

Universidade de São Paulo
Instituto de Matemática e Estatística
Bachalerado em Ciência da Computação

André Ferrari Moukarzel

**Ludificação do Ensino
de Responsabilidade Financeira**

São Paulo
Novembro de 2019

Ludificação do Ensino de Responsabilidade Financeira

Monografia final da disciplina
MAC0499 – Trabalho de Formatura Supervisionado.

Supervisor: Prof. Dr. Alfredo Goldman

São Paulo
Novembro de 2019

Resumo

O objetivo deste trabalho e pesquisa foi desenvolver um protótipo representativo de um aplicativo de ensino de finanças. Através de múltiplas iterações de um modelo de desenvolvimento de Processo Incremental, amplas sugestões dos usuários de teste e do Serviço de Orientação Financeira da FEA-USP, um protótipo simultaneamente extenso e profundo foi construído. Neste aplicativo, um usuário pode, na forma de um jogo, estudar materiais teóricos acerca de alguns assuntos populares e outros pouco abordados de finanças, praticar investimentos em um ambiente virtual seguro com recursos do próprio jogo em um sistema no qual as consequências, boas ou ruins, de seus investimentos ocorrem muito mais rapidamente do que em um ambiente real, acelerando a aprendizagem. Durante esse processo, o usuário também tem a oportunidade de aprender na prática sobre o efeito de índices como a inflação e taxa Selic em seus investimentos, assim como melhorar a organização de suas próprias finanças do mundo real, tudo em um contexto que usa da ludificação para tornar a aprendizagem algo engajante e recompensador.

Palavras-chave: Educação Financeira, Mobile, Ludificação.

Abstract

The goal of this project and research was to develop a representative prototype of a financial education App. Through multiple iterations of an Incremental Process model of development and ample suggestions from test users and the Financial Orientation Service from FEA-USP, a prototype that is both broad and deep was built. In this App, an user can, in a game's world, study the theory behind popular and rarely approached topics of finances, practice investments in a safe virtual environment with resources from the game itself in a system where the consequences, good or bad, of their investments occur much faster than in a real environment, speeding up learning. During this process, the user will also have the opportunity to learn in practice about the effects of indexes such as inflation and Selic (Brazil's Interbank market financing rate) in their investments, as well as how to improve the organization of their own finances in the real world, all in a context that uses *gamefication* to make learning engaging and rewarding.

Keywords: Financial Education, Mobile, Gamefication.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Motivação	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Capítulos	2
2	Finanças	3
2.1	Tópicos Abordados no Aplicativo	3
2.2	Conhecimento Prévio Necessário	4
3	Godot Engine	5
3.1	O que é a Godot Engine?	5
3.2	GDScript	6
3.3	Estrutura de Cena	7
3.4	Comunicação Entre Processos	8
3.5	Considerações	9
4	Ludificação (ou <i>Gameificação</i>)	11
4.1	O que é Ludificação?	11
4.2	Perfil do Usuário	12
4.3	Riscos do Vício em Jogos	13
5	Paradigma de Desenvolvimento	15
5.1	Modelo de Desenvolvimento Incremental	15
5.1.1	Desvantagens	16
5.2	Relação com os Usuários	16
5.2.1	Usuários de Teste	16
5.2.2	Críticas dos Usuários	17
6	Desenvolvimento do Aplicativo	19
6.1	O Código	19
6.2	Escola	21
6.3	Mina e Salvamento	23
6.4	Cidade e GUI	24

6.5	Corretora	25
6.5.1	Títulos Virtuais	25
6.5.2	Interface da Corretora	27
6.5.2.1	Investimentos	27
6.5.2.2	Carteira	28
6.6	Receita Federal	29
6.7	Casa	31
6.7.1	Visualizador de Índices	31
6.7.2	Organizador de Finanças Pessoais	32
6.7.3	Considerações	33
7	Opiniões dos Usuários	35
7.1	Consequências das Críticas e Sugestões	35
7.1.1	Câmera e Zoom	35
7.1.2	Organizador de Finanças Pessoais	36
7.1.3	Ajustes de Interface	37
7.2	Entrevistas Estruturadas	37
7.2.1	Em uma escala de 0 a 10, quão fácil você acha usar os módulos presentes no Grana Preta?	38
7.2.2	Porcentagem de questões dos Questionários respondidas corretamente	38
7.2.3	Com que frequência você usou o aplicativo no mês passado?	39
8	Conclusões	41
	Referências Bibliográficas	45

Capítulo 1

Introdução

1.1 Motivação

A motivação deste estudo se originou com a recente explosão de popularidade de *influencers* de finanças e, consequentemente, o aumento de produção de conteúdo sobre investimentos para o público não especializado na área. Embora mais material esteja sendo produzido para a população leiga em finanças que deseja aprofundar seus conhecimentos, o conteúdo apresentado nas plataformas que atingem o público geral se baseia majoritariamente nos mesmos assuntos rasos de sempre. Claro que o valor dos tópicos introdutórios abordados, como finanças pessoais e a forma mais simples e sem análises pertinentes de investimentos em renda fixa, têm seu valor, principalmente para um indivíduo carente de informação, porém o fato de muitos *influencers* se limitarem a tais assuntos seguros impede o público interessado de se aprofundar em finanças da forma ativa que muitos desejam, e que pode ser necessária para uma mudança positiva de sua situação econômica.

Embora informações sobre investimento tenham se tornado mais acessíveis para a população em geral, elas ainda são apresentadas com base em pressupostos de capital inicial e abordagem de ativos distantes da realidade do indivíduo médio brasileiro. Apesar do interesse pelo assunto de finanças tenha se reacendido, como evidenciado pela explosão de *influencers* mencionada, o ensino financeiro se manteve no século passado, utilizando pouco ou nada das ferramentas modernas à disposição para tornar o aprendizado mais eficiente e engajante.

A ampla aquisição de celulares por todas as camadas da população criou um meio comum pelo qual informação pode ser distribuída de forma acessível, porém tal ferramenta não está sendo aproveitada pelo recente crescimento da produção de material didático sobre finanças para o público geral. A ausência dos grandes fornecedores de conteúdo de finanças quanto ao uso dos dispositivos móveis, que mantém desamparada grande parcela do público que se beneficiaria ao ter acesso a tais informações, foi a motivação deste projeto ser especificamente o desenvolvimento de um aplicativo.

1.2 Objetivos

O objetivo deste projeto é criação do aplicativo que denominaremos Grana Preta é criar um protótipo completo de um programa de ensino financeiro para plataformas móveis, útil para o público geral, com seus variados níveis de conhecimento.

Sendo assim, o Grana Preta pretende também testar a viabilidade de um produto com esse objetivo, a fim de idealmente direcionar a criação de aplicativos comerciais de ensino financeiro.

Com este fim, o aplicativo foca, ao menos no desenvolvimento inicial ao qual este trabalho se limita, em conhecimentos acerca de renda fixa. Esse tema foi escolhido por ser um tópico que requer pouco conhecimento prévio e ser uma das formas de investimento mais simples e seguras que um indivíduo pode fazer. Isso permite que os usuários de teste do aplicativo realmente usem o conhecimento adquirido com o uso do Grana Preta na vida real sem a hesitação que assuntos complexos podem gerar e com o mínimo de risco monetário.

Em prol de ensinar sobre investimentos e aplicações em renda fixa, o Grana Preta deve apresentar tanto o conteúdo teórico - necessário para que o usuário compreenda como fazer tais investimentos da melhor forma - como simulador interno que permita que ele experimente a compra e venda de ativos no ambiente seguro do aplicativo. Assim, com os resultados obtidos no mundo do jogo, o usuário pode perder seu medo e hesitação de investir na realidade. Além disso, para incentivar o estudo recorrente por parte dos usuários o ensino deve ser realizado de forma cativante, o que é atingido com o uso de técnicas de ludificação que serão abordadas em seu capítulo próprio e nas sessões pertinentes do capítulo sobre o desenvolvimento do aplicativo.

1.3 Capítulos

O primeiro capítulo, "Finanças", descreve quais assuntos de finanças foram escolhidos para serem abordados no aplicativo produzido neste trabalho, Grana Preta, e o porquê de sua escolha. O segundo capítulo, "Godot Engine", descreve os detalhes do motor físico sobre o qual o aplicativo foi desenvolvido. O terceiro capítulo, "Ludificação", descreve o perfil esperado dos usuários do aplicativo Grana Preta, as técnicas de ludificação aplicadas para os cativar e considerações a serem levadas em conta a fim de evitar vício degradador ao jogo. O quarto capítulo descreve o paradigma de desenvolvimento adotado para a produção do aplicativo e como ele se atrela à forma de acompanhamento com os usuários adotada.

Os últimos dois capítulos descrevem, respectivamente, o desenvolvimento do aplicativo módulo a módulo, destacando informações relevantes acerca de cada módulo individualmente, e o resultado final após encerramento do desenvolvimento do aplicativo, assim como as lições aprendidas ao se desenvolver um aplicativo.

Capítulo 2

Finanças

2.1 Tópicos Abordados no Aplicativo

O aplicativo Grana Preta foca principalmente em conhecimentos acerca de Investimentos em Renda Fixa. Este tema foi escolhido para ser abordado entre outros temas possíveis, como Finanças Pessoais e Investimentos em Renda Variável, pelos seguintes motivos:

- É um tema acessível para alguém leigo em finanças.
- O tema possui profundidade o suficiente para ser abordado em múltiplos módulos do aplicativo, demonstrando as funcionalidades do protótipo.
- Existem investimentos objetivamente superiores a outros em Renda Fixa, diferente da Renda Variável, tornando este um tema com menos nuances.
- Conhecimento adquirido sobre o tema pode ser rapidamente utilizado pelo usuário.
- É um tipo de investimento considerado seguro, com poucas chances de ter consequências negativas para o usuário.
- Conhecimento acerca do tema pode ser facilmente avaliado.

Informações sobre renda fixa são amplamente acessíveis na internet, mas é comumente entrelaçada com publicidades e propostas de corretoras de investimentos com o objetivo de atrair clientes. Sendo assim, embora fontes confiáveis da internet - no caso, múltiplos artigos da *InfoMoney* ([InfoMoney, 2019](#)) e *XP Investimentos* ([XP, 2019](#)) - ainda tenham sido analisadas em busca da informação utilizada no desenvolvimento do aplicativo Grana Preta, as principais referências foram o livro *O Mercado de Renda Fixa no Brasil. Conceitos, Precificação e Risco* ([José Monteiro Varanda Neto, 2019](#)) e o material de apoio do Serviço de Orientação Financeira (SOF) da FEA-USP.

Vale mencionar que, além do conteúdo em si, também foi essencial pesquisar como realizar a abordagem do assunto de forma cativante. Uma das técnicas usadas em favor disso foi a

ludificação, que será abordada em maior profundidade no quarto capítulo e na descrição dos módulos do aplicativo. Fora isso, também seguimos a abordagem do material de apoio do SOF.

Por tratar com indivíduos frequentemente endividados, o material do SOF se desenvolveu para ser cativante para pessoas sem conhecimento prévio ou aptidão em finanças. Para este fim, o material é segmentado em sub-temas ao máximo, com o mínimo possível de jargões técnicos e focando sempre em ações que possam ser rapidamente aplicadas pelo leitor.

Como veremos no subcapítulo dedicado ao desenvolvimento do módulo educacional do projeto, essa foi a abordagem tomada no módulo de aulas teóricas do aplicativo Grana Preta.

2.2 Conhecimento Prévio Necessário

Dado a escolha de Renda Fixa, não se espera nenhum tipo de conhecimento avançado de finanças para que o aplicativo possa ser utilizado. Embora possa ser vantajoso ter conhecimento prévio sobre os efeitos da inflação de taxa Selic sobre a rentabilidade de títulos de renda fixa, ter domínio de como é calculada a rentabilidade de um título, o significado do período de carência ou outras informações, todo o conhecimento necessário para se fazer um investimento no aplicativo ou na vida real são fornecidos no módulo de ensino do projeto Grana Preta.

Sendo o objetivo do projeto educar os usuários sobre o tópico, a expectativa é, inclusive, que o usuário do aplicativo possua nenhum ou pouco conhecimento prévio sobre o assunto e tenha acessado o Grana Preta a fim de se educar.

Capítulo 3

Godot Engine

3.1 O que é a Godot Engine?

A Godot Engine ([Godot, 2019](#)) é um motor de jogos, uma ferramenta usada - como o nome indica - para organizar e agilizar o desenvolvimento de jogos eletrônicos.

