

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

Geração Adaptativa de Personagens para Role Playing
Games

Fabrício Guedes Faria



São Carlos – SP

Geração Adaptativa de Personagens para Role Playing Games

Fabrício Guedes Faria

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Fabiano Motta Toledo

Coorientador: Me. Leonardo Tórtoro Pereira

Monografia final de conclusão de curso apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências da Computação.

Área de Concentração: Sistemas Computacionais

USP – São Carlos
Junho de 2019

Faria, Fabrício Guedes

Geração Adaptativa de Personagens para Role Playing Games / Fabrício Guedes Faria. - São Carlos - SP, 2019.

46 p.; 29,7 cm.

Orientador: Cláudio Fabiano Motta Toledo.

Coorientador: Leonardo Tórtoro Pereira.

Monografia (Graduação) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC/USP), São Carlos - SP, 2019.

1. Algoritmo Genético.
 2. Geração Procedural de Conteúdo.
 3. Geração de Personagens.
 4. RPG de Mesa.
 5. Input do Usuário.
- I. Toledo, Cláudio Fabiano Motta.
II. Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC/USP). III. Título.

*Este trabalho é dedicado a todos os adultos
que nunca esqueceram suas crianças interiores,
que nem sempre levam a vida muito a sério
e que se permitem momentos de diversão desinibida.*

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos principais são direcionados ao meu orientador Cláudio e meu coorientador Leonardo, pois sem eles este projeto não aconteceria.

Agradecimentos especiais são direcionados à minha família, namorada e amigos, que sempre me apoiaram durante toda minha formação.

Agradeço também aos pesquisadores, cientistas e filósofos de todas as eras e lugares, por cada contribuição, mesmo que pequena, que cada um forneceu para o engrandecimento da ciência e do conhecimento humano. Este que, mesmo pequeno comparado ao desconhecido, continua a crescer.

Por último, agradeço a desenvolvedores de RPGs de mesa, criadores de conteúdo e à comunidade cada vez maior que me proporcionaram o gosto pelo jogo e por esses mundos fantásticos que adoro explorar com meus amigos. Em especial, agradeço aos desenvolvedores da Wizards of the Coast, por criar o Dungeons and Dragons, tornar ele acessível para pessoas como eu e fomentar ainda hoje o gosto por essa atividade imaginativa e enriquecedora.

*“Role-playing games are just an organic
improvised space for storytelling.”*
(Matthew Mercer)

RESUMO

FARIA, F. G.. **Geração Adaptativa de Personagens para Role Playing Games.** 2019. 46 f. Monografia (Graduação) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC/USP), São Carlos – SP.

Este trabalho propõe solucionar problemas na criação automática de personagens de RPG de mesa que são totalmente aleatórios e que por vezes não agradam completamente a certos jogadores, especialmente aqueles que possuem maior dificuldade em ter ideias criativas de adaptar o personagem para seus gostos pessoais. Para isso, foi proposto o uso de um Algoritmo Genético (AG), em conjunto com o input (positivo ou negativo) do usuário durante as gerações, para criar personagens focados em ter características condizentes com os gostos de cada um. As características geradas são "Raça", "Classe", "Porte", "Traço visual", "Personalidade" e "Peculiaridade". O cálculo do *fitness* de cada indivíduo é feito com base em tabelas de características com pesos previamente definidos pelo programador, e posteriormente modificados pela avaliação dos personagens pelo usuário durante a execução.

O projeto foi feito com o motor de jogos Unity e a linguagem C#, a fim de aproveitar a facilidade de criação de interface que a ferramenta oferece. Ele foi produzido como um aplicativo de celular, para facilidade de envio e de uso geral.

O aplicativo foi testado com uma variedade grande de usuários, e os resultados, apresentados em forma de gráficos, indicam que a taxa de rejeição foi quase inexistente, com a grande maioria dos usuários reconhecendo a melhora gradual das sugestões durante a geração de personagens e avaliando positivamente os personagens gerados pelo algoritmo.

Palavras-chave: Algoritmo Genético, Geração Procedural de Conteúdo, Geração de Personagens, RPG de Mesa, Input do Usuário.

ABSTRACT

FARIA, F. G.. **Geração Adaptativa de Personagens para Role Playing Games.** 2019. 46 f. Monografia (Graduação) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC/USP), São Carlos – SP.

This paper tries to solve the problem where automated character creation for Tabletop RPGs is completely random and does not fully pleases certain players, especially those that have difficulty in being creative and adapting character to their personal tastes. To accomplish that, the usage of a Genetic Algorithm (GA) was proposed, in conjunction with the user's input (positive or negative) during generations, to create characters focused on having traits that are catered to each individual's taste. The generated traits are "Race", "Class", "Size", "Visual Trait", "Personality" and "Quirk". The *fitness* calculation for each individual was made using trait tables with weights previously defined by the programmer, and posteriorly by the user's evaluation of the characters during execution.

The project was made using the Unity game engine with C# language, to take advantage of the tool's easy interface creation. It was produced as a phone application, for ease of distribution and general use.

The application was tested with a great variety of users, and the results, presented in the form of graphs, indicate that the rejection rate was almost null, with the great majority of users recognizing the gradual improvement of suggestions between generations, and evaluating positively the characters generated by the algorithm.

Key-words: Genetic Algorithm, Procedural Content Generation, Character Generation, Tabletop RPG, User Input.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Imagem representativa do genótipo de um indivíduo e sua conversão para fenótipo	33
Figura 2 – Representação das primeiras 2 telas do sistema.	36
Figura 3 – Representação das 2 telas remanescentes do sistema.	37
Figura 4 – Início do questionário de satisfação	37
Figura 5 – Dados das perguntas 1 e 2	38
Figura 6 – Dados das perguntas 3 e 4	38
Figura 7 – Dados das perguntas 5 e 6	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de uma tabela de pesos (Agressividade_Classe)	34
Tabela 2 – Exemplo de uma atualização positiva na tabela (Agressividade_Classe) . . .	35

LISTA DE ALGORITMOS

Algoritmo 1 – Algoritmo para o cálculo do <i>fitness</i> de um indivíduo	34
Algoritmo 2 – Algoritmo para a atualização dos pesos nas tabelas	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AE Algoritmo Evolutivo
AG Algoritmos Genéticos
D&D Dungeons and Dragons
GPC Geração Procedural de Conteúdo
NPC Non-playable Characters
RPG Role-Playing Game

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	Motivação e Contextualização	23
1.2	Objetivos	25
1.3	Organização	25
2	MÉTODOS, TÉCNICAS E TECNOLOGIAS UTILIZADAS	27
2.1	Considerações iniciais	27
2.2	Tecnologias	27
2.3	Conceitos e técnicas relevantes	27
2.3.1	<i>Conceito: RPG de mesa</i>	28
2.3.2	<i>Técnica: Geração procedural de conteúdo</i>	28
2.3.3	<i>Técnica: Algoritmo evolutivo</i>	28
2.4	Metodologia	29
3	DESENVOLVIMENTO	31
3.1	O Problema	31
3.2	Atividades Realizadas	31
3.2.1	<i>Revisão Bibliográfica</i>	31
3.2.2	<i>Modelo</i>	32
3.2.3	<i>Algoritmo</i>	33
3.2.4	<i>Interface</i>	35
3.2.5	<i>Testes</i>	36
3.3	Resultados	38
3.4	Dificuldades e Limitações	39
4	CONCLUSÃO	41
4.1	Resumo	41
4.2	Sobre o curso	41
4.3	Possibilidades para continuação do TCC	42
	REFERÊNCIAS	43
	Glossário	45

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Motivação e Contextualização

O ato de jogar é uma das atividades mais antigas presentes na sociedade (HUIZINGA, 2016). Com uma variedade enorme de tipos, pode envolver atividades físicas, chances aleatórias, competição, e sempre regras concordadas antecipadamente(GUINS; LOWOOD, 2016, Páginas 351-358). Com o passar dos séculos, o conceito de jogar foi evoluindo e apresentando jogos cada vez mais sofisticados ou que utilizam tecnologias inovadoras(GUINS; LOWOOD, 2016).

