

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS DE NATAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DA COMPUTAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

ALAN DE OLIVEIRA SANTANA

SISTEMA SOLAR – DESCOBRINDO NOSSO LAR

NATAL

2015

Alan de Oliveira Santana

SISTEMA SOLAR – DESCOBRINDO NOSSO LAR

Monografia apresentada à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN – como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Alberto Signoretti

CO-ORIENTADOR:

Prof. Me. Raul Paradedda

NATAL

2015

Alan de Oliveira Santana

SISTEMA SOLAR – DESCOBRINDO NOSSO LAR

Monografia apresentada à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN – como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em ____/____/____.

Banca Examinadora

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

Prof. Me. Raul Paradedda
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Ana Lúcia Dantas
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Francisco Dantas de Medeiro Neto
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por me proporcionarem a possibilidade de estudar e poder ser aprovado no curso que desejava, aos meus professores pelo conhecimento passado, paciência e cordialidade que todos demonstraram para comigo, agradeço a minha madrinha Alba Coelho por sempre ter me apoiado de todas as maneiras possíveis a alcançar meus sonhos e objetivos, a minha esposa por sempre estar ao meu lado nas horas mais difíceis e por último e mais importante, o criador.

A Matemática é o alfabeto que Deus escreveu o Universo
Galileu Galilei

RESUMO

Sabendo da constante evolução das tecnologias e a influência destas mudanças no âmbito social, o presente trabalho tem por objetivo apresentar uma ferramenta didática em forma de um jogo digital educativo com tema universo, focado nas disciplinas de Geografia, Física, Química e Matemática, motivado pela dificuldade que estas disciplinas encontram em tornar as aulas estimulantes e dinâmicas. O trabalho abordará as pesquisas temáticas do jogo, os processos de construção dos modelos 3D, dos scripts e das técnicas computacionais utilizadas, juntamente com as dificuldades encontradas durante seu desenvolvimento. Também será abordado a necessidade de adaptação metodológicas a nova realidade, mostrando como a ferramenta produzida no fim de todos os processos descritos neste documento pode ajudar, influenciar e causar mudanças significativas nestas metodologias, validando ao final do trabalho os objetivos alcançados e os resultados de pesquisas de opinião sobre o jogo e tema proposto.

Palavras-chave: Educação. Jogo Educativo, Sistema Solar.

ABSTRACT

It is clear the constant evolution of technologies and its influence in social context. Therefore, this paper present a didactic tool in form of an educational game with the digital universe theme, focused on Geography, Physics, Chemistry and Mathematics. Motivated by difficulty that these courses are and trying to do exciting and dynamic lessons. This work will address the thematic research made for the game, building processes of 3D models, scripts and computational techniques used, including the difficulties during its development. Also address the need for methodological adaptation to the new reality, showing how the tool produced can aid and change in the methodologies of learning. In additional, the end of the work will be presented the objectives achieved and the results based on an opinion about the game and theme.

Keywords: Education. Educational Game, Solar System.

LISTA DE FIGURAS

1 - Ciclo de Vida das Estrelas	17
2 - Marés	19
3 - Fases da Lua	20
4 - Fases do foguete	24
5 - Acoplamento	24
6 - Menu principal.....	25
7 - Menu inicial	32
8 - Interfase de seleção de combustível.....	34
9 - Interfase da primeira fase.....	35
10 - Interfase da segunda fase, acelerando o módulo	36
11 - Primeira visita a Terra	37
12 - Informação encontrada	38
13 - Viagem a partir da Terra	38
14 - Criação de estação espacial	39
15 - Planetário	40
16 - Script de inserção de informação.....	41
17 - Estruturas das pastas.....	44
18 - Objeto genérico.....	45
19 - Script com criação dos nós do arquivo xml	48
20 - Criação de modelos 3D com efeito de normal map	50
21 - Textura das nuvens.....	51
22 - Diagrama de blocos Cena Menu inicial.....	52
23 - Diagrama de blocos Cena Lançamento	53
24 - Diagrama de blocos Cena Acoplamento.....	54
25 - Diagrama de blocos Cena Exploração	55
26 - Questionário.....	57
27 - Dados estatísticos da pesquisa com alunos	58
28 - Dados estatísticos da pesquisa com professores	58

LISTA DE TABELAS

1 - Raio dos planetas do sistema solar	18
2 - Experiência necessária para evoluir por nível.....	26
3 - Perda óssea orbital por segundo	28
4 - Perda óssea por viagem	28
5 - Distâncias dos corpos celestes	29
6 - Valores de combustível, peso e força gerada pelas fases do foguete	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
1.3 METODOLOGIA.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 COMPREENDENDO O UNIVERSO	16
2.1.1 Estrelas, as arquitetas do universo	16
2.1.2 Planetas	17
2.1.3 Satélites e eclipse	18
3 O JOGO	22
3.1 EXPERIÊNCIA	25
3.2 FORÇA ÓSSEA	27
3.3 ATRIBUTOS.....	29
3.3.1 Motor	29
3.3.2 Analisador	30
3.3.3 Gravidade simulada	30
3.4 INTERAÇÕES	31
3.4.1 Fases e interfases	32
3.4.2 Avatar	40
3.4.3 Inserindo informações	40
3.5 O SOFTWARE DO JOGO.....	41
3.5.1 Scripts e demais estruturas	43
3.5.2 Descrição dos fluxos das Cenas	51
4 VALIDAÇÃO	56
5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE A – Respostas da questão 11	64

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes debates do início do século XXI levantados pelos profissionais da educação, como Springer e Soares (2008), está relacionado as metodologias de ensino que são empregadas e que muitas vezes não são capazes de facilitar o acesso, a permanência e a maneira que o conhecimento adquirido é avaliado individualmente em cada estudante, demandando uma grande necessidade de mudanças nas metodologias, relacionada a uma acelerada transformação da realidade do mundo, instigando constantemente a escola e os professores a modificar e dinamizar suas estratégias de ensino.

As necessidades de mudanças citadas, são causadas por falta de interesse dos alunos, devido muitas vezes a pouca dinamicidade nas aulas de disciplinas como matemática, que relatam baixa absorção dos conteúdos ministrados (Soares, 2009).

Com o objetivo de propor uma ferramenta que amenize os problemas citados, este trabalho apresenta a criação de um jogo digital educacional chamado: Sistema Solar - Descobrimo Nosso Lar. Tal sistema tem por objetivo tornar as aulas mais motivantes tendo como base outras ferramentas educacionais como, *YouTube EDU* (YouTube), *ToonDo* (ToonDo), *Scratch* (Scratch) e *Khan Academy* (Khan Academy).

Pode-se observar também o apontamento de profissionais em relação ao uso de tecnologias motivadoras na educação, como Costa (2013), que considera a tecnologia digital como uma ferramenta que tem grande capacidade de facilitar o aprendizado, considerando também o contato com recursos tecnológicos durante a preparação docente, proporcionando maior segurança e motivação aos professores, no que concerne à utilização desses recursos em sua prática pedagógica. Outro exemplo é Correa (2013), afirmando que, a utilização de jogos para fins educacionais tornou-se alvo de muitas pesquisas, pelo fato destes jogos mostrarem-se ferramentas facilitadoras para a aprendizagem de conceitos e ideias. Isso se deve ao fato de fazerem uso da motivação e do prazer que os jogadores demonstram ao interagir com os jogos. Já Prado (2013), declara que o uso de jogos digitais, podem trazer benefícios no processo de ensino-aprendizagem das crianças, e que com o processo de revolução digital elas poderão obter informações de forma dinâmica e proativa.

Desta forma, o jogo elaborado busca ser uma ferramenta de auxílio metodológico, tentando criar uma interação divertida e objetiva entre o aluno e o conteúdo abordado pelos professores.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo apresentar um jogo como ferramenta de apoio as metodologias de ensino nas disciplinas de Física, Química, Matemática e Geografia. Tendo como enredo, a exploração do sistema solar, podendo ser usado dentro ou fora da sala de aula, tentando torna as aulas menos tediosas e tentando melhora o armazenamento dos conhecimentos.

Abordar conhecimentos sobre astronomia, como o lançamento de foguetes, posição dos corpos celestes do sistema solar em relação ao sol, conceitos físicos e matemáticos básicos usados na astronomia, bem como os conceitos sobre relevos dos planetas rochosos e composição química dos corpos celestes.

O jogo objetiva também, permitir que o profissional da educação utilize a ferramenta, adaptando-a à sua realidade. Para isto o jogo possui uma base de dados aberta, que permite que os professores possam inserir conteúdos relativos a suas disciplinas e aplicá-los da forma mais conveniente possível.

1.2 JUSTIFICATIVA

Afirmando a importância deste trabalho que tem como objetivo tentar auxiliar o processo de ensino aprendizagem, o trabalho de (Springer e Soares, 2008, p. 1) informa que: “Diante da realidade atual de um mundo em constante e acelerada transformação, a escola e os professores são instigados constantemente a modificar e dinamizar suas estratégias de ensino”, Segundo Lara (2004, *apud* SANTANA, SIGNORETTI E MESQUITA, 2014), “o lúdico, trazido pelos jogos, auxilia o professor a tornar o conteúdo lecionado mais interessante, interativo, significativo e desafiador”. BOTELHO (2004, *apud* SANTANA, SIGNORETTI E MESQUITA, 2014), afirma que os jogos podem ser aplicados para treinamento de habilidades operacionais, conscientização e reforço motivacional, desenvolvimento de percepção, treinamento em comunicação e cooperação, integração e aplicação prática de conceitos aprendidos e até mesmo avaliação de aprendizagem.

O uso de tecnologias na educação, pode ser observado segundo a pesquisa de Springer e Soares (2008), em que, os cursos de Administração utilizam em sua maioria a estratégia metodológica de aula expositiva através de retroprojeter ou *data*

show, em segundo, trabalhos em grupo e terceiro aulas expositivas convencionais. Este padrão segue-se praticamente homogêneo nas universidades para os mais variados cursos. Ou seja, o uso dos retroprojetores são uma amostra da inserção das tecnologias nas realidades acadêmicas.

Desta forma, pode ser observado que utilizar ferramentas para auxiliar no desenvolvimento das aulas e aplicação destas é bem visto pelos profissionais da educação, mostrando uma quebra de paradigma com o passado conservador das metodologias usadas na educação. Prado (2013), levanta a seguinte afirmação:

É inevitável reconhecer que o sistema educacional brasileiro está tentando se adaptar às novas tendências tecnológicas e a uma nova era onde o comportamento da criança não é mais como nas décadas anteriores ... logo, o uso de jogos eletrônicos e simuladores é uma excelente oportunidade de mudança na cultura do país, pois além de um poder incrível de atrair a atenção das crianças, influenciam na formação de conceitos.

Assim nota-se a relevância da utilização de jogos digitais voltados para educação fundamentados na necessidade atual de dinamismo social e dos atributos benéficos dos jogos.

1.3 METODOLOGIA

A criação do enredo do jogo baseou-se no documentário O UNIVERSO (2007) e no livro introdução à Astronomia e Astrofísica (Mione, 2003), pois abordam as viagens espaciais, astronomia, conceitos de física, matemática e geografia, fundamentando assim a temática base da ferramenta.

Para o desenvolvimento do jogo buscou-se utilizar ferramentas que possuíssem licença gratuita e que fossem eficientes, com o intuito de demonstrar que é possível criar jogos de médio e alto nível com gasto zero em ferramentas de desenvolvimento complexas.

Para a implementação do jogo foi utilizado a *engine Unity* (Unity), que possui versão gratuita, desenvolvida pela empresa *Unity Technologies*, em sua versão 4.5.0fb6. A ferramenta *Unity* possui três linguagens de programação que podem ser usadas na implementação dos jogos, *C#*, *JavaScript* e *BooScript*, permitindo também a criação de *scripts* nas três linguagens em um mesmo projeto. Porém a linguagem utilizada foi o *C#*, por ser nativamente orientada a objeto e ser também a linguagem nativa do *Unity*.

O desenvolvimento dos modelos 3D presentes no jogo foram elaborados e construídos no *SketchUp Make* (SketchUp) em sua versão gratuita, desenvolvido pelo Google inc. versão 14.1.1282.

A produção do jogo teve início com o *game design*, documento que descreve o jogo minuciosamente, logo após foi iniciada as implementações dos scripts. Estas implementações utilizaram inicialmente o paradigma estruturado, porém, cerca de seis meses depois foi introduzido o paradigma orientado a objeto predominantemente.

A fase de lançamento do foguete foi a primeira a ser construída, pois esta fase possui fundamentos importantes como, os conceitos de lançamento de foguetes em direção a órbita, gravidade, força necessária para entrar em órbita entre outros. As implementações das fases seguiram a linearidade descrita no *game design*.

As implementações dos modelos 3D seguiram-se em paralelo com as criações dos scripts, que eram construídos de acordo com a descrição dos mesmos presentes no *game design*.

Para tentar mensurar a eficiência e eficácia da ferramenta, foi feita uma pesquisa com alunos e professores voluntários, feita através de um questionário contendo dez questões objetivas e com três opções cada (sim, não e talvez) e uma questão livre. Os alunos e professores em grupos pequenos ou individualmente foram apresentados a ferramenta e instruídos sobre sua correta utilização, os permitindo responder as questões propostas.

As dez primeiras questões foram divididas em três partes. A parte 1 é referente a jogabilidade, a parte 2 refere-se aos objetivos da criação do jogo e suas aplicações, por fim, a parte 3 busca mensurar a opinião sobre metodologias de ensino e a informática. A décima primeira questão de caráter argumentativo, permite o pesquisado dar sua opinião sobre o jogo e o tema abordado.

Não existem alterações textuais entre os questionários dos alunos e professores, porém a forma como os resultados são mensurados é diferente. Por exemplo, existem questões onde o entrevistado apoia o uso do jogo como apoio metodológico. A avaliação dos resultados dos alunos é vista como interesse em que o professor aplique ferramentas semelhantes em sua dinâmica escolar. Já os professores, respondendo a mesma questão, são avaliados demonstrando interesse em usar a ferramenta. Os resultados da pesquisa estarão detalhados no Capítulo 4.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Jogos digitais são uma excelente forma de instigar o aluno a resolver problemas, pois na maior parte de suas dinâmicas, o jogador é exposto a uma dificuldade e deve solucioná-la para conseguir avançar (Savi, 2008). Este contexto descrito, afirma uma das várias vantagens em utilizar jogos digitais na educação (o raciocínio lógico na resolução de problemas) e pode ser constatado também na afirmação abaixo:

Diante da realidade atual de um mundo em acelerada transformação, a escola e os professores, são instigados constantemente a modificar e dinamizar suas estratégias de ensino. Neste contexto, o trabalho do professor não deve consistir simplesmente em transmissão de informações ou conhecimentos; pelo contrário, o processo de ensino-aprendizagem deve ocorrer sob a forma de problemas a resolver, situando-os num contexto e colocando-os em perspectiva de modo que o aluno possa estabelecer a ligação entre a sua solução e outras interrogações mais abrangentes (Springer e Soares, 2008, p. 2).

Prado (2013) afirma que “a época atual firmou seus pilares em uma sociedade tecnológica. Ela pode ser infinitamente útil se bem usada e até destrutiva em caso contrário, isso devido à grande difusão tecnológica vivida atualmente”. Ainda segundo Prado (2013), “para vivermos em um país melhor temos que ter uma sociedade consciente e isso só ocorre com uma boa educação, acompanhando a inovação tecnológica”.

Muitas empresas já possuem foco no desenvolvimento de jogos educativos. Um bom exemplo é o site *SMART KIDS*, que possui vários jogos com temas variados como: raciocínio lógico, matemática, história, línguas estrangeiras, entre outros. Uma outra empresa que incentiva fortemente o desenvolvimento de jogos educativos para suas plataformas é a *Nintendo* que para o console *Wii* possui vários títulos como: *Big Brain Academy: Wii Degree*, desenvolvido pela própria *Nintendo*, que é um jogo de raciocínio lógico e matemática e *My Word Coach* da *Ubisoft*, um jogo que incentiva o aprendizado das palavras.

Para este trabalho, o jogo que serviu de inspiração foi *Kerbal Space Program* (KSP), produzido pela *Squad*. O jogo possui sua temática na exploração do sistema solar fictício, usando fortemente fundamentos de física e matemática para alcançar os objetivos, como o posicionamento dos itens inseridos na nave, que se mal colocados, modificam o eixo do peso fazendo com que a nave perca estabilidade na subida. O

próprio peso destes itens influencia no lançamento do foguete, necessitando gerar mais força quanto maior for o peso, entre vários outros conceitos.

2.1 COMPREENDENDO O UNIVERSO

Para compreender o tema e a trama do jogo é necessário compreender alguns fundamentos básicos sobre o estudo do universo que estão contidos no jogo, iniciando com os conceitos básicos de rotação, translação, eclipse, planetas, satélites, estrelas entre outros, até geografia dos corpos celestes, composição química e muito mais. Este capítulo tem por objetivo apresentar os conceitos básicos sobre a ciência do universo de forma simples e objetiva permitindo uma compreensão mais clara sobre os conceitos abordados durante o detalhamento do trabalho.

