração de uma abordagem que pode ser considerada adequada para o uso por professores e alunos no processo de criação de jogos digitais. Dentre os aspectos podemos destacar:

- Não seja necessário conhecimento em linguagens de programação;
- Possua um nível elevado de elementos e funcionalidades prontas;
- Permita a criação de novos elementos e que possam ser acoplados a ferramenta, por profissionais de computação e *design*;
- Permita o professor vincular com o tema trabalhado em sala de aula (forma de indexar e buscar direcionamentos/ajuda de acordo com tema);
- Possua uma interface simples e intuitiva;
- Durante o processo de criação dos jogos não seja necessário pensamento computacional (conceitos de programação), exceto, se o objetivo for tratar conceitos de pensamento computacional;
- Possibilite ao professor acompanhar o desempenho dos alunos durante a criação ou execução dos jogos ou permita a exportação para alguma plataforma educacional;
- Permita a criação de jogos de diversos gêneros.

Seguindo os aspectos acima descritos, podemos considerar que a ferramenta ao possuir todos estes recursos pode ser considerada uma ferramenta auxiliar do processo de ensino-aprendizagem com potencial elevado para o uso por professores e aluno.

3.4 Considerações finais

Neste capítulo foi apresentado trabalhos acadêmicos desenvolvidos com intuito de auxiliar o professor a criar e customizar jogos digitais que se adequam aos seus objetivos pedagógicos. Apresentou-se também, relatos de casos de aplicação de algumas ferramentas na escola tais como: o Scratch e o Kodu. Além disso, foi apresentado considerações sobre

alguns aspectos que podem ser considerados fundamentais estarem presentes em uma ferramenta para criação de jogos educativos por professores e aluno.

O próximo capítulo propõe desenvolver e avaliar um jogo onde o aluno monta a fase, ao invés de programar, como acontece com o Scratch, sendo assim mais simples o desenvolvimento do jogo. O jogo foi desenvolvido com o objetivo de validar conceitos que serão utilizados na abordagem proposta nesta pesquisa.

4 ESTUDO EXPLORATÓRIO

Este capítulo apresenta um estudo exploratório utilizado para validar os principais conceitos da proposta deste trabalho. Também coletar evidências iniciais sobre hipóteses formuladas principalmente a partir de experiências realizadas em escolas e na revisão das ferramentas e trabalhos acadêmicos existentes descritas nos capítulos anteriores.

Sendo assim, este capítulo encontra-se organizado da seguinte maneira: na Seção 4.1, uma discussão sobre a metodologia utilizada. Na Seção 4.2 é abordado sobre o jogo desenvolvido, na Seção 4.3 detalhes acerca da arquitetura desenvolvida, enquanto na Seção 4.4 a avaliação e resultado da aplicação do jogo. Para finalizar, na Seção 4.5 é apresentado as conclusões acerca do estudo realizado.

4.1 Metodologia utilizada

O trabalho ora apresentado é um estudo exploratório que investiga a criação de fases de jogos digitais educativos pelos próprios alunos. Este estudo consiste em duas etapas: a obtenção de um jogo educacional na qual estudantes criem suas fases; uma avaliação do mesmo em sala de aula.

Na primeira etapa deste estudo, foi realizada uma pesquisa visando encontrar jogos digitais educativos com essa característica. Como não foram encontrados jogos que atendessem os requisitos desta pesquisa, optou-se pelo desenvolvimento de um jogo novo que tivesse as características requeridas para este estudo. A escolha do jogo a ser desenvolvido foi realizada junto aos professores de uma escola parceira, visando permitir que o jogo fosse executado na mesma de forma alinhada com suas aulas e metodologia pedagógica, além de ter a possibilidade dos próprios alunos criarem, editarem e compartilhem as fases desenvolvidas.

Desta forma, os autores desta pesquisa desenvolveram o jogo com os requisitos pedagógicos identificados pelos professores e aplicaram o jogo (segunda etapa do estudo) na

escola. Para o planejamento deste estudo e descrição dos resultados, os autores seguiram as orientações propostas em Wohlin et. al. (2000). Para guiar o planejamento e execução do estudo proposto, as questões de pesquisas a seguir foram definidas para este estudo. As hipóteses de pesquisa dos autores associadas a cada uma das questões também são apresentadas.

- **QP1:** Quais as dificuldades reportadas ou observadas que os alunos tiveram ao jogar ou criar fases do jogo sem maiores treinamentos?
- **HP1:** Nenhuma dificuldade relevante, pois o jogo não requer treinamento específico nem conhecimentos de programação por parte dos alunos.
- **QP2:** Os alunos se sentiram motivados em criar jogos?
- **HP2:** Sim, mesmo que simples, as fases de jogo desenvolvidas atraem o interesse do aluno pelo fato deles serem os protagonistas desse processo criativo.
- **QP3:** Os alunos se interessaram por compartilhar seus jogos e jogar os de seus colegas?
- **HP3:** Sim, compartilhar seus jogos e jogar os dos demais colegas engajam os alunos.
- **QP4:** Quantas fases cada aluno conseguiu criar e jogar no período de 1h?
- **HP4:** Pelo menos duas fases, além de jogar a de seus colegas, pois as atividades baseadas em jogos podem ser realizadas em laboratório no horário regular de aula (45min a 1h).

Estas hipóteses, uma vez confirmadas, demonstram o impacto potencial e facilidade de adoção que jogos como o do tipo investigado neste trabalho podem ter em sala de aula.

4.2 Jogo desenvolvido

O jogo Localização foi idealizado a partir de atividades realizadas no ensino fundamental por uma escola na qual os autores do trabalho possuem parceria. Essas atividades tratam de conceitos matemáticos de localização espacial de objetos a partir de um ponto de referência (à esquerda de, à direita de, abaixo de, entre outros). A escolha desse jogo se deu pelo fato de se ter embasamento pedagógico, de poder ser implementado como

um jogo de plataforma (estilo atrativo), e pelo tema ser relevante para realização de um estudo na escola parceira.

No jogo proposto, o aluno pode tanto jogar fases como criar e compartilhar novas fases para este jogo. Para isto, turmas, professores e alunos são cadastrados previamente no sistema servidor do jogo. Após entrar com seu login e senha no jogo, o aluno é direcionado para a tela de visualização de fases, a qual permite que o aluno visualize as fases do jogo criadas por seu professor (área A da Figura 14), as fases criadas por ele (B) e as fases criadas por seus amigos (C). Para jogar uma fase, basta selecioná-la e clicar no botão de play. Já na área B da tela existe um botão que permite a criação de uma nova fase com cenário vazio.

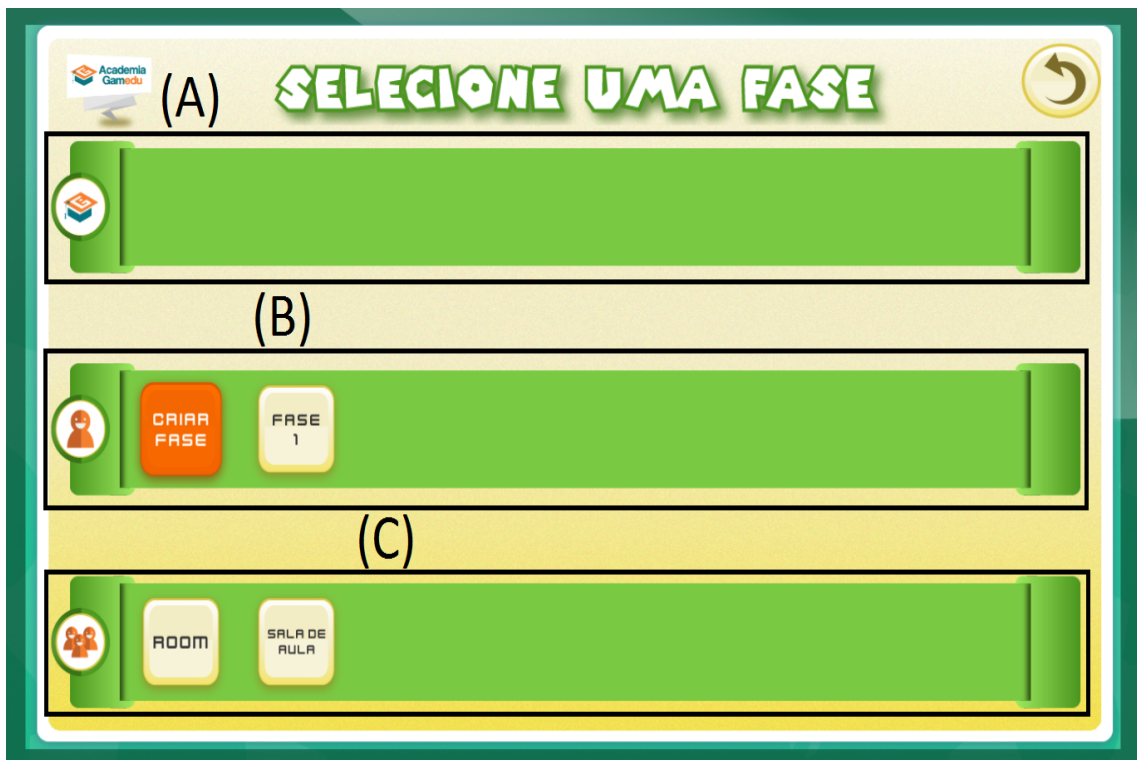


Figura 14: Tela de listagem de fases.

