



## RAZÃO CELESTE: UM JOGO SOBRE ASTRONOMIA

Jorge Dores

Maicon Santos

Colégio Estadual Edvaldo Brandão Correia, Brasil



Figura 1: Imagens do jogo RAZÃO CELESTE. Fonte: Jogo RAZÃO CELESTE.

### Resumo

A Astronomia é a ciência que estuda o movimento, a constituição e a formação dos astros e suas relações. No Brasil, não há uma disciplina específica de Astronomia no ensino básico (fundamental e médio) e seu conteúdo passa a ser fragmentado em aulas de Química, Física, Geografia dentre outras. Tal método de ensino indireto adotado pelas escolas confunde os educandos, estes, por sua vez, recorrem a fontes não confiáveis para suprir sua curiosidade no que diz respeito à Astronomia. Com o intuito de propagar conhecimentos sobre Astronomia de forma lúdica e embasada na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), foi desenvolvido o jogo RAZÃO CELESTE. Trata-se de um game desenvolvido através do software Game Maker Studio 1.4, cuja linguagem é baseada em C/C++, para as plataformas *Windows* e *Android*. Visando abordar diretamente conteúdos de Astronomia e Física, o jogo é ambientado em um cenário espacial no qual, para progredir em sua jogabilidade, o jogador precisa explorar parte dos corpos celestes do Sistema Solar enfrentando nave rivais e respondendo perguntas baseadas nas questões da OBA. O jogo conta com representações 2D e 3D que revelam a órbita dos planetas do Sistema Solar com o intuito de mediar o usuário e a Astronomia. O projeto foi desenvolvido dentro das oficinas do Programa Ensino Médio Inovador (PROEMI) do Colégio Estadual Edvaldo Brandão Correia. O jogo pode ser utilizado nas aulas de Física do 1º ano do ensino médio dentro do conteúdo de Gravitação Universal e servindo, também, como ferramenta de preparação dos estudantes inscritos na OBA, uma vez que pode ser jogado tanto no *smartphone* quanto em computador pessoal.

**Palavras-chave:** Astronomia, OBA, Jogo.

### Contatos:

jorgeluciorodrigues@gmail.com

maiconoficialbr@gmail.com

### 1. Introdução

Alves e Coutinho [2016] apontam a produção de 621 jogos digitais para educação e 698 para entretenimento produzidos pela indústria brasileira de *games* em 2013 tornando notório o aumento substancial da quantidade de jogos digitais educacionais no Brasil e no mundo. Junto a este processo surgem discussões sobre *games* e educação e suas potencialidades, logo, as preocupações com a elaboração destes *games* e suas contribuições para a aprendizagem dos jogadores aparecem. Alves e Coutinho [2016] refletem este problema em uma pergunta, “Como se dá a aprendizagem escolar mediada pelos *games*?”. Elas próprias trazem a resposta... “Uma questão difícil de responder de forma objetiva, principalmente porque ainda não temos de forma consolidada os percursos realizados pelos players (pesquisadores e desenvolvedores) para evidenciar esta aprendizagem”. Dentro deste contexto faz-se necessário uma forma de desenvolver uma prática baseada em evidências. No que toca a Astronomia, há uma lacuna na forma como o tema é abordado no ensino básico, cada livro tem uma abordagem e muitas vezes o enfoque é meramente histórico em outras traz apenas uma lista de nomes sem fazer qualquer discussão dos fatos históricos com os avanços científicos.

Gama e Henrique [2010] afirmam que a Astronomia não precisa ser vista apenas como um novo conjunto



com conteúdos a serem ensinados, mas figura como conjunto de temas motivadores para discussões histórico-filosóficas, além de permitir a abordagem de conceitos típicos de outras disciplinas. Segundo Nogueira [2009] a Astronomia fez sentir sua influência em praticamente todos os ramos do conhecimento científico, mas com a fragmentação do conhecimento (como, por exemplo, as disciplinas lecionadas separadamente em todas as escolas), as noções astronômicas também foram diluídas e aparentemente sua importância no ensino básico desapareceu.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), os conteúdos acerca da Astronomia, no terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental, devem destacar: a natureza cíclica dos eventos astronômicos; informações sobre os diversos corpos celestes para elaborar uma concepção do Universo; a caracterização da constituição da Terra e as condições para existência da vida e; a valorização dos conhecimentos dos povos antigos para explicar os fenômenos astronômicos, porém uma análise de fluxogramas dos cursos de licenciatura em Biologia, Física, Geografia e História da Universidade Federal da Bahia (UFBA) mostra que não há a disciplina Astronomia em seus respectivos currículos e esse cenário é praticamente o mesmo em diversos cursos analisados. Isso demonstra que o docente, em sua maioria, não está preparado para o ensino de Astronomia devido a deficiências em sua própria formação profissional tornando-o inseguro. Sem falar nas informações equivocadas veiculadas pela mídia e livros didáticos que apresentam erros conceituais nas descrições e ilustrações. Além das dificuldades enfrentadas pelos professores, os alunos também se veem desmotivados com a enorme quantidade de conhecimentos meramente transmitidos sem estarem aliados às atividades práticas para que eles possam entender o motivo do estudo destes conteúdos.