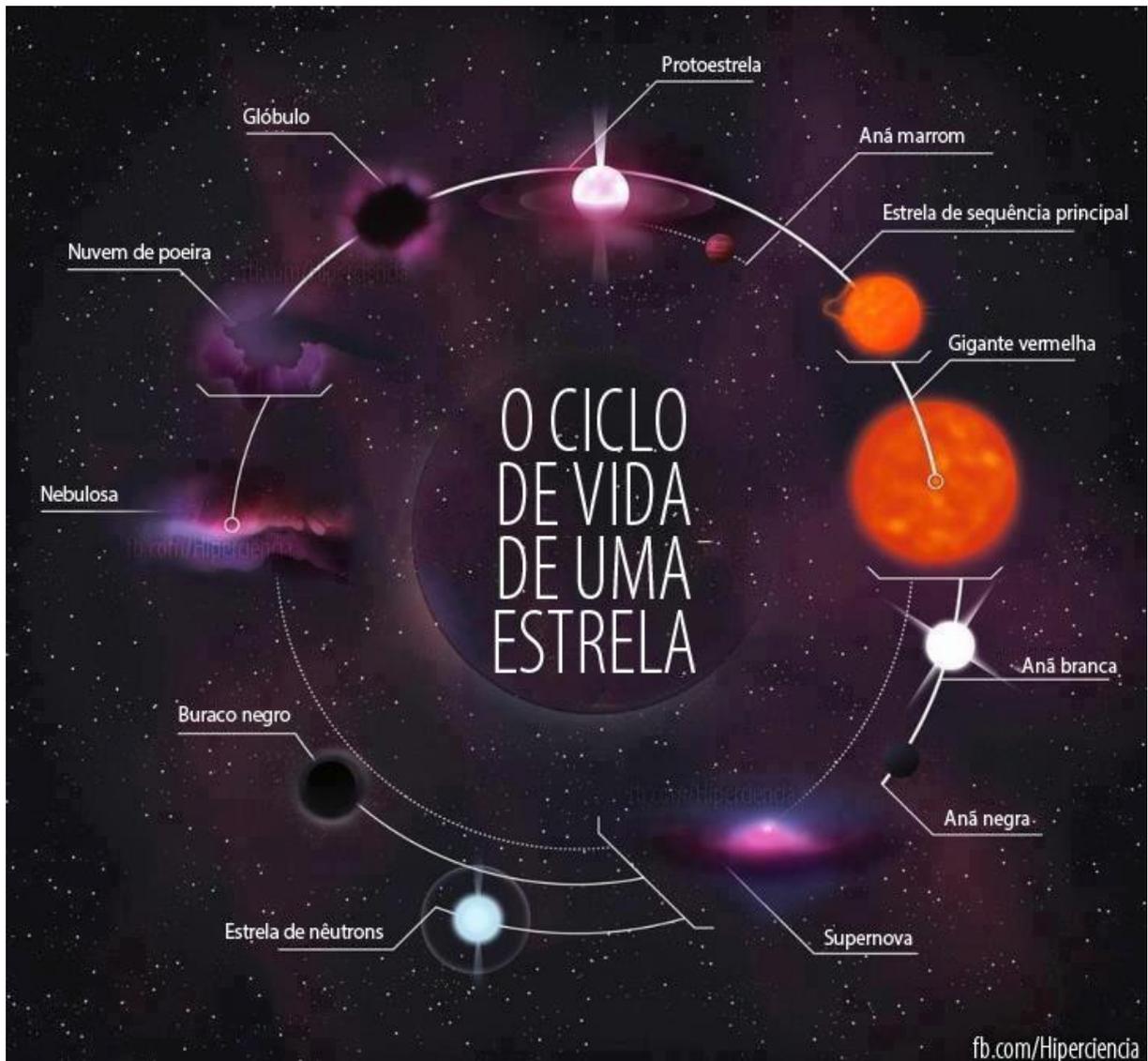
2.1.1 Estrelas, as arquitetas do universo

As estrelas são os objetos mais distintos do universo, durante noites com céu claro e limpo, são facilmente identificadas como pequenos pontos brilhantes no firmamento. Porém, estes pequenos pontos, não possuem nada de pequeno. São na verdade grandes usinas termoelétricas esféricas e únicos objetos que emitem luz própria no universo (Mione, 2003).

A luz emitida pelas estrelas é proveniente de reações atômicas que ocorrem em seu interior, fundindo inicialmente hidrogênio em hélio devido a grandes temperaturas e pressão provenientes dos efeitos da gravidade (O UNIVERSO, 2007, cap. 2).

O ciclo de vida das estrelas pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Ciclo de Vida das Estrelas



Fonte: <<http://hypescience.com/ciclo-vida-estrela-ciclo-vida-estelar/>>. Acessado em 24 de novembro de 2014

O sol é a estrela principal do sistema solar e atualmente única no mesmo, porém existem especulações que possa existir uma pequena estrela companheira de nosso Sol, esta fundamentação baseia-se no fato da maioria das estrelas estarem em orbita dupla, porém ainda não existe confirmação se o Sol possui uma irmã ou não.

2.1.2 Planetas

Durante a formação das estrelas, parte da nuvem de poeira pode formar vários corpos celestes: meteoritos, cometas, entre outros. Um grupo especial entre estes é

o dos planetas, termo grego que significa errante ou viajante. São corpos celestes com massa suficiente para deixá-los esféricos, mas que não foram capazes de fazer a fusão nuclear (O UNIVERSO, 2007, cap. 2).

Os planetas podem assumir duas formas distintas, rochosos ou gasosos. No sistema solar existem quatro planetas rochosos, entre eles a terra, os demais são: mercúrio, marte e vênus. O número de planetas gasosos também é quatro: Júpiter, Saturno, Netuno e Urano.

A Terra é o único planeta atualmente que sustenta a vida como conhecemos, Mione (2003, p. 3-24) cita que a Terra "... ainda hoje é considerada particular, pela existência e complexidade da vida em sua superfície. ". Porém, existem teorias de existência de vida (simples, como bactérias até complexa e inteligentes) além das fronteiras da Terra (O UNIVERSO, 2007, cap. 14).

O tamanho dos planetas é bastante variado, os rochosos tendem a ser pequenos e os gasosos gigantes, esta proporção pode ser observada na tabela 1 representando a proporção do raio equatorial dos planetas do sistema solar.

Tabela 1 - Raio dos planetas do sistema solar

Astro	Raio equatorial (KM)
Mercúrio	2439,7
Vênus	6051,8
Terra	6378,14
Marte	3397,2
Júpiter	71492
Saturno	60268
Urano	25559
Netuno	24746

Fonte: < <http://www.oba.org.br/cursos/astrologia/tabelacomosdiametrosequatoriais.htm> > Acessado em 24 de novembro de 2014

2.1.3 Satélites e eclipse

Satélites é o termo usado para identificar um corpo que orbita outro corpo maior, normalmente as pessoas ligam o termo aos aparatos tecnológicos que orbitam a Terra. Todavia, estes aparatos são chamados de satélites artificiais, pois os satélites naturais são corpos celestes da mais variada ordem que orbitam um corpo maior, por

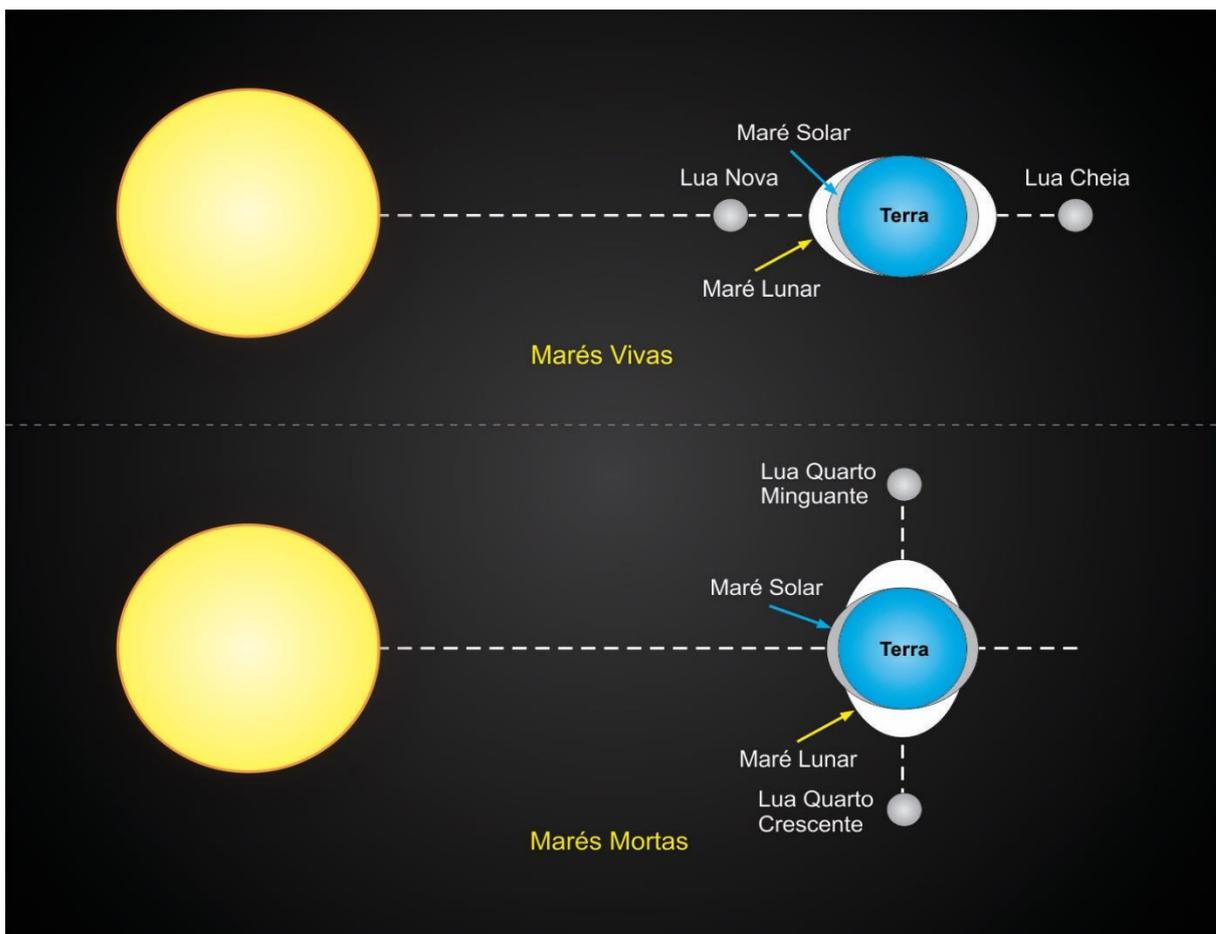
exemplo: um planeta anão orbitando uma estrela, uma galáxia anã orbitando uma outra galáxia, entre outros.

O tipo mais conhecido de satélite natural são as luas, objetos rochosos que orbitam os planetas e planetas anões do sistema solar.

Sabe-se da importância da Lua para a Terra, sua existência traz equilíbrio para a vida de nosso planeta, um exemplo desta interação são as marés (O UNIVERSO, 2007, cap. 6).

A interferência gravitacional de outros corpos celeste causa alteração no nível de águas em partes distintas do globo planetário, isto ocorre devido a atração gravitacional da Lua e do Sol, que altera a forma dos oceanos, esticando e contraindo certas partes como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Marés



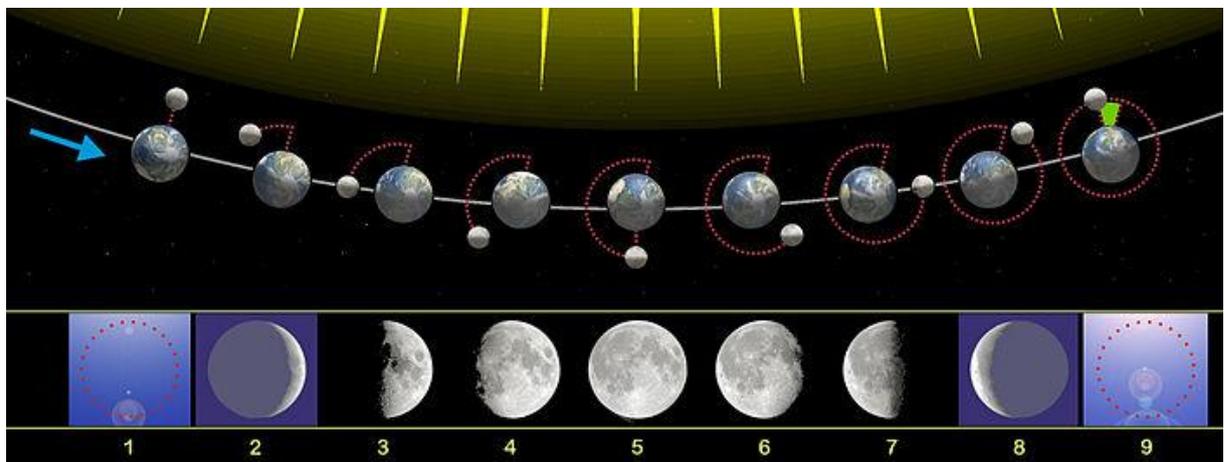
Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aulafordif.htm>>. Acessado em 23 de dezembro de 2014

Como pode ser observado na Figura 2, a interferência do Sol é bem inferior à da Lua, isto devido à grande distância que o Sol está da Terra em comparação a Lua que é respectivamente de 149600000 KM e 384400 KM.

As luas, em particular a nossa, não são capazes de gerar luz própria, ocorre apenas que a Lua reflete a luz solar, mesmo motivo que nos faz poder observar os planetas a olho nu. Entender este fato é importante para entender as fases da Lua.

As fases da Lua estão diretamente relacionadas ao posicionamento da Lua em relação a Terra e ao Sol, de acordo com este posicionamento certas partes da Lua sombreadas não ficam visíveis da Terra como pode ser observado na figura 3.

Figura 3 - Fases da Lua



Fonte: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Fases_da_Lua#mediaviewer/File:Moon_phases_00.jpg>. Acessado em 23 de dezembro de 2014

Por fim, a última informação pertinente sobre os satélites naturais está relacionada aos eclipses, lembrando que este fenômeno não é exclusivamente da nossa Lua.

Um eclipse é um termo grego que significa “deixado para traz” e está relacionado à quando um corpo celeste atravessa uma posição específica que projeta uma sombra no outro corpo.

Um eclipse parcial é quando o corpo em transito cobre parcialmente a fonte de luz, no caso da Terra, o Sol, e um eclipse total é quando o corpo em transito cobre completamente a fonte de luz.

Uma curiosidade interessante sobre os eclipses está relacionada ao fato da distância da Lua em relação a Terra fazer com que o Sol fique aparentemente do mesmo tamanho que o Lua, fato que não ocorrerá para sempre, pois em uma

proporção média anual de 3.8 cm em média a Lua esta afastando-se da Terra e tanto este evento em particular como o próprio eclipse um dia deixarão de ocorrer (O UNIVERSO, 2007, cap. 6).

3 O JOGO

Com o título “Sistema Solar – Descobrimos nosso lar”, o jogo desenvolvido coloca o jogador dentro do universo das explorações espaciais. O jogo é caracterizado como simulador e gênero RPG (*Role Playing Game*, em português, jogo de interpretação de personagem) desenvolvido para as plataformas PC (Windows e Linux) e Mac, possui licença gratuita e tem como público alvo estudantes de nível médio e graduação.

O objetivo principal do jogo é encontrar informações escondidas nos corpos celestes, de acordo com o nível das habilidades do jogador, que em RPG's, são os atributos presentes no personagem, permitindo com seu progresso a execução de ações específicas como: encontrar novas informações escondidas, viajar para outros corpos celestes e permanecer por mais tempo em gravidade diminuída. Esta última habilidade descrita tem por objetivo simular a perda de massa óssea que ocorre no corpo humano quando exposto a gravidades menores que a habitual, pois o desgaste ósseo ocorrido devido à gravidade da Terra torna nossos ossos resistentes a pressão atmosférica, através de um processo de regeneração dos mesmos (Francisco, 2002). Sem a presença constante da pressão atmosférica os ossos tornam-se mais frágeis e após uma longa exposição a este ambiente, não é possível mais voltar a terra. O jogo traduz este efeito tornando a perda de massa óssea como o indicador de vida do jogador, quando o mesmo chega a zero o jogo termina (Game Over). Para evitar isto, é possível ir as estações espaciais e recuperar em sua totalidade o nível de vida, baseado no fato dos astronautas executarem exercícios nas estações espaciais para reduzir a perda de massa óssea.

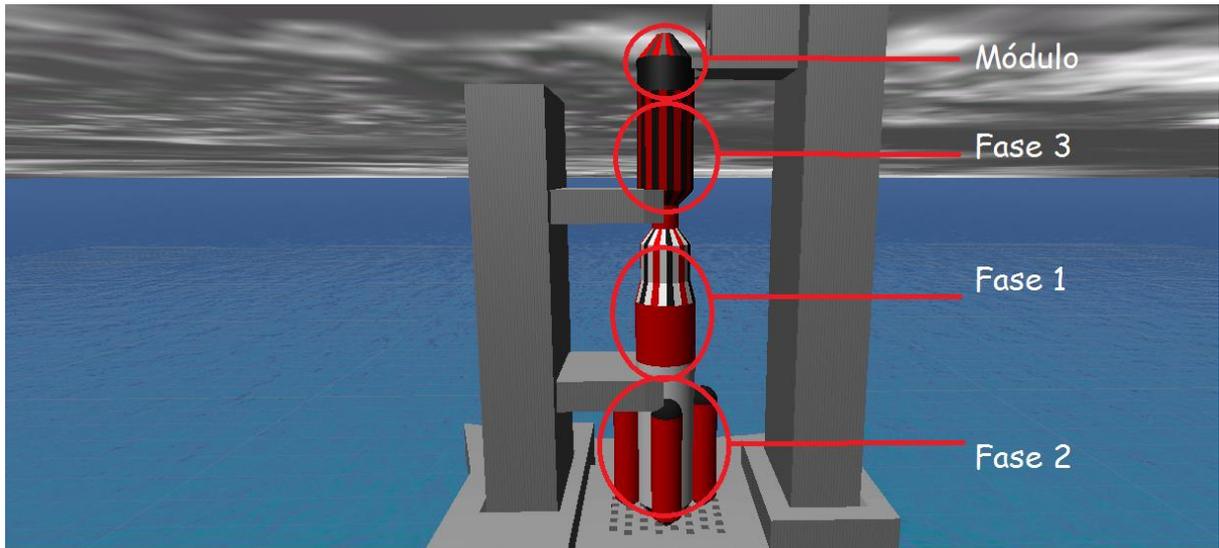
Cada informação descoberta acrescenta experiência ao jogador que pode ser usada para evoluir as habilidades e/ou criar estações espaciais em cada corpo celeste com exceção da lua.

Este simulador de exploração do sistema solar, permite o jogador explorar os oito planetas e a lua, onde em cada um destes corpos celestes existem vinte informações. O nível do analisador, habilidade que permite encontrar estas informações, possui para cada nível uma quantidade a mais de informações possíveis de serem encontradas. Em seu nível inicial é possível encontrar duas informações por corpo celeste, para cada nível a mais acrescenta-se duas informações que podem ser

encontradas. As informações são elaboradas pelos professores, sendo preferencialmente usado assuntos das disciplinas física, matemática e geografia.

Por último, o atributo motor permite o jogador fazer viagens cada vez mais longas, por exemplo, no nível um é possível apenas sair da Terra para a Lua, no nível dois é possível ir da Terra para Marte e assim sucessivamente, cada planeta tem um nível necessário para alcançar outro, o nível aparece na tela de seleção de viagem.