O jogo é composto ainda por mais dois módulos: o Módulo de Execução, responsável pela execução de uma fase; e o Módulo de Edição, que através de uma interface intuitiva possibilita ao aluno criar ou editar suas fases. As próximas subseções detalham esses dois módulos do jogo.

4.2.1 Módulo de execução

Ao se clicar para jogar uma fase do jogo, a mesma começa exibindo uma dica de onde uma chave perdida se encontra. O texto da dica é definido durante o processo de criação da fase e, no caso do exemplo mostrado na Figura 15, possui informações de localização a partir de dois pontos de referência.



Figura 15: Tela de início de fase, mostrando dica de onde se encontra a chave perdida.

Após a exibição da dica, o aluno deve movimentar o personagem do jogo em busca da chave levando em consideração a dica que foi dada. O cenário da fase é montado pelo aluno e, no caso da Figura 16, simula um ambiente de uma sala de aula. Visando possibilitar diferentes níveis de dificuldade, o aluno pode: (i) usar diferentes tipos de objetos como ponto de referência; (ii) colocar objetos como obstáculos, como as cadeiras que o personagem precisa contornar para poder se movimentar; (iii) colocar inimigos, como insetos que os alunos devem evitar para obter a pontuação máxima na fase. No caso, esses insetos se movimentam em direção ao avatar, através de um algoritmo de busca de caminho.

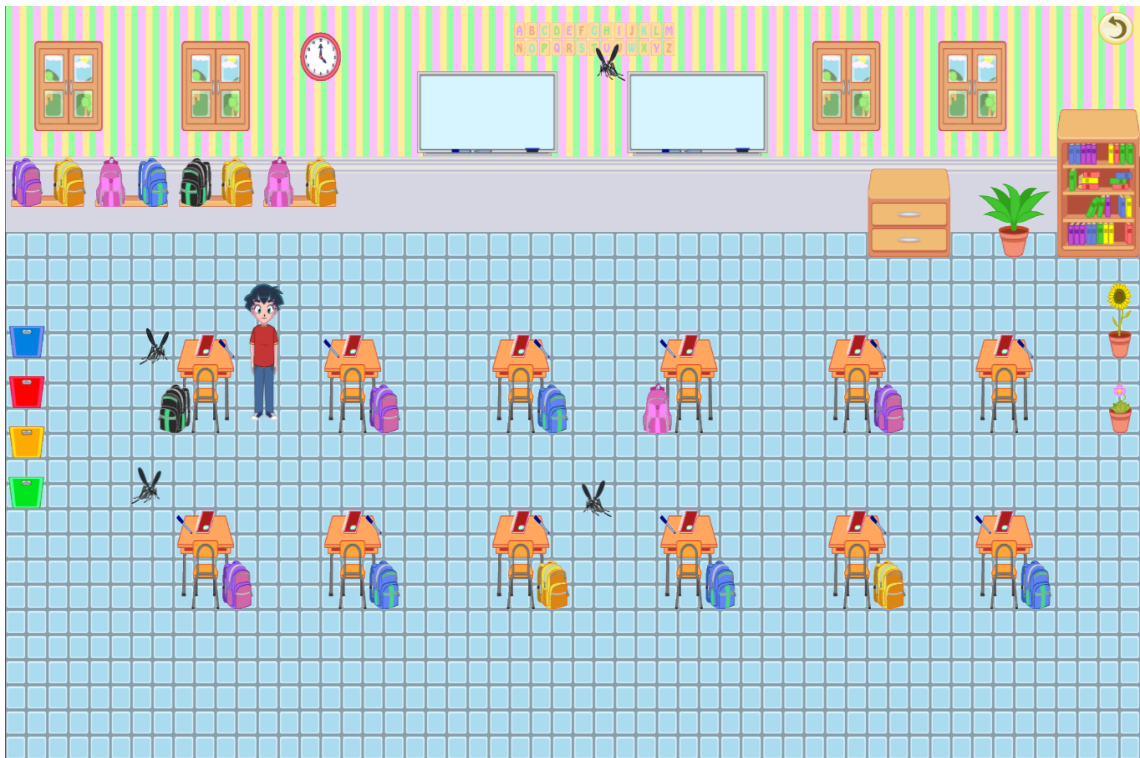


Figura 16: Exemplo de fase criada no jogo Localização.

A fase é concluída quando o aluno encontra a chave perdida. Para isso, basta posicionar o personagem no local onde a chave se encontra escondida, o qual é indicado pela dica, e então pressionar a tecla P. Em seguida, é exibida a pontuação atingida pelo aluno, representada através de estrelas (Figura 17). Se não houver colisão com insetos nem tentativas erradas de se encontrar a chave, a pontuação máxima é atingida. Caso contrário, sua pontuação será reduzida de acordo com a quantidade de colisões ou tentativas frustradas de se encontrar a chave.



Figura 17: Fim de fase de jogo, com avaliação de desempenho do aluno.

4.2.2 Módulo de edição

O módulo de edição de fase permite que o aluno crie ou altere uma fase do jogo. O processo de criação de uma fase consiste na inserção de objetos no cenário provindos de uma biblioteca disponível no jogo. Ao abrir o módulo de edição, o cenário se encontra vazio, tendo apenas os componentes essenciais do jogo, o personagem e a chave perdida. Esta chave fica visível apenas no modo de edição de fase, não no modo de execução.

Internamente, o módulo de edição é subdividido em três componentes principais (ver Figura 18). O primeiro componente é usado para a Seleção de Objetos (A), no qual os objetos para serem colocados no cenário são apresentados e organizados em categorias de objetos (piso, parede, mobília, entre outros). O segundo componente é a Barra de Ferramentas (B), uma caixa de ferramentas que serão utilizadas para a edição do jogo (inserir componentes, apagar componentes, salvar fase, dentre outros). Por fim, o terceiro componente do módulo de edição é o Cenário (C), área do jogo na qual são colocados os objetos.

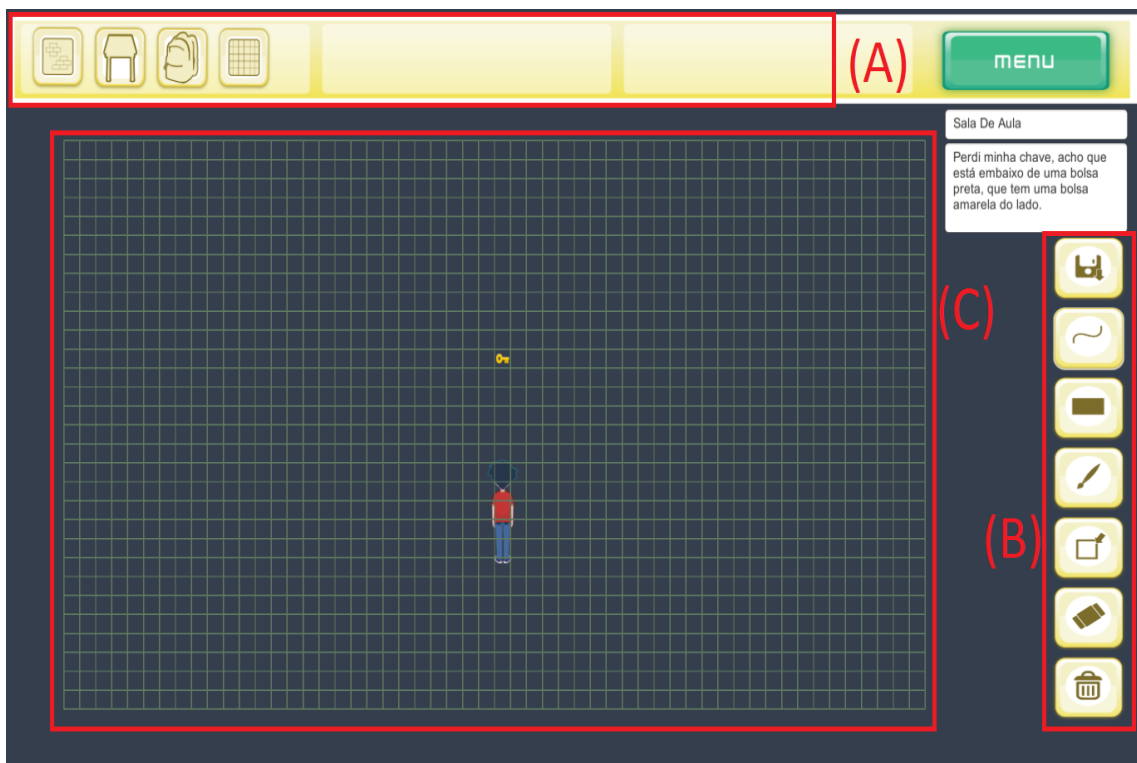


Figura 18: Tela de criação de nova fase.