A Godot, em particular, é um motor de jogos de código aberto criada no início de 2014 e que vem sendo incrementada por uma comunidade de desenvolvedores de jogos que têm rapidamente adotado a ferramenta. Com seu crescimento exponencial e variedade de funcionalidades adicionadas progressivamente, a Godot Engine já pode ser considerada uma rival ao nível de ferramentas de desenvolvimento de jogos já estabelecidas no mercado há muito tempo, como Unity e Unreal Engine.

Enquanto a plataforma é voltada para o desenvolvimento de jogos 2D e 3D de computador, a Godot é totalmente capaz de ser utilizada para o desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis.

Embora a capacidade de detectar sinais de toque - e até mesmo sinais mais complexos, como acelerômetro e magnetômetro - dos celulares, o desenvolvimento de aplicativos móveis na Godot Engine ainda não foi amplamente explorado, e só tem adquirido alguma tração com a recente adição da funcionalidade de OCD. OCD, ou *One-Click Deployment*, é a possibilidade de, com apenas um toque de botão, compilar um APK executável em um aparelho Android e automaticamente o abrir em um celular conectado, o que agiliza muito o processo de testar um aplicativo.

Tendo isso em mente, o projeto Grana Preta também almeja explorar esta porção pouco utilizada da Godot Engine, podendo idealmente auxiliar a comunidade a encontrar pontos de melhora e incentivar mais o desenvolvimento das funcionalidades para aparelhos móveis da Godot Engine.

3.2 GDScript

O motor físico Godot Engine pode ser manipulado tanto através da manipulação de arquivos html, como veremos mais a fundo na próxima secção, como através de códigos escritos na linguagem nativa da plataforma, GDScript ([GDScript, 2019](#)).

GDScript é uma linguagem tipada dinamicamente com sintaxe similar a Python, e como linguagem dinâmica possui vantagens como:

- Menos restrições de sintaxe.
- Fácil de modificar código existente.
- Programas podem ser escritos com menos código do que em linguagens tipadas estaticamente.
- Polimorfismo de variáveis.
- Não é necessário compilação para testar.

Essas vantagens se encaixam bem em uma ferramenta de jogos, pois muitas vezes um desenvolvedor de jogos não possui conhecimentos aprofundados de programação. Como desenvolvimento de jogos é uma atividade multidisciplinar, são comuns os casos em que o desenvolvedor é um artista por formação, ou até mesmo alguém sem qualificações acadêmicas, e a simplicidade de uso e facilidade de aprender uma linguagem dinamicamente tipada auxilia a estes indivíduos a começarem a produção de seus projetos sem um período prévio muito longo de estudos.

Para usuários sem disposição para escrever código, a Godot Engine também implementa programação visual, mas esse aspecto do motor não será abordado em profundidade neste trabalho, visto que não foi usada programação visual em nenhum momento do desenvolvimento do aplicativo Grana Preta.

Uma linguagem tipada dinamicamente não traz só vantagens. Do outro lado, essa escolha também tem consequências negativas:

- Menor desempenho em relação a linguagens compiladas.
- Capacidade reduzida de detecção de erros automática.
- Refatoração de código dificultada pela impossibilidade de rastreamento de símbolos.

Ser um motor físico implica também que o desenvolvedor poderá se apoiar em funcionalidades já implementadas na Godot. Como o nome "motor físico" indica, a ferramenta inclui a lógica para simulações de física, como inércia, gravidade e colisões.

A Godot também implementa inúmeras ferramentas de renderização de imagens, métodos de desenho em tempo real, identificação de sinais de entrada de múltiplas plataformas (computadores, celulares e *gamepads*), múltiplos métodos de coordenação de um ciclo de jogo,

como sincronização do *loop* central do jogo em múltiplos módulos, além de dúzias de objetos e formatos de dados nativos para facilitar a manipulação de elementos da aplicação e sua janela de exibição.

Enquanto tudo isso pode parecer ir na contramão das vantagens trazidas pelo uso de uma linguagem dinamicamente tipada, não só todos esses recursos podem ser manipulados através das abstrações visuais por módulos da Godot Engine e seu módulo de Programação Visual, todos estes recursos tem suas funcionalidades e uso descritos na documentação que está presente localmente no próprio motor físico, para fácil acesso e consulta do desenvolvedor.

3.3 Estrutura de Cena

Orientação de Objetos é frequentemente utilizada em desenvolvimento de jogos, e é considerada um design de *software* extremamente compatível com tal. Em um jogo eletrônico, é comum que o desenvolvedor queira criar múltiplas instâncias de uma mesmo monstro, construções, balões de fala... Com isso em mente, fica claro como um programador poderia tornar o código mais simples e eficiente construindo o monstro como um objeto e apenas instanciar este mesmo objeto múltiplas vezes.

Seguindo esta lógica, a Godot Engine segue um modelo de design voltado à Orientação de Objetos através de seus nós (*nodes*) e sistema de cenas, como podemos ver na figura 3.1.

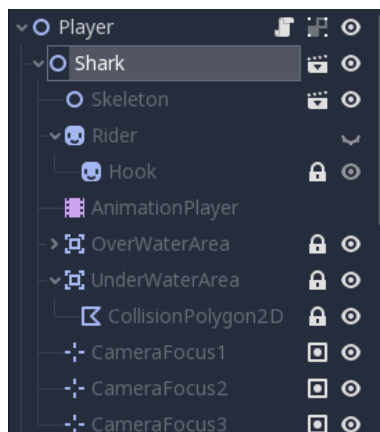


Figura 3.1: Hierarquia de nós em cena da Godot Engine (*HookSharks*).

Um nó contém parte dos métodos e funcionalidades nativas da Godot Engine apropriados à sua função. Um nó de *Sprite*, por exemplo, apresenta as ferramentas necessárias para renderizar múltiplos tipos de imagens na tela, com números diferentes de quadros em uma mesma imagem. Além disso, um nó também herda todas as funcionalidades de módulos de um grupo de nós mais geral - tanto *AnimatedSprite* e *Sprite* herdam todas as funcionalidades de *Node2D*. Sabemos que estes nós pertencem ao mesmo grupo pelo código de cor (são todos azuis) e pela árvore de hierarquia apresentada quando se vai adicionar um módulo na cena, visto na imagem 3.2 - e herdam as funcionalidades de nós hierarquicamente acima deles na estrutura da cena.

Uma cena não passa de uma árvore de nós que pode ser salva no disco. Vale mencionar que cada nó de uma cena pode ter suas funcionalidades incrementadas com a adição de um arquivo de código, e que uma cena pode conter outras cenas também. Cada nó se comporta como um objeto independente, seguindo uma arquitetura de código orientada a objetos, porém nós podem se comunicar de diferentes formas a fim de formar um sistema complexo de jogo.

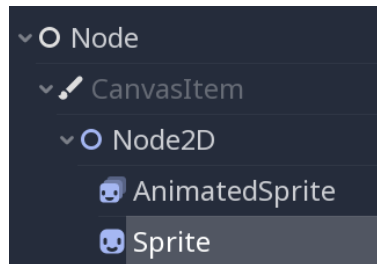


Figura 3.2: Hierarquia durante a adição de um nó.

3.4 Comunicação Entre Processos

Devido à amplitude de funcionalidades a serem implementadas neste projeto, sua construção seguiu o modelo de desenvolvimento incremental, sobre o qual nos aprofundaremos em capítulos futuros. Um ponto a ser levado em consideração é que este modelo de desenvolvimento gera múltiplos sistemas que devem ser funcionais quando independentes, porém capazes de serem acoplados a um número desconhecido de sistemas que virão a existir futuramente.

Isso pode ser realizado unindo um sistema de comunicação baseado em sinais ([Signals, 2019](#)) e as facilidades trazidas pela estrutura de cenas da Godot Engine. Enquanto muitos nós apresentam sinais nativos, como um nó de botão possuindo um sinal que é emitido quando ele é pressionado, sinais personalizados também podem ser criados em GDScript. Quando necessária, então, a comunicação entre módulos do projeto foi realizada através de sinais.

Apesar de os módulos terem sido desenvolvidos de forma a requerer manutenção mínima com a adição de novos sistemas ao projeto, isso não se aplica às informações do jogador salvas localmente. Com a adição de cada sistema, dados que nem mesmo existiam antes passam a precisar ser tratados e salvos, então a manutenção do sistema de salvamento é inevitável. Podemos, por outro lado, simplificar esta manutenção. Usar a comunicação por sinais no salvamento implicaria em ter de adicionar a lógica de processamento de novos sinais toda vez que mais um sistema fosse adicionado ao programa, e por isso a comunicação com este módulo foi realizada através do sistema de *Singletons* do motor físico.

Um objeto *Singleton* é rodado pela Godot Engine na raiz, em paralelo com a origem da cena atualmente carregada. Sendo assim, é um objeto robusto, que é capaz de ser executado

sem interrupções caso a cena ativa seja trocada ou desligada, além de poder ser facilmente acessado pelo código de qualquer cena ativa. Funcionando essencialmente como um código global, usar um *Singleton* para o salvamento elimina a complexidade de comunicação de qualquer sistema com as informações salvas do jogador, que passam a poder se acessadas a qualquer momento, e resta ao desenvolvedor apenas gerir como novas informações serão armazenadas em memória. No caso do projeto Grana Preta, os dados do jogador foram salvos em um dicionário JSON.

3.5 Considerações

Vale o lembrete de que o objetivo do projeto Grana Preta é construir um protótipo que possa ser para aprendizado e como modelo de um aplicativo de educação financeira ludificado. Sendo assim, este nunca teve a intenção de apresentar as funcionalidades intra-usuários que um aplicativo comercial, com um número de usuários substancial, poderia utilizar. Sendo assim, é importante levar em consideração que a linguagem GDScript não apresenta *plugins* de comunicação aptos ao desenvolvimento de uma base de dados acessível pela rede, e nem mesmo para ferramentas populares para integração *online* de dispositivos móveis, como Firebase.

Além disso, GDScript não comporta precisão de *double*, com seu único formato de ponto flutuante sendo o *float*. Enquanto isso seja inconsequente na maioria dos projetos desenvolvidos na Godot Engine, o Grana Preta, ao lidar com finanças, possui cálculos de rentabilidade de títulos que, quando reduzidos à sua rentabilidade em períodos muito curtos de tempo, podem ser afetados drasticamente por erros de arredondamento. A forma que problemas desta natureza foram solucionados será aprofundada em seções dedicadas aos sistemas que os enfrentaram.

Note que ambos estes impedimentos podem ser anulados ao integrar o código em GDScript com outras linguagens, e que a Godot Engine teve compatibilidade nativa com C# recentemente adicionada. Ainda assim, a integração com redes do motor físico é uma parte ainda pouco desenvolvida da plataforma, levando a Godot a ser uma ferramenta pouco recomendada quanto ao desenvolvimento de produtos que se apoiem fortemente em conectividade com a internet.

Capítulo 4

Ludificação (ou *Gameificação*)

4.1 O que é Ludificação?

Com o objetivo de auxiliar na cativação do usuário, o aplicativo Grana Preta utiliza de ludificação. Ludificação é o uso de técnicas de design de jogos para enriquecer experiências não necessariamente relacionadas aos jogos. Podemos citar, por exemplo, PokemonGO como um exemplo - talvez nem mesmo intencional - de ludificação de caminhadas através do jogo de capturar pokémons.

No aplicativo Grana Preta, a ludificação toma várias formas. Um simulador simples de investimentos em Renda Fixa é ludificado através da obtenção (ou perda) do recurso de dinheiro virtual, G\$, do jogador. O módulo educativo é ludificado pelo acompanhamento de progresso, incentivando o usuário a concluir todas as Lições de um Assunto, e todos os Assuntos de um Tema.

Na subsecção Perfil do Usuário há uma descrição mais aprofundada das técnicas utilizadas a fim de incentivar a continuação dos estudos e bons hábitos financeiros nos usuários do Grana Preta e como elas se encaixam com o usuário padrão do aplicativo.

Ao mesmo tempo que a ludificação pode ser usada para incentivar o uso corriqueiro do aplicativo para fins de autodesenvolvimento e estudo, existe também o outro lado da moeda. Vício em jogos foi classificado oficialmente como um distúrbio em 2017, na 11ª Classificação Internacional de Doenças (CID), e ferramentas de ludificação, quando mal utilizadas, podem contribuir para o desenvolvimento deste distúrbio.

Na subsecção Riscos ao Método descrevemos técnicas predatórias comumente utilizadas a fim de induzir o vício em jogos nos usuários de jogos eletrônicos, por que companhias aplicam tais praticas predatórias, e como algumas funcionalidades do próprio aplicativo Grana Preta tiveram de ser reformuladas por, inadvertidamente, incentivarem o vício em jogos.