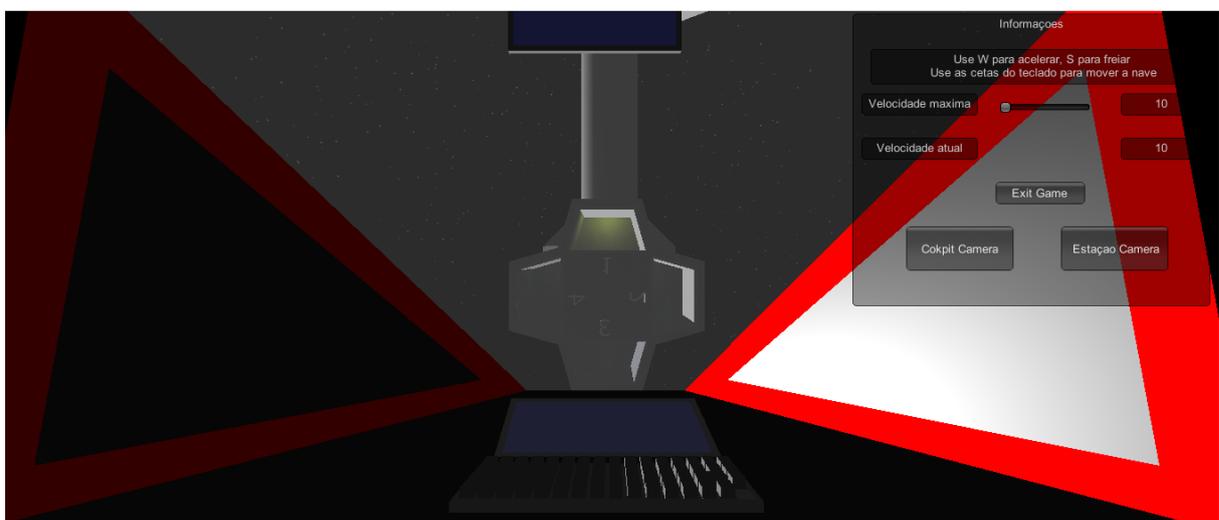
O jogo é constituído de duas etapas, a primeira linear contendo fundamentos de astrofísica e a segunda não linear, onde o professor pode desenvolver os conteúdos das informações que deveram ser encontradas pelos jogadores. A primeira etapa segue uma sequência pré-definida de duas fases fundamentais para inserir o jogador em seu enredo. Inicialmente, o jogador deverá entrar em órbita preenchendo as informações de quantidade de combustível das quatro fases que compõem a nave. A primeira fase da nave (ou motor principal), é o principal tanque de combustível, o jogo utiliza valores fictícios e de acordo com o valor que é colocado em cada fase reações diferentes ocorrerão, se o valor total do peso da nave estiver muito baixo e com combustível suficiente, a nave poderá sair de orbita, se muito pesado a nave não chegará a orbita. A segunda fase são os motores auxiliares que darão potência para alcançar a estratosfera. A terceira fase é utilizada apenas quando a primeira fase tenha usado todo o combustível, próximo ao fim da mesosfera. Esta permite alcançar até proximidades do fim da ionosfera. Por fim a última fase é o modulo principal, este usa a quantidade de combustível para alcançar a orbita, porém a orbita pode ser alcançada ainda com outras fases. Após o fim da utilização do combustível das quatro fases, a nave deverá estar com inclinação entre 95° e 85° , caso não seja alcançado estes valores, o jogador deverá repetir a operação. A Figura 4 aponta as quatro fases citadas.

Figura 4 - Fases do foguete

Fonte: Elaborada pelo autor

Após conseguir aprovação para avançar o jogador deverá levar o modulo espacial até o local de acoplamento na estação espacial internacional. O jogador deverá controlar o posicionamento da nave e a velocidade, caso o jogador não atinja o alvo, bata nas paredes do alvo ou atinja com velocidade superior a limite, deverá reiniciar o processo de acoplamento.

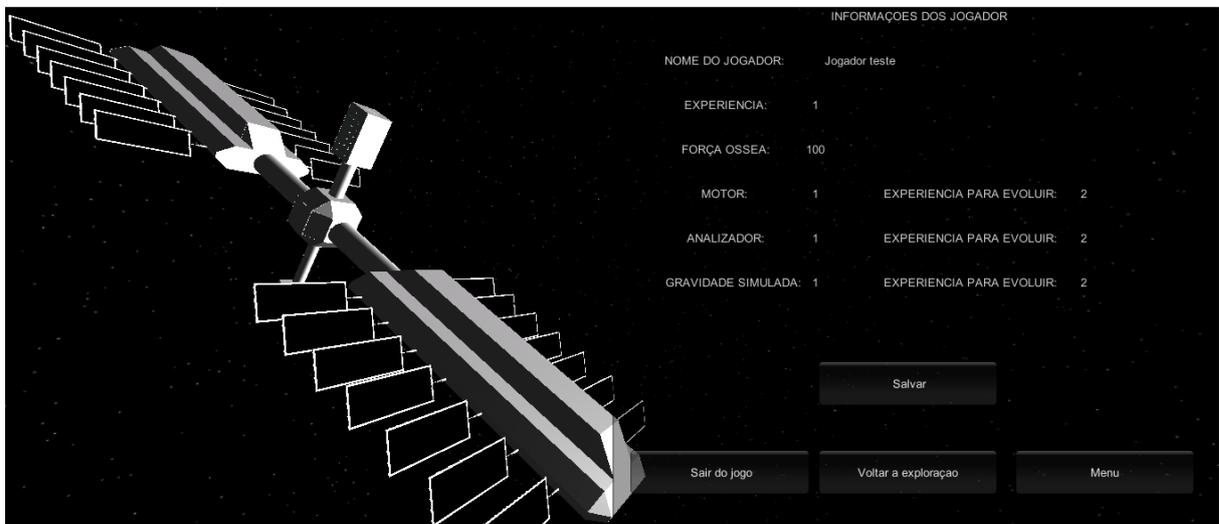
Pode-se observar na Figura 5 a fase de acoplamento, a raia com a luz amarela é o alvo para acoplamento da nave na estação espacial internacional.

Figura 5 - Acoplamento

Fonte: Elaborada pelo autor

Uma vez completado a fase de acoplamento, o jogador será redirecionado para o menu principal. Este menu terá informações pertinentes para o jogador como: Nome, pontos de experiência, força óssea, nível do motor, nível do analisador, gravidade simulada, botão salvar, botão sair, botão voltar a exploração e botão menu, estas informações podem ser melhor analisadas na Figura 6 que apresenta o menu principal do jogo.

Figura 6 - Menu principal



Fonte: Elaborada pelo autor

As subseções a seguir conterão informações detalhadas sobre cada um dos itens do menu principal.

3.1 EXPERIÊNCIA

A informação pontos de experiência, é um contador de todos os pontos não usados até o momento. Estes pontos são obtidos através das pesquisas nos corpos celestes e durante as fases lineares do jogo.

Os pontos de experiência são utilizados para evoluir os três atributos do jogador, quando ocorre a evolução de um dos atributos o valor referente a quantidade de experiência necessária é decrementado do valor total, não sendo permitido evoluir um atributo cujo valor necessário para evoluir seja superior ao total de experiência atual.

Existem vinte informações por corpo celeste. O total de corpos celeste exploráveis durante o jogo são nove. Usando esta proporção é observado que o valor máximo de pontos de experiência que o jogador pode obter durante o jogo é de cento e oitenta pontos, pois cada informação encontrada acrescenta um ponto de experiência.

A Tabela 2 possui os valores requeridos de pontos de experiência para cada nível dos atributos (todos os três atributos possuem o mesmo requerimento de pontos de experiência por nível).

Tabela 2 - Experiência necessária para evoluir por nível

Nível	Experiência necessária
1	2
2	3
3	4
4	5
5	5
6	5
7	5
8	5
9	5
Total	39

Fonte: Elaborada pelo autor

Como pode ser observado analisando a Tabela 2, o custo total para evoluir um atributo é de trinta e nove pontos de experiência. Sabendo que são três atributos, o total de experiência para evoluir todos para o nível máximo, é de cento e dezessete pontos de experiência.

Os pontos extras que não são utilizados para evoluir os atributos (180 - 117) podem ser usados para construir estações espaciais que consomem dez pontos cada para serem criadas (a explicação completa da criação das estações espaciais está descrita logo acima da Figura 14). Entretanto, se o jogador usar uma estratégia eficaz de uso dos pontos ele pode construir todas as estações e evoluir apenas os atributos mais pertinentes, isto influenciará o tempo de jogo que pode ser maior ou menor de acordo com a estratégia tomada.

Por fim, o jogador deverá utilizar os pontos de forma estratégica e consciente para que seu progresso seja o mais objetivo possível.

3.2 FORÇA ÓSSEA

A força óssea é a vida do jogador, seu valor varia de 0 a 100 por cento. Quando o jogador está em órbita em um corpo celeste, este valor é decrementado, caso seu valor zere o jogo acaba. Para evitar que isto ocorra o jogador deve voltar a estação espacial e recuperar sua vida. A recuperação da perda de massa óssea ocorre através de um botão que só é habilitado quando o valor da vida é inferior a cem. Quando o botão é ativado, a vida é totalmente recuperada sem custos para o jogador e podendo ser usado sempre que precisar. A perda de massa óssea está relacionada ao nível do atributo “Gravidade simulada”.

A perda de massa óssea, durante a exploração, ocorre de forma contínua, baseada na tabela de valores de perda para cada nível da gravidade simulada. As viagens espaciais também consomem um valor específico de perda de massa óssea, calculada usando a distância entre os corpos celestes, o valor desta perda também está relacionado ao nível do atributo “Gravidade simulada”.

As medidas de distâncias entre os planetas no sistema tomam por referência a distância entre a Terra e o Sol, que é de 149600000 Km, como este valor é muito grande, logo foi determinada pelo União Astronômica Internacional (UAI), a Unidade Astronômicas (UA), que corresponde a distância média entre a Terra e o Sol (Mione, 2003). A proporção abordada no jogo é de UA igual à 3.

As Tabelas 3 e 4 contém os valores de perda contínua por segundo em órbita e perda por viagem espacial respectivamente, porém, devido ao grande tamanho da Tabela 4, está será apresentada de forma reduzida demonstrando apenas os valores de perda para o nível do atributo igual a um.

Tabela 3 - Perda óssea orbital por segundo

Nível do atributo	Valor da perda
1	- 0.16 s
2	- 0.1024 s
3	- 0.0512 s
4	- 0.0256 s
5	- 0.0128 s
6	- 0.0064 s
7	- 0.0032 s
8	- 0.0016 s
9	- 0.0008 s
10	- 0 s

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 4 - Perda óssea por viagem

Nível do atributo	Distância percorrida	Valor da perda
1	1	10
1	2	15
1	3	20
1	4	25
1	5	30
1	6	35
1	7	40
1	8	45
1	9	50
1	10	55
1	11	60
1	12	65
1	13	70

Fonte: Elaborada pelo autor

A Tabela 5 contém as informações das distâncias dos corpos celestes nas proporções definidas para o jogo (1UA igual ao valor 3). A tabela serve de apoio para as tabelas citadas anteriormente, a intersecção entre os planetas é o valor da distância estabelecida no jogo.

Tabela 5 - Distâncias dos corpos celestes

	Mercúrio	Vênus	Terra	Lua	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno
Mercúrio	0	2	3	3	4	7	9	11	13
Vênus	2	0	2	2	3	6	8	10	12
Terra	3	2	0	1	2	5	7	9	11
Lua	3	2	1	0	2	5	7	9	11
Marte	4	3	2	2	0	4	6	8	10
Júpiter	7	6	5	5	4	0	4	6	8
Saturno	9	8	7	7	6	4	0	4	6
Urano	11	10	9	9	8	6	4	0	4
Netuno	13	12	11	11	10	8	6	4	0

Fonte: Elaborada pelo autor

3.3 ATRIBUTOS

Os três atributos que estão presentes no jogo são utilizados diretamente na dinâmica do mesmo, os atributos são: “Motor”, “Analisador” e “Gravidade simulada”. Todos os três atributos já foram citados anteriormente, porém nas próximas subseções serão apresentados de forma mais detalha.

3.3.1 Motor

O atributo motor é responsável pela capacidade do jogador poder viajar de um corpo celeste para outro, a teoria por trás deste atributo está relacionada ao fato da potência necessária para sair da orbita terrestre, para cada nível evoluído do atributo motor, é aumentado sua geração de potência para uma mesma quantidade de combustível, fazendo com que o impulso gerado o leve cada vez mais longe.

A Tabela 5 mostra as distâncias entre os planetas, estes valores também representam o nível que o motor necessita para poder fazer a viagem para o planeta destino. Por exemplo, se o jogador desejar sair de Júpiter para Urano, ele precisará ter nível quatro de motor.

A análise da Tabela 5 demonstra que existem valores que superam o nível máximo do motor (dez), estes casos, o valor da distância superior a dez é tratado como dez, ou seja, caso o jogador possua nível de motor igual a dez ele poderá sair de Mercúrio em direção a Netuno que possui distância treze.

Este atributo pode ser um trunfo para jogadores que saibam executar boas estratégias de evolução, pois nota-se que viajando para planetas mais próximos é possível não necessitar do nível máximo do motor, por exemplo. Caso o jogador possua nível quatro de motor, ele pode sair de Mercúrio para Netuno fazendo escalas, o carregamento do jogo para estas viagens é bastante rápido, não causando perdas de tempo e contexto.

3.3.2 Analisador

Atributo fundamental para conclusão do jogo. O analisador baseia-se no seguinte contexto. É um aparelho de análise bastante sofisticado, que do espaço é capaz de analisar as características do corpo celeste que orbita. Seu nível básico (um), é capaz de encontrar as duas primeiras informações contidas nos corpos celestes, quando é feita a evolução deste atributo, acrescenta-se mais duas informações que podem ser descobertas, até atingir seu nível máximo e ser possível encontrar as vinte informações.

Como citado anteriormente, é um atributo fundamental e também deve ser evoluído com base em uma estratégia, se o foco for evoluir apenas todos os níveis deste atributo, o jogador terá complicações no decorrer do jogo, podendo ter problemas em alcançar os planetas mais distantes devido à perda de massa óssea. Por este motivo, é aconselhado evoluir primeiramente os primeiros níveis do “motor”, permitindo alcançar mais corpos celestes. Como o nível do analisador sempre abre a mesma quantidade de informações possíveis de encontrar em cada orbita, isto significa uma maior quantidade de experiência disponível. Outro problema que o jogador pode encontrar é com a “gravidade simulada”. A perda constante e elevada de vida em orbita nos corpos celestes somados a perda durante as viagens que podem tornar-se um grande desafio a ser superado.

3.3.3 Gravidade simulada

Todos os atributos são fundamentais para o progresso do jogo, porém o único que não impede sua conclusão, caso nunca seja evoluído, é a “gravidade simulada”.

A “gravidade simulada” é um atributo que simula a gravidade da Terra no módulo espacial, através de uma tecnologia de gravitação bastante avançada. É necessário antes entender o que é a gravidade, segundo Mione (2003, p. 1-54),

A força gravitacional entre dois corpos é sempre atrativa na direção que une seus centros de massa. A força gravitacional exercida pelo primeiro sobre o segundo é igual em intensidade e direção àquela exercida pelo segundo sobre o primeiro, porém atuam em sentidos opostos. A intensidade da força gravitacional, F_{12} , entre dois corpos é diretamente proporcional às massas de cada um, m_1 e m_2 (ou melhor, ao produto das massas) e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os centros de massa de ambos, d , (...). A constante de proporcionalidade, G , é a constante de gravitação universal (vale $6,67259 \times 10^{-11}$ Newton.m² /kg² no sistema MKS de unidades). (...) A gravidade, g , é simplesmente a aceleração sofrida por um corpo quando sobre ele é exercida uma força gravitacional externa (ou melhor, quando esse corpo se situa no campo gravitacional de outro). Aceleração de um corpo é a variação de sua velocidade por unidade de tempo. A aceleração gravitacional ocorre na direção que une os centros de massas de ambos corpos e no sentido daquele de maior massa.

Abaixo segue a fórmula da gravidade descrita na citação acima.

$$F_{12} = G \times (m_1 \times m_2) \div d^2$$

O jogador no modo exploração, perde continuamente sua vida e durante as viagens espaciais também ocorre perda. Caso o valor da vida chegue a zero, o jogo acaba. O nível um da “gravidade simulada” não impede perda da vida em proporções bastantes elevadas, como pode ser observado na Tabela 3 e 4. Esta perda rápida aumenta o tempo de jogo, pois o jogador precisará ir à estação espacial mais vezes para poder recuperar sua vida e possivelmente gastar mais pontos de experiência construindo estações espaciais nos planetas que não as possuem.

Para minimizar estas perdas, o jogador pode evoluir o nível da “gravidade simulada”, porém assim como os demais atributos, sua evolução deve ser bem administrada para maximizar a capacidade de conclusão do jogo.

3.4 INTERAÇÕES

Este capítulo é referente as fases do jogo, interfaces, avatar, informações inseridas no jogo e outras formas de interações do jogador e dos professores com a ferramenta.

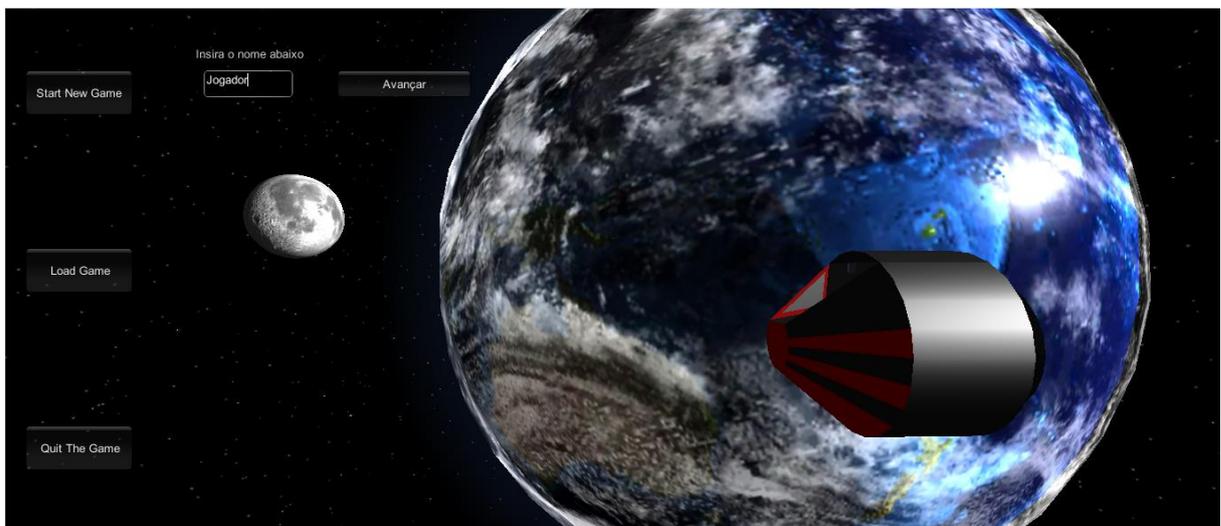
3.4.1 Fases e interfases

O jogo é dividido em fases lineares e não lineares, as fases não lineares são as principais fases do jogo, pois se referem as etapas de exploração e evolução dos atributos do jogador, já as lineares são fases que fundamentam o tema “exploração espacial”.