No módulo de edição também é necessário que o aluno defina qual o local onde o avatar que será controlado pelo aluno deve se encontrar inicialmente, especificar o local onde a chave perdida se encontra e escrever uma dica para que os jogadores consigam encontrar a chave. Vale ressaltar que processo de edição de uma fase é semelhante ao de criação de uma nova, e que ao editar ou criar uma nova fase o contexto educacional deve ser mantido pelo aluno, sendo responsabilidade do professor verificar este aspecto. A Figura 19 ilustra uma fase criada no módulo de edição.



Figura 19: Módulo de edição.

4.3 Arquitetura desenvolvida

A arquitetura utilizada no jogo Localização foi elaborada com o objetivo de servir de protótipo e que pudesse ser estendida posteriormente para novos jogos. A arquitetura utilizada foi dividida em duas partes. A primeira é o *Front-End*, responsável por executar o jogo, carregar dados pertinentes do aluno e do jogo. A segunda é o *Back-End* que, de maneira geral, é responsável por armazenar e compartilhar os dados e fases criadas pelos alunos.

A comunicação entre o *Front-End* e o *Back-End*, é feita através de uma *Application Programming Interface Representational State Transfer* (API REST) disponibilizada pelo *Back-End*. É ilustrado na Figura 20, a arquitetura desenvolvida.

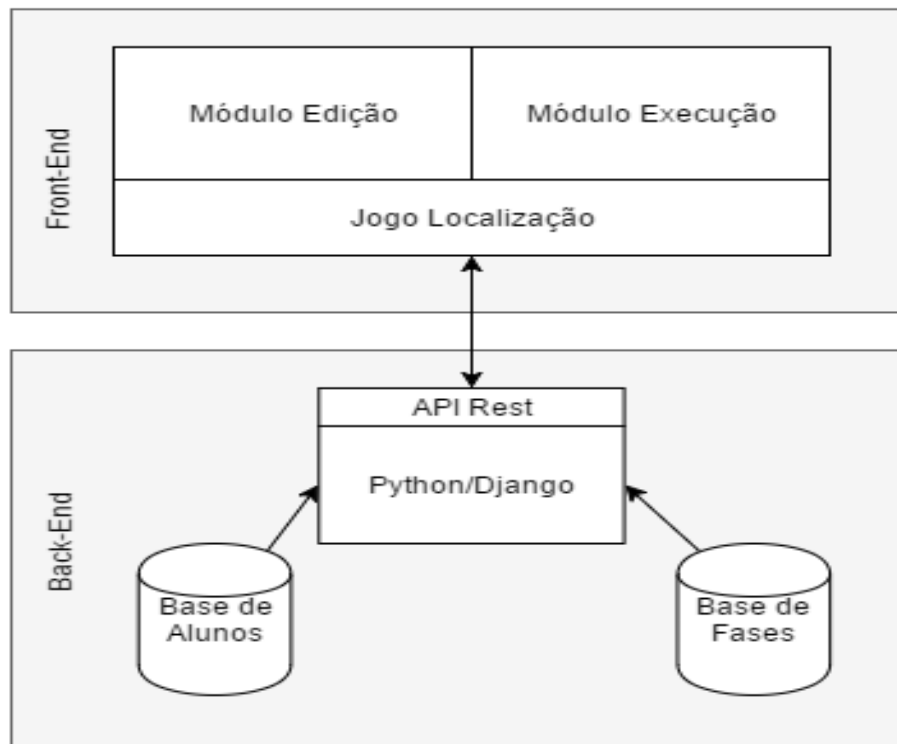


Figura 20: Arquitetura inicial utilizada no jogo Localização.

4.4 Avaliação do jogo

Esta seção detalha uma avaliação realizada em sala de aula com o jogo Localização, visando responder às questões de pesquisa deste estudo exploratório.

4.4.1 Participantes

O jogo proposto foi aplicado em dois ambientes distintos. Em um primeiro momento, o jogo foi aplicado junto a uma turma de 17 alunos entre 7 e 9 anos, em um horário de aula de alunos envolvidos no tempo integral. Em um segundo momento, o jogo foi aplicado junto a alunos que estavam iniciando em um clube de programação de jogos digitais realizados no último horário de aula, sem ser no contraturno. Ao todo, oito alunos deste clube participaram do estudo, com idades entre 9 anos e 11 anos.

4.4.2 Coleta de dados

Neste estudo de caso, foram coletados os seguintes dados dos participantes:

- Anotações sobre o comportamento, questionamentos e dificuldades dos alunos durante a realização das atividades;
- Respostas aos questionamentos feitos pelo tutor aos alunos, com perguntas sobre o que cada um achou interessante, o que poderia melhorar, dentre outras. Apenas alunos do segundo momento (clube) responderam a esses questionamentos, devido à baixa idade dos participantes do primeiro momento.

4.4.3 Procedimentos de execução

Durante o estudo, o professor da aula realizou alguns procedimentos. Primeiro, ele demonstrou rapidamente aos alunos o funcionamento do jogo. Em seguida, foi solicitado que os alunos jogassem quatro fases criadas previamente pelo tutor. Após isso, os alunos puderam criar suas próprias fases e jogá-las, como também as fases dos outros alunos presentes. Para finalizar, cada aluno foi interrogado acerca das qualidades e dificuldades da ferramenta.

4.4.4 Resultados

Esta seção tem por finalidade discutir os resultados da execução do estudo, respondendo a cada uma das questões de pesquisa.

QP1: Quais as dificuldades reportadas ou observadas que os alunos tiveram ao jogar ou criar fases do jogo sem maiores treinamentos?

De acordo com dados coletados pelo tutor durante o estudo, foi constatado que todos os alunos após receberem uma explicação de como criar fases para o jogo, conseguiram criar novas fases sozinhos. As dúvidas que os alunos tiveram foram sanadas durante a explicação e no momento da criação das fases eles não apresentaram novas dúvidas acerca de como criar novos jogos. Esse resultado suporta a Hipótese HP1: “*Nenhuma dificuldade relevante, pois o jogo não requer treinamento específico nem conhecimentos de programação por parte dos alunos*”.

QP2: Os alunos se sentiram motivados em criar fases?

Conforme os resultados do estudo realizado, podemos perceber que a houve motivação por parte de todos os alunos para a criação das fases, tendo afirmado que gostaram e acharam divertido o processo de criação. Uma observação reportada foi a de uma estudante que não tinha interesse em jogar jogos educativos, mas que demonstrou grande interesse

quando a ideia passou a ser de um jogo criado por ela.

Uma ressalva foi feita por dois alunos que embora tenham dito que se sentiram motivados, estes relataram que gostariam de mais variedades de jogos para melhorar as suas experiências em relação à ferramenta.

Dois fatores foram relevantes em relação à motivação, sendo estes a quantidade de objetos e a pontuação após jogar a fase. Em relação aos objetos, todos afirmaram que gostariam que mais objetos fossem disponibilizados para serem utilizados durante a criação da fase. O outro fator foi constatado pelo professor que os alunos se sentiam motivados a jogar mais vezes a mesma fase com o objetivo de obter uma pontuação maior.

Os resultados reportados oferecem suporte a nossa Hipótese HP2: “*Sim, mesmo que simples, as fases de jogo desenvolvidas atraem o interesse do aluno pelo fato deles serem os protagonistas desse processo criativo*”.

QP3: Os alunos se interessaram por compartilhar suas fases e jogar as de seus colegas?