Um dos exemplos é o *wargame de miniaturas*, que teve seu surgimento em 1780 com o jogo "The King's Game", usado por militares em contextos de simulação de cenários de batalha, e teve um grande aumento de popularidade nos anos 1980, com a série de jogos *Warhammer*¹ (COSTIKYAN, 2006). Esses jogos foram as principais inspirações para o surgimento dos *role-playing games*.

Em 1974, a primeira edição do agora famoso *Dungeons and Dragons* (*D&D*) foi publicada por Gary Gygax, com uma temática inspirada fortemente pelos livros do *Senhor dos Anéis*, de J.R.R. Tolkien. Com isso, um novo gênero de jogo foi inventado, um que envolveria imaginação, criatividade, habilidades de comunicação e sorte, e foi chamado de *Role-Playing Game* (*RPG*). Esse foi apenas o primeiro, e desde então, vários outros jogos (com cenários e regras diferentes) foram criados para agradar os mais diversos gostos, desde *Generic and Universal Role Playing System* (*GURPS*)² até *Vampiro: A Máscara*³, incluindo sistemas brasileiros como *Tormenta RPG*⁴. Ainda assim, o mais conhecido e mais jogado é o *D&D*(ROLL20, 2018)(AMAZON,), que em 2019 encontra-se em sua 5^a edição (*D&D5e*), com estimados 14,8 milhões de jogadores ao redor do mundo e 24 livros lançados, incluindo livros de regras, coletâneas de monstros e aventuras prontas. Financeiramente falando, a popularidade do jogo possibilitou até o surgimento do grupo *Critical Role*, um grupo de 8 dubladores Estadunidenses que transmitem jogos de *D&D5e* ao vivo semanalmente desde 2015. Eles possuem atualmente cerca de 275 mil seguidores na plataforma de streaming ao vivo *Twitch*⁵, com média de 12 mil espectadores por

¹ <<https://www.games-workshop.com/Warhammer>>

² <<http://www.sjgames.com/gurps/>>

³ <<https://www.worldofdarkness.com/products/4Fo201jUf5ho7xqVR6Qd46>>

⁴ <<https://tormentarp.com.br/>>

⁵ <<https://www.twitch.tv/>>

episódio([TWITCHTRACKER](#),). Quando lançaram uma campanha no *Kickstarter*⁶, arrecadando fundos para a idealização de uma série animada⁷ sobre o seu jogo, ela atingiu o recorde de arrecadações da plataforma, 1 milhão de dólares em apenas 1 hora, e mais de 11,3 milhões ao fim da campanha([WHITTEN, 2019](#)).

Jogos de RPG são efetivos na prática de habilidades pouco desenvolvidas em muitas pessoas, além de ajudar com diversos problemas psicológicos e emocionais. Algumas das habilidades que podem ser melhor desenvolvidas ao jogar são criatividade, trabalho em equipe, resolução de problemas, matemática básica, pensamento crítico e abstrato, dialética, estratégia, entre muitas outras([HAWKES-ROBINSON, 2008](#)). O aspecto social de passar um tempo regularmente se divertindo com amigos pode ser muito poderoso no combate de distúrbios como depressão e ansiedade, e há inúmeros relatos de pessoas que atribuem o bem-estar emocional atual ao RPG de mesa([HAWKES-ROBINSON, 2008](#)). Também pode ser uma ótima oportunidade para fazer novos amigos. Não é incomum haver encontros regulares em lojas de jogos de tabuleiro para jogar RPG, que estão sempre abertos a novos jogadores (especialmente aos que nunca jogaram antes)⁸. Um exemplo ocorre no Instituto de Ciências Matemática e de Computação (ICMC), na USP de São Carlos, com o grupo Fellowship of the Game (FoG). Os membros organizam quinzenalmente o evento aberto *Mestres Sem Mestrado*⁹, que reúne entusiastas de RPG de mesa para compartilhar experiências, ensinar técnicas para mestres novatos e praticar atividades de interpretação.

Uma aventura de RPG é dividida normalmente em duas partes: a criação de personagens e o jogo em si. Durante a primeira parte, cada jogador deve inventar um personagem fictício seguindo as regras do sistema escolhido, além das especificações do cenário. Normalmente um personagem é composto em primeiro lugar por uma raça e uma classe, que define certas habilidades disponíveis. Se o jogo se passará num mundo de fantasia medieval, como *O Senhor dos Anéis*([TOLKIEN; HAMMOND, 2014](#)), é natural que elfos e anões sejam raças jogáveis, e que classes como magos e guerreiros sejam comuns. Por outro lado, em cenários futuristas, talvez inspirados em *Star Trek*¹⁰, raças alienígenas e humanos ciberneticamente modificados podem ser usados, além de classes especializadas em "hackear" ou em habilidades psíquicas. Após isso, o jogador normalmente define diversos números de atributos e habilidades, que representam, por exemplo, o quanto forte ou inteligente um dado personagem é, ou o quanto bem ele se dá com animais, ou tocando um instrumento. Por fim, mas não menos importante, são definidos a personalidade, aparência e o passado do personagem. Como o jogador descreveria ele visualmente? Quais tipos de atividades agradam ou não a ele? O que ocorreu em seu passado que o fez querer sair em aventuras? Tudo isso são partes que tornam o personagem mais interessante e crível, e trazem diversão aos jogadores que se imaginam em sua pele([ROLL20, 2019](#)).

⁶ <<https://www.kickstarter.com/>>

⁷ <<https://www.kickstarter.com/projects/criticalrole/critical-role-the-legend-of-vox-machina-animated-s>>

⁸ <<https://dnd.wizards.com/playevents/organized-play>>

⁹ <<https://www.facebook.com/groups/838037093201917/>>

¹⁰ <<https://intl.startrek.com/>>

Mesmo assim, algumas pessoas podem ter dificuldades durante esse processo, especialmente aqueles que estão mais acostumados com jogos de RPG digitais, onde o principal aspecto sob o controle do jogador são os atributos e habilidades que já estão todas pré-definidas no jogo. Essas pessoas podem muitas vezes cair em clichês como "O mago introvertido em busca de conhecimento" ou "O bárbaro burro que resolve os problemas com os punhos". Nesse aspecto, a tecnologia pode oferecer um auxílio. Existem dezenas de geradores aleatórios de características para personagens na internet^{11,12,13}, e eles funcionam bem para os que precisam apenas de algumas sugestões diferentes do comum. Porém, não levam em consideração os gostos dos usuários durante a geração dos personagens. O projeto propõe o uso de um Algoritmo Evolutivo (AE) com *feedback* do usuário, capaz de compor e evoluir arquétipos de personagens com diversas características. Os indivíduos gerados passam, então, pela avaliação de um usuário, em uma abordagem de iniciativa mista para criação de conteúdo. Esse *feedback* é usado para alterar os pesos da função de *fitness* e evoluir novos indivíduos, levando em conta a atualização, e oferece uma recomendação personalizada para cada usuário.

1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é explorar o uso de um Algoritmo Evolutivo na co-criação de conteúdo que se adapta aos gostos usuário, mais especificamente na geração de personagens cujas combinações de características se adequem ao perfil que o usuário preencheu.

1.3 Organização

No capítulo (2) "Métodos, Técnicas e Tecnologias Utilizadas", serão explicados o funcionamento geral e a motivação de escolha de todos os componentes técnicos presentes no projeto. No capítulo (3) "Desenvolvimento", a situação-alvo será apresentada e o passo-a-passo para encontrar a solução ideal será mostrado, além da listagem de dados obtidos com usuários e análise dos resultados. O capítulo (4), "Conclusões", apresentará um resumo das tarefas realizadas, conhecimentos obtidos durante o desenvolvimento e especulações para aplicações futuras da tecnologia desenvolvida. Ao fim, serão listadas as referências utilizadas durante a elaboração do projeto e deste documento.