4.2 Perfil do Usuário

Sendo que o objetivo principal de um aplicativo de ensino de finanças, como o Grana Preta tenta prototipar, é educar aqueles que buscam melhorar sua situação financeira, temos que o perfil padrão de um usuário do aplicativo teria intersecção considerável com os clientes do SOF da FEA-USP, por estes serem pessoas frequentemente passando por dificuldades financeiras e que querem adquirir o conhecimento de como ter uma vida financeira mais estável e saudável.

Ainda assim, enquanto o cliente médio do SOF foi utilizado como modelo no desenvolvimento, foi levado em consideração que estes clientes, embora não necessariamente mal instruídos, em geral possuíam pouca informação quando ao mundo das finanças. Tomamos cuidado a fim de não afunilar o desenvolvimento do aplicativo Grana Preta apenas para pessoas sem instrução financeira, criando um sistema que, idealmente, seria capaz de prover para múltiplos níveis de instrução. Devido a isto as aulas do módulo de ensino, embora sigam uma hierarquia de tópicos, não impedem que um usuário experiente ou já com conhecimento prévio estude diretamente tópicos avançados, e as recompensas - que serão explicadas com mais detalhes durante a explicação do módulo de ensino - também são as mesmas para a conclusão de Lições de qualquer nível de complexidade.

Tendo isso em mente, e para não nos restringirmos apenas às experiências de terceiros como os clientes do SOF, o aplicativo Grana Preta também foi testado com múltiplos usuários teste diretamente. Embora o número destes testadores tenha variado durante o desenvolvimento do projeto, alguns se tiveram participação mais ativa no trabalho e o acompanharam do começo ao fim. Os 9 usuários que se encaixam neste perfil são considerados "usuários cliente", visto que sua participação orientou a direção do desenvolvimento do Grana Preta assim como um cliente/investidor orientaria o desenvolvimento de um produto comercial.

Sabendo então o perfil do usuário, métodos de ludificação específicos foram implementados. As ferramentas utilizadas se voltaram a auxiliar a criação de hábitos financeiros saudáveis nos usuários, que frequentemente se encontram em dificuldades econômicas devido a ausência de disciplina financeira, como foi discutido a cerca dos clientes do SOF, incentivar os estudos de temas de interesse e incentivar a aplicação em títulos lucrativos de Renda Fixa para todos os usuários.

Para a construção de hábitos financeiros saudáveis foi adicionada a funcionalidade do período de carência aos títulos do jogo nos quais o jogador pode investir. Com a inclusão dessa faceta, que é um fator relevante no mundo real, aos ativos do aplicativo, o usuário é incentivado a revisitar seus títulos, a fim de verificar se eles já estão disponíveis para serem revendidos. Esse incentivo foca em auxiliar o jogador a criar o hábito de monitorar suas finanças, que embora pareça ser algo simples, é frequentemente o passo mais essencial para a recuperação de pessoas endividadadas, como os clientes do SOF.

Para incentivar os estudos, o módulo de ensino explicita que aulas e questionários já foram concluídas, criando um senso de progressão claro nas aulas teóricas. Além disso, com-

pletar secções do módulo educativo confere ao usuários quantidades do recurso do jogo, G\$, equivalentes à magnitude do que foi concluído. Para agregar a esses elementos ludificados já incluídos para o incentivo dos estudos, é sugerida também a inclusão de uma funcionalidade que permitisse ao jogador verificar a progressão de outros usuários no módulo de ensino, apelando para um aspecto mais competitivo da mente humana onde um indivíduo poderia comparar seu progresso com o de outros, embora tal funcionalidade estivesse fora do escopo de produção do Grana Preta.

Para incentivar a aplicação foi criado um simulador de renda fixa que, diferente dos simuladores comumente disponibilizados por corretoras, se utiliza de uma quantidade finita de recursos, no caso a quantidade de G\$ possuída pelo jogador. Apesar de serem arriscados recursos, os investimentos no Grana Preta ainda são seguros, pois não há possibilidade de perda de dinheiro real, suas taxas de lucro são favoráveis ao jogador e, além de tudo isso, a aprendizagem e obtenção de experiência com investimentos por parte do usuário é beneficiada pelo fato das rentabilizações e períodos de espera no aplicativo acontecerem centenas de vezes mais rapidamente do que em aplicações reais, permitindo a exploração de mais investimentos em um curto período de tempo.

4.3 Riscos do Vício em Jogos

Embora o vício em jogos tenha recentemente classificado oficialmente como um distúrbio mental, também vemos cada vez mais grandes e pequenas empresas de jogos aplicando métodos de monetização predatórios, que exploram monetariamente esta patologia.

Podemos classificar esquemas de monetização predatórias como no artigo [Daniel L. King \(2018\)](#), *Predatory monetization schemes in video games(e.g. 'loot boxes') and internet gaming disorder*:

Esses esquemas são projetados para incentivar gastos repetidos de jogadores usando táticas ou elementos que possam envolver, singular ou combinadamente, divulgação limitada do produto; solicitações intrusivas e inevitáveis; e sistemas que manipulam resultados de recompensa para reforçar comportamentos de compra em detrimento de habilidades ou estratégias.

E tais técnicas são amplamente adotadas, com microtransações representando mais de metade da renda anual de grandes empresas de desenvolvimento de jogos como Activision Blizzard, e passando de menos de 18% da renda anual da EA Games em 2013 para mais de 45% de sua renda anual em 2017.

É fácil perceber como seria contraprodutivo um aplicativo com o objetivo de ajudar o usuário a criar hábitos financeiros saudáveis se utilizar de métodos que induzem os jogadores a gastar excessivamente com o programa. É possível afirmar até que, dado o objetivo do

aplicativo Grana Preta, qualquer investimento financeiro nele por parte do usuário seria excessivo.

Enquanto esses esquemas são utilizados por fins monetários, nada impede que eles sejam aplicados quando não há ganho financeiro a ser obtido. No aplicativo Grana Preta, por exemplo, inadvertidamente foi implementada uma funcionalidade que gerou indícios de vício nos usuários teste; O módulo de Mina do aplicativo - o módulo com a interação mais simples do projeto, onde o usuário ganha uma pequena quantidade de recursos a cada toque da tela - acabou levando alguns usuários de teste a passarem tempo excessivo no aplicativo a fim de acelerar seu crescimento.

Como o Grana Preta almeja ensinar como lucrar com rendas passivas, além de ser um indício de uma mecânica viciante isso também indicava uma mecânica contraprodutiva no aspecto didático. O problema foi resolvido com uma redução drástica no valor gerado pela mineração e limitando a frequência na qual o jogador pode minerar.

Capítulo 5

Paradigma de Desenvolvimento

Foi adotado um modelo de desenvolvimento incremental na produção do aplicativo Grana Preta, devido à amplitude de funcionalidades a serem implementadas e à necessidade de apresentar iterações frequentes do projeto aos usuários de teste e clientes. Nos subcapítulos a seguir, são explicados os detalhes do modelo de desenvolvimento adotado e como o progresso no aplicativo foi apresentado aos usuários durante sua produção.

5.1 Modelo de Desenvolvimento Incremental

O modelo de desenvolvimento incremental adotado segue os requisitos definidos em Mills (1999), *Management of Software Engineering, The Part I: Principles of Software Engineering*:

- Seja natural ou lógico em respeito ao sistema operacional ou aplicação.
- Organize cada incremento para maximizar a separação de suas funções das funções de outros incrementos.
- Estruture o faseamento do desenvolvimento de incrementos para minimizar modificações de incrementos concluídos anteriormente devido à implementação de incrementos subsequentes.

Esse modelo de desenvolvimento foi adotado devido ao aplicativo Grana Preta apresentar uma grande variedade de módulos essencialmente desconexos a serem implementados em um mesmo sistema. Um modelo de desenvolvimento incremental, como apontado em UKEssays (2013), *Software Engineering Paradigms And Models Information Technology Essay*¹, permite que cada módulo seja desenvolvido separadamente para entregas desconexas, enquanto simultaneamente permitindo a experimentação e críticas das entregas anteriores por partes dos clientes.

¹Software Engineering Paradigms And Models Information Technology Essay: <https://rapidbi.com/primacy-and-recency-effects-in-learning/>

Ao mesmo tempo, o modelo incremental permite que a ordem de implementação de funcionalidades seja alterada mesmo após a definição do cronograma sem perdas à velocidade de produção. Tal flexibilidade foi exercida em alguns momentos do desenvolvimento do aplicativo; quando clientes sugeriram funcionalidades não planejadas de interface de usuário (IU) e na inclusão de um módulo completo que não havia sido planejado no início do desenvolvimento.

5.1.1 Desvantagens

Vale ressaltar, porém, que a vantagem de flexibilidade do modelo de desenvolvimento incremental também gera suas desvantagens. Devido à possibilidade de replanejamento do cronograma e refatorações constantes frente ao *feedback* recebido sobre módulos concluídos anteriormente, o tempo e custo de produção de um sistema seguindo o modelo de desenvolvimento incremental é, em geral, maior que em outros modelos. Uma consequência clara disso no aplicativo Grana Preta foi que, embora as alterações de cronograma tenham permitido a implementação de módulos não inicialmente planejados sugeridos pelos usuários, o tempo de produção elevado também levou ao descarte dos módulos inicialmente planejados de Investimento em Renda Variável e de Loja.

5.2 Relação com os Usuários

5.2.1 Usuários de Teste

A relação com o usuário é essencial para guiar o desenvolvimento de um aplicativo e validar sua aplicabilidade no mundo real. Tendo isso em mente, o desenvolvimento do aplicativo Grana Preta foi acompanhado e criticado por 9 usuários cliente (que se dispuseram a testar o protótipo em todas as suas iterações) além dos participantes do Serviço de Orientação Financeira (SOF) da FEA e múltiplos usuários casuais que testaram o aplicativo pontualmente ou por algumas iterações de seu desenvolvimento. Todos os participantes deste processo de experimentação foram informados que o aplicativo Grana Preta ainda estava em desenvolvimento e que seu objetivo principal era auxiliar na educação financeira de seus usuários de forma cativante, mas não receberam instruções extras de como o aplicativo deveria ser utilizado, para que a clareza e intuitividade da interface pudesse ser avaliada.

Não era esperado nenhum conhecimento técnico de programação dos usuários de teste, então o aplicativo Grana Preta só passou a ser apresentado aos testadores após a conclusão da primeira iteração de seu módulo inicial, o módulo da Escola - cujas informações detalhas estão descritas em sua própria seção -, e o acompanhamento foi finalizado duas semanas após a entrega do último módulo, o módulo de Organização Pessoal.

Enquanto os usuários casuais tenham fornecido *feedback* valioso em relação à clareza da interface do aplicativo e interesse em geral no conceito do Grana Preta, os usuários cliente

impactaram muito mais no projeto. Devido à visão de projeto obtida ao acompanhar o desenvolvimento do aplicativo durante um grande período de tempo, estes usuários cliente forneceram críticas e sugestões acerca de aspectos muito mais profundos do protótipo do que os usuários casuais seriam capazes de observar, e por consequência ajudaram a guiar o desenvolvimento do Grana Preta. Tal influência de usuários sobre o rumo do protótipo também auxiliou na validação do mesmo, dado que foram desenvolvidos aspectos do sistema pelo qual havia interesse por parte dos usuários desde sua concepção.

5.2.2 Críticas dos Usuários

O *feedback* mais comum dos usuários foi, durante todo o desenvolvimento do aplicativo, em relação à interface de usuário; mudanças no tamanho e cor dos botões, posicionamento de informações, etc... Isso era de se esperar, pois, como o nome indica, a interface é usada em todas as interações do usuário com os sistemas. Embora pequenas mudanças tenham predominado, a implementação da funcionalidade de *zoom* não era planejada e foi trazida por sugestões de testadores, com o objetivo de facilitar a leitura de textos e possibilitar a visualização como um todo do módulo da Cidade, que serve como um menu de transição entre os outros módulos.

Como comentado anteriormente na seção de Ludificação, subseção de Riscos ao Método, a observação dos usuários levou à alteração da lucratividade do módulo de Mineração. Esse é um exemplo claro onde o desenvolvedor deve tomar o papel de especialista, dado que o *feedback* dos testadores não veio de um pedido explícito de mudança, mas sim de uma análise de seu comportamento.