Conforme os dados coletados, foi constatado o interesse por parte dos alunos em compartilhar as fases que estavam sendo desenvolvidos com os outros participantes. O tutor relatou que todos os alunos, após criarem uma fase, pediam para que os outros participantes a jogasse. Diante disso, os resultados dessa QP confirmam a Hipótese HP3: “*Sim, compartilhar seus jogos e jogar os dos demais colegas engajam os alunos*”.

QP4: Quantas fases cada aluno conseguiu criar e jogar no período de 1h?

Durante o estudo foi possível perceber que o período de aula de cinquenta minutos foi suficiente para cada aluno criar em média de 3 a 4 fases, jogá-las e jogar a fases que vinham no jogo e as criadas por seus colegas. Esse resultado confirma a Hipótese HP4: “*Pelo menos duas fases, além de jogar a de seus colegas, pois as atividades baseadas em jogos podem ser realizadas em laboratório no horário regular de aula (45min a 1h)*”.

4.4.5 Ameaças à validade

Entre os fatores que ameaçam a validade deste estudo, destaca-se o impacto na generalização dos resultados, dada a pequena quantidade de participantes. No entanto, como o objetivo deste estudo foi mais exploratório, os resultados demonstram que o jogo foi avaliado positivamente e que os objetivos instrucionais foram alcançados facilmente, gerando evidências que suportam os princípios básicos deste trabalho e que fomentam a

realização de estudos adicionais com propostas e evidências mais generalizáveis acerca do tema investigado neste trabalho.

Além disso, o professor de ambas as turmas nas quais o jogo foi aplicado tinham conhecimentos de programação. Com isso, mais estudos são necessários para se saber da dificuldade de uso desta ferramenta por parte de professores sem conhecimentos de programação. Entretanto, em uma reunião com professores do ensino fundamental I, o jogo foi apresentado e eles conseguiram jogar sem maiores dificuldades, após uma breve explicação do funcionamento do jogo. Isto sugere que o jogo na maneira na qual foi desenvolvido também é de fácil uso por parte dos professores.

4.5 Considerações finais

O uso dos jogos digitais vem aumentando na educação, tanto como recursos que aliam a ludicidade a um potencial educativo, quanto como parte do processo de aprendizagem dos próprios jogos que podem criar seus próprios jogos. Vários estudos vêm apresentando o uso do Scratch e de outras ferramentas para criação de jogos, mas que muitas vezes encontram barreiras de uso por falta de capacitação dos alunos e professores.

Este trabalho investigou a criação de fases de jogos educativos pelos próprios alunos, sem a necessidade de conhecimentos prévios de programação. Para isto, foi necessária a criação de um jogo baseado em atividades pedagógicas realizadas pelos professores de uma escola. Sua aplicação com alunos do ensino fundamental mostrou o potencial de engajamento deste tipo de jogo e sua facilidade de adoção em sala de aula, uma vez que não requer conhecimentos de programação. Este resultado serve de base para a definição da plataforma apresentada no capítulo a seguir com conceitos acerca do processo de criação de jogos digitais educativos mais genéricos, que não requerem conhecimentos de programação, mas que auxiliam o processo educacional através de um aumento do engajamento dos estudantes nos temas estudados na escola e no processo criativo de elaboração de fases de jogos.

5 ABORDAGEM PROPOSTA

Este capítulo apresenta a abordagem de desenvolvimento de jogos digitais educativos proposta neste trabalho, que tem o objetivo de promover a integração e reuso de esforços realizados nessa área por parte de: (i) desenvolvedores e pesquisadores, em termos de programação e *design*; (ii) professores e alunos, em termos de criação de cenários. Para isto, a abordagem consiste em uma arquitetura de componentização de elementos de jogos digitais e em um procedimento de criação dos jogos, os quais são descritas nas seções a seguir.

5.1 Arquitetura de componentização

Para facilitar a criação dos jogos, este trabalho propõe o uso de uma arquitetura componentizada, formada pelos seguintes tipos de componentes principais: modelo de jogo, componente de modelo, componente livre e componente pedagógico. A responsabilidade por criar componentes é primordialmente dos desenvolvedores de jogos. O papel e características de cada um desses componentes suportados são descritos a seguir.

O **Modelo de Jogo** serve de base para a criação de novos jogos. Este componente define regras mandatórias que jogos baseados nesse modelo devem possuir, bem como são acompanhados de um conjunto de componentes de modelo. As regras de um modelo de jogo definem, por exemplo, quais componentes de modelo o jogo obrigatoriamente deve ter, regras mínimas do fim de jogo, formas de pontuação, entre outros.

Os **Componentes de Modelo** são objetos que podem ser inseridos em um jogo e estão associados a pelo menos um modelo de jogo. Ao tomar o clássico jogo Pac-Man como exemplo de modelo de jogo, seus principais componentes de modelo seriam: a representação do jogador (cabeça redonda); paredes que formam o labirinto; pastilhas a serem coletadas e fantasmas que perseguem o jogador. As regras, por sua vez, são definidas pelo modelo de jogo: o cenário precisa ter um personagem herói (cabeça); vence o jogo se comer todas as pastilhas; perde se for pego por um inimigo (fantasma) e outros.

Os **Componentes Livres** também são objetos que podem ser colocados dentro de um jogo, porém sem existir vinculação com um modelo de jogo específico. Isto quer dizer que estes componentes são mais genéricos, podendo eles serem mais decorativos ou interagirem mais ativa ou passivamente. Ainda no exemplo do modelo de jogo Pac-Man, poderiam ser usados componentes livres como objetos coletáveis (moedas e/ou poderes especiais), armas, armadilhas e inimigos que não fazem parte do modelo original do jogo.

Por fim, o **Componente Pedagógico** é composto por um ou mais objetos a serem inseridos no cenário do jogo e tem por objetivo agregar características pedagógicas ao jogo, podendo implementar novas mecânicas e novas regras ao modelo de jogo. Este componente pode ser utilizado para mudar o comportamento das pastilhas, de aumentarem pontos para reduzirem pontos caso sejam coletadas, de acordo com alguma característica que se queira trabalhar, como, cor ou forma geométrica.

A comunicação entre os diferentes tipos de componentes e os modelos de jogo se dá através de eventos, visando permitir maior desacoplamento dos envolvidos. Um evento disparado por um componente pode ser restrito aos componentes próximos a ele (área de colisão) ou a todos os componentes do cenário. Por exemplo, um componente que representa uma bomba pode disparar um evento de explosão para os componentes que se encontrarem em sua área de colisão. Ao escutar esse tipo de evento, componentes que são destrutíveis irão se autodestruir, como reação ao evento da explosão. E o componente que representa o herói, se recebido este evento, poderia perder a vida e disparar outro evento, o qual seria escutado pelo modelo do jogo, o qual analisaria o que fazer, de acordo com as regras implementadas.

5.2 Estrutura dos componentes

Os componentes do jogo podem ser objetos como, por exemplo, cadeiras, mesas, livros, personagens, inimigos e outros. Para se criar um componente, independente de seu tipo (de modelo, livre ou pedagógico), deve-se definir algumas propriedades e comportamentos do mesmo. Em particular, um componente é composto por um ou mais *sprites* (animações visuais), e por um *script* de comportamento. O *script* de comportamento deve conter obrigatoriamente as seguintes funções:

- **Awake**: esta função é chamada no momento em que o componente é carregado. Nela devem ser declarados os atributos do componente, como a definição de suas *sprites*;

- **Start**: esta função é chamada no momento que a fase é iniciada. Nela, deve ser inserido os comandos que devem ser efetuados no momento em que o componentes iniciar;
- **Update**: esta função é chamada periodicamente pelo motor de jogos a ser utilizado e a ideia é que dentro desta função seja inserida toda a lógica de comportamento do componente.

Novamente, os componentes se comunicam com outros componentes e com os modelos de jogo através de eventos que são disparados. A plataforma é responsável por fazer o intermédio entre os componentes que faz o envio dos eventos e os componentes ouvintes, recebendo registro de interesse e enviando notificações de eventos correspondentes a cada interesse registrado.

5.3 Procedimento de criação de jogos

A proposta deste trabalho é que a criação de jogos seja realizada por professores, preferencialmente junto com os alunos, uma vez que eles são os maiores conhecedores sobre quais cenários podem ser utilizados para maximizar o aprendizado e engajamento das suas turmas. Um jogo é criado baseado em um modelo de jogo e é composto por um conjunto de componentes de modelo, componentes livre e componentes pedagógicos.