¹¹ <<http://www.npcgenerator.com/>>

¹² <<http://www.rangen.co.uk/chars/pergen.php>>

¹³ <<https://rpgtinker.com/>>

Capítulo 2

MÉTODOS, TÉCNICAS E TECNOLOGIAS UTILIZADAS

2.1 Considerações iniciais

Neste capítulo serão apresentadas as tecnologias, técnicas e métodos usados no projeto. As tecnologias e técnicas serão citadas e explicadas sucintamente. Os métodos experimentais usados na avaliação do projeto serão explicados.

2.2 Tecnologias

As principais tecnologias utilizadas no projeto são listadas a seguir:

- **Unity**: Motor gratuito de desenvolvimento de jogos¹, usado em conjunto com a linguagem de programação C# para desenvolver o algoritmo genético e o programa para testes com os usuários.
- **Itch**: Plataforma online de publicação de conteúdo². Embora seja comumente utilizada para publicar jogos, aceita qualquer tipo de arquivo com objetivos diversos. Usada para oferecer as versões para Windows e Android do programa.
- **Overleaf**: Editor online de LATEX³. Usado para o desenvolvimento deste documento.
- **Google forms**: Ferramenta de criação e compartilhamento fácil de formulários/questionários⁴, com a qual o questionário final de satisfação do produto foi feito.

2.3 Conceitos e técnicas relevantes

Nesta seção serão apresentados os conceitos mais relevantes e fundamentais para o trabalho. Além disso, as técnicas principais que serão utilizadas no projeto também serão descritas e explicadas rapidamente.

¹ <<https://unity.com/pt>>

² <<https://itch.io/>>

³ <<https://pt.overleaf.com>>

⁴ <<https://www.google.com/forms/about/>>

2.3.1 Conceito: RPG de mesa

"RPG de mesa"(do inglês *tabletop role playing game*) é um jogo de imaginação e interpretação, jogado normalmente por grupos de 3-5 jogadores e 1 "mestre", mas não se limitando a isso. Cada jogador assume o papel de uma personagem de uma história fictícia, comumente chamados de "Player Character"(PC) em inglês e apenas "personagem"em português. Cada um possui nome, aparência, traços de personalidade e uma classe com atributos específicos, que são usados durante o jogo em combinação com as regras. O mestre assume todos os outros papéis, desde as pessoas presentes no mundo do jogo, o clima, os cenários, os inimigos e, principalmente, faz o papel de "narrador"da história. Durante uma partida, o mestre descreve as situações em que os personagens jogáveis se encontram, e os jogadores descrevem como eles gostariam que seus personagens agissem, seja em combate ou em situações sociais. Eles usam livros de regras, papel, lápis e dados para auxiliar com a partida. O objetivo não é ganhar ou perder, e sim que os jogadores e o mestre, juntos, contem uma história envolvente e divertida para todos os presentes. O grupo de jogadores e mestre são denominados comumente de "mesa de RPG", ou apenas "grupo de RPG"(ROLL20, 2019).

2.3.2 Técnica: Geração procedural de conteúdo

Denomina-se Geração Procedural de Conteúdo (GPC) qualquer situação onde um software cria um conteúdo automaticamente no contexto da aplicação, sem necessitar de *input* do programador ou usuário. Essa geração pode se dar por meio de fórmulas matemáticas, combinação aleatória ou semi-aleatória de características pré-definidas(KHALED; NELSON; BARR, 2013). Ela é usada comumente em situações que se deseja gerar uma grande quantidade de conteúdo, que levaria muito tempo e/ou esforço humano para criar por meios comuns. Também é utilizada quando se deseja criar conteúdo sendo influenciado pelo usuário, em tempo de execução(BOND, 2017).

2.3.3 Técnica: Algoritmo evolutivo

Algoritmo Evolutivo (AE), consiste em resolver problemas de otimização utilizando-se de conceitos e mecanismos da evolução biológica(JONG, 2016). Este projeto faz uso da classe mais conhecida de AE, os Algoritmos Genéticos (AG). No contexto de AGs, termos comumente usados são genes (conjunto de dados codificados num indivíduo da população), fenótipo (características reais do problema, que estão codificadas nos genes dos indivíduos, e são decodificadas no processo de avaliação), mutações (processo que pode acontecer aleatoriamente com qualquer indivíduo de uma nova geração, onde um ou mais de seus genes são alterados) e cruzamento (processo de criação de um indivíduo novo com base em dois indivíduos da população anterior, misturando seus genes)(GOLDBERG, 2012). O algoritmo possui populações de indivíduos apresentando características diversas. Cada indivíduo pode ser representado por um vetor de dados (normalmente números inteiros, *strings*, *booleanos*), sendo que cada índice

do vetor representa uma característica dele. Estes indivíduos possuem um grau de aptidão em relação a uma função objetivo que permite calcular a qualidade do indivíduo para um dado problema modelado (o seu *fitness*), e os mais aptos da população possuem mais chance de serem escolhidos como "pais" para gerarem os indivíduos da população subsequente (por meio de recombinação de genes, ou *crossover*). Todavia, até mesmo indivíduos menos aptos tem uma chance, mesmo que reduzida, de serem escolhidos como pais. Os indivíduos não escolhidos não transmitem sua codificação genética para a próxima geração. Durante a criação da nova geração de indivíduos, ocorre cruzamento de genes entre os pais e há uma chance de algum gene das soluções filhas sofrer mutação para conferir variedade entre gerações(GOLDBERG, 2012).

2.4 Metodologia

O gerador de personagens é dividido em diversas etapas durante sua execução. A etapa principal em que avaliaremos se a proposta dele é cumprida será a geração de personagens diversificados que sejam condizentes com o perfil do usuário.

Antes da execução, o programador realiza uma organização prévia das características possíveis para os personagens gerados. A listagem de informações estará disposta em forma de diversas tabelas. Cada uma possui um atributo de perfil nas colunas (como "Nível de agressividade") e um tipo de característica do personagem nas linhas (como "Classe"). Essas tabelas são denominadas "Tabela de Pesos", e serão explicadas no capítulo 3. Esses valores serão utilizados no Algoritmo Evolutivo para calcular o *fitness* dos indivíduos da população.

A interação com o sistema ocorrerá por meio de uma interface para celular. Ao baixar e abrir o aplicativo, o usuário é apresentado com uma tela inicial para a escolha de um perfil de personagem. Neste ponto, ele pode criar um perfil novo, dando um nome de sua preferência, ou acessar um perfil já existente. Se seguir a primeira opção, a próxima tela mostra um pequeno questionário com 6 questões para definir o perfil do personagem. Todas as perguntas possuem o mesmo número de respostas que podem ser ordenadas. Mais detalhes estarão presentes no capítulo 3.

Ao terminar de responder o questionário, o sistema gera 9 personagens aleatórios, divididos em 3 ciclos de 3 personagens. Esses números foram decididos pelo programador, baseado no interesse em variedade de personagens e na preocupação com o usuário ficar cansado devido ao uso prolongado do aplicativo. Cada personagem gerado é considerado um indivíduo, e o conjunto dos indivíduos é denominado a população atual. As características escolhidas do indivíduo (o "genótipo") estão dispostas em um vetor de números inteiros, onde cada valor (o "gene") representa uma característica escolhida. Baseado nos valores das tabelas de características anteriormente explicadas, é calculado o *fitness* de cada indivíduo usando uma função-objetivo. Os 3 indivíduos de maior *fitness* (os personagens mais bem avaliados) são selecionados e mostrados, em ordem, para que o usuário os avalie.