Quando indagados sobre o estado da mina antes de sua redução de rentabilidade, os usuários clientes afirmaram gostar de sua forma. Observando indícios de uma mecânica danosamente viciante, a mineração foi modificada, e com evidências de que sua modificação foi positiva; quando questionados a respeito, apenas dois dos nove "usuários clientes" notaram a redução de lucratividade, porém todos afirmaram passar menos tempo de seus dias no módulo de Mineração.

Os usuários de teste também proveram *feedback* constante para as aulas teóricas do aplicativo e quais conteúdos seriam necessários para que eles se considerassem preparados para fazer investimentos em renda fixa no aplicativo e, eventualmente, em títulos reais. Além de orientar os tópicos que seriam abordados nas aulas teóricas, os testadores também criticaram e revisaram os textos das aulas.

Capítulo 6

Desenvolvimento do Aplicativo

Neste capítulo temos, dividido em subcapítulos, detalhes do desenvolvimento de todos os módulos do aplicativo Grana Preta. Estes módulos são apresentados aqui na ordem cronológica em que foram desenvolvidos, porém, como mencionado no capítulo sobre o Paradigma de Desenvolvimento, todos eles foram revisitados e incrementados múltiplas vezes durante a produção do aplicativo.

Note que, após a entrega inicial do primeiro módulo desenvolvido, a Escola, o aplicativo foi produzido com o comprometimento de sempre estar em um estado utilizável pelo usuário, e não houveram interrupções nos testes durante o desenvolvimento de nenhum dos módulos.

6.1 O Código

O aplicativo Grana Preta foi desenvolvido sob a licença GPL-3.0 no [Github](#), fazendo com que o código seja aberto, distribuível e modificável por outros, porém também se utilizando da mesma licença e com referências ao código fonte. O Github foi a ferramenta utilizada para fins de versionamento do código e metrificação da produção do projeto.

O projeto foi produzido ao longo de 233 *commits*, distribuídos ao longo de 9 meses, com a produção principal se concentrando em 227 *commits* no decorrer de 7 meses. Como evidenciado na imagem [6.1](#), esse trabalho envolveu a adição, remoção e alteração de um total de mais de dezessete mil linhas de código. Na imagem, fica claro não só que o projeto pode ser desenvolvido constantemente, sem pausas para reorganização apesar das frequentes mudanças de planos a respeito de quais funcionalidades seriam adicionadas ao aplicativo, demonstrando que o paradigma de Desenvolvimento Incremental serviu seu papel. Também são perceptíveis os vales criados na frequência de *commits* logo após a entrega de um novo módulo - por ser o momento em que todos os usuários de testes tinham de ter suas críticas ouvidas, desacelerando o trabalho no código em si - assim como os picos criados junto com o início da produção de um novo módulo, causado pela enxurrada de código novo e a inclusão de novas cenas da Godot, que são interpretadas como dezenas de linhas de HTML pelo Git.

Vale mencionar que, como podemos observar na imagem [6.2](#), as remoções no código sem-



Figura 6.1: *Número de commits semanais ao decorrer do desenvolvimento*

pre ocorreram de forma sincronizada às adições. Isso indica que não foi necessária nenhuma grande refatoração do código a fim de adequar módulos antigos aos novos nem vice-versa. A maioria das remoções, na verdade, podem ser atribuídas a reformulações sugeridas pelos usuários, demonstrando que o paradigma de desenvolvimento escolhido não só garantiu flexibilidade suficiente ao projeto para ter novos módulos adicionados como permitiu que módulos já existentes fossem modificados constantemente sem consequências negativas para a velocidade de produção.

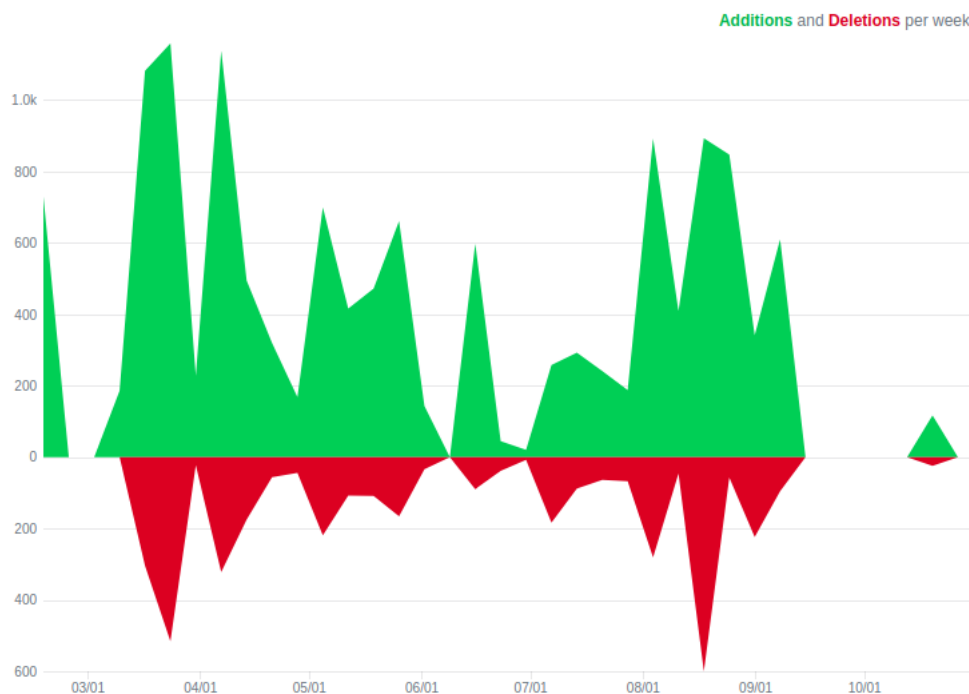


Figura 6.2: *Adições e remoções semanais de linhas de código*

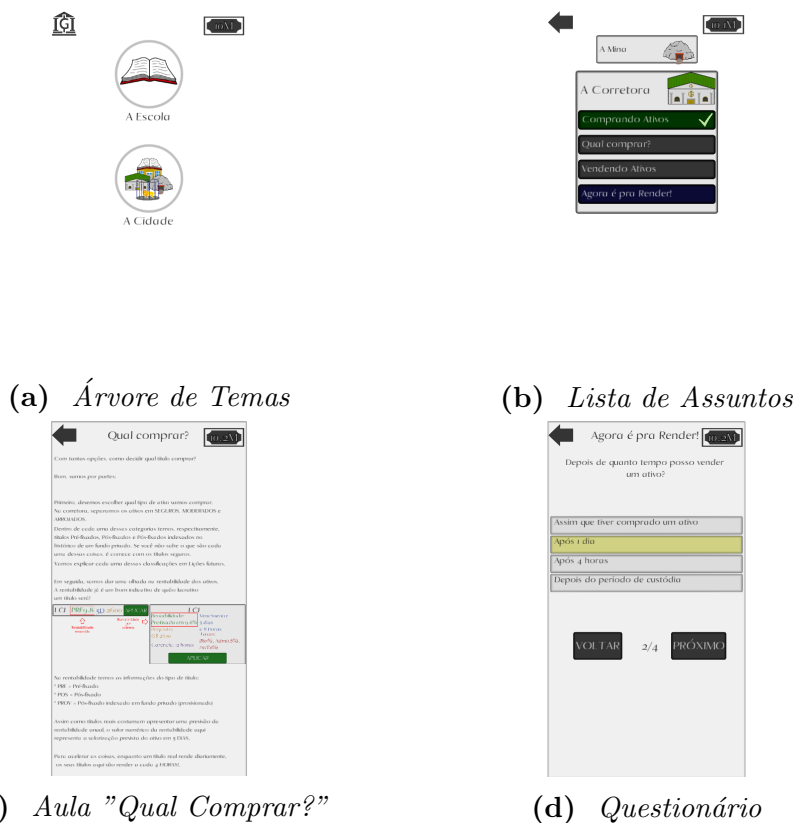


Figura 6.3: Todas os tipos de telas do módulo de Escola

6.2 Escola

O primeiro módulo desenvolvido do aplicativo Grana Preta foi o módulo de Escola, na qual o usuário pode ler aulas teóricas acerca de múltiplos tópicos de finanças ou testar seu conhecimento em questionários acerca destes mesmos tópicos.

A Escola foi desenvolvida inicialmente por ser, de certa forma, o sistema mais independente do resto das funções do aplicativo. As aulas teóricas são inteiramente intencionais - um atributo que foi escolhido para não forçar usuários com conhecimento avançado dos tópicos de finanças abordados na Escola a passar por aulas que não lhes beneficiariam - e, embora ao decorrer do desenvolvimento do Grana Preta as aulas tenham recebido a funcionalidade adicional de garantir G\$ (o recurso central do aplicativo), elas ainda podem ser concluídas na velocidade e frequência desejada pelo usuário, de forma totalmente independente do progresso no restante do aplicativo.

O módulo da Escola se baseia em uma hierarquia simples; um Tema (6.3a) contém múltiplos Assuntos (6.3b), e um Assunto, por sua vez, contém múltiplas Aulas e Questionários. Dessa hierarquia de nós, o conteúdo teórico se concentra apenas nas Aulas e Questionários, enquanto Temas e Assuntos foram criados com o objetivo de fragmentar o ensino e facilitar o acompanhamento da progressão por parte do usuário.

Vale mencionar que fragmentar o ensino não foi uma decisão realizada apenas pela conveniência de tempo do usuário, mas também por facilitar a absorção de informação, como

pode ser visto no *Primacy and Recency Effects in Learning* (Morrison, 2015)¹, por se aproveitar da maneira que a memória humana é consolidada.

A completude de uma Aula ou Questionário conferindo ao jogador G\$ 100, a completude de um Assunto - atingida ao completar todas as Aulas e Questionários do Assunto - conferindo G\$ 1000, e a completude de um Tema - atingida ao completar todos os Assuntos do Tema - conferindo G\$ 10000. Estes ganhos graduais incentivam que o usuário estude todos os aspectos de um tema, além de conferir um forte senso de conquista e progresso.

Uma base de dados com duas tabelas foi criada a fim de conter as relações entre Temas, Assuntos, Aulas e Questionários. A tabela referente aos Temas contém, para cada Tema, quais Assuntos estão contidos nele, a referência à imagem do tema, a altura na qual o Tema será apresentado para o usuário na árvore de Temas e suas dependências. Embora esta funcionalidade tenha sido abandonada devido ao *feedback* dos usuários, inicialmente Temas eram bloqueados hierarquicamente entre si, isto é, um jogador deveria concluir Temas anteriores para ter acesso liberado a Temas mais avançados. A tabela referente aos Assuntos é bem similar. Para cada Assunto, a tabela contém a referência à sua imagem e quais Aulas e Questionários estão contidos nele.

Uma segunda base de dados foi criada no aplicativo Grana Preta com o conteúdo de todas as Aulas teóricas e Questionários. Ambas as bases de dados foram criadas diretamente em GDScript, pois seu número pequeno de elementos e simplicidade de relações não justificava uma implementação externa em outra linguagem para então ser agregada ao projeto.

O conteúdo das Aulas (6.3c) é inserido na base de dados como uma lista cujos elementos podem ser texto puro ou referências para uma imagem (.png). O texto puro é apresentado diretamente na Aula, enquanto as imagens referenciadas são centralizadas e, se necessário, redimensionadas a fim de se enquadrar no espaço de uma Aula.

O conteúdo dos Questionários (6.3d) é inserido de maneira similar; cada Questionário possui uma lista de tamanho variável de pares Pergunta-Respostas. Tanto as perguntas como respostas são interpretadas da mesma forma que o conteúdo de uma aula, podendo conter tanto texto quanto referências a imagens. Isto significa, também, que Perguntas e Respostas são listas e podem ser compostas de múltiplos textos ou referências a imagens. Para cada par Pergunta-Respostas, naturalmente existem múltiplas alternativas de Resposta. A primeira Resposta inserida na base de dados é sempre considerada a correta, embora as alternativas de Resposta apresentadas em um Questionário sejam ordenadas aleatoriamente para o usuário.

As bases de dados referentes ao módulo da Escola foram organizadas de tal maneira com o objetivo de permitir que um usuário leigo em programação pudesse adicionar conteúdo independentemente. Esta organização se deu pois, no planejamento inicial, um dos clientes que acompanhou o desenvolvimento do aplicativo forneceria o material didático para o Grana Preta. Como isso não veio a ocorrer, o conteúdo adicionado no produto foi adaptado do

¹Primacy and Recency Effects in Learning <https://www.uniassignment.com/essay-samples/information-technology/software-engineering-paradigms-and-models-information-technology-essay.php?vref=1>

material de apoio do SOF da FEA.