A Figura 21 apresenta a estrutura de um jogo criado na abordagem proposta. Um jogo é criado a partir de um modelo de jogo e de um conjunto de componentes que fazem sentido a ser utilizado naquele modelo de jogo. Fases são então criadas a partir desses componentes, seja pelo professor ou pelo aluno, bastando-se para isso a inserção destes componentes no cenário do jogo.

A escolha dos componentes pedagógicos deve ser realizada pelo professor, levando-se em consideração qual contexto pedagógico se pretende trabalhar. Já a escolha dos demais componentes podem ficar a cargo principalmente dos alunos, inclusive para que os mesmos possam exercitar a sua criatividade e outras habilidades exercidas durante o processo de idealização de um jogo, de maneira implícita.

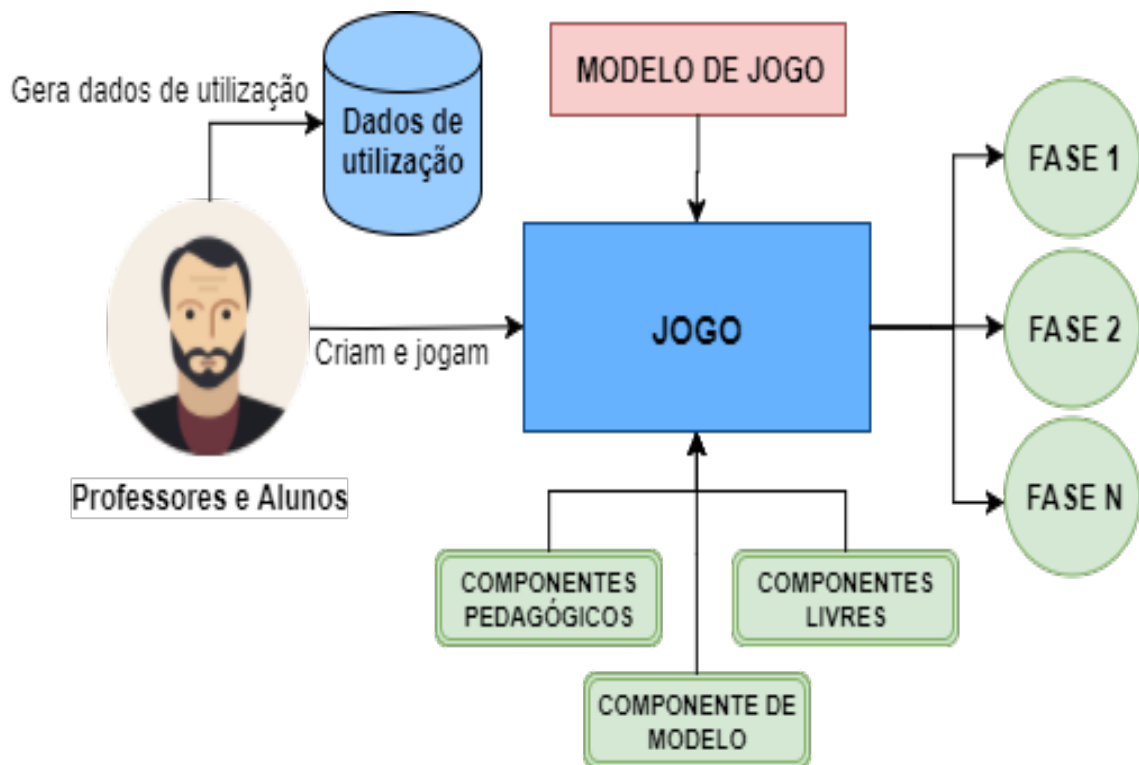


Figura 21: Visão Geral de um Jogo na Abordagem Proposta.

5.4 Plataforma desenvolvida

Para validar a viabilidade da abordagem proposta, uma plataforma de criação de jogos digitais educativos foi desenvolvida. Esta plataforma divide-se em dois módulos principais, o servidor e o aplicativo, conforme ilustrado na Figura 22. O servidor é uma aplicação Web para centralizar e armazenar informações sobre usuários, modelos de jogos, componentes e os próprios jogos criados. Já o aplicativo tem como objetivo principal fornecer uma interface para criação e execução dos jogos na plataforma. Ele foi desenvolvido utilizando o Unity, motor de jogo que serve de base para a criação de modelos de jogos, componentes, etc.

A arquitetura do aplicativo possui dois sub-módulos principais, o Editor e Executor. O Módulo Editor é responsável por fornecer uma interface para criação e edição de jogos. Já o Módulo Executor é responsável pela execução dos jogos criados. Os modelos de jogo e componentes podem ser adicionados no servidor pelos desenvolvedores e carregados no aplicativo após sua inicialização.

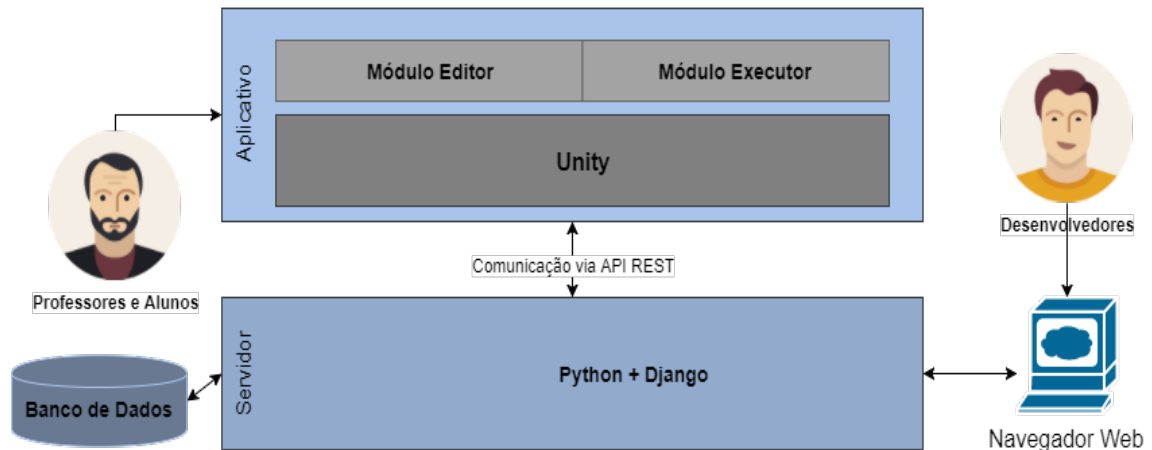


Figura 22: Arquitetura da Plataforma.

5.4.1 Edição de jogos

Nesta seção, detalhamos o submódulo de edição de jogos, visando facilitar o entendimento da instanciação da abordagem proposta. Para iniciar o processo de criação de um novo jogo, o estudante ou professor seleciona o modelo de jogo a ser utilizado. Um editor inicia a criação de uma fase com o cenário inicialmente vazio. Vale ressaltar que cada modelo de jogo possui regras que definem quais são seus componentes obrigatórios. Por exemplo, no modelo Bomberman, é obrigatório que cada fase do jogo possua pelo menos um bloco destrutível e um personagem.

O editor de jogo é subdividido em quatro partes principais: Barra de Fases (A), Barra de Ferramentas (B), Barra de Seleção de Componentes (C) e o Cenário (D) como ilustra a Figura 23. A Barra de Fases (A) exibe as fases do jogo e fornece a possibilidade do jogador criar ou excluir fases. Ao iniciar o editor, a primeira fase encontra-se selecionada, podendo ser alternada ao clicar no botão de uma outra fase, permitindo assim a edição de várias fases. O criador do jogo não precisa se preocupar com o fluxo entre as fases, a plataforma automaticamente verifica se os objetivos da fase atual foram atingidos para, só assim, passar para a próxima fase.