A primeira interação que o jogador tem com o jogo em execução é o menu inicial, nesta interfase o jogador poderá iniciar um novo jogo ou carregar um jogo salvo. Só é permitido salvar um jogo por vez. Caso o jogador deseje iniciar um novo jogo, ele deverá colocar um nome para o jogador que será sua identidade.

A Figura 7 mostra a interface do menu inicial.

Figura 7 - Menu inicial



Fonte: Elaborada pelo autor

Após iniciar um novo jogo, o jogador irá para a fase inicial. Esta fase tem por objetivo demonstrar como é executada a saída de uma espaçonave até a órbita da terra.

A interação inicial do jogador com esta fase é simples e rápida, o jogador deverá apenas preencher a quantidade de combustível para as quatro fases do foguete e por fim ligar os motores. Após o preenchimento, o botão ‘concluir’ aparecerá. Os valores de quantidade de combustível e peso são fictícios, mas simulam a quantidade em litros e o peso em quilos. A Tabela 6 mostra o peso para cada quantidade de combustível e a força máxima gerada por cada fase. A força mostrada nesta tabela é

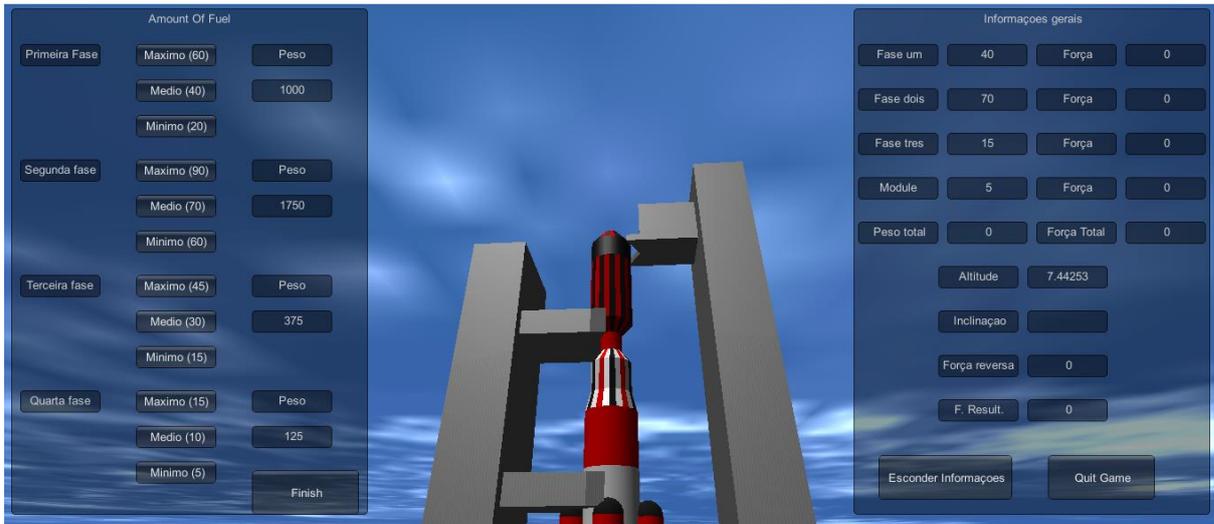
usada para vencer a força reversa, esta última baseia-se na teoria da gravitação que quanto maior a distância entre os corpos menor é esta força necessária para manter a aceleração como já apresentado no início do subcapítulo 3.3.3. Todavia o jogo explora a física incluindo também o peso do combustível a gravidade. Quanto menos combustível e mais alto o foguete estiver, menor o valor da força reversa. O peso é dado em Quilos (Kg), a força em Newton (N), a quantidade em litros (l), e a velocidade em quilômetros por hora (Km/h), lembrando que, os dados presentes no jogo são fictícios e tomam apenas como referências as proporções reais. A Figura 8 mostra a interface de escolha da quantidade de combustível.

Tabela 6 - Valores de combustível, peso e força gerada pelas fases do foguete

Fase um (motor auxiliar)	Força máxima gerada: 5 N
Quantidade de combustível	Peso do combustível
60 l	1500 Kg
40 l	1000 Kg
20 l	500 Kg
Fase dois (motor principal)	Força máxima gerada: 12.5 N
Quantidade de combustível	Peso do combustível
90 l	2250 Kg
70 l	1750 Kg
60 l	1500 Kg
Fase três (motor de impulso extra)	Força máxima gerada: 7 N
Quantidade de combustível	Peso do combustível
45 l	1125 Kg
30 l	750 Kg
15 l	375 Kg
Fase quatro (módulo)	Força máxima gerada: 3 N
Quantidade de combustível	Peso do combustível
15 l	375 Kg
10 l	259 Kg
5 l	125 Kg

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 8 - Interfase de seleção de combustível

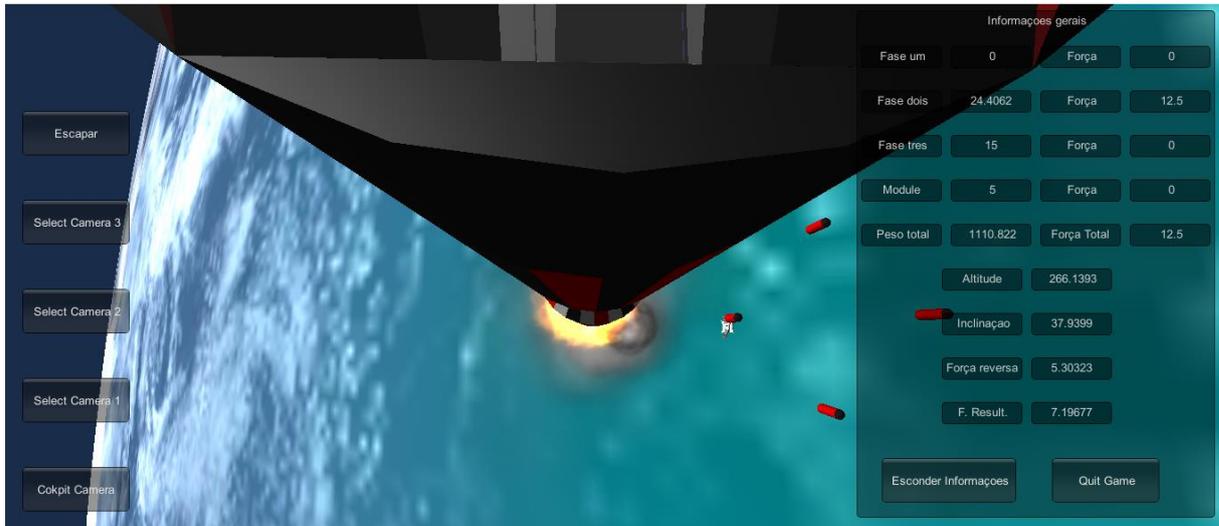


Fonte: Elaborada pelo autor

Outro tipo de interação possível é habilitado após concluir a inserção de combustível, são os tipos de câmeras disponíveis. São elas: Câmera 3, visão da base de lançamento, câmera 2, visão da fase dois do foguete, câmera 1, visão do modulo e *cockpit*, visão em primeira pessoa.

A Figura 8 está predefinida na câmera 3. Na Figura 9 demonstra a visão da câmera 1, pode ser observado os botões de seleção das câmeras no lado esquerdo e o quadro de informações gerais, que contém o valor do combustível selecionado com a força gerada ao lado de cada fase, o peso total, a força total, a altitude atual do foguete, a inclinação, a força inversa e a força resultante que é calculada a partir da força total menos a força inversa. Este quadro pode ser fechado e reaberto de acordo com a vontade do jogador.

Figura 9 - Interfase da primeira fase



Fonte: Elaborada pelo autor

Pode ainda ser observado na Figura 9, que quando o valor do combustível de uma fase esgota-se, a mesma é liberada da estrutura do foguete (Fase um).

O objetivo da primeira fase é alcançar a órbita da terra com altitude e inclinação aceitáveis. Os valores de altitude usados no jogo seguem os valores fictícios da órbita terrestre que está entre 2000 Km (Órbita baixa) até 35786 Km (Órbita geostacionária) NASA (2012). A altitude do foguete após sua força resultante ser igual a zero, deve estar entre 458 e 687, que representam a baixa órbita, que vai aproximadamente de 350 a 1400 km acima do mar segundo o site da NASA (2015). Também é necessário que a inclinação esteja entre 84° e 96° , caso estes dois pré-requisitos não sejam atingidos o jogador deverá repetir a fase desde a seleção da quantidade de combustível.

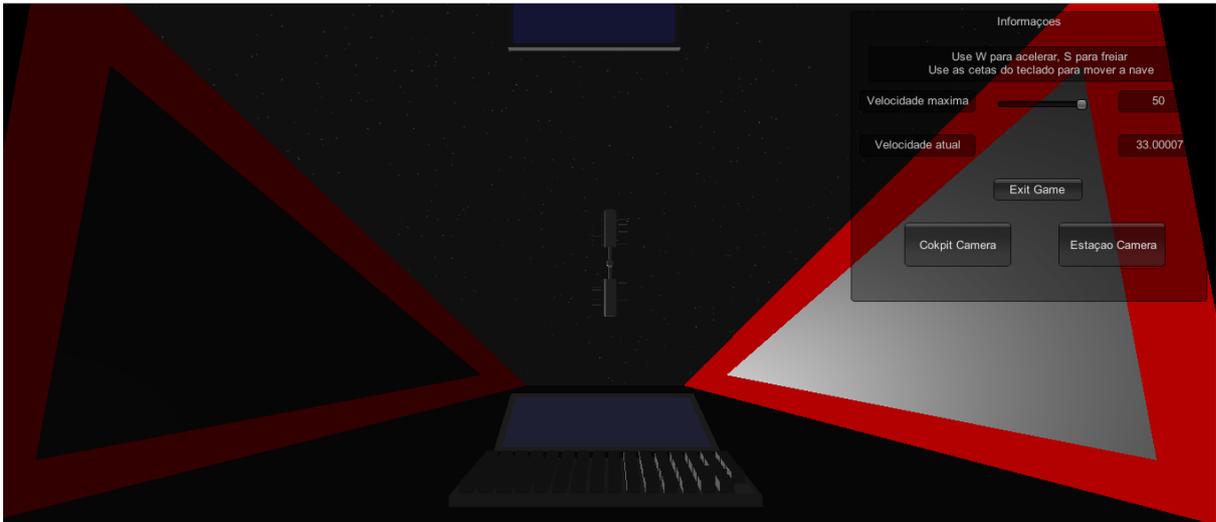
Uma vez completada a primeira fase, o jogador será redirecionado para a próxima, sendo que está simula o acoplamento do módulo principal a estação espacial internacional. Esta fase é acessada sempre que o jogador desejar acoplar em uma estação espacial.

Para ter sucesso na missão da segunda fase, é necessário colocar o módulo espacial na raia um, identificada pelo número um abaixo da abertura e por uma luz amarela e velocidade igual ou inferior a vinte. A velocidade é controlada através dos comandos “w”, para acelerar e “s” para diminuir, sendo a mínima dez e a máxima cinquenta. Quando o jogador executa o comando de acelerar ou diminuir, a velocidade gradualmente vai em direção ao novo valor máximo. O jogador não pode bater na

estação, ou não atingir o alvo. Caso os requisitos para aprovação não sejam alcançados, o jogador deve repetir o procedimento.

A Figura 10 demonstra o processo de aceleração da fase de acoplamento. Pode ser observado que a velocidade atual sempre vai em direção a velocidade máxima.

Figura 10 - Interfase da segunda fase, acelerando o módulo



Fonte: Elaborada pelo autor

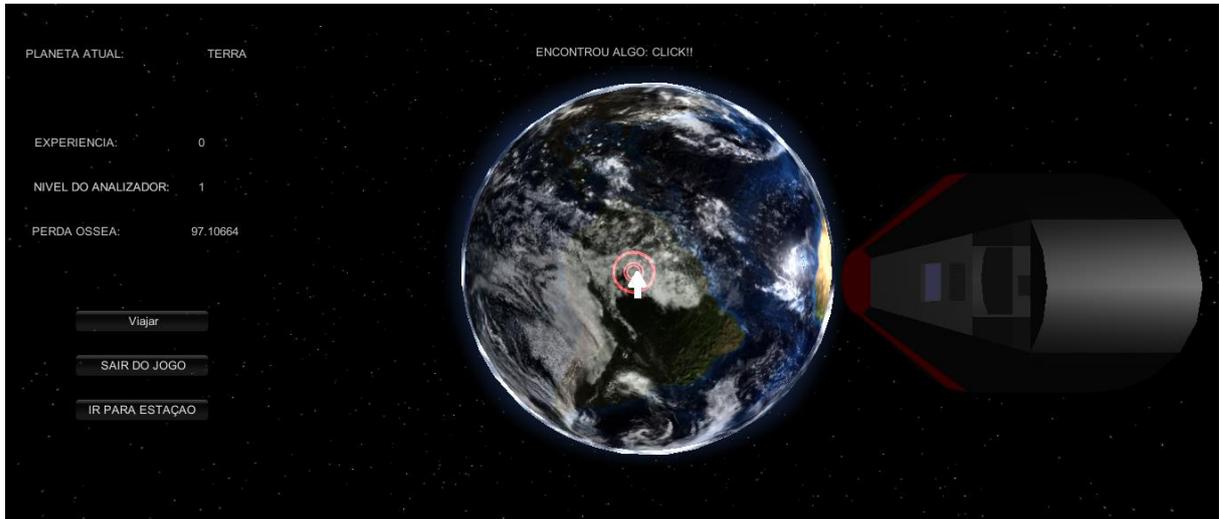
A partir do acoplamento o jogador terá concluído as fases não lineares, ou seja, o jogador poderá fazer seu próprio caminho em direção a conclusão do jogo.

Após acoplar, o jogador será direcionado ao menu principal, este já foi detalhado no capítulo 3 e pode ser observado na Figura 6. Alguns detalhes foram contemplados no capítulo citado como por exemplo os três botões que aparecem no mesmo: salvar, menu e voltar a exploração. Suas funções no contexto de interface de interação são respectivamente salvar o contexto do jogo, levar a interfase de informações encontradas e explorar o planeta que a estação está situada.

Ao clicar sobre “voltar a exploração”, o jogador será redirecionado a tela do planeta em que estava durante o acoplamento, inicialmente a Terra. Ou seja, no decorrer do jogo, sempre que o jogador acoplar na estação espacial do planeta que está explorando, quando voltar a exploração, irá para o planeta em que executou o comando de acoplamento, isto também serve para o salvar. Por exemplo, se o jogador salvou o jogo em Marte, quando ele carregar o jogo, voltará para a estação onde executou o comando salvar, no caso do exemplo, Marte. As interfases de exploração são semelhantes, mudando apenas os corpos celestes, a Figura 11 demonstra a

interfase da Terra assim que o jogador executa o comando voltar a exploração pela primeira vez.

Figura 11 - Primeira visita a Terra

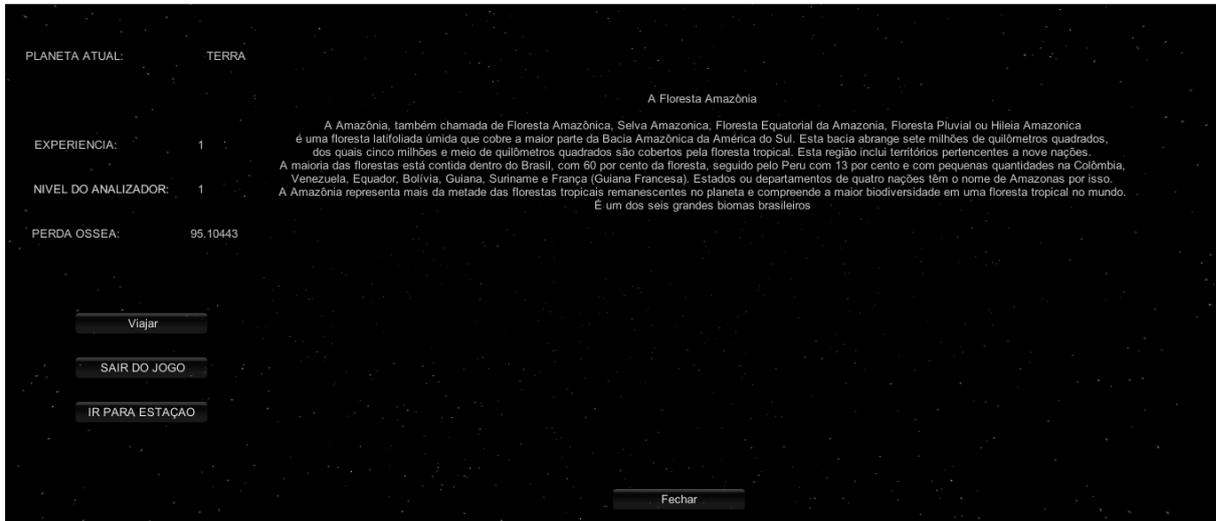


Fonte: Elaborada pelo autor

Analisando a Figura 11, observa-se a perda de massa óssea, o nível do analisador, a quantidade de experiência e o nome do planeta atual. Também é possível observar na parte superior ao planeta, a frase, “encontrou algo *click*”, esta frase sempre é apresentada quando se passa o mouse sobre um destes alvos vermelhos, que são as informações que podem ser encontradas para o nível de analisador atual.

Quando é executado um clique sobre o alvo é apresentado na tela uma informação, a Figura 12 demonstra quando é ativada a informação vista na Figura 11, nota-se também o incremento na quantidade de experiência.

Figura 12 - Informação encontrada



Fonte: Elaborada pelo autor

O botão viajar é responsável por informar os nomes dos corpos celestes disponíveis para viagem a partir da atual localização, o nível necessário do motor e a perda de massa óssea consumida durante a viagem. A Figura 13 contém as informações dos locais disponíveis.