Nesta etapa, o usuário deve dar seu *feedback* para o algoritmo, dizendo se o personagem que o sistema considerou ser o mais recomendado nesta iteração foi condizente ou não com o perfil preenchido. Mesmo que o usuário responda que é condizente, ainda não será o personagem final que o sistema recomendará para o jogador. Com base na resposta, o sistema atualiza os valores das tabelas de características, aumentando os pesos das características presentes no personagem se o usuário considerou condizente, e reduzindo se considerou não-condizente.

Após cada avaliação do usuário, os valores das tabelas vão sendo atualizados, e os personagens que o jogador marcar como "gostou" serão guardados. Ao fim das iterações, o sistema recomenda um personagem final para o jogador, que deve ser o mais condizente com o perfil preenchido. Porém, se o usuário gostou mais de algum personagem anterior ou se julgou que o último personagem oferecido não foi o mais condizente, ele pode navegar novamente por todos os personagens anteriormente salvos.

O motivo de haver 3 ciclos de 3 personagens sendo mostrados, ao invés de 9 ciclos de 1 personagem, é o fato de cada atualização das tabelas de pesos afetar a geração dos próximos personagens. Portanto, se apenas o melhor personagem influenciar a tabela, o próximo personagem tem mais chance de ser muito parecido, em caso de *feedback* positivo (pois os atributos apresentados teriam recebido um aumento de peso), ou completamente diferente (pois os atributos apresentados teriam recebido uma redução de peso), o terceiro personagem teria mais chance ainda de apresentar características parecidas ou completamente diferentes, e assim por diante. Ao oferecer os 3 melhores de cada geração, é possível atualizar vários pesos antes de passar para a próxima geração, de forma que um conjunto maior de atributos que agradam o usuário tenham chance elevada de serem mostrados, oferecendo uma variedade levemente maior para o usuário.

Esse processo pode ser usado tanto por jogadores, para gerar as características físicas e personalidade de seus próprios personagens jogáveis, quanto pelo mestre, que usaria-o para gerar qualquer número de "personagens não-jogáveis", do inglês *Non-playable Characters (NPC)*.

A avaliação do aplicativo será feita por meio de um questionário ao fim da geração, onde o usuário responde se ele já joga RPGs, e, se sim, com que frequência, se considerou que os personagens estavam sendo gerados de maneira condizente com o perfil preenchido, se estavam melhorando ao longo das gerações, e se ele ficou contente com os personagens obtidos.

Capítulo 3

DESENVOLVIMENTO

3.1 O Problema

A motivação deste projeto surgiu da dificuldade que alguns jogadores de RPG têm de criar personagens interessantes e que se adequassem aos gostos dos próprios jogadores, sem ter que recorrer à aleatoriedade generalizada.

A ferramenta criada para auxiliar nessa tarefa faz uso de um AE tradicional cujo cálculo de *fitness* é afetado pelo *feedback* do usuário avaliando os melhores indivíduos de cada população, a fim de automatizar o processo e permitir a geração instantânea de personagens sob demanda.

3.2 Atividades Realizadas

As atividades realizadas durante o desenvolvimento deste projeto podem ser divididas em 5 etapas: revisão bibliográfica, planejamento e definição de um modelo adequado, implementação do algoritmo em C# e integração com a Unity, criação e polimento da interface do usuário, envio para diversos usuários testarem e fornecerem *feedback*, e, por fim, a análise dos resultados.

3.2.1 Revisão Bibliográfica

Esta etapa de pesquisa foi executada principalmente utilizando o motor de busca de artigos científicos Google Scholar¹, utilizando palavras-chave como "Procedural content generation", "Evolutionary algorithm", "Character generation" e "Games".

Pode-se notar facilmente que a geração procedural de conteúdo vem sendo prevalente no ramo de jogos digitais, como exemplificado em (**SHAKER; TOGELIUS; NELSON, 2018**), que dá uma visão geral dos usos da técnica em jogos, incluindo técnicas para construção de níveis; em (**RISI *et al.*, 2016**), cuja pesquisa se foca mais em gerar conteúdo voltado para o público casual desses jogos; e (**SUMMerville *et al.*, 2018**), que utilizam conceitos de aprendizado de máquina na criação de conteúdo.

É possível encontrar usos de AEs em aplicações envolvendo jogos, como em (**KUNA-NUSONT *et al.*, 2017**), onde eles fazem uso das técnicas para estimar a qualidade de jogos, e

¹ <<https://scholar.google.com.br/>>

(FERREIRA *et al.*, 2014), que testam o desempenho de diversos algoritmos evolutivos em um jogo de estratégia em tempo real (RTS). Algumas pesquisas que envolvem a criação de conteúdo com AEs são por exemplo a de (ASHLOCK; MCGUINNESS, 2014), que usa regras diferentes para criar ambientes cavernosos para jogos de RPG, e (ADAMS; PAREKH; LOUIS, 2017), que usa uma mistura de Autômato Celular e Algoritmo Genético para gerar níveis labirínticos para um jogo.

Com relação à geração de personagens, algumas pesquisas tocam nesse assunto, por exemplo implementando sistemas geradores, como (YI; SHI, 2016) que criam personagens sintéticos, combinando partes de diferentes criaturas, e chegam à conclusão que é possível gerar personagens bons com técnicas diferentes de maneira objetiva. Outra opção é a de realizar análises de sistemas existentes, como (MCARTHUR; JENSON, 2015) que conduz uma análise detalhada do gerador de personagens de um jogo online popular com base em testes com 39 participantes, e concluindo que são boas ferramentas para expressão e representação dos jogadores.

Dado os bons resultados das pesquisas anteriores é possível presumir que o uso de um Algoritmo Evolutivo pode complementar as pesquisas de geração de personagens e conquistar resultados mais satisfatórios, visto que permitem a melhora contínua das características apresentadas. A falta de pesquisas que implementem essas tecnologias da mesma maneira proposta nesse projeto também torna interessante sua aplicação.

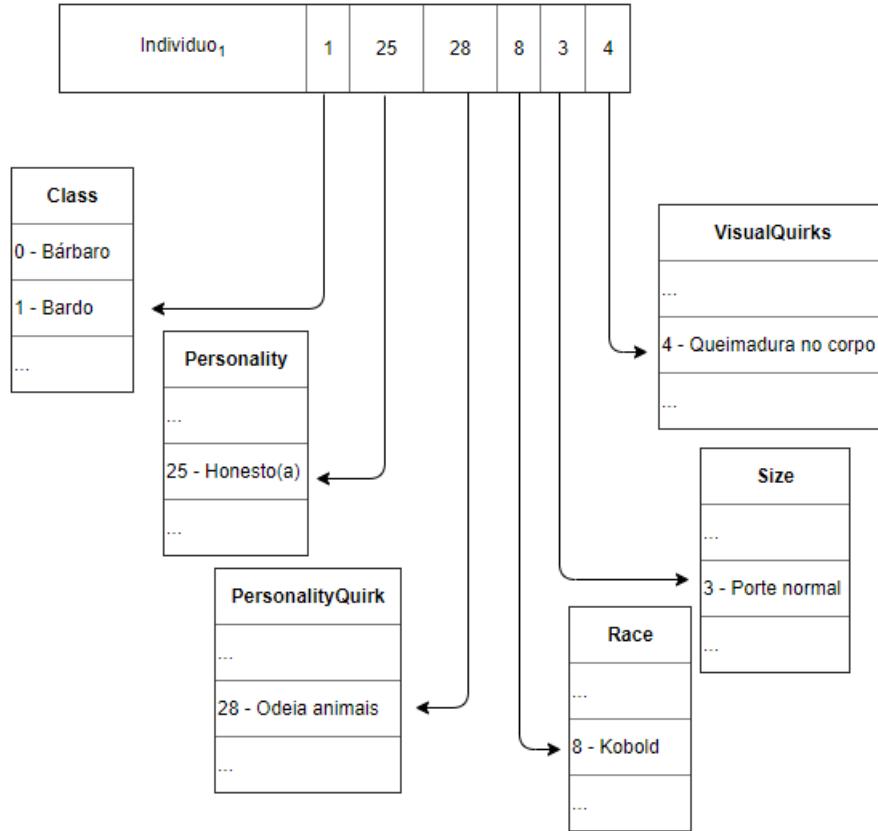
3.2.2 **Modelo**

Para a definição do modelo, precisou-se levar em consideração alguns pontos importantes. Em primeiro lugar, qual seria a representação genotípica do indivíduo e como seria sua conversão para o fenótipo desejado (um personagem para uma sessão de RPG), embora estivesse claro desde o início que o formato de um vetor de inteiros seria a maneira mais apropriada. Em seguida, foi necessário pensar numa maneira de realizar o cálculo de *fitness* de um indivíduo, pois a princípio a qualidade de uma dada característica é estritamente subjetiva. Além disso, também precisou-se pensar em quais perguntas seriam feitas ao usuário para definir traços do perfil que afetariam todas as características.