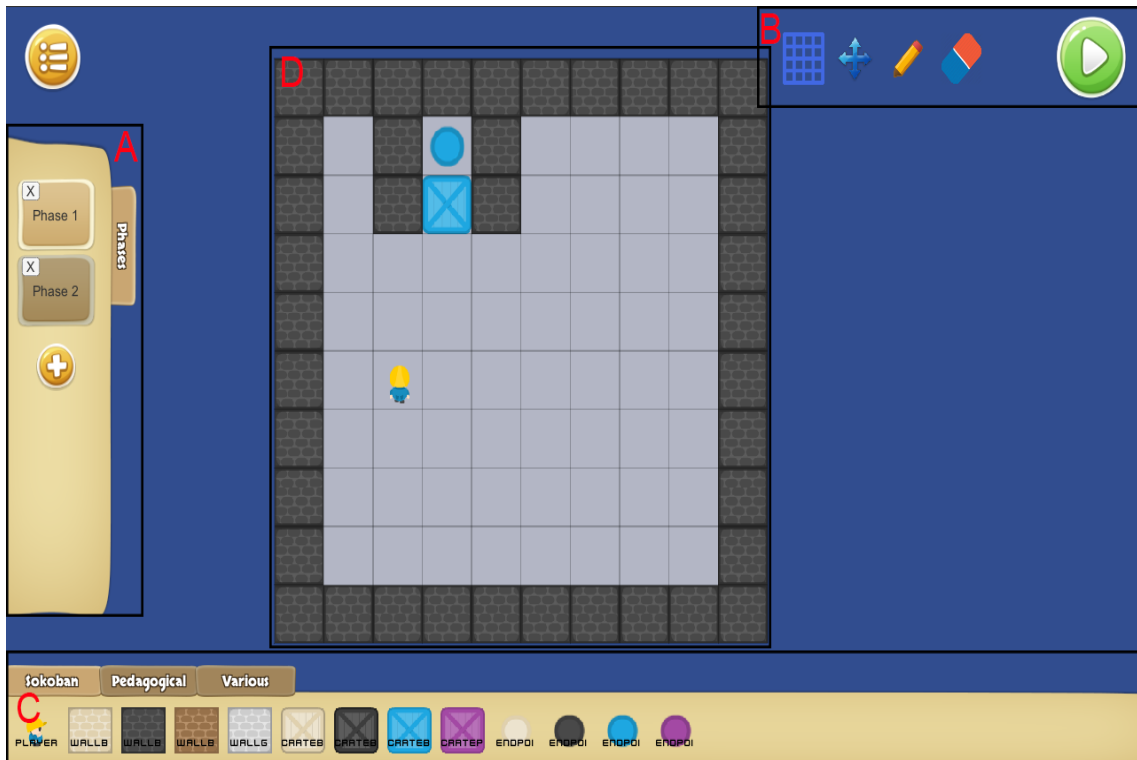


Figura 23: Interface do Editor de Jogo.

A Barra de Ferramentas (B) é composta por diversos botões (borracha para remover componentes, etc.) que tem por objetivo auxiliar durante o processo de edição do jogo. A Barra de Seleção de Componentes (C) exhibe os componentes que podem ser adicionados na fase. Ela foi dividida em três abas: Modelo do Jogo, Pedagógico e Livre. A aba Modelo do Jogo, exhibe os componentes específicos do modelo de jogo selecionado. A aba Pedagógico exhibe os componentes pedagógicos disponíveis para uso. Além disso, na aba Livre são exibidos os demais componentes que podem ser adicionados a fase e que não são específicos de nenhum modelo de jogo. E, por fim, o Cenário (D) é o local onde são colocados os componentes que compõem a fase, via procedimentos simples de selecionar, arrastar e soltar.

5.4.2 Modelos de jogos e componentes desenvolvidos

Para se poder criar jogos na plataforma, foram desenvolvidos dois modelos de jogos similares aos jogos clássicos Sokoban (ver Figura 23) e Bomberman. No jogo Sokoban, o herói é um personagem que está em um labirinto visto de cima e que deve empurrar caixas localizadas ao seu redor em alvos designados. As caixas não podem ser puxadas, mas apenas empurradas, uma por vez. O jogo finaliza quando todas as caixas estiverem

nas posições determinadas. Para o Sokoban, foram desenvolvidos 4 componentes de modelo: personagem, alvo, caixa e parede. No Bomberman, o objetivo é completar as fases depositando bombas em lugares estratégicos para remover obstáculos e inimigos. Para este modelo de jogo, são componentes de modelo: personagem, bomba, bloco destrutível, parede e inimigo.

Foram desenvolvidos dois componentes pedagógicos: Localização e Coleta. Ambos componentes representam dicas e regras para que o herói localize ou colete objetos de interesse. Os mesmos foram idealizados baseado em atividades realizadas no ensino básico (localização de objetos a partir de um ponto de referência, identificação de formas geométricas, etc.).

No caso de usar o componente Localização, o professor usa a propriedade dica para auxiliar ao jogador a descobrir onde um objeto está escondido. Uma outra propriedade é usada para selecionar qual é esse objeto perdido. Uma vez selecionado, o mesmo tem sua propriedade de visibilidade ocultada pelo componente pedagógico. Já o componente Coleta trabalha de forma similar, porém selecionando-se objetos que devem ser coletados (geram pontos) e outros que não devem (perde-se pontos).

Essas mecânicas podem ser usadas pelo professor também para trabalhar outras habilidades e conhecimentos, de acordo com suas necessidades. Por fim, além dos componentes supracitados, também foram desenvolvidos outros Componentes Livres a fim de incrementar os cenários e permitir um melhor uso dos componentes pedagógicos.

No capítulo a seguir, será apresentado um estudo de caso efetuado com objetivo de validar a plataforma desenvolvida, tal estudo foi realizado com professores e com alunos da rede pública.

6 AVALIAÇÃO

A fim de avaliar a abordagem proposta através da plataforma implementada, um estudo de caso foi realizado. Para o planejamento deste estudo e descrição dos resultados obtidos, seguimos algumas orientações propostas em Wohlin et. al. (2000).

6.1 Questões de pesquisa

A fim de permitir uma análise da abordagem proposta e plataforma desenvolvida, as seguintes Questões de Pesquisa (QP) serão abordadas:

- **QP1:** Quão fácil foi para os professores e alunos criarem os jogos?
- **QP2:** Qual a qualidade dos jogos produzidos por professores e alunos?
- **QP3:** Qual o nível de engajamento observado nos professores e alunos?

6.2 Participantes

O estudo contou com dois grupos de participantes. O primeiro consistiu de 7 alunos de licenciatura que atuam como professores em formação no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) de cursos como pedagogia, geografia e música. O segundo grupo foi formado por 30 alunos do ensino fundamental e médio, 11 garotos e 19 garotas, com idades entre 13 anos e 15 anos.

6.3 Coleta de dados

Para responder às questões de pesquisa, diferentes fontes de dados são utilizadas: (i) plataforma (arquivos de log e jogos produzidos); (ii) questionário on-line preenchido

pelos participantes; (iii) anotações realizadas pelo tutor sobre o comportamento, questionamentos e dificuldades durante a realização das atividades. Para a elaboração do questionário, utilizamos a escala de *Likert*, oferecendo aos participantes a mesma quantidade de respostas negativas e positivas. Por exemplo, para a pergunta “*Conseguiu desenvolver facilmente novos jogos na plataforma?*”, existem cinco possíveis respostas: Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Neutro (N), Discordo (D) e Discordo Fortemente (DF).

6.4 Procedimentos de execução

Durante a execução do estudo, o tutor que o conduziu executou com cada grupo individualmente os seguintes procedimentos. Inicialmente, ele demonstrou rapidamente aos participantes o funcionamento da plataforma. Em seguida, foi solicitado que os participantes jogassem dois jogos previamente criados pelo tutor. Após isso, os participantes puderam criar seus próprios jogos e jogá-los, como também os jogos dos outros participantes presentes. Para finalizar, cada participante respondeu ao questionário online disponibilizado. Durante esse processo, também foram gerados logs na plataforma e anotações pelo tutor.

6.5 Análise dos resultados

Esta seção tem por finalidade discutir os resultados da execução do estudo, respondendo a cada uma das questões de pesquisa.

QP1: Quão fácil foi para os professores e alunos criarem os jogos?

Com base com o questionário aplicado aos participantes, todos os professores afirmaram que conseguiram desenvolver facilmente novos jogos (60% concordo fortemente e 40% concordo). Quanto aos alunos, aproximadamente 3,3% concordaram fortemente, 43,3% concordaram, enquanto 43,3% responderam regular e 10% discordaram. Nenhum aluno respondeu que discordava fortemente. De acordo com observações realizadas pelos tutores, foi possível observar que as dúvidas que os participantes tiveram foram sanadas durante a explicação e no momento da criação dos jogos eles não apresentaram novas dúvidas acerca de como criar novos jogos. Tendo como base o log coletado, todos os participantes conseguiram desenvolver no mínimo um jogo, a média de jogos criados por participante foi de 1,2 e com uma média de 2,1 fases criadas por jogo. Desta forma, consideramos que a abordagem proposta permitiu facilmente o desenvolvimento de novos jogos

pelos professores e alunos.

QP2: Qual a qualidade dos jogos produzidos por professores e alunos?