Pesquisas demonstram a importância da inserção da Astronomia no ensino formal, sugerindo que esta possui caráter motivacional; trata de fenômenos cotidianos; está presente nos veículos de comunicações em que são constantemente discutidas as descobertas astronômicas; além de proporcionar discussões históricas e filosóficas sobre a evolução desta como ciência [GAMA, HENRIQUE 2010; KANTOR 2001; LANGHI 2011].

## 2. Hipóteses

Os avanços técnicos, científicos e informacionais que vem se acumulando desde a Terceira Revolução Industrial resultam em conteúdos cada vez mais

complexos de serem estudados em sala de aula. Entretanto, a ciência nos deu ferramentas que mediam e transmitem informações complexas em um curto intervalo de tempo. Os computadores de mesa, *smartphones*, tablets, projetores e tantos outros são acessíveis a uma parcela significativa da população. Os jovens do mundo contemporâneo, imersos em bytes, possuem, em larga escala, acesso à computadores e *smartphones* e estes, por sua vez, são ferramentas capazes de lhes transferir informações através de uma pluralidade de funções em interfaces expressivas. A sociedade acelerada dos nossos tempos necessita de novas iniciativas que deem conta dessa nova dinâmica. Percebe-se uma imensa dificuldade de compreender um livro em relação à compreensão de uma interface repleta de símbolos e significados. Segundo Johnson [2001], a relação governada pela interface é uma relação "semântica", caracterizada por significado e expressão.

A partir desses fatos, seria possível desenvolver um aplicativo que aborde a Astronomia seguindo o conceito de "lúdico" que possa ser utilizado para transmissão dos conceitos abordados na OBA? Segundo Marques, Mattos e Taille [2001, p.34], o uso do computador como instrumento de ensino traz a vantagem de possibilitar a introdução de praticamente qualquer área do currículo em qualquer momento do processo de ensino-aprendizagem. Além disso, o computador, por características que lhe são próprias, apresenta algumas vantagens sobre os outros instrumentos didáticos em muitas situações do ensino. A ideia de incluir os conceitos básicos de Astronomia num jogo surge para sanar a necessidade de uma ferramenta de aprendizado mais expressiva dentro do contexto da Astronomia e mais relevante para a sociedade. Se a Astronomia é apaixonante e um jogo pode ser capaz de entreter, a união destes se torna a ferramenta relevante e expressiva a qual precisamos. Partindo desse princípio, foi desenvolvido um jogo para as plataformas *Windows* e *Android*, de gênero *Tower Defense* Educacional com abordagem de conceitos de Física e Astronomia, levando-se em conta conteúdos abordados na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA).

## 3. Apresentação de dados

Foram analisadas as provas da OBA de 1998, ano da realização da primeira prova de Astronomia distribuída nas redes de ensino público no país, a 2018 com o objetivo de criar um banco de questões a utilizar como base para o desenvolvimento de cada tela de questões do jogo visando integrar o contexto do jogo à educação em Astronomia, tendo em vista a deficiência de abordagens a este tema nos jogos educacionais brasileiros e nas



metodologias de ensino mais comuns. A princípio, foram construídas questões apenas das provas de nível 3.

Em uma rápida análise e levantamento de dados no que tange a contextualização e o cenário da Astronomia no Brasil, conclui-se que a partir do momento em que a primeira tese brasileira, cujo conteúdo incluía discussões acerca de aspectos inovadores em relação ao ensino de Astronomia na educação, foi publicada em 1973, outros 119 trabalhos de pós-graduação com abordagem sobre Educação em Astronomia foram produzidos até 2013, sendo 107 dissertações de mestrado acadêmico e profissional e mais 12 teses de doutorado [BRETONES, 2014].

Castro, Pavani e Alves [2009], provam que a quantidade de estudos apresentados sobre o ensino da Astronomia tem aumentado sensivelmente em congressos e eventos da área, mostrando um crescimento quantitativo de 61% de trabalhos sobre este tema nas reuniões anuais da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e nos Simpósios Nacionais de Ensino de Física (SNEF).

#### 4. Materiais e métodos

Trata-se de um projeto de desenvolvimento tecnológico na área de ciências naturais e subárea de Astronomia e Física com fins educacionais, sendo de natureza aplicada e qualitativa com objetivo exploratório e delineamento bibliográfico, desenvolvido dentro do PROEMI no laboratório de pesquisa do Colégio Estadual Edvaldo Brandão Correia situado na cidade de Salvador.