Os genes do indivíduo estão representados na figura 1. O genótipo é representado por um vetor de inteiros, sendo que cada posição sempre representa uma característica que, em sequência, são elas "Classe", "Personalidade", "Peculiaridade", "Raça", "Porte" e "Traço físico". Cada uma dessas características possui diversos valores possíveis, armazenados em vetores de *strings* e associados a um índice (que corresponde a um gene no genótipo do indivíduo).

Na tabela 1 é possível ver o exemplo de uma Tabela de Pesos, usada no cálculo do *fitness* dos indivíduos gerados. Cada célula representa o quanto provável (e condizente) aquela opção seria para dada característica para qualquer resposta que o usuário fornecer ao preencher do

Figura 1 – Imagem representativa do genótipo de um indivíduo e sua conversão para fenótipo



Fonte: Elaborada pelo autor.

perfil.

Por exemplo, é possível notar que se o usuário responder a pergunta "1. Como seu/sua personagem resolve conflitos? (1- Conversando, 5- Com violência)"(ver Figura 2b) com valor 5, a classe Bárbaro é, de acordo com a tabela, com maior peso inicial (peso 10). Portanto, indivíduos que apresentarem esta característica receberão maior *fitness*. Por outro lado, indivíduos que apresentarem a classe Clérigo receberão uma adição baixa no *fitness*, de apenas peso 2.

3.2.3 Algoritmo

O AG foi implementado de maneira padrão, e será explicado em mais detalhes a seguir. A primeira geração é populada com 100 indivíduos completamente aleatórios, e o *fitness* de cada um é calculado com base no algoritmo 1. Cada geração subsequente tem seus 100 indivíduos gerados com base em indivíduos presentes na população anterior (denominados pais). Cada indivíduo novo é gerado com base em 2 pais (podendo ser qualquer um dos 100 indivíduos anteriores). Os pais são escolhidos por meio da técnica de ranqueamento, mais especificamente Seleção por Roleta, onde os indivíduos mais aptos tem maior chance de serem escolhidos.(DEJONG, 2016). Porém, os menos aptos ainda possuem uma pequena chance.

Tabela 1 – Exemplo de uma tabela de pesos (Agressividade_Classe)

Classe\Agressividade	1	2	3	4	5
Bárbaro	1	2	5	8	10
Bardo	2	4	6	4	2
Bruxo	1	3	5	8	6
Caçador	1	2	8	6	3
Clérigo	10	7	6	3	2
Druida	7	10	8	5	4
Feiticeiro	2	4	8	7	6
Guerreiro	1	4	7	8	6
Ladino	4	6	7	6	5
Mago	7	8	6	4	2
Paladino	4	8	7	6	5

Fonte: Elaborada pelo autor.

Após escolhidos os pais, ocorre o *crossover* de genes, onde, para cada posição no gene (denominada cromossomo), há uma chance igual de ser tanto o gene correspondente do primeiro quanto do segundo pai. Após o *crossover*, ainda pode acontecer o processo de mutação, onde cada gene possui uma chance pequena de se tornar aleatoriamente qualquer outro valor possível. Neste projeto, a chance de mutação foi fixada em 10% pelo programador, para promover maior variedade de características nos personagens. Após cada geração, os 3 melhores indivíduos são mostrados para o usuário e baseado em seu *input*, alguns valores das tabelas de pesos (usadas no cálculo do *fitness*) são atualizados, como exemplificado no algoritmo 2.

Algoritmo 1: Algoritmo para o cálculo do *fitness* de um indivíduo

```

Input: Índice do indivíduo na população (index)
1 genes recebe os genes do indivíduo correspondente ao index;
2 fitness = 0;
3 repeat
4   | tabela <- buscar tabela de características de genes[i];
5   | valor <- tabela[genes[i]][k];
6   | fitness <- fitness + valor;
7 until todas os índices de genes forem acessados;
8 return fitness

```

O cálculo do *fitness* ocorre sempre que um indivíduo é gerado pelo AG, no momento em que é necessário saber o quão apto ele é em comparação com os gostos do usuário (representados pelas tabelas de pesos). No algoritmo 1 primeiramente recebe-se um índice por parâmetro, que representa um indivíduo da população. Seus genes são salvos na variável *genes* e serão acessados em seguida no próximo laço de repetição. A variável *fitness* também é inicializada com valor 0. A cada ciclo, um índice de *genes* é acessado, e sua tabela correspondente também. O valor presente nos índices *genes*[*i*] (gene correspondente à iteração atual) e *k* (valor respondido pelo

usuário à pergunta correspondente) é acessado na tabela e adicionado em *fitness*. Após todos os ciclos, o valor total de *fitness* é retornado.

Algoritmo 2: Algoritmo para a atualização dos pesos nas tabelas

Input: Valor a ser mudado nas células (*value*), Indivíduo atual (*individual*)

```

1 repeat
2   index <- individual[j];
3   tabela <- tabelas[i][j];
4   tabela[index][k] = tabela[index][k] + value
5 until até todas as tabelas serem acessadas;
  
```

Outro algoritmo importante, o de atualização dos pesos das tabelas (Algoritmo 2) funciona da seguinte maneira: por parâmetro, são passados o indivíduo que acabou de ser avaliado pelo usuário e o valor a ser adicionado/reduzido nas células das tabelas. Ocorre um laço de repetição, onde todas as tabelas de pesos são acessadas, em ordem de *Atributo de Perfil* (*i*) e *Característica* (*j*). Em seguida, a tabela do laço atual é acessada na célula de índices *index* (correspondente ao índice atual do indivíduo) e *k* (valor respondido pelo usuário à pergunta correspondente), e seu valor é incrementado em *value* (positiva ou negativamente). Este é definido pelo programador quando a versão final é feita e cria-se uma build. Durante os testes, o valor final de *value* foi definido como 2 (ou -2 para atualização negativa), decidido por meio de testes internos. Um exemplo de acréscimo de uma tabela é mostrado na tabela 2.

3.2.4 Interface

O método aqui proposto foi desenvolvido como um aplicativo para dispositivos móveis. Logo, tornou-se necessário levar em conta aspectos como o tamanho dos elementos visuais na tela, tempo total de uso do aplicativo e simplicidade de interações. Portanto, todas as telas foram projetadas para que as informações coubessem na tela com o maior tamanho possível, e utilizando cores que facilitassem a leitura no celular.

A Figura 2a retrata a primeira tela do aplicativo, voltada à seleção de perfil. O usuário pode escolher criar um perfil novo, dando um nome qualquer, ou acessar um perfil já existente. Se decidir acessar um perfil existente, a próxima tela não é acessada e o programa carrega diretamente os dados salvos em uma sessão de uso anterior.

Tabela 2 – Exemplo de uma atualização positiva na tabela (Agressividade_Classe)

Classe\Agressividade	1	2	3	4	5		Classe\Agressividade	1	2	3	4	5
Bárbaro	1	2	5	8	10		Bárbaro	1	2	5	8	12
Bardo	2	4	6	4	2		Bardo	2	4	6	4	2
...