De acordo com uma análise manual dos tutores efetuada sobre a qualidade dos jogos produzidos, concluiu-se que 41,6% dos jogos desenvolvidos apresentaram uma qualidade de entretenimento bom, enquanto 41,6% foram regulares e 16,8% fracos. Também foi analisada a qualidade do aspecto educacional dos jogos, sendo que 25% apresentaram-se bem estruturados educacionalmente, 58,3% parcialmente estruturados e 16,6% tendo contexto educacional ausente. Segundos estes resultados, podemos considerar que a qualidade dos jogos produzidos por professores e alunos, tanto no aspecto de entretenimento quanto educacional foram boas, sugerindo que a abordagem proposta é uma ferramenta efetiva para o desenvolvimento de jogos educativos. A Figura 24, ilustra jogos desenvolvidos por alunos e professores através da plataforma desenvolvida.

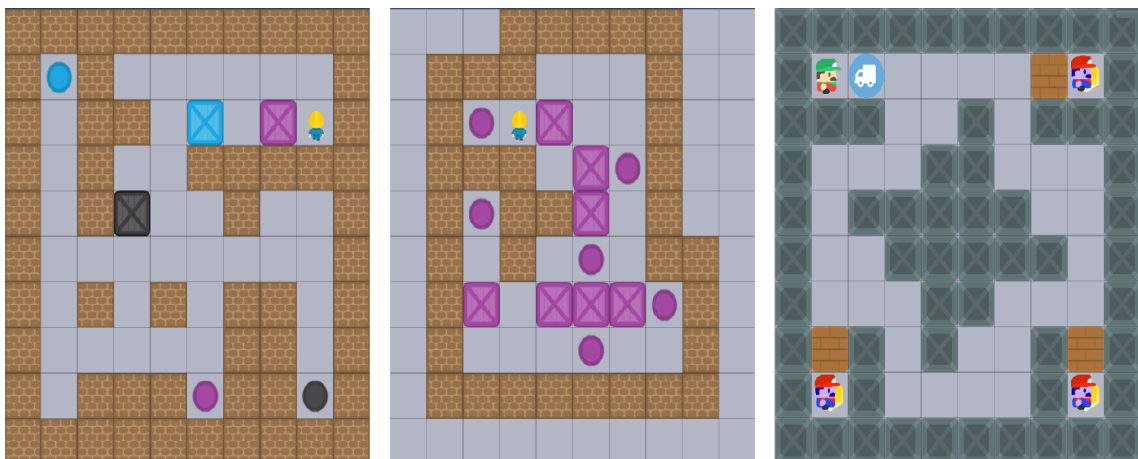


Figura 24: Exemplos de jogos desenvolvidos por professores e alunos.

QP3: Qual o nível de engajamento observado nos professores e alunos?

Os participantes usaram a plataforma por um tempo entre 1h e 1h30, o que demonstra um bom interesse dos mesmos. E, ao serem perguntados “*Sentiu-se motivado em criar jogos na plataforma?*”, em relação aos professores, 40% responderam concordo fortemente, 40% concordo e 20% neutro. Nenhum professor respondeu negativamente. No caso dos alunos, 3,3% concordaram fortemente, 36,7% concordaram 53,3% neutro e 6,7% discordaram. Apesar dos resultados, os tutores puderam notar que alguns dos participantes que se mostraram insatisfeitos afirmaram que o motivo foi devido a pequena quantidade de componentes presentes na plataforma. Por isso, consideramos que os resultados apresentados apontam que a plataforma proporcionou um bom grau de motivação aos professores e alunos para criarem seus jogos.

6.6 Discussões

Além do questionário, foram direcionadas duas questões discursivas para que os participantes expressassem sua opinião sobre os pontos positivos e negativos da plataforma. Os principais pontos positivos que os professores destacaram foram: o programa é bem simples e direto, não é necessário ter conhecimento em linguagem de programação e até mesmo os próprios alunos podem criar jogos e interagir com os outros; útil e prático; uma ótima proposta para o desenvolvimento de projetos educacionais; os jogos serão criados em menos tempo; é um espaço de criação de jogos bastante intuitivo. Os principais pontos positivos que os alunos destacaram foram: motivação para criação de jogos; criatividade; raciocínio e concentração e isso pode motivar a criar outros jogos. Os pontos falhos apontados pelos professores foram: necessidade de ter opções relacionadas às áreas das artes; acrescentar a opção de mudar o idioma, ter mais objetos que podemos utilizar na criação dos jogos e outros personagens, e personagens de ambos os sexos; a inclusão de mais modelos de jogo e interações sonoras e maior quantidade de componentes e modelos de jogos. Os pontos falhos apontados pelos alunos foram: poucos componentes cadastrados; melhorar o visual gráfico da plataforma; ter mais modelos de jogos e mais opções de inimigos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os jogos digitais estão sendo utilizados na educação, tanto como recursos que aliam a ludicidade a um potencial educativo (JESUS et. al. 2014) quanto como desenvolvimento dos próprios jogos (SILVA et. al. 2014). A ideia de ter alunos da educação básica como desenvolvedor dos seus próprios jogos digitais é um campo recorrente de pesquisa. Com as novas formas de integrar as tecnologias para a criação e não apenas consumo, práticas de desenvolvimentos de jogos estão sendo desenvolvidas a fim de expandir o potencial criativo dos alunos para a produção de tecnologias (SHIMOHARA; SOBREIRA, 2015).

Após a realização de pesquisas na internet e em base de artigos, diversas ferramentas e pesquisas acadêmicas com objetivo de possibilitar ao professores e alunos criarem jogos sem a necessidade de programação foram encontradas. Apesar da presença desses trabalhos, é bastante limitado os que permitem aos professores e alunos criarem jogos sem que tenham conhecimento em programação e que possam adequar seus objetivos pedagógicos com os jogos.

É com base nesse contexto que surgiu a seguinte questão de pesquisa: “*Como professores e alunos podem criar jogos digitais com fins educativos de forma simples e efetiva com relação aos aspectos pedagógicos e de entretenimento?*” com a finalidade de responder a esta questão de pesquisa, que esta dissertação busca dar a sua maior contribuição, qual seja, a concepção de uma abordagem que visa proporcionar aos professores e alunos a possibilidade de criar jogos de uma maneira simples e intuitiva de maneira que permita aos professores adequarem o conteúdo dos jogos aos seus objetivos pedagógicos.

Previamente a elaboração da abordagem proposta, foi investigado a criação de fases de jogos educativos pelos próprios alunos, sem a necessidade de conhecimentos prévios de programação. Para isto, foi desenvolvido um jogo baseado em atividades pedagógicas realizadas pelos professores de uma escola. O jogo foi aplicado em um estudo com alunos do ensino fundamental e mostrou um potencial nível de engajamento deste tipo de jogo e sua facilidade de adoção em sala de aula, uma vez que não requer conhecimentos de

programação. Os resultados obtidos com este estudo, serviram como base definição da abordagem desenvolvida.

A possibilidade de criação de jogos com o conteúdo customizado e a dispensa de utilização de conhecimento de programação são as maiores contribuições oferecida pela abordagem, já que tenta reduzir o bloqueio que existe na aplicação de jogos educativos por professores em escolas, pelo fato da maioria não se adequar aos objetivos pedagógicos desejados e não possuírem conhecimento em programação. Com esta abordagem, os professores e alunos do ensino básico desenvolver seus próprios jogos de maneira simples e intuitiva, além de, conseguir os objetivos pedagógicos desejados.

A abordagem proposta foi implementada e avaliada através de uma plataforma de criação de jogos. A plataforma desenvolvida contém diversas funcionalidades que facilitam a criação dos jogos, como uma interface simples e intuitiva e componentes prontos para serem utilizados.

A validação da plataforma se deu através de um estudo realizado com professores e alunos da rede pública onde mostrou-se eficaz na construção de jogos por professores e alunos do ensino básico e promissora à possibilidade de desenvolvimento e a reutilização dos jogos educacionais desenvolvidos na plataforma para as diversas áreas do conhecimento. De maneira que, aspiramos estar trazendo a construção de uma nova geração de ferramentas de construção de jogos digitais educativos, voltadas para o público do ensino básico. Através deste estudo conseguimos responder as questões de pesquisa que nortearam este trabalho. Dentre as perguntas temos: “*Quão fácil é para os professores e alunos criarem os jogos usando essa abordagem?*” e de acordo com os resultados apresentados, podemos considerar que a abordagem proposta permitiu facilmente o desenvolvimento de novos jogos educativos por professores e alunos. “*Qual a qualidade dos jogos produzidos por professores e alunos nessa abordagem?*” e segundo os resultados, podemos considerar que a qualidade dos jogos produzidos por professores e alunos, tanto no aspecto de entretenimento quanto educacional foram boas, indicando que a abordagem proposta é uma ferramenta eficaz para o desenvolvimento de jogos educativos. E por último “*Qual o nível de engajamento observado nos professores e alunos usando essa abordagem?*” tendo como fundamento os dados obtidos, podemos considerar que os resultados apresentados apontam que a plataforma proporcionou um bom grau de motivação aos professores e alunos para criarem seus jogos.