Figura 13 - Viagem a partir da Terra

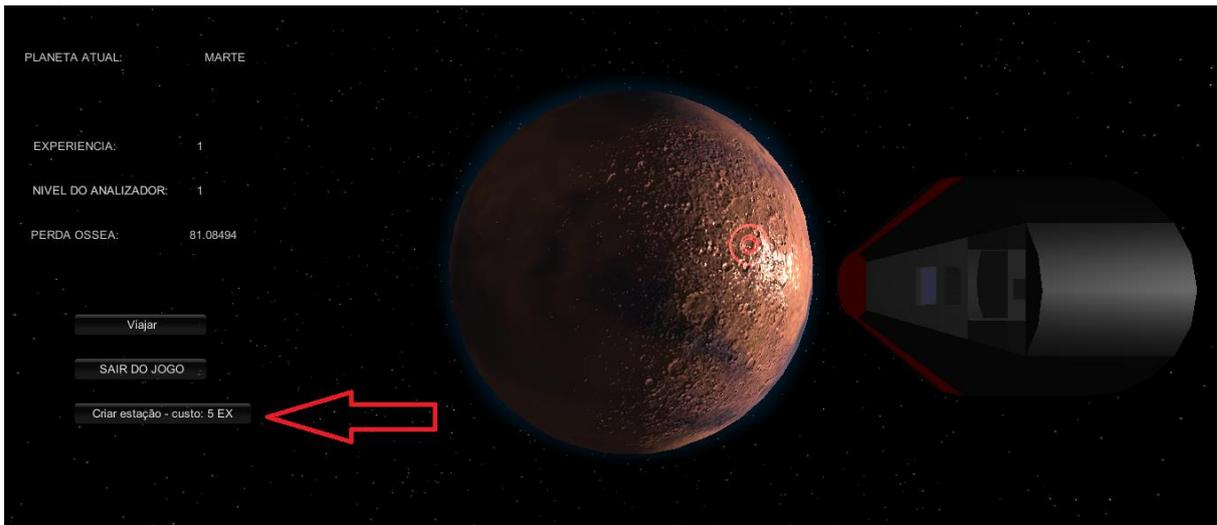


Fonte: Elaborada pelo autor

Por fim, a última informação pertinente presente na interfase de exploração é a criação das estações espaciais. O botão de criação destas estações só estará disponível se o planeta não a possuir, o único corpo celeste que não possui a opção de construir a estação espacial é a Lua, apesar da possibilidade real de fazer viagens

diretamente da Lua para outras partes do Universo, o jogo não permite viagens a partir da Lua para outros corpos celestes, com exceção da Terra. Na Figura 14 é possível observar na parte inferior esquerda a opção de construção da estação e o valor necessário para o mesmo (na implementação está definido 10 e não 5).

Figura 14 - Criação de estação espacial

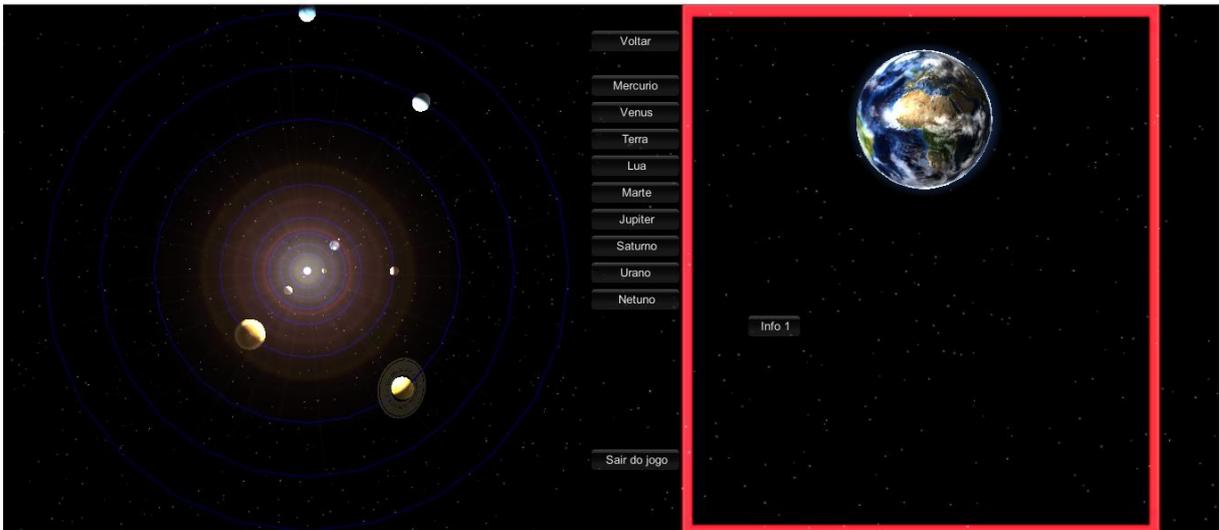


Fonte: Elaborada pelo autor

Através do menu principal, o botão menu leva a outra interface de interação. O menu é uma interface onde o jogador pode ter acesso às informações já encontradas, através dos botões referentes as informações. Os corpos celestes podem ser acessados através dos botões que levam seus respectivos nomes ou clicando sobre os planetas que aparecem no planetário ao lado. Só serão apresentadas as informações já encontradas, as demais permanecerão ocultas.

O planetário está representando o posicionamento real do sistema solar em agosto de 2014, é movem-se em torno do sol em uma escala de onde a Terra executa uma volta completa no Sol a cada 10 Horas em média, esta proporção também foi colocada nos demais corpos celestes, o planetário pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 - Planetário



Fonte: Elaborada pelo autor

3.4.2 Avatar

O avatar principal é o módulo espacial, o mesmo está acessível quando o jogador acessa as fases de exploração e acoplamento, o controle do mesmo se dá através das setas do computador para cima e para baixo são referentes a avançar e recuar, já as setas direita e esquerda rotacional o módulo nas direções respectivas. O outro avatar é o foguete da primeira fase.

3.4.3 Inserindo informações

O executável do jogo é construído para plataformas específicas, como Linux e Windows, porém, para gerar o executável é necessário usar a ferramenta de criação usado para produzir o jogo, o *Unity 3D*, não sendo necessário conhecimento aprofundados do mesmo, apenas é preciso conhecer as funcionalidades básicas de sua interface responsáveis por compilar o jogo e editar os scripts. Para isto é necessário treinamento dos professores que forem utilizar a ferramenta. Em trabalhos futuros será implementada uma interface amigável, permitindo o professor inserir estes conteúdos de forma mais dinâmica.

Para inserir informações no jogo, o professor deve usar o editor de script que vem junto com o *Unity 3D*, o *MonoDevelop*. Desta forma é possível acessar os scripts

“controleCamera” (o nome dos scripts contém o nome dos corpos celeste, controleCameraTerra por exemplo) referentes ao corpo celeste que desejasse adicionar informações.

Uma vez que o script esteja aberto o professor poderá colocar as informações nas áreas reservadas para a inserção das mesmas. Por exemplo, na Figura 16 a área em vermelho é um dos espaços de inserção de informações pelo profissional da educação. Existem vinte informações para cada script referente as vinte informações encontradas durante o jogo, os valores no script vão de 0 até 19, onde 0 representa a primeira informação e assim sucessivamente.

Figura 16 - Script de inserção de informação

```

268 "Faraó Tutmés III, o Egito dominou, uma extensa área, tendo após esta fase entrado em um período de lento declínio. O Egito foi conquistado por um
269 "potências estrangeiras neste período final. O governo dos faraós terminou oficialmente em 31 a.C., quando o Egito caiu sob o domínio do Império F
270 "uma província romana, após a derrota da rainha Cleópatra VII na Batalha de Áccio. O sucesso da antiga civilização egípcia deve-se em parte à sua
271 "adaptar às condições do Vale do Nilo. A inundação previsível e a irrigação controlada do vale fértil produziam colheitas excedentárias, o que ali
272 "desenvolvimento social e cultural.");
273
274 f(valor == 18) {
275     GUI.Box(new Rect(Screen.width/2-400, Screen.height/2-200, 1050, 300),
276         "Gravidade\n\nA gravidade é uma das quatro forças fundamentais da natureza, em conjunto com a força forte, eletromagnetismo e força fraca. Na fisi
277 "mais precisa da gravidade é dada pela teoria geral da relatividade de Einstein, segundo a qual o fenômeno é uma consequência da curvatura espaço-
278 "movimento de objetos inertes. A clássica Lei da gravitação universal de Newton postula que a força da gravidade é proporcional às massas dos corp
279 "inversamente proporcional ao quadrado da distância entre si. Esta descrição oferece uma aproximação precisa para a maioria das situações físicas,
280 "cálculos de trajetória espacial. Do ponto de vista prático, a atração gravitacional da Terra confere peso aos objetos e faz com que caiam ao chão
281 "(como a atração é mútua, a Terra também se move em direção aos objetos, mas apenas por uma ínfima fração). Do ponto de vista cosmológico, a gravi
282 "matéria dispersa se aglutina, e que essa matéria aglutinada se mantenha intacta, permitindo dessa forma a existência de planetas, estrelas, galáx
283 "dos objetos macroscópicos no universo. A gravidade é ainda responsável por manter a Terra e os demais planetas e satélites nas respectivas órbitas
284 "marés pela convecção natural, por aquecer o interior de estrelas e planetas em formação e por vários outros fenômenos na Terra e no universo.");
285
286 f(valor == 19) {
287     GUI.Box(new Rect(Screen.width/2-400, Screen.height/2-200, 1050, 300),
288         "Era do gelo\n\nO termo era do gelo (também idade do gelo, período glacial ou era glacial) é utilizado para designar um período geológico de longa
289 "na superfície e atmosfera terrestres, resultando na expansão dos mantos de gelo continentais e polares bem como dos glaciares alpinos. Coloquialm
290 "dos últimos milhões de anos, a era do gelo refere-se ao mais
291 "a era do gelo mais recente atingiu o seu ponto alto durante o
292 "glaciares: geológicas, químicas e paleontológicas.\n" +
293 "Geológicas: as evidências geológicas ocorrem sob formas variad
294 "glaciares, e a deposição de sedimentos glaciares e blocos errá
295 "Químicas: este tipo de evidências consiste sobretudo de variaç
296 "de sedimentos marinhos, e para os períodos glaciais mais rece
297 "Paleontológicas: estas evidências consistem em alterações na
298 "mais baixas espalham-se por latitudes mais altas e organismos que preferem condições mais quentes tornam-se extintos ou são empurrados para latit
299 "As causas dos períodos glaciais não são totalmente entendidas. Acredita-se que diversos fatores são importantes, entre eles: a a composição da at

```

Fonte: Elaborada pelo autor

Desse modo, é possível inserir qualquer tipo de informação no jogo, desde as relacionadas a astrofísica, até questões sobre matemática, geografia, história entre outras.

3.5 O SOFTWARE DO JOGO

Este capítulo descreve o processo de criação do jogo, apontando as técnicas, ferramentas e dificuldades encontradas em seu desenvolvimento.

Como já citado no subcapítulo 1.3, a criação do jogo foi feita utilizando softwares livres e abertos com licenças gratuitas, minimizando o custo de criação ao tempo decorrido no desenvolvimento e energia elétrica usada.

Para a implementação do jogo foram usados dois softwares, o *Unity*, que é um programa conhecido como *Engine* (Motor), que tem por objetivo facilitar o desenvolvimento de jogos, pois contém conjuntos de objetos, scripts, entre outras ferramentas que permitem ao desenvolvedor ganhar tempo no projeto. Por exemplo, na implantação do jogo a gravidade, texturas da água e do céu e esferas dos corpos celestes, foram usadas as que já estão definidas por padrão na *Engine*.

Os modelos 3D foram desenvolvidos usando a ferramenta do Google, chamado *SketchUp*, normalmente usada por profissionais de arquitetura e engenharia civil por permitir fácil e intuitiva criação de maquetes e outros modelos. Nesta ferramenta foram desenvolvidos o foguete e todas as estruturas que o compõem.

A base de lançamento também demandou pesquisas sobre sua estrutura e funcionamento, assim como, as características das estações espaciais. A maioria das informações foram encontradas no site da Nasa e seu desenvolvimento foi no *SketchUp*.

Um grande problema encontrado durante o desenvolvimento dos modelos 3D, foi o fato do *SkechUp* em sua versão 14.1.1282, possuir a opção de exportação dos modelos em apenas um formato, conhecido como *.dae*. Os modelos exportados neste formato apresentavam problemas de texturas, que muitas vezes ficavam transparentes ou apareciam em cor sólida sem o material (metal, borracha, entre outros). Para solucionar o problema, todos os modelos foram texturizados com cores sólidas, de forma que os padrões estabelecidos das texturas não causaram mais problemas. Para deixar os modelos com efeito metálico foi usado a componente especular que está presente no *Unity*.

O último componente criado fora do *Unity*, foram as texturas dos planetas que foram em parte obtidas ainda durante o planejamento do jogo. A obtenção das texturas, como os *Normal Maps*, que são texturas que permitem dar o efeito de profundidade nos modelos, efeito que será melhor descrito mais a diante, foram obtidas no site da *Nasa*.

As texturas foram divididas em grupos com características e finalidades semelhantes sendo elas:

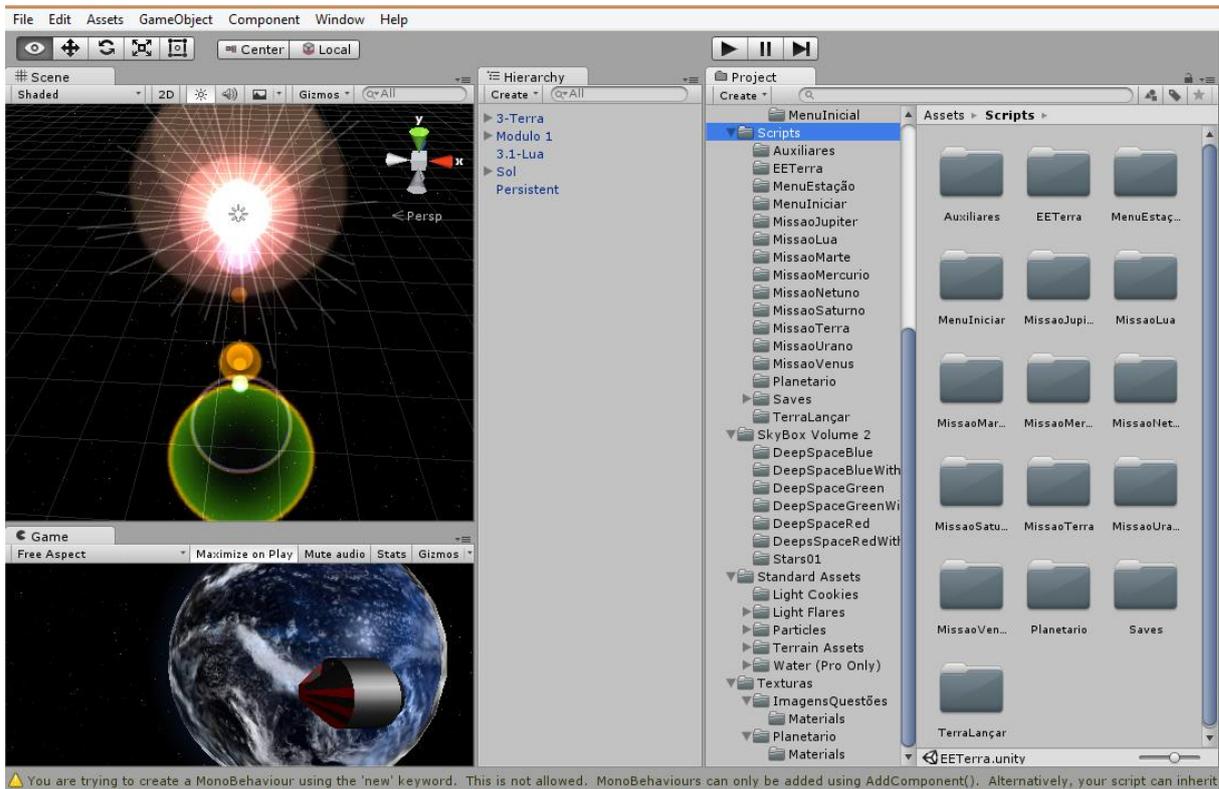
- Base dos corpos celestes: Estas texturas possuem como características dar as esferas a aparência dos corpos celestes.
- *Normal maps*: Seu objetivo é através de uma técnica que as dá nome, fazer com que as esferas apresentem profundidade sem precisar alterar a forma do modelo.
- Auxiliares: São representadas pelas nuvens da terra, alvos das informações e palco vermelho do menu planetário. Com exceção das nuvens que foram obtidas da mesma forma que as texturas descritas anteriormente, as texturas citadas aqui foram produzidas na ferramenta *Paint* do *Windows*.

3.5.1 Scripts e demais estruturas

A estrutura organizacional dos conteúdos no *Unity* está fundamentada na criação de pastas e subpastas, nomeadas de acordo com as características de seus conteúdos, por exemplo, as pastas *scripts*, *texturas*, *prefabs* entre outras que respectivamente contém os scripts, texturas e modelos que estão sendo instanciados no jogo.

O *Unity* utiliza a estrutura de pastas por hierarquia nativamente, se forem baixados novos conteúdos para dentro dele, estes dados estarão organizados em pastas e subpastas. Esta estrutura permite que a busca por dados específicos fique mais rápida, pois saberá onde encontrar pelo contexto do caminho que é definido em seus nomes. A importância desta estrutura também se dá pela facilidade de outros desenvolvedores que futuramente virão a contribuir com a evolução do jogo, poderem saber orientar-se facilmente nas posições dos dados dentro do *Unity*. A Figura 17 demonstra a estrutura das pastas.

Figura 17 - Estruturas das pastas



Fonte: Elaborada pelo autor

As estruturas das pastas dos scripts estão subdivididas em subpasta que contém as rotinas usadas. Existem também as subpastas que possuem os scripts complementares e reutilizáveis como os de salvar e alguns de checagem de condição.

Existem várias linguagens e paradigmas de programação, porém a linguagem usada no desenvolvimento do jogo foi a C#, primeiramente por ser a linguagem em que foi construído o *Unity* e por ser orientada a objeto que foi o principal paradigma utilizado.