##### 4.1 Cronograma

Após enraizar o referencial teórico, iniciou-se em fevereiro de 2018 a escolha da plataforma no qual o jogo seria desenvolvido, bem como qual seria a linguagem de programação que serviria de base para confecção do jogo. A decisão final foi o desenvolvimento de um jogo com o *software Game Maker*. Ainda em fevereiro iniciou-se o desenvolvimento de um *minigame* cujo objetivo era explorar os potenciais do *Game Maker*.

Em março de 2018 foi escolhido o modelo de jogo (*Tower Defense* Espacial) utilizando como base as provas da OBA, materiais de divulgação científica do Observatório Nacional (Coleção Astronomia na Escola), o livro *Aprendendo a Ler o Céu: Pequeno Guia Prático para a Astronomia Observacional*, o Guia *Mangá: Universo e Guia Mangá: Relatividade e o*

*minigame* desenvolvido em fevereiro.

Nos meses de março, abril e maio de 2018 foi aprofundado o referencial teórico com o início de um processo de leitura visando uma fundamentação teórica bem estruturada que justificasse o desenvolvimento do projeto com solidez junto ao desenvolvimento do jogo e suas extensões, com isso, foram analisadas as provas da OBA entre os anos de 1998 até 2018 com o intuito de criar um banco de dados de questões e temas abordados nas provas, neste primeiro instante somente as provas de nível III e IV foram analisadas, que correspondem, respectivamente, ao 9º ano do ensino fundamental e ensino médio.

Após abordagem das provas da OBA, foram desenvolvidas Interfaces Gráficas de Usuário (GUI's) que desenham a órbita de um planeta do Sistema Solar, em 2D e 3D, questionando ao usuário o que ele sabe sobre Astronomia através de questões da OBA, dessa forma, responder uma questão da OBA passa a significar vantagem no jogo. Responder corretamente a uma questão é um meio de adquirir recursos, estabelecendo a semântica na interação homem-máquina através da mediação do *software* que é um dos pontos abordados por Steven Johnson [2001].

Em junho e julho de 2018 foram atualizados os *softwares* utilizados para correção alguns erros de compatibilidade com a plataforma Android junto à uma revisão e incremento dos recursos gráficos e sonoros do jogo e foram feitos testes em smartphone e PC para sentir a confiabilidade do aplicativo.

Em novembro e dezembro de 2018, após participação e apresentação do projeto RAZÃO CELESTE no 9º Encontro de Jovens Cientistas, na UFBA, foram atendidas algumas sugestões de melhorias do *game* por parte do público do evento. As sugestões atendidas foram: A elaboração de mais questões para o Quiz; interfaces que elucidam sobre o Cinturão de Asteróides e Nuvem de Oort; melhorias no *layout* do aplicativo; Melhorias na movimentação da espaçonave.

Janeiro e fevereiro de 2019 foram dedicados ao desenvolvimento gráfico do *game*, destacando as melhorias nas transições entre interfaces e melhorias nas interfaces que ilustram as órbitas dos astros.

No período correspondente entre as datas 25/03/2019 e 10/04/2019 foram atendidas sugestões do público e avaliadores da FEBRACE (Feira Brasileira de Ciência e Engenharia). Dentre as sugestões, foram atendidas a melhor elaboração do Quiz, com textos explicativos e links/fontes de estudo e o



desenvolvimento de uma interface contendo links para órgãos brasileiros em Astronomia.

#### 4.2 Interface inicial

A interface inicial é parte do primeiro contato do jogador com o jogo. O objetivo aqui é transmitir uma tela simplificada, elegante, leve e interativa.



Figura 2: Tela inicial do jogo RAZÃO CELESTE. Fonte: Jogo RAZÃO CELESTE.

A tela inicial de RAZÃO CELESTE (Figura 2) informa o nome do jogo definindo-o como “Um jogo sobre Astronomia”. A intenção por trás desta primeira imagem é induzir o jogador a memorizar o nome do game e entender desde o primeiro momento que este é um jogo educacional voltado para a Astronomia. Qualquer toque na tela faz com que o jogador navegue até o menu principal do jogo.



Figura 3: Menu do jogo RAZÃO CELESTE. Fonte: Jogo RAZÃO CELESTE.

O menu do jogo é constituído por 4 botões (Figura 3):

- O botão “Simulado OBA” dirige o jogador ao Simulado da OBA desenvolvido onde se pode acumular pontos em Astronomia e Astronáutica necessários para a customização de sua espaçonave.
- O botão com a imagem de uma espaçonave leva o usuário à tela de customização da espaçonave utilizada pelo jogador.