Os Questionários também possuem um campo extra na base de dados, *locktime*, que representa os dias, horas e minutos por qual um Questionário terá seu acesso bloqueado caso o jogador fracasse em concluí-lo. Um Questionário é concluído apenas se todas as suas Perguntas são respondidas corretamente em uma mesma tentativa. Em caso de falha, o Questionário informa ao usuário quantas alternativas incorretas foram selecionadas, mas não quais das Respostas selecionadas estavam erradas, a fim de incentivar o jogador a retratar ativamente as falhas em seu conhecimento.

O Questionário é bloqueado em caso de falha para evitar que o jogador apenas tente alternativas diferentes até acertar, por sorte, todas as Respostas corretas sem realmente ter o embasamento teórico que o levaria a concluir que tais respostas estão realmente corretas. Obviamente este mecanismo não é um impedimento deste comportamento, mas foi um grande incentivo para induzir os usuários a fazerem os Questionários apenas após a leitura das Aulas referentes a um mesmo assunto e com a intenção de acertar todas as alternativas.

6.3 Mina e Salvamento



Figura 6.4: *Cena da Mina em ação*

O segundo módulo desenvolvido foi o módulo da Mina, na qual o jogador pode tocar a tela para adquirir uma pequena quantidade de G\$ a cada toque. Embora o módulo em seja bem simples, ele caracterizou a inclusão do dinheiro G\$, recurso principal do jogo, ao aplicativo, e também a adição do sistema de salvamento das informações do jogador.

Este módulo também permite que o jogador do Grana Preta, caso entre em falência devido a investimentos ruins, possa se recuperar de sua dívida e adquirir dinheiro o suficiente para

voltar a reinvestir.

O módulo de Mina, também por sua simplicidade, foi usado para testar o paradigma de Desenvolvimento Incremental, e como o projeto lidaria com a adição de novos módulos. Por ser essencialmente independente do módulo de Escola, o processo ocorreu bem, com as adaptações que tiveram que ser feitas à Escola serem consequência das novas funcionalidades do aplicativo trazidas pela Mina; o dinheiro e o salvamento.

Foi adicionada à Escola a funcionalidade de, com o fim de uma Aula, Questionário, Assunto ou Tema, diferentes quantidades de G\$ serem fornecidas ao jogador neste momento, além de que agora a conclusão de qualquer desses elementos era salva no arquivo ".save" do jogador.

Também são salvos os Questionários no qual o jogador falhou e os *datetimes* de tais falhas, para que um Questionário continue bloqueado mesmo caso o usuário feche o aplicativo após fracassar no mesmo. Naturalmente, a quantidade de G\$ possuída pelo jogador também é salva.

Embora a Godot Engine seja capaz de fornecer o *datetime* do sistema, o motor físico não possui implementação de comparações entre *datetimes*, então uma pequena biblioteca de comparação foi implementada.

6.4 Cidade e GUI

O módulo da Cidade representa para o jogador os outros módulos como edifícios em um mapa visto de cima, como vemos na imagem 6.5. A Cidade permite que os jogadores naveguem entre os diferentes módulos do aplicativo adentrando o edifício que desejar.

Embora funcionalmente simples, este módulo invocou múltiplos pedidos dos usuários teste pela adição das funcionalidades de movimentação e zoom da câmera. Isso ocorreu pois alguns usuários preferem visualizar a cidade inteira de uma vez, outros gostam de destacar visualmente o módulo que pretendem entrar, etc.

Implementadas as funcionalidades da câmera, o método de desenvolvimento incremental adicionado no projeto demonstrou seu valor ao facilitar a adição das funcionalidades de câmera imediatamente em outros módulos, permitindo, por exemplo, que o usuário dê zoom para aumentar o tamanho da fonte em uma Aula do módulo da Escola, ou movimento a câmera para ler Aulas mais longas do que poderiam ser implementadas anteriormente.

Adicionada a habilidade de trocar entre os módulos através da Cidade, se tornou necessária uma forma de apresentar ao jogador aquilo que é constante entre os módulos, o recurso principal do jogo: G\$. Para isso, foi criada uma cena de GUI (*Graphical User Interface*).

Por apresentar informações informações que permeiam múltiplos módulos - a quantidade de G\$ do jogador e a quantas telas de distância ele está do módulo da Cidade, o estado base do aplicativo - a cena de GUI pode ser inserida em qualquer outra cena do projeto e se



Figura 6.5: *Cena da Cidade*

manter funcional. Devido a tal robustez, a GUI também se tornou a responsável por salvar movimentações de G\$ realizadas pelo jogador em qualquer módulo.

Vale mencionar que seria inconveniente por uma questão de espaço representar grandes valores monetários na GUI. Como solução, são usadas siglas para representar a escala de dinheiro possuído, de forma similar a como é feito em aplicativos populares, como a quantidade de inscritos em um canal apresentada no Youtube. Quando o jogador alcança G\$ 999, por exemplo, a representação de seu dinheiro na GUI passa a ser "1.00M", onde "M" representa milhares, "Mi" milhões, "B" bilhões, "T" trilhões, etc. Com isso se perde alguma precisão na representação, pois o valor "3.05Mi" pode representar qualquer coisa entre G\$ 3050000 e G\$ 3059999, mas este é um custo aceitável pela conveniência da apresentação e não originou reclamações de nenhum usuário de teste.

6.5 Corretora

6.5.1 Títulos Virtuais

A implementação do módulo da Corretora representa a primeira aplicação prática do recurso principal do aplicativo Grana Preta, o G\$. Nesse módulo o jogador pode, pela primeira vez, gastar seus recursos acumulados, representando a primeira possibilidade de perda no aplicativo, além de também poder acelerar sua obtenção de G\$ de forma exponencial, tudo através dos investimentos em títulos virtuais de renda fixa apresentados na Corretora.

A existência dos títulos virtuais simulados no aplicativo permite que o usuário analise por si só as vantagens e desvantagens de um número reduzido (em relação ao mundo real) de alternativas de investimento, arriscando apenas os recursos do próprio Grana Preta, com o



Figura 6.6: *Títulos Virtuais disponíveis na Corretora*

qual a perda causada por um investimento ruim é muito menos negativa quando comparada a um investimento feito com dinheiro real.

Além da ausência de risco, os títulos virtuais também facilitam que o jogador aplique o conhecimento adquirido no módulo de Escola de outra forma; enquanto a rentabilidade apresentada em um título da vida real costuma representar a rentabilidade esperada em um ano completo com o dinheiro investido, os títulos virtuais do aplicativo Grana Preta atingem a sua rentabilidade apresentada em apenas cinco dias. Este ciclo acelerado permite que o usuário experimente a consequência de suas escolhas muito mais rápido, a fim de poder aprender com seus erros em uma escala de tempo extremamente reduzida em relação a títulos de renda fixa reais.

Devido ao ritmo acelerado de rentabilidade, outros aspectos de investimentos em renda fixa também tiveram que ter suas escalas de tempo reduzidas: a rentabilidade diária e os períodos de carência.

Enquanto a rentabilidade apresentada em um título seja atingida em cinco dias, ela é apenas a consequência de manter o título rendendo em juros compostos durante todo este período. Na prática, o título rende uma fração do valor apresentado a cada quatro horas, analogamente à rentabilidade diária de um título real. Este intervalo de quatro horas foi escolhido levando em consideração duas facetas do aplicativo, a jogabilidade e limitações técnicas.

Em termos de jogabilidade, a rentabilidade diária essencialmente limitava a interação dos

jogadores. Usuários mencionavam querer operar seus investimentos múltiplas vezes durante o dia, porém não havia propósito fazer qualquer movimentação antes do valor de seus títulos comprados ser alterado. Com isso, a rentabilidade passou a ser atualizada mais frequentemente, porém sua frequência foi limitada por detalhes técnicos. Devido à ausência de um formato de dados *double* em *GdScript*, a rentabilidade de um título é guardada em uma variável *float*. Uma rentabilização mais frequente implica em um valor numérico menor a ser rentabilizado, mas uma frequência maior que de quatro em quatro horas levava a arredondamentos na variável de tipo *float*, causando erros de precisão que alteravam o total que seria rendido pelo título.

Outro aspecto da renda fixa que teve sua escala de tempo alterada nas simulações do aplicativo foi o período de carência, durante o qual o dono de um título não pode resgatar seu dinheiro investido no ativo carente. Enquanto títulos reais podem ter prazos de carência de múltiplos anos, esse impedimento de movimentação de ativos comprados limitaria o acesso a experimentação por parte do jogador e criaria um ciclo de jogo monótono, sem iteração qualquer após a compra inicial. Por esse motivo, a carência dos títulos virtuais do Grana Preta pode variar entre quatro horas até um pouco menos de dois dias, de modo a ser um aspecto a ser pensado antes de se comprar ativos no jogo, mas não algo que tire totalmente o poder de ação do usuário.

6.5.2 Interface da Corretora

A corretora se divide nas telas de "Investimentos", onde o usuário encontra os títulos no qual pode investir, e na tela de "Carteira", onde ele pode ver e manipular os títulos que já possui até seu período de vencimento.

6.5.2.1 Investimentos

Os investimentos disponíveis para o usuário, como vistos na imagem 6.6, são divididos nas seções Seguros, Moderados e Arrojados, contendo, respectivamente, títulos pré-fixados, pós-fixados e pós-fixados provisionados em índices privados de rentabilidades passadas. O aplicativo Grana Preta sempre apresenta ao usuário alternativas geradas proceduralmente de cada tipo de ativo - são 3 alternativas de títulos seguros, 3 de títulos moderados e 2 de títulos arrojados - que são substituídas imediatamente por novas alternativas quando atingem sua data de vencimento.

Como o nome indica, os títulos pós-fixados são indexados em alguma coisa. Para calcular sua rentabilidade, são simulados múltiplos índices que variam diariamente, sendo eles a Inflação, a taxa Selic e dois índices privados utilizados nos ativos "arrojados". Os índices variam de forma pseudoaleatória, com a distribuição das variações da Inflação e Selic se assemelhando à uma distribuição normal (embora com uma leve tendência ao positivo), enquanto os índices privados são muito mais imprevisíveis. Embora variem de forma pseudoaleatória,

os índices nunca ultrapassam valores empíricos positivos e negativos determinados para eles, a fim de não comprometer elementos da jogabilidade do aplicativo.

Devido às variações dos índices, pode ser mais lucrativo vender um ativo rapidamente e reinvestir do dinheiro do que esperar o seu período de vencimento. O jogador pode fazer esse tipo de decisão na Carteira, onde pode visualizar todos os títulos que possui e seu valor rentabilizado até então.

Vale mencionar que, durante os testes, o usuários costumavam quase sempre comprar e vender o valor máximo disponível de certo título. Uma possível causa disso é a interface de compra e venda, que tem uma opção individual para se comprar/vender o valor máximo. Uma interface alternativa de compra e venda foi desenvolvida junto com o último módulo, a Casa, mas não foram realizados testes suficientes para determinar se essa nova interface não causaria mais tal influência ou se é apenas um comportamento padrão dos usuários.

Todas as informações pertinentes ao usuário a respeito de um título podem ser visualizadas expandindo-o, como pode ser visto na imagem 6.7

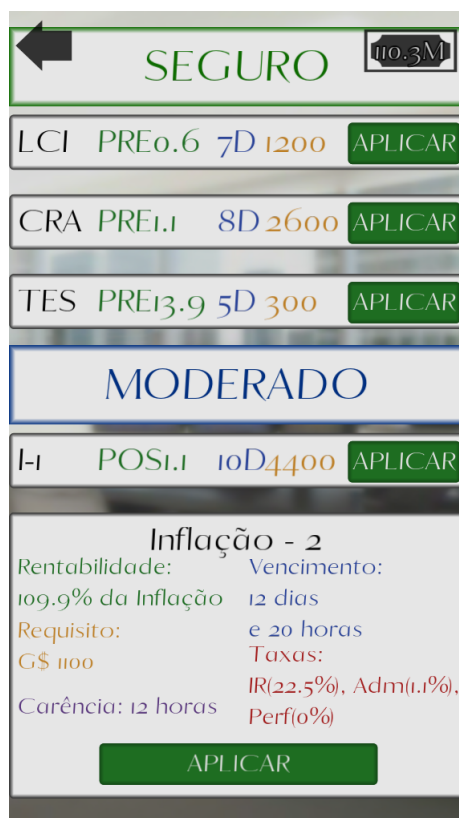


Figura 6.7: Ativo expandido na tela de Investimentos

6.5.2.2 Carteira

Na tela de Carteira o usuário pode visualizar e vender os ativos que comprou anteriormente. A fim de ser intuitivo para o jogador, os títulos em si são apresentados nesta tela de forma essencialmente idêntica a como aparecem na tela de investimentos, com a diferença

de que o botão "Aplicar" é substituído pelo botão "Vender", que fica bloqueado até que o período de carência do título em questão se passe, como podemos ver na imagem 6.8.