Como trabalhos futuros, além, da realização de novos estudos de caso, pretende-se desenvolver novos modelos de jogos e componentes e com isso aumentar as variações do

conteúdo pedagógico abordado pelo professor. Pretende-se também, fornecer aos usuários com conhecimento de programação a oportunidade de desenvolverem novos modelos de jogos e componentes através de uma abordagem colaborativa.

Outra melhoria proposta, é o desenvolvimento de um ambiente para prover um suporte e análise de desempenho das turmas e alunos para o professor, através de um *dashboard* com diversos tipos de visualizações de dados, com objetivo de que o professor possa ter toda a informação ao seu alcance e que o permita rapidamente absorver a informação que está buscando, auxiliando ao professor a tomar decisões referentes ao andamento de sua turma com os jogos educativos disponibilizados e sobre os conteúdos inseridos nos jogos, identificando aqueles de maior dificuldade/facilidade para os alunos.

Vale ressaltar que o presente trabalho está sendo utilizado como base para outros estudos, dentre eles temos: um estudo que busca a criação de jogos proceduralmente com base no desempenho dos alunos; outro que tenta avaliar o desempenho dos alunos durante a execução dos jogos; e um que avalia como e quais modelos de jogos e componentes devem ser desenvolvidos para abordar um determinado objetivo pedagógico.

Por fim, com base nos resultados apresentados por esta pesquisa, podemos afirmar que a abordagem proposta fornece aos professores e alunos sem conhecimento de programação a possibilidade de desenvolverem novos jogos digitais educativos com objetivos pedagógicos desejados.

Referências

- BOTELHO, L. **Jogos educacionais aplicados ao e-learning**. 2003. Disponível em: <<http://www.elearningbrasil.com.br/home/artigos/artigos.asp?id=1921>>. Acesso em: 12 jan. 2017.
- CLARK, J. et al. Modular educational game system: A customizable framework for learning. In: IEEE. *Computer Games (CGAMES), 2011 16th International Conference on*. [S.l.], 2011. p. 248–253.
- CONTRERAS, R. S. et al. Aprendizagem baseada em jogos digitais entrevistas com professores que utilizam jogos digitais em suas práticas educativas. 2013.
- COSTA, M. d. L. d. F. et al. Aprender matemática com o kodu: um estudo com alunos do 9º ano de escolaridade. In: *Aprender matemática com o Kodu: um estudo com alunos do 9º ano de escolaridade*. [S.l.: s.n.], 2014.
- CRUZ, D. M.; ALBUQUERQUE, R. M. de; AZEVEDO, V. de A. Criar e jogar seu próprio jogo: a produção de games na escola. *Anais do Computer on the Beach*, p. 117–126, 2012.
- DADRIX. *Por que usar o Construct 2?* 2012. Out., 2012. Disponível em: <<http://dadrix.com.br/por-que-usar-o-construct-2>>. Acesso em 9 jan., 2017.
- FAZGAME. *FazGame*. 2017. Disponível em: <<http://www.fazgame.com.br>>. Acesso em 16 jul., 2017.
- FOWLER, A.; CUSACK, B. Kodu game lab: improving the motivation for learning programming concepts. In: ACM. *Proceedings of the 6th International Conference on Foundations of Digital Games*. [S.l.], 2011. p. 238–240.
- GAMES, I. A. *21ST CENTURY LANGUAGE AND LITERACY IN GAMESTAR MECHANIC: MIDDLE SCHOOL STUDENTS? APPROPRIATION THROUGH PLAY OF THE DISCOURSE OF COMPUTER GAME DESIGNERS*. Tese (Doutorado) — UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON, 2009.
- GAMES, Y. *Game maker*. 2007.
- GAMESALAD. *GameSalad*. 2017. Disponível em: <<http://www.gamesalad.com>>. Acesso em 16 jul., 2017.
- GIARETTA, L. et al. Camaleão: ferramenta de apoio a confecção de jogos educativos computadorizados. In: *Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, Brasília. Anais do Congreso Iberoamericano de Informática Educativa*. [S.l.: s.n.], 1998.

INCUVO. *Createrra 2*. 2017. Disponível em: <<http://scratch.mit.edu/>>. Acesso em 06 jul., 2017.

JESUS, Â. M. de; GONÇALVES, D. A. S.; FERREIRA, L. A. C. Aplicação de desenvolvimento de jogos digitais como um meio de motivação em diferentes níveis de ensino de computação. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. [S.l.: s.n.], 2014. v. 20, n. 1, p. 56.

LAB, M. M. *Scratch*. 2013. Disponível em: <<http://scratch.mit.edu/>>. Acesso em 06 jan., 2017.

LARA, I. C. M. **JOGANDO COM A MATEMÁTICA DE 5ª A 8ª SÉRIE**. São Paulo: Rêspel, 2003.

MALONEY, J. et al. The scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, ACM, v. 10, n. 4, p. 16, 2010.

MEDEIROS, M. O.; SCHIMIGUEL, J. **Uma Abordagem Para Avaliação De Jogos Educativos: Ênfase No Ensino Fundamental**. In: XXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE. Rio de Janeiro - RJ, 2012.

MEDEIROS, T. J.; SILVA, T. R. da; ARANHA, E. H. da. Ensino de programação utilizando jogos digitais: uma revisão sistemática da literatura. *RENOTE*, v. 11, n. 3, 2013.

MÉLO, F. et al. Do scratch ao arduino: Uma proposta para o ensino introdutório de programação para cursos superiores de tecnologia. In: *Congresso Brasileiro de Informática na Educação, Santa Catarina*. [S.l.: s.n.], 2011.

MITCHELL, A.; SAVILL-SMITH, C. **The use of computer and video games for learning**: a review of the literature. Londres: Learning and Skills Development Agency (LSDA), 2004. Disponível em: <<http://dera.ioe.ac.uk/5270/1/041529.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

NETO, V. d. S. M. A utilização da ferramenta scratch como auxílio na aprendizagem de lógica de programação. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 2, n. 1.

NOGUEIRA, D. N.; CHAIMOWICZ, L.; PRATES, R. O. Pingo-an online portal for educational games with customizable content. *Proceedings do XII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital. São Paulo*, p. 80–89, 2013.

PILOT, K. The impact of web 2.0 technologies in the classroom. *Knowledge Bank: Next Generation research report. Kodu excerpt. State of Victoria: Department of Education and Early Childhood Development, Melbourne, Australia*. Disponível em: http://csamarktnng.vo.msecnd.net/kodu/pdf/web20_technologies_in_the_classroom_kodu.pdf. Acesso em, v. 8, 2009.

RESEARCH, M. *Kodu*. 2016. Disponível em: <<http://research.microsoft.com/en-us/projects/kodu/>>. Acesso em 02 jan., 2017.

SHIMOHARA, C.; SOBREIRA, E. Criando jogos digitais para a aprendizagem de matemática no ensino fundamental i. v. 21, n. 1, p. 72, 2015.

SILVA, T. R. da; ARAUJO, G. G. de; ARANHA, E. H. da S. Oficinas itinerantes de scratch e computação desplugada para professores como apoio ao ensino de computação—um relato de experiência. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. [S.l.: s.n.], 2014. v. 20, n. 1, p. 380.

SILVA, T. R. da; MEDEIROS, T. J.; ARANHA, E. H. d. S. Jogos digitais para ensino e aprendizagem de programação: uma revisão sistemática da literatura. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2014. v. 25, n. 1, p. 692.

SOUZA, P. R. de A.; DIAS, L. R. Kodu game lab brasil.

STENCYL. *Stencyl*. 2017. Disponível em: <<http://www.stencyl.com/>>. Acesso em 16 jul., 2017.

TECHNOLOGIES, U. *What is Unity?* 2016. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/pages/what-is-unity>>. Acesso em 12 jan., 2017.

TORRENTE, J. et al. < e-adventure >: Introducing educational games in the learning process. In: IEEE. *Education Engineering (EDUCON), 2010 IEEE*. [S.l.], 2010. p. 1121–1126.

WOHLIN, C. et al. *Experimentation in software engineering: an introduction*. 2000. [S.l.]: Kluwer Academic Publishers, 2000.