- O botão “Sistema Solar” conduz o jogador às seqüências de interfaces de escolha de fase exploratória e, conseqüentemente, ao jogo em si.
- Por fim, o botão representado pelo símbolo de uma engrenagem transpõe a interface de configurações do jogo para a tela do aparelho.

É interessante notar que, além do efeito de partículas ao fundo da imagem, é possível visualizar botões que crescem, diminuem e rotacionam no menu principal. A ideia dessa animação é manter toda interface atrativa, prendendo a atenção do jogador aos detalhes. O efeito de partículas ao fundo é uma característica partilhada por todas as interfaces de menu como uma forma de tornar a interface mais atraente e em harmonia com os contrastes dos tons de azul característicos do *layout* deste game.

#### 4.3 Interface de Simulado

A partir do momento em que o jogador toca o botão “Simulado OBA” ele é direcionado para a tela onde pode ganhar pontos para upgrades da sua espaçonave enquanto responde a uma série de questões baseadas nas provas da OBA (Figura 4).



Figura 4: Simulado do jogo RAZÃO CELESTE. Fonte: Jogo RAZÃO CELESTE.

A ideia de se obter a principal moeda de troca do jogo através de um simulado vem de uma proposta de jogo como ferramenta transversal com abordagem de Astronomia e Física através de uma ferramenta digital e da necessidade da divulgação da OBA fornecendo uma ferramenta/acessório lúdico na preparação de alunos para as provas facilitando a inserção do jovem à ciência.

O jogador pode escolher entre um simulado de Astronomia e um simulado de Astronáutica ainda na tela inicial da interface do Simulado. Após a escolha da especificidade do simulado, o jogador já pode responder às questões que lhe darão o recurso necessário para a customização de sua espaçonave. São dezenas de questões diferentes para cada tipo de simulado, algumas questões vêm acompanhadas de ilustrações 3D que



facilitam a interpretação textual: É o caso, por exemplo, das questões “Qual do nome desse astro” que geralmente vêm acompanhadas de uma ilustração de um planeta ou lua presente no Sistema Solar e 4 alternativas diferentes onde apenas uma indica o nome do astro representado.

As questões são bastante variadas, podendo ser “Qual a cor de Marte” (para astronomia) à “No dia 29 de março de 2006, às 23 horas e 29 minutos, horário de Brasília, o primeiro astronauta brasileiro decolou rumo à Estação Espacial Internacional. Qual o nome dele?” (para astronáutica).

Uma das maiores dificuldades no desenvolvimento de um simulado virtual, da perspectiva da programação, é a maneira a qual os dados serão organizados na tela do dispositivo e a ordem de cada *script* de pergunta. Para organizar as séries de algoritmos de cada interface, bem como manipular a ordem com que são exibidas, foi utilizado uma variável do tipo *array*, dessa forma, no momento em que o usuário responde a uma questão, o sistema escolhe aleatoriamente uma questão presente no *array* de questões pelo “*index*” de uma variável que armazena o retorno do comando “*random(0,array\_length\_1d(array))*”.

Foi desenvolvido um *script* individual para cada questão. Significa que algumas questões possuem uma interface completamente diferente de outras e são adaptadas exclusivamente a elas mesmas, sem seguir um padrão procedural.

#### 4.4 Abordagem da astronomia

Para abordar a Astronomia em um meio digital foi desenvolvido um cenário espacial tal que possibilite ao jogador uma exploração dos planetas do Sistema Solar em busca de informações que o garantem a conclusão de suas respectivas missões através de ilustrações de órbita e satélites dos mesmos. O cenário, como previsto, transmite o clima de um *Tower Defense* Espacial. O *background* do jogo consiste numa imagem do *app Stellarium* que demonstra algumas das constelações quando vistas da Terra. Um jogador mais próximo à astronomia percebe rapidamente a estrutura estelar visível no céu. A utilização do *app Stellarium* se dá pelo fato de que o *app* fornece imagens de constelações próximas da realidade. No geral, a ambientação do game foi baseada em imagens de algumas constelações citadas nas questões da OBA. O objetivo de se utilizar imagens de constelações é abordar as questões da OBA com um conceito mais voltado para educação e não apenas para exercitar o usuário para as provas.

Cada planeta, no algoritmo, é um objeto repleto de

dados armazenados em variáveis locais que indicam seu nome, estrela (nesse caso, todos indicam o Sol), periélio, afélio, período orbital, quantidade de satélites, modelos e texturas 3d dos satélites, nomes dos satélites entre outras informações. Esses objetos servem de banco de dados para facilitar a representação dos mesmos em suas respectivas interfaces gráficas.

A decisão de abordar a exploração do Sistema Solar para elaborar a ludicidade do *game* tem como base a revista Missão Espacial – Nuvem de Oort, que pode ser encontrada dentre o material de divulgação científica no site do Observatório Nacional. A revista conta uma ficção onde os personagens se deslocam da Terra à Nuvem de Oort em uma nave espacial, conhecendo um pouco do Sistema Solar. De maneira semelhante, RAZÃO CELESTE foi desenvolvido para proporcionar ao jogador um *game* de exploração do Sistema Solar através de uma nave espacial.