Pela conveniência do usuário, a tela de carteira também tem um diferencial em relação à tela de investimentos que são os ordenadores no topo da tela. Através deles, o usuário pode ordenar seus ativos em ordem crescente (ou decrescente, tocando no mesmo ordenador duas vezes), relativo ao seu valor total, validade, rentabilidade, data de aquisição ou tipo (pré-fixada, pós-fixada ou provisionada).

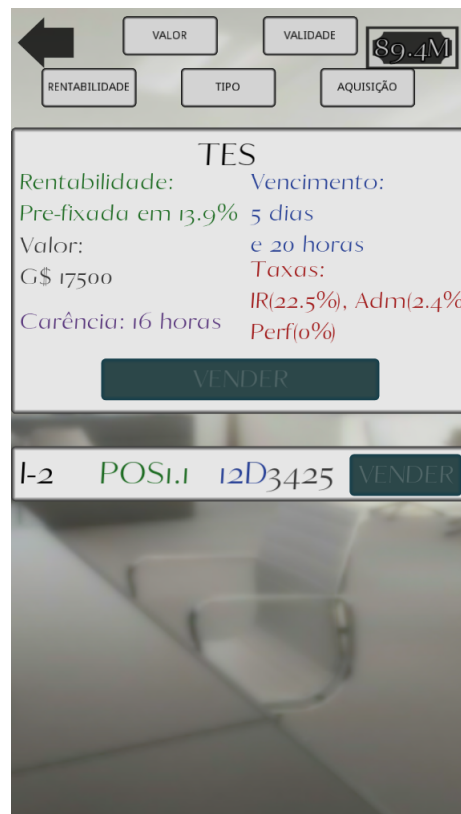


Figura 6.8: Tela de Carteira da Corretora

6.6 Receita Federal

A Receita Federal é o módulo do aplicativo Grana Preta onde o jogador pode analisar e pagar os impostos sobre os lucros obtidos em seus investimentos em renda fixa. Por consequência, é um módulo extremamente interlaçado com o módulo Corretora, e o desenvolvimento dos dois sistemas ter ocorrido de forma independente demonstra a flexibilidade do modelo de Desenvolvimento Incremental.

A cobrança de impostos foi adicionada ao projeto por se tratar de um assunto raramente abordado em materiais didáticos sobre investimentos em renda fixa e variável. Sendo estes materiais produzidos frequentemente por corretoras de investimento e tendo também a função de material publicitário, é comum que informações a respeito de impostos sejam deixadas de lado para dar mais espaço a promessas de lucro.

NOMES
 Compra: 21/10/19
 Venda: 21/10/19
 Vendido: G\$12345
 Lucro: G\$12345
 Impostos:
 G\$33051 (IR 22.5%)
 +G\$ 440 (Adm 0.3%)
 +G\$11983 (Perf 10.2%)
 Total: G\$ 45474

PAGAR
 MULTAS
 1 dia
 2 dias
 Cobrança

Figura 6.9: Exemplo de cobrança de imposto no Grana Preta

Embora informações sobre impostos não sejam destacadas por corretoras e sua cobrança seja até frequentemente automatizada pelas mesmas, este é um aspecto de investimentos em renda fixa que pode definir se um título é mais lucrativo que outro facilmente. A implementação dessa faceta dos investimentos no aplicativo Grana Preta adiciona uma nova camada de conhecimento a ser estudada no módulo da Escola que é raramente abordada, garantindo grande valor didático ao aplicativo, mesmo que este seja apenas um protótipo simples.

O material a respeito de impostos também se mostrou extremamente valioso para os usuários teste. Enquanto a cobrança de impostos representa algo exclusivamente negativo para o jogador, sendo apenas um impeditivo para sua acumulação de recursos, os testadores elogiaram sua adição ao aplicativo, afirmando que os elucidou em um assunto pouco abordado e simplificou um aspecto dos investimentos que acreditavam que seria excessivamente complexo.

Em investimentos reais, a questão de prazos dos impostos é turva, a maioria das datas e valores pode ser negociada. Tal flexibilidade seria impossível de implementar no aplicativo Grana Preta, então limites fixos baseados nas escalas de tempo adotadas pelos títulos da Corretora foram definidos.

Sendo assim, para todo título que gera impostos ao ser vendido, o jogador tem três dias antes da cobrança ser realizada forçadamente, podendo até mesmo levar o usuário a acabar com uma quantidade negativa de recursos. A cada um destes três dias em que o imposto não foi pago, também é incidida uma multa sobre a taxa já existente, então é benéfico para o jogador pagar suas contas o mais rápido possível.

Todos esses detalhes sobre a cobrança de impostos são explicitados tanto na interface do próprio imposto, como podemos ver na imagem 6.9, quanto na aulas do módulo de Escola referente aos impostos. Apesar de parecer uma mecânica com nuance e complexidade, nenhum usuário de teste apresentou dúvidas sobre seu funcionamento, indicando que sua apresentação foi satisfatória.

6.7 Casa

O último módulo desenvolvido foi o da Casa. A intenção inicial desse módulo era ser um local para o jogador acompanhar seu progresso de forma geral no jogo, podendo ver não apenas quais Aulas, Assuntos e Temas concluiu na Escola, como também medalhas e conquistas adquiridas com a aplicação do seu conhecimento em outros módulos do aplicativo Grana Preta. Como esse plano saía totalmente do escopo do que pode ser desenvolvido do projeto, o módulo foi totalmente reformulado.

Graças à flexibilidade do Desenvolvimento Incremental, reformular a Casa não implicou em nenhum ajuste aos módulos previamente desenvolvidos. A Casa passou a ser um espaço para inserção das funcionalidades planejadas restante que não se encaixavam facilmente em nenhum dos sistemas já desenvolvidos: o visualizador de índices e o organizador de finanças pessoas sugerido pelo Serviço de Orientação Financeira da FEA-USP.

6.7.1 Visualizador de Índices

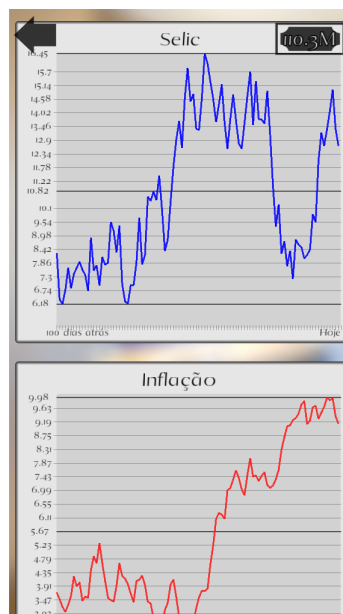


Figura 6.10: Índices sendo apresentados na Casa

O visualizador de índices, apresentado na imagem 6.10, consiste de uma ferramenta genérica que, recebendo uma sequência de valores numéricos, renderiza um gráfico. A intenção dessa ferramenta é ser flexível o suficiente para que os diferentes tipos de gráficos

usados para análise técnica de ativos possam ser renderizados de maneira singular, todos recebendo apenas a sequência de valores que vão representar.

No caso do aplicativo Grana Preta, foi implementada a renderização de um gráfico de linhas simples. Este tipo de gráfico foi utilizado para dispor ao usuário de forma clara informações sobre os índices que afetam a rentabilidade dos títulos de renda fixa nos quais ele pode investir, apresentando dados como seu histórico, valores médio, máximo, mínimo, etc.

O visualizador, devido à sua entrada simples, se mostrou versátil o suficiente para ser utilizado em uma aplicação totalmente diferente: a previsão de renda no organizador de finanças pessoais.

6.7.2 Organizador de Finanças Pessoais

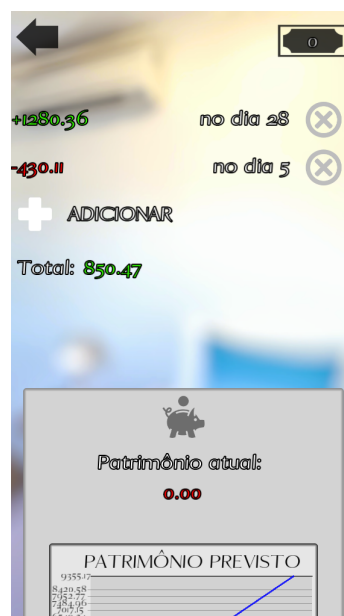


Figura 6.11: *Organizador de finanças na Casa*

No organizador (6.11), o usuário pode inserir gastos e ganhos, que podem ser únicos ou mensais. A partir desses valores, a renda total acumulada do indivíduo é guardada no aplicativo e o mesmo realiza previsões de renda acumulada que são então apresentadas através do visualizador de índices, que recebe as previsões futuras como argumento de entrada. Com isso, o organizador pode, idealmente, auxiliar o usuário a tomar controle de suas finanças reais, fazendo uma ponte direta entre o uso do aplicativo Grana Preta e a mudança de hábitos financeiros na realidade.

Embora simples, o valor do organizador para o desenvolvimento do Grana Preta se baseia no fato de ter sido uma funcionalidade não planejada totalmente sugerida por clientes. A possibilidade de adicionar um módulo não previsto tão rapidamente é prova da flexibilidade da arquitetura do projeto.

6.7.3 Considerações

Vale mencionar que a Casa foi outro módulo onde as limitações técnicas da Godot Engine criaram problemas. A ausência de um formato de dados com precisão *double* faz com que até valores monetários pequenos adicionados no organizador pessoal sofressem por erros de arredondamento, mesmo sendo necessária precisão de apenas duas casas decimais. Frente a este problema, optou-se por guardar os dígitos inteiros e decimais de cada valor inserido no organizador em variáveis diferentes.

Também foi aqui que as insuficiências da interface de compra/venda implementada no módulo da Corretora se tornaram evidentes. Embora os usuários não tenham criticado a interface anterior, provavelmente pela facilidade de selecionar o valor máximo disponível para uma transação, com o organizador a situação era outra. O usuário deve ser capaz de inserir valores que variam amplamente em escala, o que era muito lento e suscetível a erros na interface antiga.

Uma nova implementação, com um teclado numérico semelhante ao de uma calculadora, deu fim às insatisfações dos clientes e acelerou o processo de inserção de valores. A resposta foi positiva e a nova ferramenta pôde facilmente substituir a antiga interface de transações da Corretora, porém não houve um período de testes longo o suficiente após tal substituição para deduzir se isso mudaria os hábitos de investimentos em títulos virtuais por parte dos usuários.

Capítulo 7

Opiniões dos Usuários

Houve contato constante com os usuários de teste e clientes durante todo o desenvolvimento do Grana Preta, onde críticas e *feedback* foram fornecidos pelos mesmos sem restrições. A maioria dos comentários feitos pelos usuários a respeito do produto foram realizados voluntariamente, o que foi positivo por demonstrar o interesse dos usuários de teste pelo produto porém teve a consequência de que uma parcela pequena do *feedback* foi representada pelas entrevistas estruturadas inicialmente planejadas.

Neste capítulo seguem consequências relevantes das interações com os usuários no rumo do desenvolvimento, assim como resultados das entrevistas estruturadas de acompanhamento realizadas.

7.1 Consequências das Críticas e Sugestões

As críticas e sugestões realizadas pelos usuários foram, durante todo o processo de desenvolvimento, analisadas e ponderadas. Embora algumas dessas tenham sido descartadas por serem consideradas pouco importantes ou inviáveis, vários dos elementos presentes no aplicativo final só foram implementados devido a sugestões. A seguir, nos adentraremos nos detalhes de alguns desses elementos, grandes ou não, que foram influenciados pelas críticas de usuários.

7.1.1 Câmera e Zoom

A movimentação da câmera e possibilidade de aumentar e diminuir o zoom na tela foi sugerido por três usuários diferentes, e se mostrou uma funcionalidade mais versátil do que esperado. Os clientes que pediram pela adição de uma câmera móvel com zoom modificável o fizeram por um motivo simples; queriam ter uma visualização diferente da padrão da tela do módulo de Cidade. Alguns queriam ver cada construção de perto, outros queriam poder ver a cidade como um todo mais de longe em uma mesma tela. Quando essa funcionalidade foi implementada, porém, ela acabou se expandindo além de seus usos na Cidade requisitados pelos usuários.