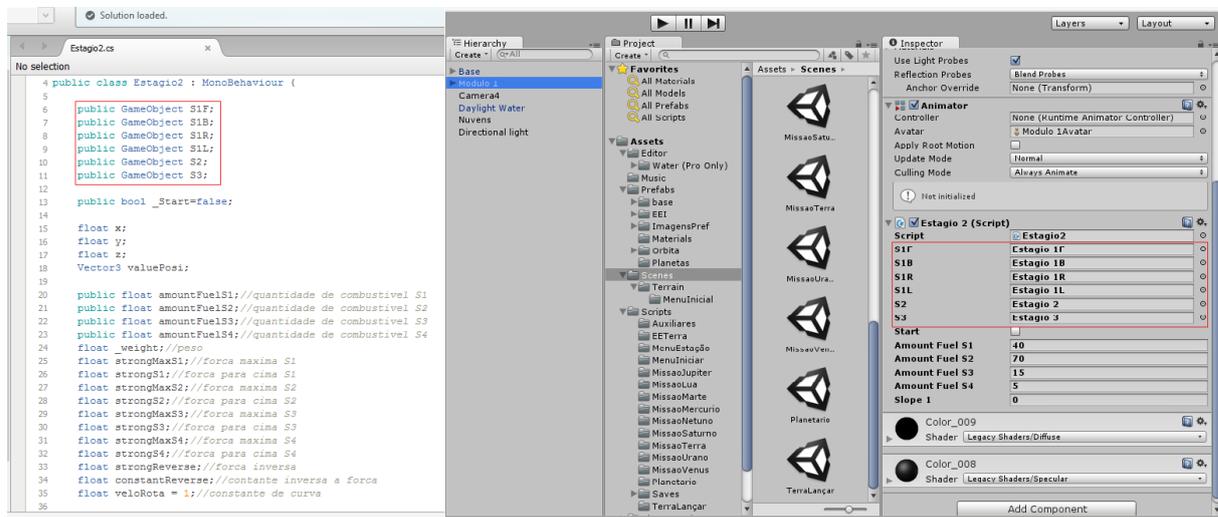
A primeira fase do jogo (lançamento do foguete), foi também a primeira a ser implementada, recebendo o nome de TerraLançar, também é o nome da subpasta da pasta script. Esta subpasta contém oito scripts, sendo eles:

- CameraColor: Script com função de escurecer a cor do céu de acordo com a altitude do foguete.
- CameraControl: Controla as funções de troca e posicionamento das câmeras.

- Estagio2: Principal código da subpasta, possui as rotinas da fase, controle da base de lançamento, controle das partículas, ações e atributos do foguete.
- LookModulo: Foi construído para focalizar a câmera três no módulo principal.
- ParticleControlS1, S2, S3 e S4: O script Estagio2, controla praticamente a chamada de todos os outros scripts, porém a função destes quatro *scripts* é apenas chamar as partículas e encerra-las quando o script Estagio2 avisar.

O *Unity* possui em sua estrutura, funcionalidades que permitem fazer a comunicação dos scripts sem precisar declarar no código diretamente, é preciso apenas criar uma linha de código genérica do tipo *public*, desta forma na interface do *Unity*, todos os atributos *public* são visíveis na aba *Inspector* do *Unity* e caso seu tipo seja um objeto ou similar, pode-se atribuir elementos nos campos que aparecem, lembrando apenas que está função está presente após o script ser colocado em um objeto e é no objeto que serão feitas as atribuições. Como pode ser observado na Figura 18 que contém a esquerda do script e a direita a interface do *Unity*. Nota-se que os campos *public* que estão no script aparecem na interface do *Unity*.

Figura 18 - Objeto genérico



Fonte: Elaborada pelo autor

A próxima subpasta da pasta Script é a *EETerra*, que corresponde a segunda fase do jogo. Esta fase tem por objetivo chegar à estação espacial. Foi construído apenas um script para esta fase, contendo os atributos do módulo principal, como, velocidade e direção de movimentação, bem como os limites de sua movimentação e contendo também as rotinas de conclusão da fase.

A subpasta MenuEstação possui apenas um script, InfoShip, este script é um dos mais importantes e faz parte de um conjunto de scripts, os scripts de *save* e *load*. O script desta fase além de posicionar os elementos gráficos na cena, como botões e dados do jogador, também possui as rotinas de salvar o jogo. Independentemente de o jogador ter começado um jogo novo ou não, ao inicializar o script, ele busca as informações no código auxiliar do tipo *xml* que será explicado mais à frente.

As subpastas, MissaoTerra, MissaoLua e demais, contém dados semelhantes, diferenciando apenas os nomes dos códigos, pois possuem rotinas iguais por terem objetivos iguais, desta forma a explicação de uma das subpastas e seus conteúdos servem para todas as demais subpastas com prefixo Missão. Será tomada como base a subpasta MissãoTerra.

Nas subpastas de missões, contém dois scripts, um chamado ControlCameraTerra (substitui-se Terra pelo nome do corpo celeste da subpasta) e MissaoTerra (Substituiu-se este nome pelo nome da subpasta). A funcionalidade do primeiro script já foi descrita no subcapítulo 3.4.3 observando-se na figura 16 sua estrutura que em resumo é um script que permite a atualização das informações contidas nos corpos celestes. O outro script contém os botões e suas respectivas funções, os atributos e rotinas de controle do *avatar*, as rotinas de mudança de câmera e contexto, bem como as condições de mudança de cena.

Dentro da pasta Script, está contido duas subpastas importantes para a construção do jogo no quesito leveza do sistema, as subpastas Auxiliares e Saves. A subpasta Auxiliares contém todos os códigos genéricos mais comuns, como as rotinas de condições usadas na missões e parte do conjunto de *save*.

O conjunto de *saves* é constituído de cinco scripts, PersistentInfo, XMLChamada, Saves, InfoShip (que já foi citado anteriormente) e MenuInicial que foi deixado por último para ser explicado dentro do contexto de salvar e carregar o jogo. Cada script foi construído para minimizar o tamanho e carga de um único código geral e aumentar a eficácia da comunicação e tempo gasto na execução do *save* e *load*.

O sistema de carregar e salvar o jogo foi bastante demorado concretizar-se devido ao fato que o *Unity*, por ser uma ferramenta tão complexa e completa, possuindo várias maneiras de fazer a mesma coisa, possuía em seus blogs e fóruns,

dados incompletos sobre os procedimentos de salvar e carregar, demandando uma longa pesquisa até conseguir unir todas as informações necessárias para funcionar.

O *script PersistentInfo*, funciona como uma instância única do jogador, contendo todos seus atributos, estação espacial em que se encontra o avatar e informações encontradas pelo jogador. É na prática o script responsável por manter as informações do jogador em tempo de execução do jogo, pois quando o jogador inicia um novo jogo, este script recebe as informações padrões de início. Caso o jogador carregue um jogo salvo, este script receberá as informações contidas no arquivo *xml*, através dos processos que ainda serão descritos.

A peculiaridade do script *PersistentInfo* é que ele é um padrão de projeto (em inglês *Design Patterns*), conhecido como *Singleton*. O tipo da variável que permite que este código seja usado para manter os dados do jogador no *Unity* é *PersistentInfo*, mesmo nome dado a classe, que deve ser privada e *static*. O método que instancia as informações é público e *static*, possuindo apenas os *gets* e *sets* dos atributos (variáveis). Por fim no método *Start* é feita a condição 'se' que determina se a instância já foi criada ou não. Caso já tenha sido criada, ela recebe ela mesma, caso não, recebe as novas informações.

O principal script do sistema de salvar e carregar é o *XMLChamadas*, pois contém todas as estruturas básicas para criação do *xml*, os *gets* dos atributos e outros dados armazenados. É um código complexo e extenso, além dos *gets*, o script também possui os métodos *WriteToXml* e o método *Aweke*. O Método *Aweke* tem por objetivo inicializar dados, ou seja, quando a cena que contém o script é iniciada, o código ativa neste momento o método, este método é ativo apenas no primeiro momento, não sendo executado durante o decorrer da cena até esta ser reiniciada. O método *Aweke* é responsável por pegar as informações do arquivo *xml* e jogar para a classe *PersistentInfo* para manter em tempo de execução os dados, já que consultar o arquivo *xml* a todo tempo consome muito processamento por ser um código extenso e sempre é lido por completo.

O método *WriteToXml* do *script XMLChamadas*, consiste em escrever no *xml*. Na prática o que ocorre é uma reescritura de todo o documento *xml*, adicionando os dados passados no método. É um método simples, aponta-se para o script *xml*, removendo todos os dados de seu conteúdo usando o método "*RemoveAll()*". Logo

após, cria-se os nós dos elementos e seus sub nós como pode ser observado na Figura 19.

Figura 19 - Script com criação dos nós do arquivo *xml*

```

elmRoot.RemoveAll(); // remove all inside the transforms node.
XmlElement elmNew = doc.CreateElement("Player"); // create the rotation node.
XmlElement name = doc.CreateElement("Name"); // create the x node.
name.InnerText = nam; // apply to the node text the values of the variable.
XmlElement ex = doc.CreateElement("Ex"); // create the y node.
ex.InnerText = exe; // apply to the node text the values of the variable.
XmlElement lostBone = doc.CreateElement("LostBone"); // create the y node.
lostBone.InnerText = lob; // apply to the node text the values of the variable.
XmlElement engines = doc.CreateElement("Engines"); // create the y node.
engines.InnerText = eng; // apply to the node text the values of the variable.
XmlElement analiser = doc.CreateElement("Analiser"); // create the y node.
analiser.InnerText = ana; // apply to the node text the values of the variable.
XmlElement capLife = doc.CreateElement("CapLife"); // create the y node.
capLife.InnerText = cal; // apply to the node text the values of the variable.
XmlElement locationID = doc.CreateElement("LocationID"); // create the y node.
locationID.InnerText = loc; // apply to the node text the values of the variable.

/////////PROXIMO NO/////////
XmlElement elmRoot2 = doc.DocumentElement;
//elmRoot2.RemoveAll(); // remove all inside the transforms node.
XmlElement elmNew2 = doc.CreateElement("Terra"); // create the rotation node.
XmlElement Terraid1 = doc.CreateElement("id1"); // create the y node.
Terraid1.InnerText = tdl; // apply to the node text the values of the variable.
XmlElement Terraid2 = doc.CreateElement("id2"); // create the y node.
Terraid2.InnerText = td2; // apply to the node text the values of the variable.
XmlElement Terraid3 = doc.CreateElement("id3"); // create the y node.
Terraid3.InnerText = td3; // apply to the node text the values of the variable.

```

REMOVE TODOS OS OBJETOS DO ARQUIVO XML

PRIMEIRO NÓ PRINCIPAL

NÓS FILHOS DO NÓ PRINCIPAL

criação do segundo conjunto de elemento. OBS: o primeiro não está descrito nesta imagem, seu nome é elmNew que pode ser observado sendo usado no primeiro nó principal.

SEGUNDO NÓ PRINCIPAL

NÓS FILHOS DO SEGUNDO NÓ PRINCIPAL

Fonte: Elaborada pelo autor

Por fim é feito a persistência da informação no *xml* através do método “*doc.Save(filepath)*”, onde *doc* é o nome da variável do tipo *XmlDocument* e *filepath* é uma *string* que contém a localização onde deve ser salvo.

O script *Saves*, contém as informações do jogo permanentemente, mesmo quando o jogo não está sendo executado. É um arquivo *xml*, ou seja, é apenas um documento de dados de texto formatados com *tags* que diferenciam suas informações. Suas *tags* são: *Player* (contendo as sub *tags Name, Ex, LostBone, Engines, Analizer, CapLife* e *LocationID*), as *tags* dos corpos celestes e os *ids* das informações que cada um contém, por fim a *tag EEI*, contendo as sub *tags* dos planetas, que representa quais as estações espaciais foram construídas, marcadas com 0 para não construídas e 1 para construídas.

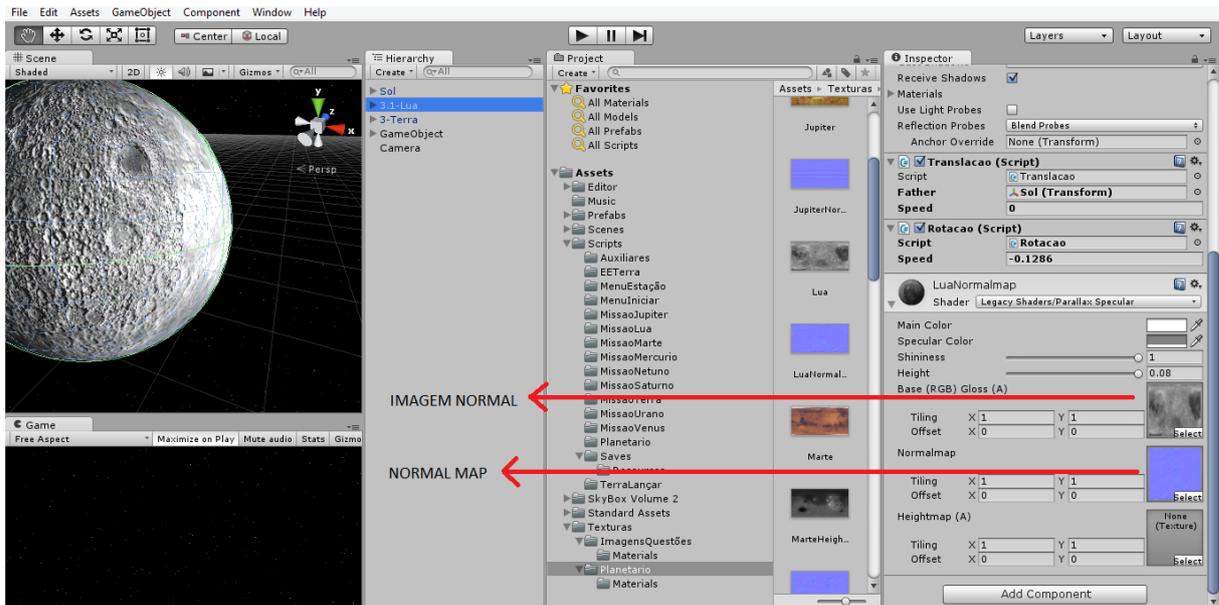
A última estrutura de código está contida na pasta *MenuInicial* cujo nome também foi atribuído ao script. Este código está presente na primeira cena do jogo, a

cena inicial, ou menu inicial, tem por objetivo através das funções contidas no script, executar funções de iniciar novo jogo, carregar jogo e sair do jogo. Assim que o script é carregado é feita a recuperação das informações do *xml*.

As funcionalidades estão contidas na função *OnGUI* do *Unity*, que é uma função gráfica de botões, caixas de textos, entre outros. A funcionalidade de iniciar novo jogo utiliza apenas o nome inserido pelo jogador e atribui valores iniciais aos demais campos do arquivo de *save*, chamando pôr fim a cena TerraLançar. Já a funcionalidade de carregar quando ativada, confere se existe jogo salvo observando se a *tag Name* está diferente de ‘*’, que é o símbolo que diz que não existe jogo salvo e após sua confirmação carrega a cena da estação do corpo celeste em que o jogador salvou pela última vez, juntamente com os dados salvos no *xml*.

Por fim, foram usadas técnicas de computação gráfica para dar mais realismo sem perder muito processamento com modelos 3D complexos. Uma das principais técnicas foi a que dá a aparência dos relevos dos corpos celestes, chamada de *normal map*. Esta técnica consiste em usar um sistema de luz que incide sobre a textura e dependendo a variação da cor da imagem, a mesma é processada como área profunda ou alta. Para poder ativar este efeito é preciso primeiramente possuir uma textura de um objeto e sua textura *normal map*. No *shader* do material do objeto, deve-se selecionar a opção *Legacy Shaders/Parallax Specular*. O mesmo abrirá três locais para inserir imagens. O primeiro local atribui a imagem do objeto e o segundo campo se coloca a textura do *normal map*, como pode ser visto na Figura 20.

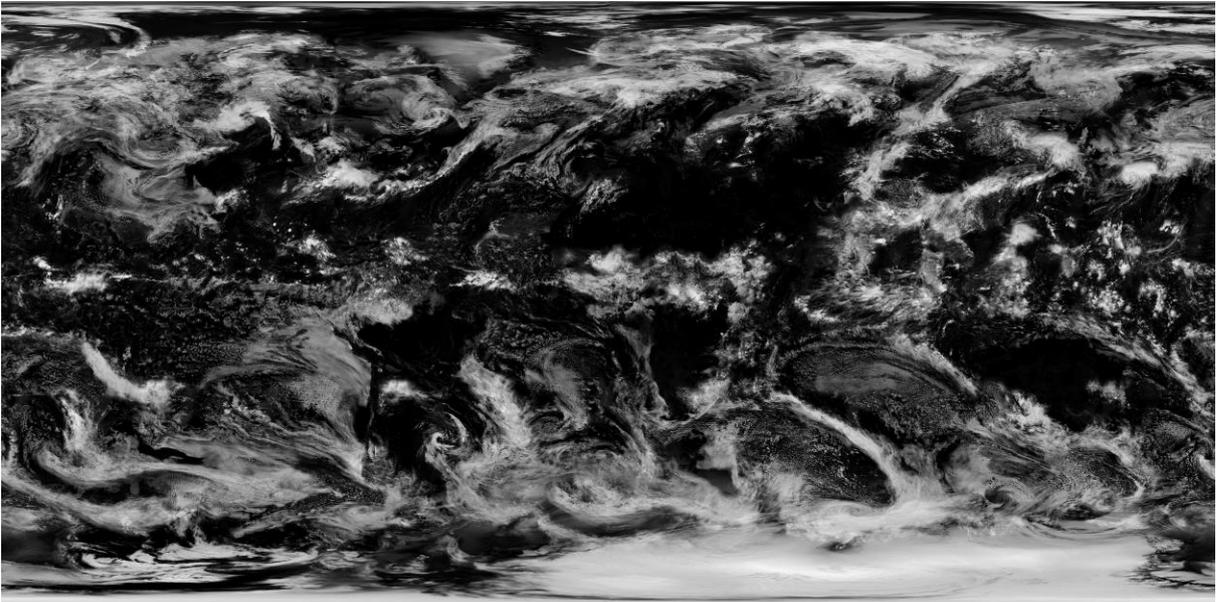
Figura 20 - Criação de modelos 3D com efeito de *normal map*



Fonte: Elaborada pelo autor

O outro efeito utilizado que está contido no *Unity* foi o que permitiu colocar as nuvens na Terra. Foi necessário pesquisar textura de nuvens com fundo preto como observado na Figura 21. Para criar as nuvens foi criada uma segunda esfera um pouco maior que a da terra para ter efeito de nuvem. Este efeito de nuvem torna as partes pretas da imagem transparentes. O nome da opção que está contida no material é a *Mobile/Particle/Additive*, abrindo por sua vez a opção de colocar apenas uma textura.