No jogo desenvolvido, para evoluir a sua estação espacial, você precisa de moedas. Estas moedas podem ser conseguidas das seguintes maneiras:

- Completando fases dos planetas do Sistema Solar, uma vez que a exploração de cada planeta representa uma fase do jogo.
- Respondendo a questões baseadas nas provas da OBA.
- Estudando a órbita dos planetas do Sistema Solar.

Ao selecionar a fase desejada, o jogador passa por interfaces que lhes explicam pouco a pouco como está dividido o Sistema Solar (Sol, planetas telúricos, Cinturão de Asteroides, planetas gasosos e Nuvem de Oort). Foram desenvolvidas interfaces tanto de matriz 2D como 3D na tentativa de ilustrar da melhor maneira possível que:

- As órbitas dos planetas são elípticas;
- Mercúrio é o planeta do Sistema Solar cuja órbita possui maior excentricidade;
- Os planetas mais afastados do Sol possuem um maior período orbital.

#### 4.5 Programação das espaçonaves do jogo

A jogabilidade do jogo RAZÃO CELESTE aborda a temática *Tower Defense*, onde faz-se necessário a defesa de uma torre em especial. No jogo, o jogador precisa defender a própria espaçonave equipando a ela melhores equipamentos e utilizando as naves de defesa que são autônomas e agem de maneira algorítmica.

Todas as naves são objetos, cada um com suas especificidades, os dados dos propulsores e das armas



das espaçonaves são armazenados em *arrays* que são percorridos a cada *step* (ou *frame*) com o intuito de atualizar seu banco de dados e sua representação gráfica na interface.

As naves autônomas verificam a todo o tempo se uma nave rival está próxima o suficiente para persegui-la e, se em perseguição, verificam se a distância entre as duas é curta o suficiente para efetuar um disparo. Se sim, as armas das espaçonaves rotacionam para a exata direção entre elas e suas rivais, ativam um *timer* de cerca de 3 segundos (tempo que varia de acordo com o tipo de espaçonave e arma utilizada) para que, quando o tempo chegar ao fim, o disparo seja efetuado com o auxílio gráfico do sistema de partículas do *Game Maker*.

#### 4.6 Objetivo da ação

No jogo RAZÃO CELESTE, o objetivo da ação do jogador é opcional, variando entre cada estilo de jogador. O usuário, ao imergir na jogabilidade de RAZÃO CELESTE, deve estar em busca, isto é, ter como objetivo de suas ações enquanto jogador, de um dos 2 princípios do jogo, que são:

- Princípio educacional: Uma vez que RAZÃO CELESTE fornece informações sobre Astronomia e Astronáutica seja pelas representações 2D ou 3D do Sistema Solar ou seja pelo simulado desenvolvido.
- Princípio lúdico: Uma vez que RAZÃO CELESTE propõe uma soma das jogabilidades Quiz, *Tower Defense* e Educacional pouco explorada na indústria dos *games*, principalmente na plataforma *Android*.

Cayres e Correia [2017] ressaltam que não se pode obter todas as variáveis necessárias para concluir quais relações os jogadores efetivamente estabelecem com o jogo, entretanto, podemos fazer um exercício teórico que demonstre metodologicamente algumas das maneiras possíveis de definir a ação do jogador com base na sua interação, a partir dos quatro principais perfis de jogadores classificados por Bartle [1996] em função do modo como interagem com o jogo:

- Exploradores – aqueles que buscam explorar o espaço e as possibilidades do jogo;
- Conquistadores – jogadores que buscam atingir as conquistas propostas pelo jogo;
- Socializadores – aqueles interessados no jogo como espaço de socialização;
- Assassinos – jogadores que concentram a sua ação de jogo em matar outros jogadores.

Um jogador explorador poderia, por exemplo, ter como objeto de sua ação a conclusão das fases dos oito

planetas do Sistema Solar. Enquanto um jogador com perfil de conquistador poderia focar no simulado. No jogo, cada questão respondida retribui ao jogador uma determinada quantidade de Astrocoins, moeda principal do jogo, sendo, portanto, a melhor maneira de consegui-los. Os socializadores poderiam ter como o objeto da sua ação os outros jogadores e, nesse caso, um possível ambiente escolar e a troca de informação a respeito do game. Já os assassinos poderiam ter como objeto da sua ação as espaçonaves oponentes, buscando derrotá-los nas batalhas pela conquista das fases do jogo, nesse caso, os planetas do Sistema Solar.