O submódulo de Câmera, com algumas modificações que permitiram que sua velocidade de movimento e zoom mínimo e máximo fossem modificáveis em cada cena da Godot Engine em que fosse incluído, acabou sendo usado muito no módulo da Escola. Nesse, a câmera foi implementada nas Aulas e Questionários, permitindo que aulas mais longas fossem criadas e que o jogador movesse a câmera para baixo a fim de ver mais conteúdo, assim como permitindo que o usuário use o zoom caso tenha dificuldade de ler as letras pequenas na tela do celular.

Com isso, uma sugestão simples dos usuários acabou por ter um impacto mais profundo no aplicativo, tendo mais efeito do que até mesmo os que fizeram a sugestão pretendiam. A adição do submódulo da Câmera permitiu uma expansão não planejada do módulo escola, e tudo isso foi criado a partir de críticas construtivas passageiras de usuários interessados.

Deve ser realçado que a adição da Câmera foi um dos fatores que expôs as limitações do motor físico quanto às suas funcionalidades para dispositivos móveis. A Godot Engine não apresenta nenhuma funcionalidade pronta para a detecção de gestos na tela, então a interpretação dos gestos teve que ser desenvolvida manualmente, interpretando toques na tela como os cliques de um *mouse*. Isso criou uma movimentação da câmera com algum *delay*, que causou estranheza a alguns usuários, mas felizmente nenhum testador teve problemas práticos com a utilização da câmera após a adaptação inicial.

7.1.2 Organizador de Finanças Pessoais

Uma funcionalidade do aplicativo que foi originada totalmente de sugestões de clientes foi o Organizador de Finanças Pessoais. Proposto pelo SOF, o organizador foi considerado uma boa forma de conectar o mundo do jogo às finanças pessoais da vida real do usuário, criando uma plataforma no aplicativo onde ele poderia planejar investimentos e balanço de contas da realidade.

O Organizador foi a última funcionalidade adicionada ao aplicativo, e por consequência pode ser pouco testado, além de que foi implementado com apenas as funcionalidades necessárias para que fosse utilizável. Talvez por sua falta de versatilidade, apenas 24% dos usuários que testaram o Organizador afirmaram que consideravam utilizar ele no futuro para o acompanhamento de suas finanças pessoais. É plausível que a adição de mais funcionalidades ao Organizador, como sugestões de investimentos, separação de gastos em categorias e outros tipos de previsores de renda acumulada aumentasse a aderência dos usuários à ferramenta.

Independente da intenção escassa de realmente utilizar o Organizador para aplicações reais, todos os usuários o consideraram uma adição positiva ao Grana Preta, geralmente comentando que, embora não pretendam utilizar a funcionalidade, não há negativos em ter essa opção no aplicativo. Sendo assim, a implementação do Organizador pode ser considerada majoritariamente positiva, embora com espaço para melhora.

7.1.3 Ajustes de Interface

O tipo de crítica voluntária mais comum por parte dos usuários era a respeito da interface gráfica do aplicativo. Múltiplas alterações, grandes e pequenas, foram realizadas na apresentação do Grana Preta devido a tais sugestões dos testadores. Algumas alterações notáveis foram:

- Mudança no ícone do dinheiro, a fim de facilitar a visualização do valor.
- Crescimento do botão de "Aplicar"/"Vender" em títulos de renda fixa quando são expandidos.
- Adição de ordenadores à Carteira no módulo da Corretora.
- Outros Assuntos são "empurrados" quando um Assunto é expandido no módulo de Escola.
- Limitação de três temas por linha no módulo de Escola.
- Adição do indicador de número da questão atual por total de questões em Questionários do módulo de Escola.

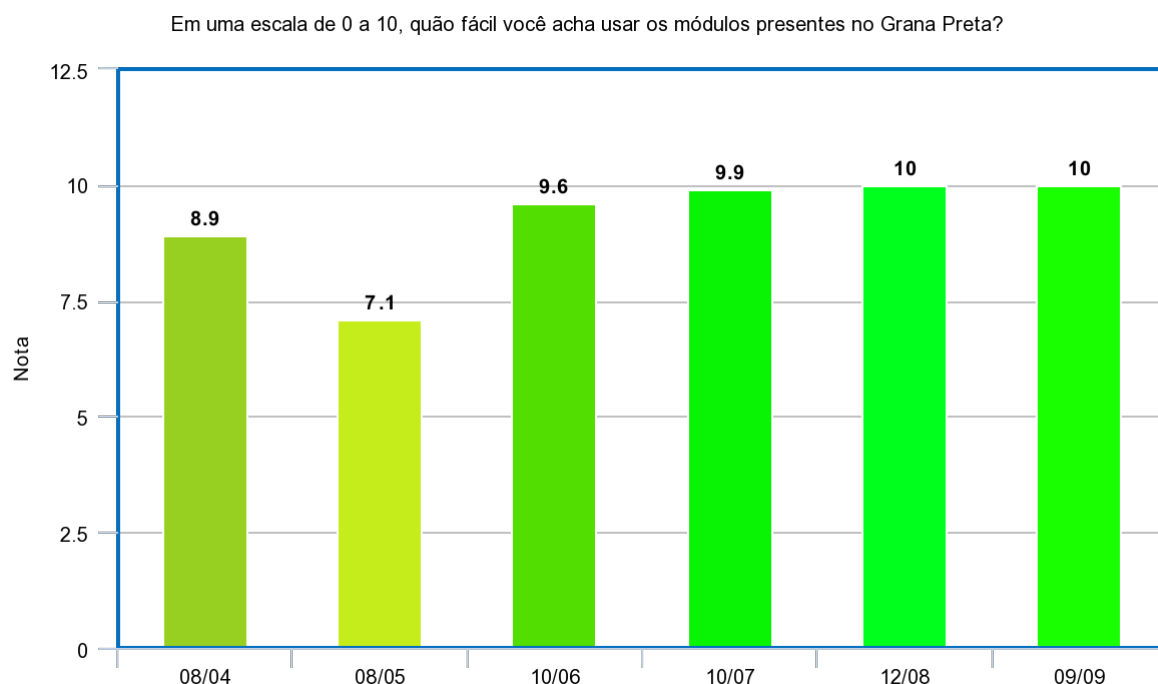
No geral, o grande número de sugestões voluntárias recebidas, mesmo com algumas sendo descartadas por inaplicabilidade ou visões conflitantes entre testadores, indica o extremo engajamento dos usuários no desenvolvimento do aplicativo, o que por si só é um bom indicador do interesse e carência por produtos como o Grana Preta.

7.2 Entrevistas Estruturadas

Durante o desenvolvimento do projeto, foram conduzidas entrevistas estruturadas com os usuários de teste a fim de avaliar múltiplos aspectos do aplicativo. Nestas entrevistas, foram realizadas perguntas a respeito de algumas das heurísticas de Nielsen, como descritas no livro *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction* (Jennifer Preece, 2015), a fim de validar a usabilidade do aplicativo protótipo. Além disso, também foram quantificadas respostas de perguntas que almejaram detectar a adesão dos usuários ao produto, assim como foram avaliadas quantas perguntas dos Questionários do módulo da Escola do próprio aplicativo os usuários acertaram, a fim de avaliar a eficiência do Grana Preta como ferramenta educativa. Devido ao número variável de usuários de teste, os dados numéricos apresentados representam a média das respostas de todos os usuários do mês referente. Seguem os dados coletados nas entrevistas.

7.2.1 Em uma escala de 0 a 10, quão fácil você acha usar os módulos presentes no Grana Preta?

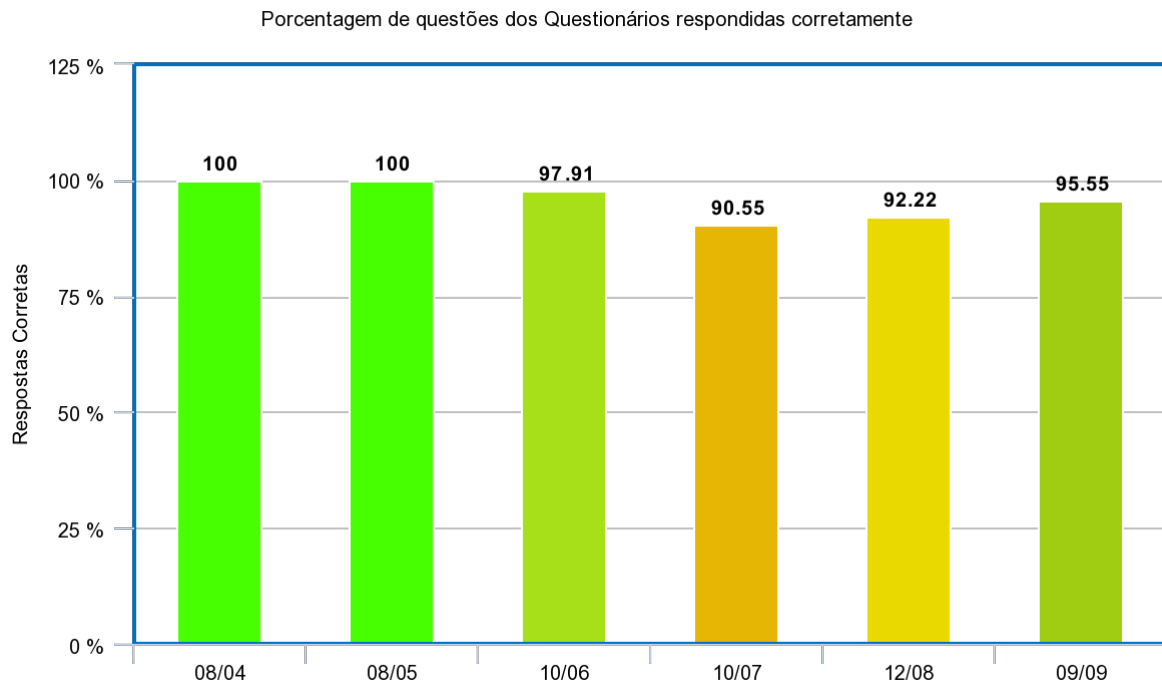
Esta pergunta pretendia avaliar tanto o quão intuitiva era a interface do aplicativo como, também, a heurística de Nielsen a respeito de "consistência e padronização", dado que independentemente da dificuldade inicial de se aprender a usar o aplicativo, uma interface consistente faria com que a aprendizagem de novos módulos que seguem o mesmo padrão de interface fosse muito mais simples.



Os resultados indicaram que o primeiro módulo entregue, da Escola, foi considerado bem intuitivo, com algumas variações subsequentes. O módulo seguinte, da Corretora, causou algumas complicações, dado sua complexidade e diferenças naturais ao módulo da Escola. Para os módulos seguintes, que tinham interface extremamente consistente com a Corretora, os usuários não apresentaram problemas em se adaptar.

7.2.2 Porcentagem de questões dos Questionários respondidas corretamente

Responder as questões dos Questionários do módulo da Escola corretamente foi usado para avaliar a eficiência do aplicativo como ferramenta de ensino, também como, discutivelmente, avaliar a heurística de Nielsen a respeito de "reconhecimento em vez de memorização". Deve ser mencionado que até Junho as questões se limitavam a detalhes do uso do próprio aplicativo, com conteúdo teórico a respeito de renda fixa sendo adicionado apenas após esse período.



Pelos resultados, podemos notar um padrão positivo. Inicialmente existiam poucas perguntas, apenas aquelas a respeito do funcionamento da própria Escola, então nenhum testador errou nada. Com a adição de perguntas a respeito de outros módulos, alguns erros começaram a aparecer, atingindo uma baixa máxima de acertos com a adição de perguntas teóricas a respeito de renda fixa em Julho.