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 2 – Representação das primeiras 2 telas do sistema.



(a) Tela de seleção de perfil

(b) Preenchimento do questionário

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 2b, o usuário é colocado para preencher um questionário do perfil do personagem. Apenas uma opção em cada pergunta pode ser selecionada. As respostas são salvas em forma de um vetor de inteiros (com valores de 0 a 4).

Em seguida, na figura 3a, o programa irá mostrar ao usuário 9 personagens gerados em sequência, com todas suas características escolhidas. Os personagens são os mais bem avaliados de suas respectivas gerações. A cada personagem, o usuário deve apertar os botões no canto interior da tela para dar *feedback* sobre o quanto condizente, na opinião dele, foi o personagem com o perfil preenchido.

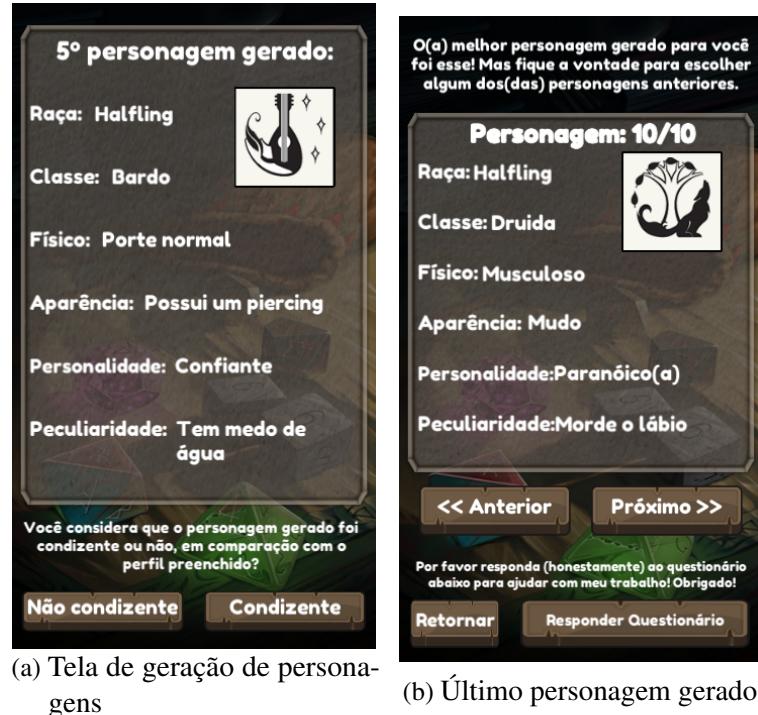
Por fim, na figura 3b, o último personagem gerado, após todas as atualizações no algoritmo, é mostrado ao usuário. Nesse momento, ele pode visualizar todos os personagens gerados anteriormente, seguir para o questionário *online* de satisfação, ou retornar para a primeira tela se desejar usar o gerador novamente.

3.2.5 Testes

O link para download do projeto foi disponibilizado online e aberto a qualquer pessoa testar². Ao fim de cada uso, há um link disponível que redireciona o usuário a um Formulário de Satisfação, com perguntas sobre seu próprio perfil e sua experiência usando o aplicativo. Ao todo, dentro de 1 semana, 28 respostas foram coletadas. Dado o baixo número de dados coletados, uma

² <<https://forms.gle/Qs49trKxoL73p4Nx8>>

Figura 3 – Representação das 2 telas remanescentes do sistema.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 4 – Início do questionário de satisfação

Formulário de satisfação - Gerador de personagens

Este formulário faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso de Fabrício Guedes Faria (Gerador de Personagens para RPG de mesa).

Por favor responda com sinceridade, e apenas após gerar 10 personagens com o aplicativo.

"RPG (Role Playing Game) de mesa é um jogo de interpretação e imaginação, onde vários jogadores se reúnem, assumem o papel de personagens fictícios e participam de uma história narrada pelo "Mestre", que é outro jogador com o papel de guiar a narrativa."

*Obrigatório

Você já jogou RPG de mesa antes? *

Sim

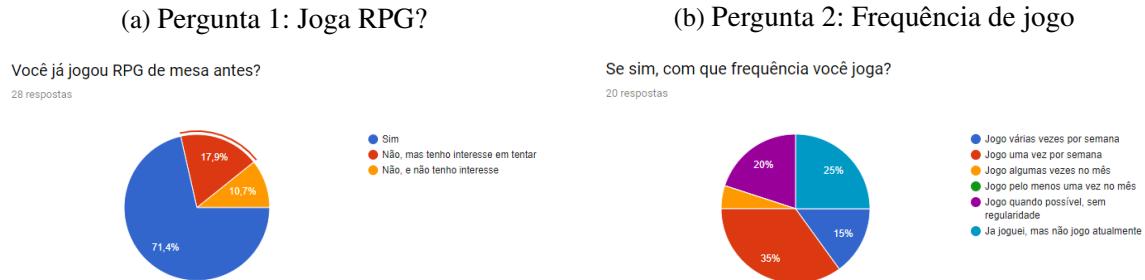
Não, mas tenho interesse em tentar

Não, e não tenho interesse

Fonte: Elaborada pelo autor.

análise estatística não pode ser realizada com precisão e, ao invés disso, foi feita uma análise direta dos gráficos fornecidos pelo *Google Forms*.

Figura 5 – Dados das perguntas 1 e 2



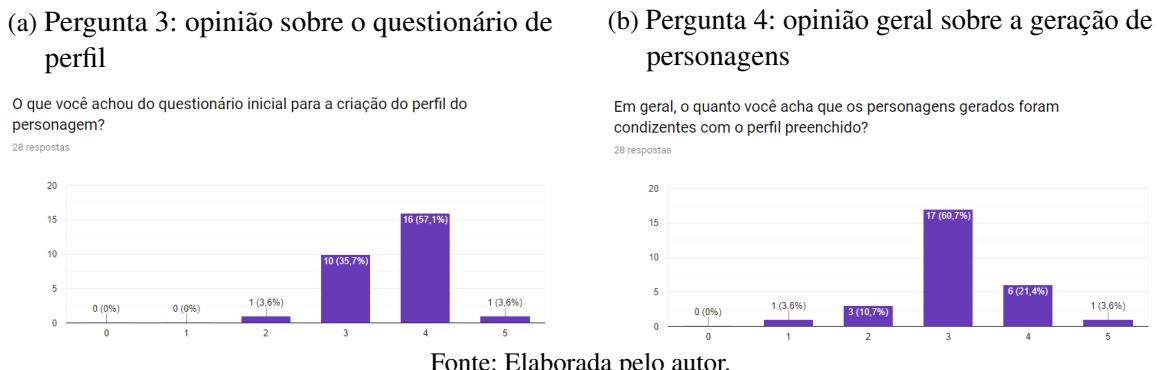
Fonte: Elaborada pelo autor.

3.3 Resultados

A Figura 5a retrata a primeira pergunta, referente ao perfil dos usuários, especificamente se já haviam jogado RPG antes, ou se tinham interesse em jogar. Um total de 71,4% (20) dos usuários já haviam jogado antes, enquanto 17,9% (5) não haviam jogado, mas tinham interesse em jogar algum dia. Apenas 3 usuários nunca jogaram e também não tinham interesse. Isso mostra que quase todas as pessoas que testaram tem experiência com criação de personagens e se interessam por assuntos desse tipo.

Na Figura 5b, os dados da próxima pergunta são apresentados, considerando apenas os 20 usuários que responderam "Sim" à pergunta anterior. Dos que já jogaram, pode-se ver que há uma boa distribuição entre todas as respostas, mostrando que a amostra de usuários é variada, possibilitando a obtenção de dados mais heterogêneos.