Figura 21 - Textura das nuvens



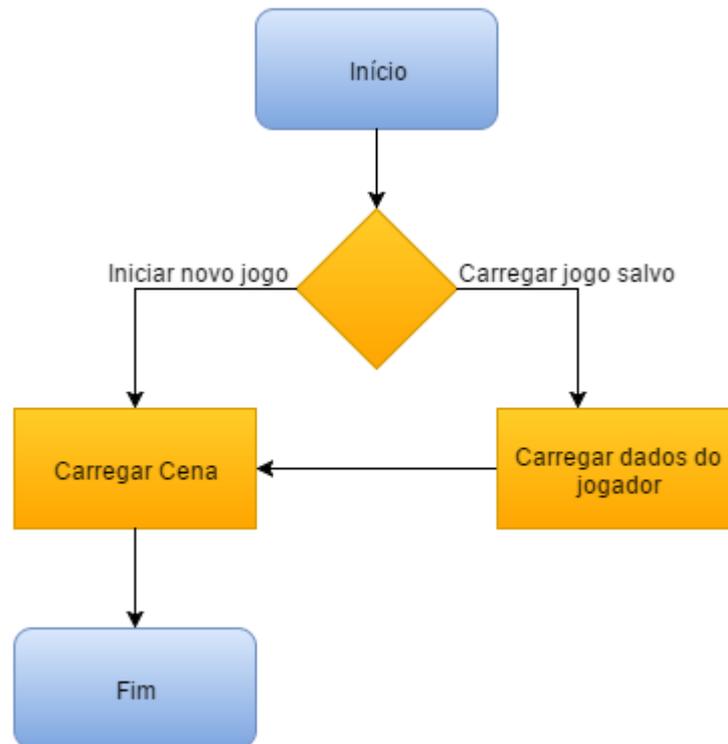
Fonte: <<http://www.efeitosvisuais.com/blog/2006/11/13/imagens-da-terra-para-usar-nos-seus-projectos-cortesia-nasa/>>. Acessado em 28 de maio de 2015

Conclui-se que a etapa de construção do jogo, apresentou bastante dificuldades em seu desenvolvimento, principalmente em suas fases iniciais, devido falta de habilidade com as ferramentas, porém, logo foram superados pois são ferramentas bastante intuitivas, tendo como resultado, o fato do sistema ter atendido aos requisitos fundamentais de seu projeto, ser uma ferramenta com gráficos bonitos, leve e simples.

3.5.2 Descrição dos fluxos das Cenas

Nesta seção será abordado o fluxo das quatro principais Cenas, Menu inicial, Fase 1 (Lançamento), Fase (Acoplamento), Fase de exploração. Os fluxos estão representados em diagramas de blocos.

O primeiro diagrama de blocos é o da Cena Menu inicial, Figura 22. Após iniciar a cena, o sistema espera a decisão de clicar no botão carregar jogo ou iniciar novo jogo. Caso o jogador clique na segunda opção, o sistema carrega os dados salvo previamente e logo em seguida inicia o jogo. Em caso do jogador clicar em iniciar novo jogo, o sistema apenas inicia o jogo e finaliza o fluxo.

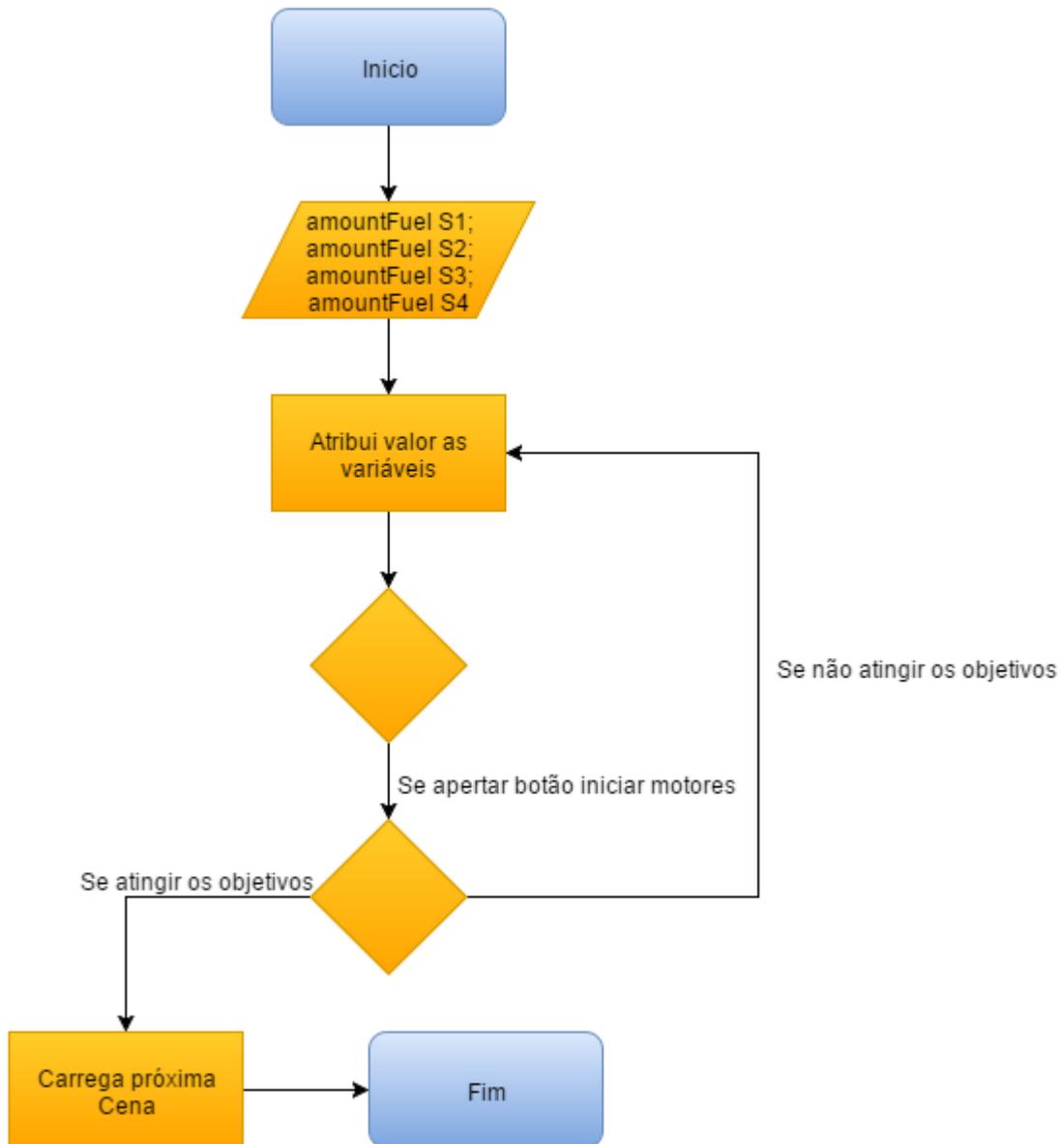
Figura 22 - Diagrama de blocos Cena Menu inicial

Fonte: Elaborada pelo autor

O segundo fluxo é da Cena de lançamento do foguete, Figura 23. Após carregar a Cena, o sistema inicia as variáveis de entrada que deveram ser preenchidas com valores de combustível predefinidos já descritos anteriormente. Após preenchimento dos dados das variáveis de entrada, o sistema aguarda a inicialização dos motores.

Após iniciar os motores, o sistema verifica se o jogador atingiu ou não os objetivos da missão, caso não o fluxo volta para a atribuição de valores as variáveis, caso seja concluída corretamente o sistema carrega a próxima Cena e finaliza o fluxo

Figura 23 - Diagrama de blocos Cena Lançamento



Fonte: Elaborada pelo autor

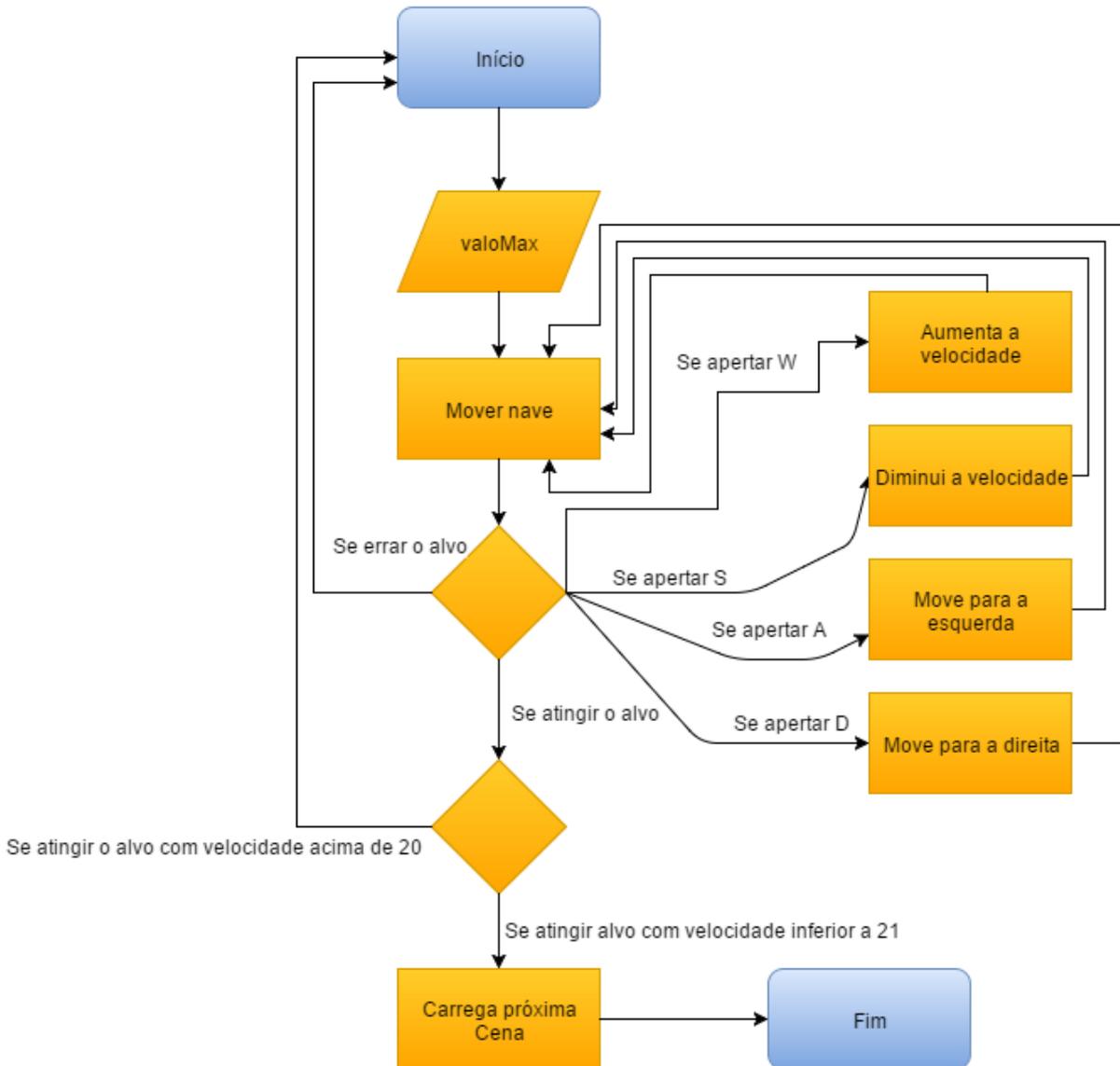
O fluxo da Cena de acoplamento, Figura 24, inicia a variável de entrada VeloMax que é usada como valor de referência para aceleração e desaceleração do modulo espacial.

O sistema possui um valor mínimo de velocidade que é somado ao valor da variável VeloMax e por sua vez move a nave para frente constantemente.

O sistema verifica se o usuário apertou uma das 4 teclas de movimentação: W, acelera, S, Reduz a velocidade, A, move para a esquerda e D, move para a direita.

Também é verificado se o jogador acertou o alvo ou não, caso não acerte o fluxo retorna para o início, caso acerte é feita uma nova verificação, se o usuário atingir com velocidade superior a 20 Km (velocidade fictícia utilizada nesta Cena), o fluxo retorna para o início, caso não, o sistema carrega a próxima Cena.

Figura 24 - Diagrama de blocos Cena Acoplamento



Fonte: Elaborada pelo autor

Por fim, o último fluxo descrito neste trabalho, Figura 25, representa as Cenas de exploração dos corpos celestes, ou seja, este fluxo serve para todas as Cenas de exploração.

Após o início do fluxo, o sistema começa a decrementar a vida do jogador constantemente caso não ocorra nenhuma ação.

Se a vida do jogador chegar a zero o sistema carrega a Cena de game over e finaliza o fluxo.

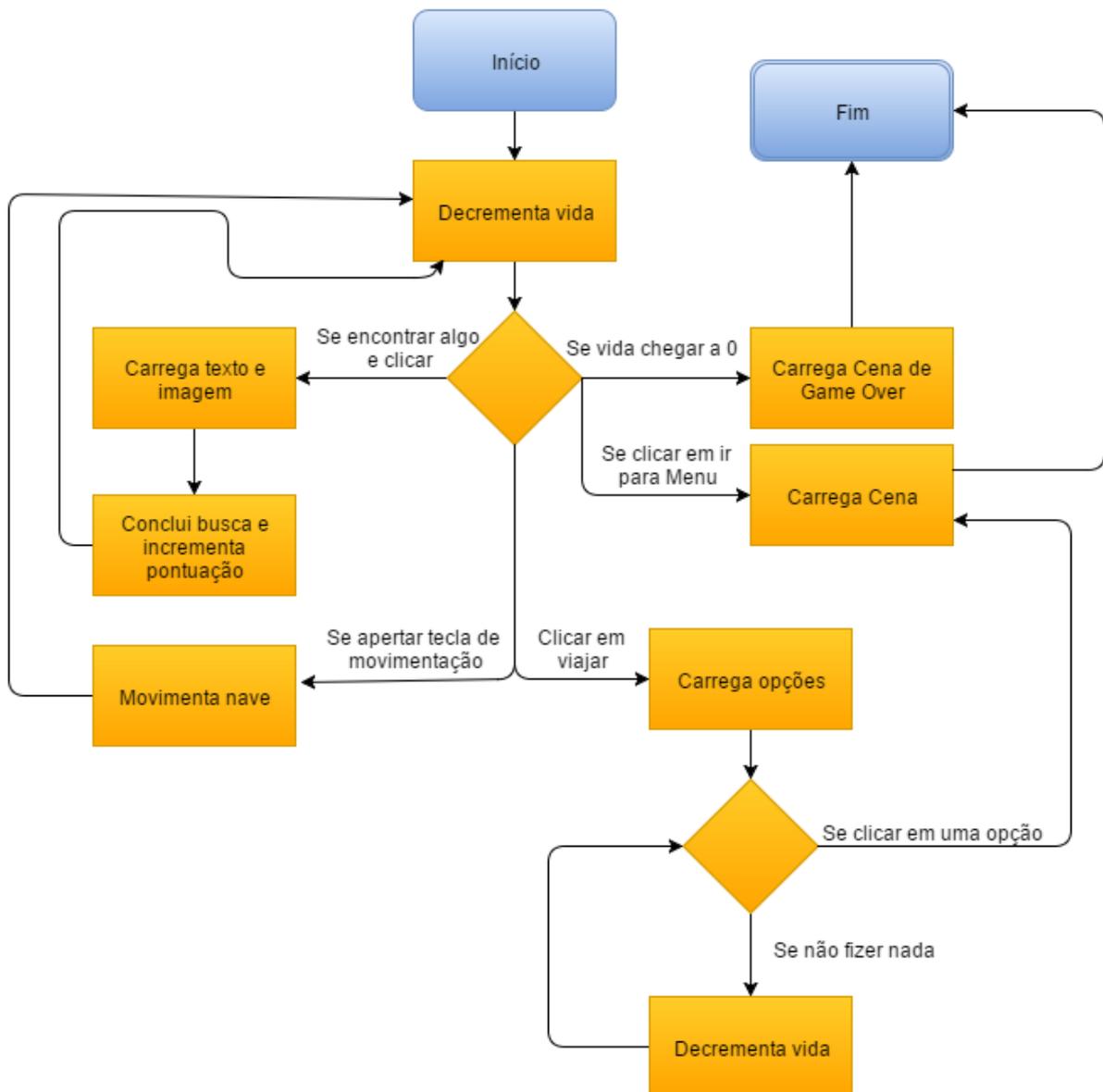
O outro ponto de decisão é caso o jogador encontre algo, neste caso o sistema carrega o texto e caso exista, carrega a imagem. Em seguida conclui a busca e adiciona a pontuação, voltando para o processamento de decrementar da vida.

O próximo ponto de decisão é quando o usuário clica no botão de leva o jogador para o menu inicial, o sistema carrega a Cena e finaliza o fluxo.

Caso o jogador clique em alguma das setas do teclado o sistema move a nave.

A última decisão a partir do processamento de decrementar a vida é quando o jogador clica no botão viajar. O sistema carrega as opções de viagem e caso não ocorra a escolha de uma opção fica decrementando a vida. Quando seleciona o sistema carrega a Cena e finaliza o fluxo.

Figura 25 - Diagrama de blocos Cena Exploração



Fonte: Elaborada pelo autor

4 VALIDAÇÃO

Com o intuito de avaliar o uso do jogo como ferramenta de apoio a educação, foram feitas pesquisas de opinião com grupos de alunos e professores. Quatorze alunos, todos em cursos de graduação tecnológica, voluntariaram-se para a entrevista e sete professores, sendo uma aposentada de ensino médio, uma ex-professora de nível básico e os demais professores universitários de cursos de tecnologia. Buscou-se mesclar turmas, períodos e áreas de conhecimento diferentes para simular a flexibilidade que o jogo apresenta.

Para poder mensurar a opinião dos voluntários, foi desenvolvido um questionário com dez questões de múltipla escolha e uma questão de livre opinião para descreverem pontos de vistas sobre o jogo, questionário e assunto abordado. As questões de múltipla escolha continham três possibilidades de escolha (sim, não e talvez), permitindo levantar quantitativamente os resultados, que estão contidos na Figura 24 e 25, que é consultada em conjunto com Figura 23, que é o questionário.

Figura 26 - Questionário

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
NATAL – RN

QUESTIONÁRIO

O presente questionário tem por objetivo levantar algumas respostas sobre a ferramenta proposta, uso de ferramentas educativas e avanços nas metodologias de ensino. O questionário é dividido em três partes, sendo a primeira voltada a jogabilidade, a segunda ao objetivo fim e a última sobre ferramentas metodológicas.