Todos esses exemplos são apenas hipotéticos e aqui têm a função de evidenciar o quanto as mesmas regras podem servir a diferentes propósitos no âmbito do jogo, a depender do modo que um jogador se aproprie dessa estrutura lúdica [Alves & Torres, 2017].

Podemos separar os tipos de saberes propostos, propagados e adquiridos de jogo em dois: O saber objetivo e o subjetivo. O saber objetivo é aquele diretamente proposto, sendo propagado com facilidade, porém, e adquirido com dificuldade, não se encaixando nas definições de “lúdico”. Por outro lado, o saber subjetivo é proposto de forma indireta e adquirido com facilidade, mas, é muito difícil de se propagar, isto por que é extremamente interpretativo e, quando fora de contexto, pode ser perigoso. RAZÃO CELESTE é um jogo com foco no saber objetivo, isto é perceptível através das descrições que acompanham as telas da aplicação, entretanto, o ponto subjetivo de RAZÃO CELESTE se destaca quando olhamos às representações do Sistema Solar, uma vez que é matematicamente impossível representar o Sistema Solar, dada a sua grandeza, em uma tela de *smartphone*. Uma das maneiras que o app tenta contornar esse cenário é através dos textos “a representação ao lado está fora de escala”.

#### 4.7 Tutorial

Todo e qualquer jogo necessita de informação acerca de como deve ser jogado e um bom tutorial deve direcionar o jogador em seu objetivo de ação. A direção a qual o tutorial pode apontar ao seu jogador pode não ser seguida, como no caso dos jogadores exploradores, que vão além do que o jogo propõe e explorando cada possibilidade do mesmo, mas, no geral, jogadores socializadores, conquistadores e assassinos seguem a proposta inicial do jogo.

O tutorial do jogo RAZÃO CELESTE inicia-se com uma mensagem de boas vindas que informa ao usuário jogador que este é um projeto educacional indicando para tocar na própria mensagem informativa para poder



continuar o jogo. Em seguida exibe uma mensagem que apresenta ao jogador a moeda principal do jogo RAZÃO CELESTE, dando-lhe 6 Astrocoins ao toque na tela. Os 6 Astrocoins iniciais do jogador possuem uma finalidade, sendo assim, o tutorial informa ao jogador da necessidade de equipar sua espaçonave com uma arma, fazendo o botão, cuja função é transpor para a tela de customização de espaçonaves, crescer e diminuir em destaque na tela. Ao adentrar à tela de customização da espaçonave, o jogador só pode retornar ao menu se equipar uma arma à espaçonave. Os 6 Astrocoins são de extrema importância aqui, pois a arma mais barata custa 5 Astrocoins, sendo a única compra possível no momento, sobrando, dessa forma, 1 Astrocoin em seu jogo. Ao voltar à tela inicial o jogador pode escolher entre adentrar ao simulado da OBA ou explorar o Sistema Solar. Se escolher o simulado, responderá à quantas questões quiser, seja de Astronomia, seja de Astronáutica. Se escolher o Sistema Solar o tutorial continua indicando ao jogador a exploração dos Planetas Telúricos. Nesse momento, o jogo força ao jogador a tocar no botão “Telúricos” para seguir com o tutorial e navegar ao menu dos Telúricos.

A partir do menu de Planetas Telúricos inicia-se a 2ª parte do tutorial, onde é indicado ao jogador que deve ser jogada a fase do Planeta Terra, que difere das demais, trata-se de uma fase que foge do tema *Tower Defense* para corresponder ao tutorial do jogo, sem deixar de ser uma fase oficial. Uma vez iniciada a fase do planeta Terra, o tutorial indica ao jogador os dois conceitos do jogo: toque e mova. Inicialmente, o tutorial faz com que o jogador toque na espaçonave do jogador para que ele mova-se no universo do jogo, após, indica onde está localizado o *Joystick* para que a espaçonave possa, efetivamente, se movimentar na direção desejada pelo usuário.

#### 4.8 Materiais utilizados na programação

O sistema operacional utilizado no desenvolvimento foi um *Windows 10 x32*, com 2GB de RAM e processador *Intel Atom CPU D525 1.8 GHz*. Para este projeto, foram utilizados os seguintes *softwares*:

- *Game Maker Studio 1.4 – Pró*
- *Java JDK, Android SDK e Android NDK*
- *Microsoft Expression Design 4*
- *Blender, Model Creator for Game Maker v5*
- *Stellarium*

O *Game Maker Studio 1.4 – Pró (GMS)* possui uma excelente interface para o desenvolvimento de jogos multiplataformas, incluindo *Windows* e *Android*, através da linguagem de programação *GML (Game Maker Language)*, que é baseada nas linguagens *C* e

*C++*. O *Game Maker* aceita extensões de determinadas outras linguagens, o que o torna versátil e ainda mais apropriado para tal.