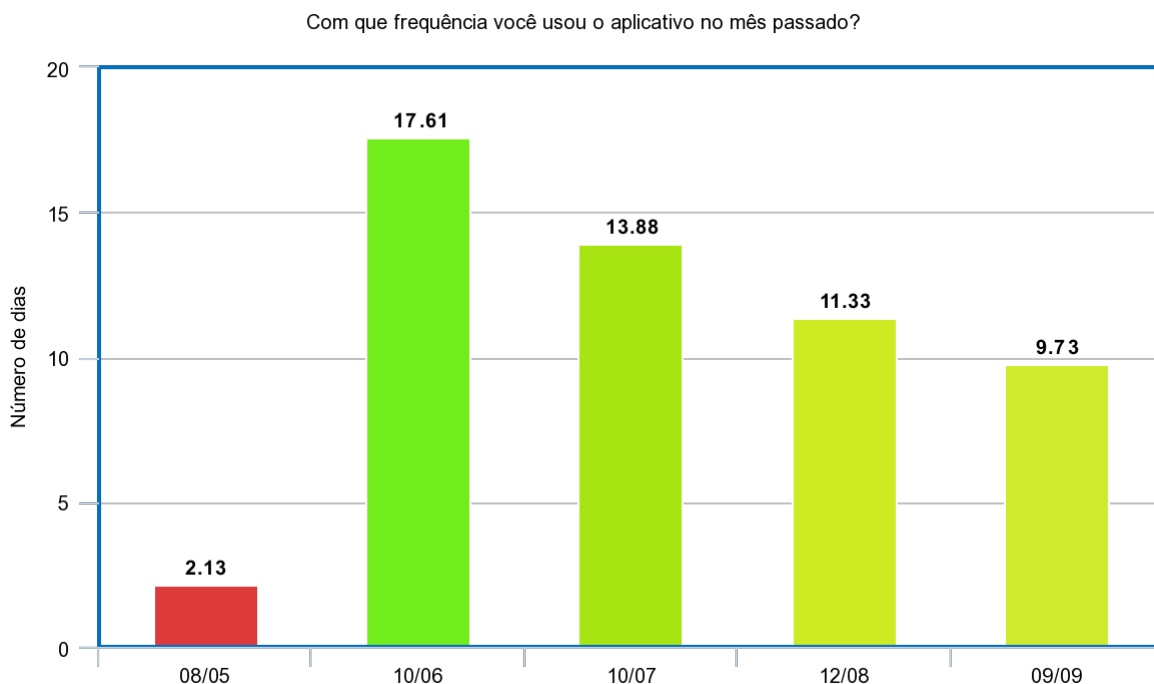
Podemos então, notar que a porcentagem de acertos apenas aumentou a partir deste momento. Vale mencionar que a maioria dos usuários já haviam concluído as Aulas do módulo da Escola a respeito de renda fixa em Julho. Os testadores atribuíram sua melhora nos testes devido às revisões do conteúdo sobre investimentos que fizeram por conta própria com o objetivo de fazer o melhor investimento possível dentro do módulo da Corretora do jogo.

7.2.3 Com que frequência você usou o aplicativo no mês passado?

Nesta pergunta, os usuários foram questionados a respeito de quantas vezes por dia (no mês passado), utilizaram o aplicativo, a fim de analisar a retenção e cativação do protótipo Grana Preta com seus usuários. Como era necessário um mês de uso do aplicativo antes que essa pergunta fizesse sentido, estes dados levam em consideração um mês a menos que os outros.

Os resultados indicaram que, em um primeiro momento, os usuários utilizaram o aplicativo apenas o suficiente para concluir as aulas do módulo da Escola, que ainda possuía poucas Aulas e Questionários, levando a uma adesão baixíssima ao aplicativo.

Com a adição do módulo da Corretora, houve uma reviravolta, com a frequência de uso disparando agora que os jogadores podiam simular investimentos. Após a adição inicial dos



investimentos, porém, a frequência de uso continuou a cair, apesar da subsequente adição do módulo da Receita Federal, cuja cobrança de impostos a princípio incentivaria que os usuários verificassem o estado do jogo novamente após a venda de um ativo, a fim de pagar suas contas. Os testadores, porém, afirmaram que sempre pagavam os impostos imediatamente após a venda de seus ativos (o que é um ótimo hábito financeiro), ou esqueciam da data de vencimento de seus títulos até passados os três dias para o pagamento de impostos existente após seu vencimento (o que é um péssimo hábito financeiro).

Em conclusão, essa pergunta bota em evidência a necessidade de adicionar mais incentivos para que o usuário revise o aplicativo. Quais esses incentivos poderiam ser é uma reflexão feita no capítulo de Conclusão.

Capítulo 8

Conclusões

Produto Final

Com a conclusão do trabalho sobre o aplicativo Grana Preta, temos como produto resultante um protótipo cujo recebimento foi melhor que o esperado, embora com suas ressalvas.

Com a exceção de um cliente *expert* que trabalha com o mercado financeiro, todos os usuários de teste afirmaram terem aprendido algo novo sobre investimentos em renda fixa ou finanças no geral, com alguns até tendo investido pela primeira vez por consequência do uso do aplicativo. Isso indica que a apresentação das informações foi clara e cativante o suficiente para cumprir o papel do Grana Preta como um aplicativo educativo.

Por outro lado, após a conclusão do desenvolvimento e parada da adição de novas funcionalidades ao produto, a frequência de uso do aplicativo por parte dos usuários diminuiu de algumas vezes por semana para algumas vezes por mês, e esse foi um padrão que pode ser observado múltiplas vezes brevemente após a conclusão de uma nova funcionalidade; inicialmente o engajamento dos usuários explodiria rapidamente para então lentamente se perder ao decorrer de pouco mais de uma semana. Embora isso seja um bom indicador de que o Grana Preta não é detrimenatamente viciante, essa queda frequente de uso também indica que o aplicativo tem uma aderência tão baixa que, em uma aplicação comercial, não seria nem mesmo possível manter um grupo de usuários reincidentes por tempo o suficiente para que novas funcionalidades fossem implementadas de forma a recuperar seu interesse.

A falta de reincidência pode não ser um problema tão grave, contanto que haja conteúdo o suficiente inicialmente disposto para o usuário, de forma que o jogador fique engajado tempo o suficiente para que crie hábitos saudáveis financeiros, porém é no mínimo um indicador negativo de quão cativante o Grana Preta é como jogo. Possíveis soluções à falta de aderência serão sugeridas em Próximos Passos.

Considerações

Positivos

Durante o desenvolvimento do aplicativo, o planejamento dos módulos a serem implementados mudou frequentemente. Apesar disso, e enquanto algumas funcionalidades inicialmente planejadas tenham sido deixadas de lado a fim de priorizar outras, o produto produzido teve escala próxima da inicialmente pretendida. Isso é um indicador de que o projeto Grana Preta teve boa sinergia com o Modelo de Desenvolvimento Incremental, permitindo que módulos individuais fossem implementados em sequência sem as perdas de velocidade de produção causadas pelo período de adequação das novas funcionalidades aos módulos implementados anteriormente, como seria de se esperar de outras metodologias de desenvolvimento populares, como o Modelo Espiral, Modelo de Cascata e até mesmo algumas implementações de Modelos Ágeis.

Parte da sinergia com o Modelo de Desenvolvimento Incremental também se deve à arquitetura da Godot Engine. Ao seguir a estrutura de nós da Godot, o desenvolvedor é incentivado a construir sua aplicação de forma análoga ao Desenvolvimento Incremental em escala reduzida, onde cada objeto implementado é composto de nós de forma similar a como o projeto Grana Preta como um todo é composto de múltiplos módulos.

Negativos

Os principais impedimentos do aplicativo se deram pela ineficácia da Godot Engine para o desenvolvimento *mobile*, uma consequência de ser um aspecto pouco explorado e pouco desenvolvido deste motor físico em particular. Funcionalidades básicas de interação presentes em outras ferramentas devem ser implementadas do zero na Godot, e isso custou tempo inicial de desenvolvimento que poderia ser utilizado para implementação de novos módulos em uma ferramenta mais adequada.

Por exemplo, a Godot Engine não possui qualquer lógica de identificação de gestos na tela, fazendo com que a implementação de funções básicas como um *swipe* na tela para movimentação da câmera ou gestos de *zoom-in* e *zoom-out* tivessem que ser implementados desde sua raiz.

Outra insuficiência do motor físico que afetaram o desenvolvimento do aplicativo foram a ausência de formato de número flutuante com precisão dupla, que limitou a frequência com a qual os títulos de renda fixa podem ser rentabilizados.

Vale mencionar também que, enquanto o Grana Preta como protótipo não tinha funcionalidades *online* planejadas, a Godot Engine não apresenta compatibilidade com ferramentas populares de integração com a internet, como Firebase, então também não seria a plataforma adequada para um aplicativo que envolvesse conectividade com funcionalidades como tabelas de pontuação globais.

Próximos Passos

Muitas das adições que poderiam melhorar um aplicativo como o Grana Preta foram propostas no planejamento inicial porém foram eventualmente deixadas de lado frente a restrições de tempo e funcionalidades propostas pelos clientes. Ainda assim, estas adições apresentam valor funcional e didático a um aplicativo que visa educar sobre finanças de forma cativante, e haveriam apenas benefícios em implementá-las.

Uma das funcionalidades deixadas de lado era a existência de mini-jogos que utilizem G\$ como recurso. Múltiplas propostas de mini-jogos foram apresentadas, como um jogo de corrida onde o jogador utiliza G\$ para melhorar seu carro, ou jogos estilo *tycoon* onde o jogador poderia gastar G\$ para melhorar a cidade diretamente. Independente de quais mini-jogos fossem adicionados, essa camada extra de entretenimento promete aumentar a aderência dos jogadores ao aplicativo, já que o recurso principal do Grana Preta deixaria de ser apenas uma ferramenta para acompanhamento de progressão e se tornaria algo com valor produtivo dentro do aplicativo.

Com a possibilidade de gastar o G\$, também entramos em um aspecto prático de finanças pessoais que testaria o jogador, onde o usuário teria que fazer decisões responsáveis de quando gastar seus recursos e quando economizá-lo para reinvestir. A fim de explorar mais este aspecto de organização pessoal de finanças, foi proposta também a adição de uma loja de consumíveis estéticos, onde o jogador poderia comprar roupas para seu personagem ou financiar aparências alternativas para elementos da cidade.

A loja de consumíveis também demonstraria de forma mais palpável os efeitos da inflação, com os preços de seus consumíveis sendo ajustados pela inflação constantemente. Com esses ajustes, também seria necessário para o jogador ter sucesso em seus investimentos, ou rapidamente os itens da loja seriam caros demais para serem sustentados.

Caso o Grana Preta tivesse a intenção de ser uma aplicação comercial, também não pode ser desprezado o valor da conectividade *online*. Poder comparar seu progresso no módulo da Escola, recursos acumulados e até mesmo em itens cosméticos obtidos costuma ser um grande incentivador aos jogadores, mesmo os não competitivos, e também pode induzi-los a notar falhas em seus conhecimentos e estratégias de investimento caso, ao se comparar com uma média de todos os jogadores, notem que seu crescimento no aplicativo deixa a desejar.

Referências Bibliográficas

- Daniel L. King(2018)** Paul H. Delfabbro Daniel L. King. Predatory monetization schemes in video games(e.g.‘loot boxes’) and internet gaming disorder. *Society for the study of addiction*, 35(6):726–728. doi: 10.1016/j.molcel.2009.09.013. Citado na pág. 13
- GDScript(2019)** GDScript. Godot engine. https://docs.godotengine.org/en/3.1/getting-started/scripting/gdscript/gdscript_basics.html#doc-gdscript, 2019. Citado na pág. 6
- Godot(2019)** Godot. Godot engine. <https://godotengine.org/>, 2019. Citado na pág. 5
- InfoMoney(2019)** InfoMoney. Onde investir. <https://www.infomoney.com.br/onde-investir/>, 2019. Citado na pág. 3
- Jennifer Preece(2015)** Yvonne Rogers Jennifer Preece, Helen Sharp. *Interaction Design: Beyond Human–Computer Interaction*. John Wiley Sons, 4th edição. Citado na pág. 37
- José Monteiro Varanda Neto(2019)** Eduardo Morato Mello José Monteiro Varanda Neto, José Carlos De Souza Santos. *O Mercado de Renda Fixa no Brasil. Conceitos, Precificação e Risco*. Saint Paul, 1st edição. Citado na pág. 3
- Mills(1999)** Harlan D. Mills. Management of software engineering, the part i: Principles of software engineering. *The Harlan D. Mills Collection*. Citado na pág. 15
- Morrison(2015)** Mike Morrison. Primacy and recency effects in learning. <https://rapidbi.com/primacy-and-recency-effects-in-learning/>. Citado na pág. 22
- Signals(2019)** Signals. Godot engine. https://docs.godotengine.org/en/3.1/getting-started/step_by_step/signals.html, 2019. Citado na pág. 8
- UKEssays(2013)** UKEssays. Software engineering paradigms and models information technology essay. <https://www.uniassignment.com/essay-samples/information-technology/software-engineering-paradigms-and-models-information-technology-essay.php?vref=1>. Citado na pág. 15
- XP(2019)** XP. Renda fixa. <https://www.xpi.com.br/investimentos/renda-fixa/>, 2019. Citado na pág. 3