Figura 6 – Dados das perguntas 3 e 4

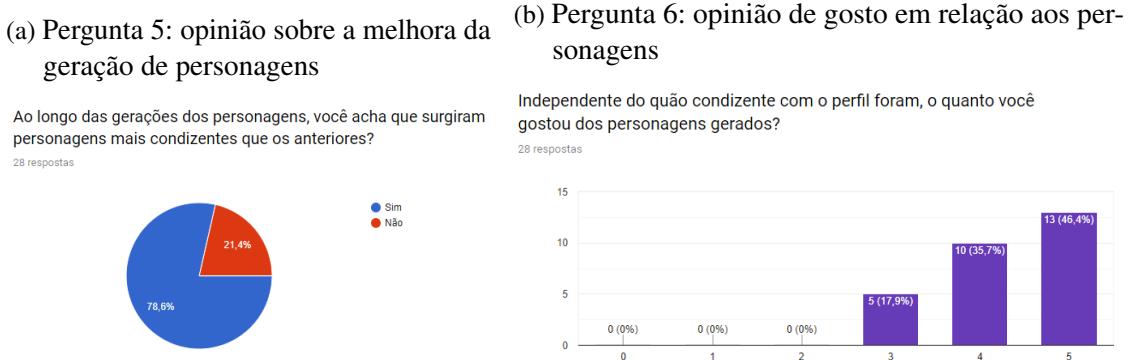


Fonte: Elaborada pelo autor.

Nos dados da Figura 6a, pode-se atestar a opinião dos usuários com relação ao questionário inicial de criação de perfil. O ponto notável neste gráfico é que apenas 1 usuário considerou o questionário ruim (abaixo da metade), enquanto a maioria considerou ao menos levemente positivo, uma vez que a maior parte das respostas (26, 92,8%) se concentram nos valores 3 e 4. Pode-se concluir que há sim espaço para melhoria neste questionário, mas o seu estado atual é satisfatório para quase todos os usuários.

A Figura 6b mostra o quão condizentes, no geral, foram os personagens gerados na opinião dos usuários. Pode-se ver que a grande concentração dos usuários avaliou os personagens como razoavelmente condizentes. Por esses dados, pode-se falar que, no estado atual do projeto, os personagens gerados são aceitáveis na opinião dos usuários avaliados. Porém, há espaço para melhoria no algoritmo proposto.

Figura 7 – Dados das perguntas 5 e 6



Fonte: Elaborada pelo autor.

A seguir, podemos ver na Figura 7a que grande parte dos usuários considerou que houve, sim, uma melhora na geração de personagens ao longo das gerações, exatamente o que foi pretendido com o projeto. Apenas 21.4% (6) dos usuários considerou que não melhoraram. Seria ideal que esse número fosse bem menor, ou zero de preferência, mas para uma primeira implementação é um número aceitável.

Por fim, independente do algoritmo, é possível ver na Figura 7b que grande parte dos usuários gostou dos personagens gerados. Isso mostra que os valores escolhidos para cada atributo agradaram a eles, mesmo em situações em que a combinação deles no personagem não fosse tão condizente com o perfil esperado. O algoritmo genético parece ser capaz de gerar personagens com perfis interessantes.

3.4 Dificuldades e Limitações

A primeira dificuldade encontrada foi na formulação das perguntas de definição do perfil. Para o modelo definido, era necessário perguntas que influenciassem todos os valores disponíveis para os atributos, ou atributos que fossem influenciados por todas as perguntas. Além disso, todas deveriam conter o mesmo número de respostas, sejam elas quantitativas ou qualitativas.

Outra grande dificuldade foi o preenchimento inicial das tabelas de pesos dos atributos. Como haviam 6 atributos para o personagem e 6 perguntas (correspondente aos aspectos de personalidade do perfil), foi necessário preencher 36 tabelas com 5 colunas e entre 11 e 60 linhas cada. Foi necessário que o programador preenesse os valores iniciais com pesos condizentes com os clichês estabelecidos no RPG.

Por fim, a última dificuldade foi a de conseguir pessoas que testassem o projeto. Por mais que ele tenha sido compartilhado em redes sociais, grupos de colegas e enviado diretamente para indivíduos, somente 28 respostas foram arrecadadas, muito abaixo do esperado, e abaixo do ideal para realizar uma boa análise estatística de dados.

Capítulo 4

CONCLUSÃO

4.1 Resumo

Com a execução do projeto, foi possível obter uma solução suficiente para a criação de personagens de RPG de mesa em conjunto com o *input* de usuários.

A primeira tarefa foi o entendimento do problema e pesquisa em fontes acadêmicas sobre técnicas que poderiam oferecer uma solução. Com isso, a técnica usada foi o Algoritmo Genético, que em conjunto com input do usuário, poderia modificar os resultados obtidos para se adequar diretamente a gostos pessoais.

Em seguida, a solução foi modelada, e a forma de representação de aspectos importantes do algoritmo como genótipo e fenótipo foram decididas. Também precisou-se considerar como seria feito o cálculo do *fitness* de cada indivíduo das populações, e foi decidido usar uma tabela de pesos que seriam adicionados diretamente ao valor que estivesse sendo calculado para o *fitness*.

A próxima etapa foi o desenvolvimento do algoritmo em si, e implementação na ferramenta Unity do software que seria enviado para os usuários testarem.

Por fim, a fase de testes ocorreu por meio do envio do programa em diversos grupos e redes sociais, e pedindo para que os usuários respondessem um questionário de satisfação ao fim, com perguntas relevantes à experiência de uso.

Os resultados obtidos, embora em número bem abaixo do desejado, foram satisfatórios. Consegiu-se atingir o objetivo proposto de maneira razoável, de acordo com as respostas dos usuários, porém é possível notar claramente espaço para melhora, que poderia ser tocada numa possível continuação deste projeto.

4.2 Sobre o curso

O curso de Ciências da Computação foi, para mim, composto de algumas partes positivas e outras muito negativas. Eu sabia desde o início que era o curso mais apropriado para mim e para meu plano ideal de carreira. Mesmo assim, fui surpreendido com situações menos que ideais.

Tive experiências ruins com certos professores no início do curso, que por aparente arrogância, falhavam no papel de providenciar um ambiente em que o aluno se sentisse a vontade para pedir ajuda. Diversas vezes, dúvidas consideradas básicas eram recebidas com ironia ou zombaria.

Outros professores usavam horário de aula, em boa parte das aulas para contar histórias não-relevantes para a matéria. Nas aulas em que havia conteúdo relevante sendo passado, ele era passado pelo Aluno PAE da disciplina, não pelo professor.

Além disso, estes e outros professores possuem o costume de passar trabalhos como se os alunos tivessem somente a matéria deles no semestre. Trabalhos que os alunos precisavam trabalhar mais do que o razoável, privando-se de sono e tempo de lazer para conseguir boas notas.

Apesar disso, encontrei sim professores simpáticos, com boa didática, que estavam preocupados com o aprendizado dos alunos e, embora fossem rigorosos em momentos, disponibilizavam recursos suficientes para que nós pudéssemos concluir as tarefas passadas.

O oferecimento de matérias optativas no instituto também foi interessante, com vários assuntos de especialização e outros complementares ao aprendizado técnico do curso (como empreendedorismo e gerenciamento de projetos). Pude escolher bem as matérias que eu julguei se encaixarem mais com meus objetivos para o futuro.

Além disso, tive oportunidade de conhecer colegas muito competentes, fazer ótimas amizades e poder participar de um grupo de extensão que proporcionou as melhores atividades que eu participei, além de contribuir imensamente para minha formação como profissional.