*Java JDK – Java Development Kit (JDK)* significa Kit de Desenvolvimento Java, e é um conjunto de utilitários que permitem criar sistemas de *software* para a plataforma Java. É composto por compilador e bibliotecas.

*Android SDK – Android Software Development Kit* ou Kit de Desenvolvimento de Software para Android é um pacote com diversas ferramentas utilizadas pelo *Android Studio* e pelos desenvolvedores *Android*, incluindo componentes como o *SDK Tools, Build Tools* e o *Platform Tools*. Como os aplicativos *Android* são desenvolvidos em *Java*, justifica-se a necessidade de ter o *Java JDK* instalado.

*Android NDK – Android Native Development Kit* é um conjunto de ferramentas que permite implementar partes do aplicativo usando linguagens de código nativo, tais como *C* e *C++*. Para determinados tipos de aplicativos isso pode ajudá-lo a reutilizar bibliotecas de código escritas nessas linguagens tornando-o componente fundamental para mediação da linguagem *C/C++* do *Game Maker* e a *Java*, utilizada no *Android*. Ou seja, não há necessidade de reinventar a roda se já existem boas bibliotecas em *C* ou *C++*.

A ferramenta *Microsoft Expression Design 4* é utilizada na construção de imagens baseadas em vetor, essas são extremamente fáceis de modelar em relação às tradicionais imagens baseadas em *pixels*. Contudo, para este projeto, os vetores foram utilizados apenas no *Expression Design*, já que foram todos convertidos para um arquivo *.png* para melhor aplicação no *Game Maker* sem necessidade de formular extensões de linguagem para tal.

O *Blender* é uma ferramenta utilizada na construção e edição de modelos 3D, a intenção principal é abordar modelos 3D dos satélites dotados de relevo como, por exemplo, Deimos e Fobos, de Marte. Já o *Model Creator (MCv5)* é uma ferramenta de construção e edição de modelos 3D próprios para o *Game Maker*, que aceita os formatos de modelos 3D em *.obj* do *Blender* mas, em fóruns da *Yoyogames* (empresa responsável pelo *GMS*), sugere-se que os mesmos sejam convertidos para um formato próprio da linguagem *GML* com o *software MCv5* onde, teoricamente, seriam salvos alguns *bytes* de RAM que assegurariam o *FPS* do jogo surgindo a necessidade de utilizar o *software*.

*Stellarium* é um *software* de código aberto para computador. O *app* é capaz de exibir um céu realista em



três dimensões idêntico ao que se vê a olho nu, com binóculos ou telescópio. O *Stellarium* é considerado um *software* de referência para a visualização do céu. Talvez seja pelo seu enorme banco de dados que contém informações de mais de 650.000 estrelas e sua interface repleta de funções adaptáveis a qualquer desenvolvedor disposto a colaborar com a programação, que é livre. O jogo foi desenvolvido através do *software Game Maker Studio*, que fornece uma vasta gama de funções para o desenvolvimento de um *game* 2D.

#### 4.9 Aplicações do Game Maker no desenvolvimento do jogo.

O *GMS* dispõe de um sistema de desenho primitivo 2D que se resume na manipulação de pontos, linhas e triângulos e um sistema de desenho primitivo 3D que é uma adaptação do 2D, porém, com perspectiva. Cada vértice de um desenho possui *buffers* que representam a cor, a transparência e as posições *xy* (e *z*, se desenho 3D).

Neste projeto, o sistema de partículas do *Game Maker* foi utilizado para:

- Simular a excreção de partículas dos propulsores para movimentação da espaçonave;
- Dar efeito aos disparos e colisões nas batalhas;
- Harmonizar as telas de jogo;
- Melhorar a aparência dos *backgrounds*;
- Destacar *widgets* na Interface Gráfica do Usuário;
- Ilustrar efeitos de impacto como, por exemplo, o efeito de projéteis colidindo com espaçonaves.
- Ressaltar a aparência do Sol.

Através dessas formas básicas pode-se desenhar qualquer formato geométrico na tela. Esse sistema foi implementado presente em todas as telas do jogo RAZÃO CELESTE, dos botões retangulares de cantos arredondados às representações de trajetória dos planetas. O *GMS* possui limitações para o sistema primitivo de desenho 3D, significando suporte para poucas formas de modelos 3D, bugs resultantes de conflito de superfícies desenhadas, e funções que não oferecem suporte total para todas as possibilidades que envolvem o desenho 3D.

O sistema 3D do *Game Maker* aceita o formato de modelo 3D “.obj”, o *Game Maker* também possui um formato próprio, dentro da própria *GML*, de modelos 3D para desenho de forma que dispõe de um app de terceiros especialmente voltado para a edição de modelos 3D da linguagem *GML* com funções de texturização e conversão de formato (“.gml”-“.obj”) contando, ainda, com opções de edição de normals, que permitem a manipulação da forma como o objeto

tridimensional “reflete” a luz que incide sobre ele.