Parte 1

1 – Em relação as telas do jogo, você acha que os modelos 3D estão bons?
Sim () – Não () – Talvez ()

2 – A performance do jogo está boa, ou apresenta problemas de desempenho?
Sim () – Não () – Talvez ()

3 – A dinâmica do jogo é inicialmente linear e logo após não linear, você acha que esta abordagem ficou bem estruturada, conseguindo na fase linear retirar a necessidade de o professor ter conhecimento prévio de astronomia e afins?
Sim () – Não () – Talvez ()

4 – O balanceamento do jogo (Desafios e recompensas) está bem estruturada?
Sim () – Não () – Talvez ()

Parte 2

5 – Você compreendeu bem o objetivo do jogo em ser uma ferramenta de apoio a educação?
Sim () – Não () – Talvez ()

6 – Você acha que a estrutura das fases e desafios propostos no jogo abordam bem os objetivos?
Sim () – Não () – Talvez ()

7 – Você apoia a utilização deste jogo após alguns ajustes em sala de aula?
Sim () – Não () – Talvez ()

Parte 3

8 – Com a constante evolução das tecnologias que alteram muitas vezes os padrões sociais, você acha importante que as metodologias de ensino acompanhem estas mudanças?
Sim () – Não () – Talvez ()

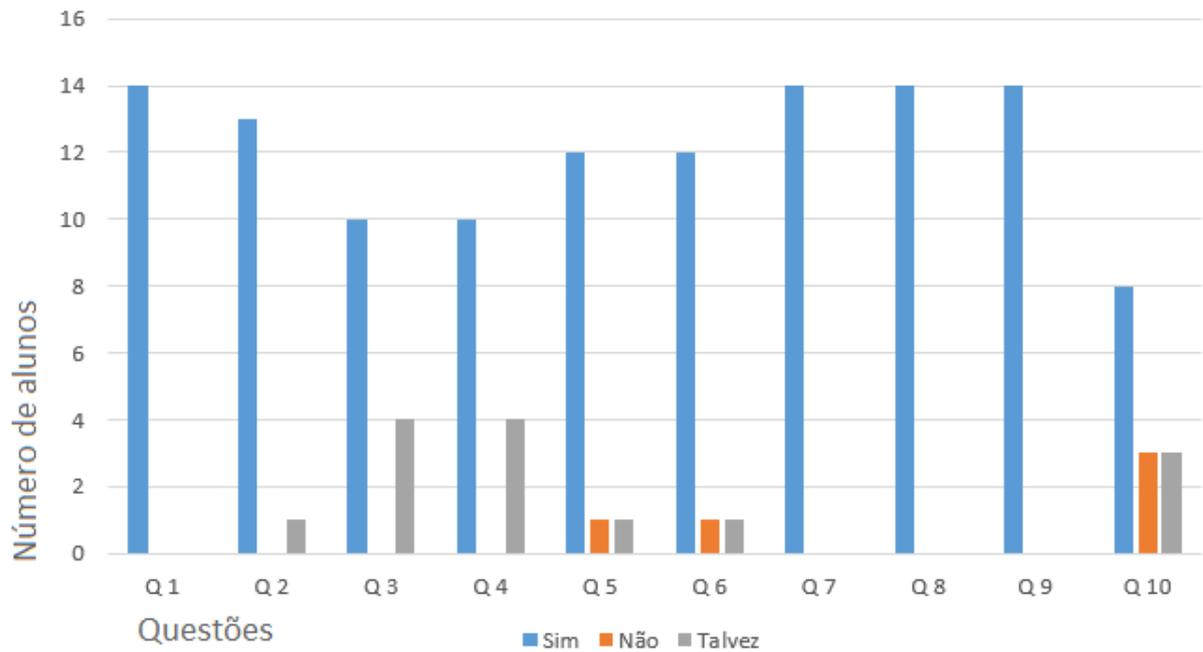
9 – A utilização e desenvolvimento de jogos digitais está crescendo nos últimos anos, você apoia a utilização deste tipo de ferramenta no apoio ao ensino?
Sim () – Não () – Talvez ()

10 (Alunos) – Você já jogou algum jogo, que mesmo não sendo educativo abordou algum conteúdo que você estuda ou já estudou?
Sim () – Não () – Talvez ()

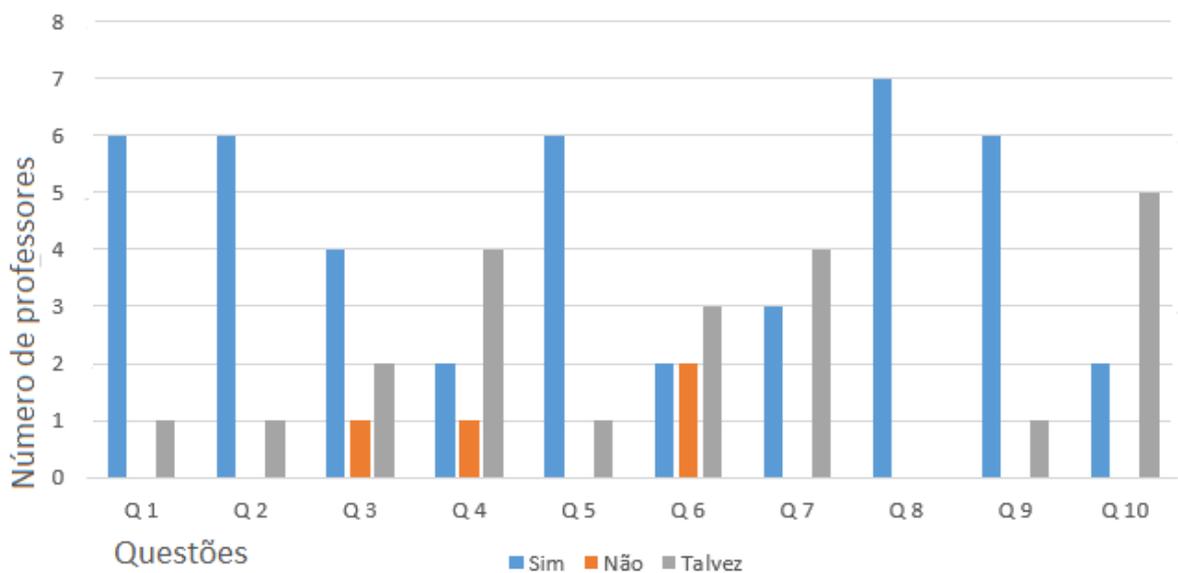
10 (Professores) – Você já utilizou algum jogo, mesmo não sendo caracterizado como educativo, em sala de aula?
Sim () – Não () – Talvez ()

11 – Área livre para opiniões:

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 27 - Dados estatísticos da pesquisa com alunos

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 28 - Dados estatísticos da pesquisa com professores

Fonte: Elaborada pelo autor

As questões foram analisadas através dos dados quantitativos e qualitativamente com base nas respostas da questão 11. Foi feita também a análise qualitativa. As quatro primeiras questões buscaram saber dos entrevistados se a

dinâmica, comportamento da ferramenta, balanceamento entre desafios e recompensas e performance estão bem definidos e estruturados. Observa-se na Q3 um número maior de respostas “não” e “talvez”, principalmente no questionário dos professores que citaram que mesmo com a ferramenta tentando apresentar os conceitos físicos intuitivamente, é preciso o professor também ter conhecimento prévio para sanar possíveis dúvidas que surjam. Outra grande discrepância foi na Q4, onde os professores relataram que é preciso melhorar o sistema de recompensas da ferramenta, principalmente das fases lineares, que foi considerada muito complexa para poucas recompensas.

O conjunto de questões Q5, Q6 e Q7 tem por objetivo quantificar o entendimento dos objetivos da criação do jogo pelos entrevistados e saber se estes objetivos foram bem explorados no jogo. Pode ser observado na Figura 25, o alto número de respostas não que foram iguais às de sim. O principal motivo destes resultados foi a falta de usabilidade descrita por uma grande parcela dos professores, motivada principalmente pela falta de algumas telas de explicação mais aprofundada dos objetivos de cada fase. Comparando-se os resultados da questão 7 da Figura 25 e 26, pode ser observado a variação dos resultados dos dois grupos de entrevistados. O primeiro grupo (alunos), mostrou-se bastante receptivo ao uso do jogo proposto bem como outros tipos de tecnologias educativas. Porém alguns professores mostraram-se duvidosos sobre o uso deste tipo de ferramenta, principalmente os professores de outras áreas, como humanas.

Por fim, as três últimas questões buscam saber a opinião dos entrevistados sobre a necessidade de mudanças metodológicas em uma sociedade com tecnologias que a alteram drasticamente e cada vez mais rápido, demandando sua adaptação a estas realidades que vão surgindo, levantar a opinião sobre a utilização de jogos como ferramenta de apoio educativo e saber se já jogaram (para os alunos) ou utilizaram em sua dinâmica escolar (para os professores) algum jogo que aborda assunto ministrados em sala de aula.

Ambos grupos entrevistados, demonstraram apoio ao uso de jogos educativos, bem como outras ferramentas tecnológicas no suporte educacional, porém na Q10 observa-se que um número relevante de alunos nunca jogou ou não lembrava se algum professor já usou jogos em sua dinâmica acadêmica. Já os professores a responder esta mesma questão, relataram que já utilizaram bastantes ferramentas de

apoio. Entretanto, como esta questão não especificava se eram jogos digitais, alguns professores não souberam responder afirmativamente se já usaram.

Os resultados obtidos nestas três últimas questões foram bastantes positivos, mostram a possibilidade que o jogo proposto possui de tornar-se uma ferramenta com capacidade e eficiência no apoio ao ensino.

A pesar da dificuldade de mensurar os dados da Q11, por não possuir dados quantitativos que possam ser recuperados, é possível através de observação detalhada das respostas, observar a necessidade de melhorar e expandir as dinâmicas e estruturas fundamentais do jogo para permitir sua real e efetiva utilização. Porém, também pode ser observado que a ferramenta foi aceita, mesmo não estando de acordo com todas as necessidades que ela se propôs a sanar, para ser um agente de mudanças metodológicas.

Por fim, pode-se afirmar que o jogo precisa de várias melhorias em sua dinâmica, nos seus desafios e recompensas, desenvolvimento de uma interface gráfica mais agradável para o professor inserir conteúdo. Entretanto, segundo os objetivos traçados para o mesmo, todos foram atendidos, pois a ferramenta mostrou que pode ser um apoio aos professores, e que após alguns ajustes pode ser uma ferramenta que motive o interesse do aluno a se dedicar e facilitar a compreensão de disciplinas consideradas entediantes e difíceis.

O Apêndice A contém as respostas da questão 11 que foram respondidas.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Pretende-se continuar o desenvolvimento do projeto, realizando uma nova análise da estrutura dos scripts, adaptando todos para o paradigma orientado a objeto, melhorar os comentários dos scripts e colocar comentários em inglês juntamente com o português, redefinir se necessário a estrutura do jogo e definir mais claramente formas de utilização da ferramenta, também implementar um sistema *multi-agente*, que auxilie o jogador com dicas e melhorar a interfase de interação do professor com a plataforma.

Estes objetivos citados para o futuro do projeto são referentes ao tipo de licença e interesse de uso da ferramenta. Como pretende-se que está seja utilizada eficientemente como apoio ou até mesmo incentivadora de novas metodologias, será necessário executar as mudanças e melhorias propostas para que outros desenvolvedores colaborem em sua evolução e adaptação continua a realidade em que a ferramenta se encontrar.

A criação e desenvolvimento das melhorias com ênfase no sistema *multi-agente* também será utilizado como proposta para futuros projetos, onde espera-se que a plataforma consiga mais visualização e importância.

Por fim, afirmo a necessidade de mais incentivos ao desenvolvimento e pesquisas de ferramentas educacionais, não apenas como um ramo paralelo das empresas e desenvolvedores autônomos, mas como a atividade principal. Desta forma será possível tirar os jogos digitais educativos do patamar de primo feio dos jogos ditos legais e torna-los igualmente divertidos e interessantes.

REFERÊNCIAS

CORRÊA., Ana Grasielle Dionísio. **Jogos Educacionais para TV Digital Interativa**. In: 2 congresso brasileiro de recursos digitais na educação, 2, 2013.

COSTA, A. T; LUCIANO, A. P. C; MOITA, F. M. G. S. C. **Análise do game Memória Eficiente: contribuição pedagógica e mediação tecnológica**. In: 2 congresso brasileiro de recursos digitais na educação, 2, 2013.

FRANCISCO, R. H. P. Viajantes do Espaço. **USP, 2002. Disponível em:** <http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_10/viagemespacial.html>. **Acesso em: 10 Mar. 2015.**

KHANACADEMY. Khan Academy BR. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/>>. Acessado em: 21 Dez. 2015.

KSP. Disponível em: < <https://kerbalspaceprogram.com/en/>>. Acessado em: 06 Set. 2013

MIONE, A. C. **Introdução à Astronomia e Astrofísica** (Inpe-7177-pud/38). São João dos Campos; INEP. 2003.

NASA. Disponível em: <<http://www.nasa.gov>>. Acesso em: 15 abr. 2015, 09:12.

NASA. Definitions of geocentric orbits from the Goddard Space Flight Center. Disponível em: <<http://gcmd.nasa.gov/User/suppguide/platforms/orbit.html>>. Acesso em: 22 de dez. 2013.

O UNIVERSO. Produção de Louis C. Tarantino e Douglas J. Cohen. Flight 33 Productions, LCC For History, 2007. 8 DVD's.

PRADO, R. C; JUSTO, R. A; MANFIO, É. R; PEREIRA, F. A; FERRARI, S; TUTIA, M; VALBACILLI, V. **O Uso de Jogos Eletrônicos no Ensino Fundamental**. In: 2 congresso brasileiro de recursos digitais na educação, 2, 2013.

SANTANA, Alan, SIGNORETTI, Alberto; MESQUITA, Hugo. **Plataforma para jogos rpg educativos para dispositivos móveis com o framework MOAI**. In: Salão PIBITI, 2014, Mossoró.

SAVI, R. Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios. **Cinted-UFRGS, Novas Tecnologias na Educação, 2008.**

SCRATCH. Disponível em: <<https://scratch.mit.edu/>>. Acessado em: 21 Dez. 2015.

SKETCHUP. Disponível em: < <https://www.sketchup.com/pt-BR/download>>. Acessado em: 21 Dez. 2015.

SMARTE KIDS. Disponível em: < <http://www.smartkids.com.br/jogos-educativos/matematica.html>>. Acesso em: 01 mai. 2015, 18:55.

SOARES, L. H. **Aprendizagem Significativa na Educação Matemática: uma proposta para a aprendizagem de Geometria Básica**, 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal da Paraíba.

SPRINGER, Kalina Salaib; SOARES, E. G. **A PEDAGOGIA DE PROJETOS COMO ALTERNATIVA METODOLÓGICA ÀS PRÁTICAS TRADICIONAIS NO ENSINO DE GEOGRAFIA**. In: VIII Congreço nacional de educação EDUCARE, 8, 2008.

TOONDO. Disponível em: <<http://www.toondoo.com/>>. Acessado em: 21 Dez. 2015.

UNITY. Unity 5. Disponível em:

<<http://unity3d.com/pt/5?gclid=Cj0KEQiAwNmzBRCaw9uR3dGt950BEiQAnbK963PrsM65Qehd3622yhKa7PWuHcEWLOze6-Y28rAto84aAkwk8P8HAQ>>. Acessado em: 21 Dez. 2015.

YOUTUBE, YouTube EDU BR. Disponível em:

<https://www.youtube.com/channel/UCs_n045yHUiC-CR2s8Ajlwg>. Acessado em: 21 Dez. 2015.

APÊNDICE A – Respostas da questão 11

Respostas dos alunos:

CAINARA MARINA DOS SANTOS SILVA:

“No início o jogo mostrou-se complicado de entender mais no decorrer do mesmo ouve uma maior compreensão. “

HUGO LEONARDO DE LIMA OLIVEIRA:

“Na questão 4 tratar dos desafios de forma mais dinâmica não apenas com cliques nos planetas. Explorar os planetas como se o jogador estivesse dentro do jogo. Ir no planeta procurar informações por eles, podendo o usuário cair em buracos e coisas do tipo. “

MOABERDÁ GOMES FREIRE:

“Para a questão 6 se tiver as telas de fundamentação ficará mais bem mais claro o objetivo. “

SERAFIM DO NASCIMENTO JUNIOR:

“O jogo é de grande importância para facilitar o aprendizado de conceitos do sistema solar além de iniciar o aluno no ramo da Engenharia Espacial. Possivelmente, isto estimulará o seu interesse em Astronomia, Astrofísica, Física, Geografia e muitas outras áreas correlatas permitindo-o ir além da sala de aula, pois a sua curiosidade sobre o que está além da terra e dentro dela será aguçada. Portanto, este jogo educacional contribui significativamente para o crescimento educacional do aluno. Parabéns, Alan! :D “

EDILENE ANDRÉ ALVES:

“Gostei bastante por que da possibilidade da conexão aluno professor. Pois permite que o professor crie sua própria metodologia. Os professores estão ainda arcaicos no conhecimento de informática e está ferramenta incentivando o mesmo a aprender. “

LEANDRO MAGNO SOARES SENA:

“Implementar as instruções para melhor entendimento dos objetivos do jogo. ”

MARCELO FERREIRA MOTA JÚNIOR:

“O uso de ferramentas nas utilizações de tecnologias na educação é benéfico, pois além de facilitar a compreensão dos conteúdos, o aluno em si, se interessa mais em aprender disciplinas consideradas difíceis, como: Matemática, Física e até mesmo Química. ”

MARCELO AFONSO DA SILVA:

“Gostei da ideia do professor inserir as informações, mas seria melhor que ele pudesse criar seus próprios desafios. ”

RAFAEL DA TRINDADE SILVA:

“Sugiro que pudesse aproximar mais do planeta e até entrar no mesmo. ”

FRANCISCA LEÍZIA DE MEDEIROS NASCIMENTO:

“Melhoria do sistema de desafios e recompensa, colocar mais corpos celestes. ”

Respostas dos professores:

PAULO PORTO:

“Melhoria da usabilidade, criação de assistentes, verificar mais dinamismo nos botões e interações”

CARLOS ANDRÉ:

“Para responder algumas questões é necessário mais tempo de utilização do jogo”

JOSEFA MARIA:

“Jogo muito interessante e satisfatório. ”

ALBA COELHO:

“Jogo bastante interessante, mas necessita de mais melhorias para ser usado por professores de diferentes áreas, pois não entendi bem como usá-lo.

Questão 3: Acredito que o professor tenha que ter sim conhecimento prévio, mesmo que seja básico.

Questão 4: Está bem feito, porém a inserção de mais desafios tornaria o jogo mais estimulante.

Questão 7: Sou professora de história, não sei bem como inserir o jogo em minhas aulas, mas gostei muito da proposta, talvez com mais algumas modificações ele poderia ser usado até em outras disciplinas. ”