4.3 Possibilidades para continuação do TCC

É possível expandir esse projeto para aperfeiçoar o algoritmo evolutivo, de modo a gerar personagens que condizem mais com os perfis. As próprias perguntas de definição de perfil também podem ser melhoradas, tanto para facilitar que os usuários comparassem com os personagens gerados, quanto para tornar mais lógica a atribuição dos pesos às características. Por fim, as funcionalidades planejadas inicialmente que não puderam ser incluídas por falta de tempo pode ser desenvolvidas, como a integração de vários usuários compartilhando dados das gerações entre si, a fim de gerar personagens levando tudo em consideração, e permitir o salvamento online de perfis, além da exportação de dados de um personagem ao fim de todas as gerações.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, C.; PAREKH, H.; LOUIS, S. J. Procedural level design using an interactive cellular automata genetic algorithm. **Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion on - GECCO 17**, 2017. Citado na página 32.
- AMAZON. **Best Sellers in Fantasy Gaming**. Amazon. Disponível em: <https://www.amazon.com/Best-Sellers-Books-Fantasy-Gaming/zgbs/books/16211/ref=zg_bsnr_tab_t_bs>. Citado na página 23.
- ASHLOCK, D.; MCGUINNESS, C. Automatic generation of fantasy role-playing modules. **2014 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games**, 2014. Citado na página 32.
- BOND, L. **Procedural generation: an algorithmic analysis of video game design and level creation**. [S.l.: s.n.], 2017. Citado na página 28.
- COSTIKYAN, G. **The Revolution Began With Paper**. 2006. Disponível em: <http://www.escapistmagazine.com/articles/view/video-games/issues/issue_42/253-The-Revolution-Began-With-Paper.2>. Citado na página 23.
- DEJONG, K. A. **Evolutionary Computation A Unified Approach**. [S.l.]: Bradford Books, 2016. Citado na página 33.
- FERREIRA, L.; PEREIRA, L.; TOLEDO, C.; PEREIRA, R. Evolutionary approaches to evolve ai scripts for a rts game. **Proceedings of the 2014 conference companion on Genetic and evolutionary computation companion - GECCO Comp 14**, 2014. Citado na página 32.
- GOLDBERG, D. E. **Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning**. [S.l.]: Addison-Wesley, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 29.
- GUINS, R.; LOWOOD, H. **Debugging game history: a critical lexicon**. [S.l.]: The MIT Press, 2016. Citado na página 23.
- HAWKES-ROBINSON, W. Role-playing games used as educational and therapeutic tools for youth and adults. **Rpgresearch.com**, 12 2008. Citado na página 24.
- HUIZINGA, J. **Homo ludens a study of the play-element in culture**. [S.l.]: Angelico Press, 2016. Citado na página 23.
- JONG, K. A. D. **Evolutionary Computation A Unified Approach**. [S.l.]: Bradford Books, 2016. Citado na página 28.
- KHALED, R.; NELSON, M. J.; BARR, P. Proceedings of the sigchi conference on human factors in computing systems - chi 13. p. 1509–1518, May 2013. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2470654.2466201>>. Citado na página 28.

KUNANUSONT, K.; GAINA, R. D.; LIU, J.; PEREZ-LIEBANA, D.; LUCAS, S. M. The n-tuple bandit evolutionary algorithm for automatic game improvement. **2017 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)**, Jul 2017. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7969571>>. Citado na página 31.

MCARTHUR, V.; JENSON, J. Plans and co-situated factions: An evaluation of avatar affordances in rift's character creation interface. **Journal of Gaming & Virtual Worlds**, v. 7, n. 1, p. 77–99, 2015. Citado na página 32.

RISI, S.; LEHMAN, J.; DAMBROSIO, D. B.; HALL, R.; STANLEY, K. O. Petalz: Search-based procedural content generation for the casual gamer. **IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games**, v. 8, n. 3, p. 244–255, Mar 2016. Citado na página 31.

ROLL20. **The Orr Group Industry Report - Q1 2018**. 2018. Disponível em: <<https://blog.roll20.net/post/174833007355/the-orr-group-industry-report-q1-2018>>. Citado na página 23.

_____. **Roll20 Wiki**. 2019. Disponível em: <https://wiki.roll20.net/Introduction_To_Tabletop_RPGs>. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 28.

SHAKER, N.; TOGELIUS, J.; NELSON, M. J. **PROCEDURAL CONTENT GENERATION IN GAMES**. [S.I.]: SPRINGER, 2018. Citado na página 31.

SUMMERVILLE, A.; SNODGRASS, S.; GUZDIAL, M.; HOLMGARD, C.; HOOVER, A. K.; ISAKSEN, A.; NEALEN, A.; TOGELIUS, J. Procedural content generation via machine learning (pcgml). **IEEE Transactions on Games**, v. 10, n. 3, p. 257–270, Jun 2018. Citado na página 31.

TOLKIEN, J. R. R.; HAMMOND, W. G. **The lord of the rings**. [S.I.]: HarperCollinsPublishers, 2014. Citado na página 24.

TWITCHTRACKER. **CriticalRole - Statistics**. Disponível em: <<https://twitchtracker.com/criticalrole/statistics>>. Citado na página 24.

WHITTEN, S. **'Dungeons and Dragons' Kickstarter breaks record with \$11.3 million campaign**. CNBC, 2019. Disponível em: <<https://www.cnbc.com/2019/04/19/critical-role-vox-machina-kickstarter-ends-with-11-million-in-funding.html>>. Citado na página 24.

YI, J. H.; SHI, C. K. Synthetic character generation strategies: character design through the application of novel conceptual combination strategies. **International Journal of Arts and Technology**, v. 9, n. 4, p. 346, 2016. Citado na página 32.

GLOSSÁRIO

Role playing game: "Jogo de interpretação de papel", um gênero de jogo onde o jogador assume o papel de algum personagem pré-existente ou criado por ele mesmo, define suas características ao início do jogo e participa de uma aventura fictícia com auxílio de um programa de computador ou outro jogador que faz o papel de narrador..

Algoritmo evolutivo: Tipo de algoritmo que busca solucionar um problema de otimização mesmo sem saber o que se está otimizando. Fazem uso de conceitos de Evolução Biológica, como gerações, populações e indivíduos.

Algoritmo genético: Um tipo de algoritmo evolutivo, que faz uso de conceitos genéticos como cromossomos, crossover e mutação.

Fitness: Em Algoritmos Evolutivos, o quanto bem um dado indivíduo é avaliado com relação a seu desempenho na tarefa que se deseja concluir. Normalmente se deseja o indivíduo com o maior ou o menor fitness.

Genes: Em Algoritmos Genéticos, conjunto de dados de um dado indivíduo. Normalmente é representado no algoritmo como um vetor de dados, seja *booleanos*, *strings*, números inteiros ou outro tipo.

Geração procedural de conteúdo: Qualquer situação onde um conteúdo (normalmente em jogos digitais) é criado por meio de algoritmos computacionais, seja inteiramente ou parcialmente. É útil principalmente quando se deseja economizar espaço de armazenamento, tempo e esforço humano.

Geração: Em Algoritmos Evolutivos é um ciclo de execução do algoritmo, onde uma nova população é criada e seus indivíduos terão seu *fitness* avaliado.

Indivíduo: Em Algoritmos Evolutivos, o componente que executa a função-objetivo e busca maximizar ou minimizar seu valor.

Mestre: Em RPG de mesa, é o jogador responsável por narrar a aventura, interpretar os inimigos e personagens não-jogáveis, descrever o mundo e os locais, e ditar que resultado ocorre a partir das ações dos outros jogadores.

População: Em Algoritmos Evolutivos, conjunto de indivíduos criados em uma geração.

Sistema de RPG: Em RPG de mesa, é a coleção de regras, cenários, temáticas e estilos presentes em um jogo de RPG. Equivalente a dizer qual jogo será jogado com um baralho normal de cartas, pois cada um possui regras diferentes, cartas diferentes que são usadas, variações. e.g. Dungeons and Dragons, GURPS, Vampiro: A Máscara, Tormenta RPG.

Streaming: Uma tecnologia para enviar dados em forma de multimídia, normalmente vídeo, através da Internet. Podendo ser ao vivo (e.g. Twitch) ou não (e.g. Youtube).