Dito isso, nesse projeto, o sistema de desenho 3D foi utilizado para o desenho do Sol, dos planetas e das luas, contando com modelos 3D especiais para as representações das luas Deimos e Fobos de Marte.

O *Game Maker* também possui funções encorpadas de sons e *loops*, ao pesar de, infelizmente, não fornecer muitas funções para obter o estado do som, bem como a taxa de *bits* do mesmo, ele fornece funções de controle de volume, *loop*, *pitch* e controle do tempo sonoro. Em RAZÃO CELESTE, o sistema de som está presente ao clicks dos botões, à música de fundo e no menu de configurações (Figura 5), onde é possível configurar o volume de som e música do aplicativo. O jogo RAZÃO CELESTE também conta com duas músicas de fundo completamente originais, feitas pelo músico Ivan da Silva Santos, e que agrada a jogabilidade e auxilia a fornecer um ambiente virtual capaz de propagar conhecimento.



Figura 5: Configurações do jogo RAZÃO CELESTE. Fonte: Jogo RAZÃO CELESTE.

## 5. Conclusões

O *app*, de maneira geral: Aborda a astronomia e física através de uma ferramenta digital; Divulga a OBA fornecendo uma ferramenta/acessório na preparação de alunos para as provas; É uma ferramenta didático-lúdica de custo zero para dispositivos móveis ou *personal computer* (PC) com conteúdo de Física e Astronomia; Proporciona uma fonte de conhecimento que serve de material complementar ao ensino de astronomia, valorizando a disciplina; Facilita a inserção de um público jovem à comunidade científica.

Esperamos ter contribuído, através do presente projeto, não somente com um acessório lúdico que aborda a astronomia com princípios educacionais, mas também com o desenvolvimento da metodologia de abordagem de jogos como ferramenta transversal no ensino.



## Agradecimentos

Um muito obrigado pela contribuição de cada um com o desenvolvimento do projeto.

Aos meus familiares que me apoiaram emocional e financeiramente em toda a minha trajetória.

Jorge Lúcio Rodrigues das Dores, pela orientação, apoio financeiro, psicológico, por sua dedicação e por se tornar um dos meus principais referenciais;

Thiago Lopes Bras e Andreilita de Souza Silva, pelo apoio moral e financeiro ao projeto;

Ivan da Silva Santos, pela contribuição com os efeitos sonoros e músicas de fundo do game;

Todos os coordenadores e participantes do Encontro de Jovens Cientistas e FEBRACE, por estes eventos inspiradores, pelos momentos bons e pelos ruins, por que sem eles não há produto final.

## Referências

ALVES, L. R. G.; COUTINHO, I. J. Games e Educação: Nas trilhas da Avaliação Baseada em Evidências. In: ALVES, L. R. G.; COUTINHO, I. J. (Org.), 2016. Jogos Digitais e Aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências. Papirus, Campinas. p. 9-15.

BARTLE, R, 1996. Hearts, clubs, Diamonds, spades: players who suit muds. Muse, Essex, Apr. Disponível em: <http://www.arise.mae.usp.br/wp-content/uploads/2018/03/Bartle-player-types.pdf>. Acesso em 5 jan. 2019.

BRETONES, P.S, 2014. Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia.

CASTRO, E.S.B.; PAVANI, D.B.; ALVES, V.M., 2009. A produção em ensino de astronomia nos últimos quinze anos. Paineis 10, p.65. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 18, 2009, Vitória. Caderno de programa... São Paulo: SBF.

CAYRES, V.; CORREIA, L. Uma análise da estrutura lúdica de Pokémon Go. In: ALVES, L.; TORRES, V. (Org.), 2017. Jogos digitais, entretenimento, consumo e aprendizagens: uma análise do Pokémon Go. Salvador, Edufba. P. 33-59.

GAMA, L.; HENRIQUE, A. ASTRONOMIA NA SALA DE AULA: POR QUÊ?, Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA, n.9, p. 7-15, 2010.

JOHNSON, S, 2001. Cultura da interface: como o computador

transforma nossa maneira de criar e comunicar. Rio de Janeiro, Jorge Zahar.

KANTOR, C. A., 2001. A ciência do céu: uma proposta para o ensino médio. 2001. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LANGUI, R., 2011. Aprendendo a ler o céu: pequeno guia prático para a astronomia observacional. Campo Grande: UFMS.

MARQUES, P. C. C.; MATTOS, M. I. L.; TAILLE, Y., 2001. Computador e ensino: uma aplicação à língua portuguesa. São Paulo: Ática, 2ª ed. 96 p.

NOGUEIRA, S., 2009. Astronomia: ensino fundamental e médio. v.11. Brasília: MEC, SEB; MCT, AEB.