

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação e Docência - PROMESTRE

Laryssa Cristine Cardoso Oliveira

**JOGO DIDÁTICO “CONNECTA CHRONOS”: o desenvolvimento e construção de
um game destinado a museus e centros de ciências**

Belo Horizonte

2022

Laryssa Cristine Cardoso Oliveira

JOGO DIDÁTICO “CONNECTA CHRONOS”: o desenvolvimento e construção de um game destinado a museus e centros de ciências

Versão Final

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino e Docência da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação e Docência.

Linha de pesquisa: Educação em Museus e Divulgação Científica

Orientadora: Profa.Dra. Adlane Vilas Boas

Belo Horizonte
2022

Ficha Catalográfica

O48j
T

Oliveira, Laryssa Cristine Cardoso, 1993-

Jogo didático "Conecta Chronos" [manuscrito] : o desenvolvimento e construção de um game destinado a museus e centros de ciências / Laryssa Cristine Cardoso Oliveira. - Belo Horizonte, 2022.

134 f. : enc, il., color.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientadora: Adlane Vilas Boas Ferreira.

Bibliografia: f. 116-120.

Apêndices: f. 121-131.

Anexos: f. 132-134.

1. Universidade Federal de Minas Gerais -- Museus -- Teses. 2. Universidade Federal de Minas Gerais -- Espaço do Conhecimento -- Aspectos educacionais -- Teses. 3. Conecta Chronos (Recurso eletrônico) -- Teses. 4. Educação -- Teses. 5. Museus -- Aspectos educacionais -- Teses. 6. Museus -- Divulgação científica -- Teses. 7. Museus e escolas -- Teses. 8. Ciência -- Estudo e ensino -- Teses. 9. Ciência -- Estudo e ensino -- Métodos de ensino -- Teses. 10. Evolução (Biologia) -- Teses. 11. Tecnologia educacional -- Teses. 12. Inovações educacionais -- Teses. 13. Jogos educativos -- Teses. 14. Jogos da internet -- Teses. 15. Ensino auxiliado por computador -- Teses. 16. Ensino visual -- Teses. 17. Divulgação científica -- Teses.

I. Título. II. Ferreira, Adlane Vilas Boas. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 371.3078

Catalogação da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP



ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA LARYSSA CRISTINE CARDOSO OLIVEIRA

Realizou-se, no dia 24 de fevereiro de 2022, às 10:00 horas, por Videoconferência, a 330ª defesa de dissertação, intitulada *Jogo Didático “Conecta Chronos”: o desenvolvimento e construção de um game destinado a museus e centros de ciências.*, apresentada por LARYSSA CRISTINE CARDOSO OLIVEIRA, número de registro 2019653707, graduada no curso de CIENCIAS BIOLOGICAS/NOTURNO, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Adlane Vilas Boas Ferreira - Orientador (UFMG), Prof(a). Sibelle Cornélio Diniz da Costa (UFMG), Prof(a). MARINA ASSIS FONSECA (UFMG).

A Comissão considerou a dissertação:

(X) Aprovada

() Reprovada

() Aprovada com indicações de correções

A Banca sugeriu e o candidato acatou a mudança do título da dissertação para:

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 24 de fevereiro de 2022.

Prof(a). Adlane Vilas Boas Ferreira (Doutora)

Prof(a). Sibelle Cornélio Diniz da Costa (Doutora)

Marina Assis

Fonseca:00232142602

Assinado de forma digital por
Marina Assis Fonseca:00232142602
Dados: 2022.02.28 17:23:42 -03'00'

Prof(a). MARINA ASSIS FONSECA (Doutora)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP



FOLHA DE APROVAÇÃO

Jogo Didático “Conecta Chronos”: o desenvolvimento e construção de um game destinado a museus e centros de ciências.

LARYSSA CRISTINE CARDOSO OLIVEIRA

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, área de concentração ENSINO E APRENDIZAGEM.

Aprovada em 24 de fevereiro de 2022, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Adlane Vilas Boas Ferreira - Orientador
UFMG

Prof(a). Sibelle Cornélio Diniz da Costa
UFMG

Marina Assis

Fonseca:00232142
602

Assinado de forma digital por
Marina Assis
Fonseca:00232142602
Dados: 2022.02.28 17:22:50
-03'00'

Prof(a). MARINA ASSIS FONSECA
UFMG

Belo Horizonte, 24 de fevereiro de 2022.

AGRADECIMENTOS

Que felicidade! Mais um ciclo se fecha diante de tantas mudanças! Agradeço imensamente à minha família: minha mãe Simone, meu pai Jorge e ao meu irmão Marcello, por terem sido porto seguro, ombro amigo, motivação e luz diante de todos os meus trajetos e formação. Dedico este trabalho a vocês!

Agradeço a Deus e à espiritualidade, por terem sido motivo de resiliência e força para que eu desse continuidade aos meus sonhos e projetos diante de todos os desafios.

Agradeço aos meus grandes amigos Fabrício e Izadora pela partilha de ideias, apoio e contribuições para este projeto.

Agradeço à minha orientadora Adlane pelo apoio, pelos conhecimentos compartilhados, pela empolgação, pelas orientações, puxões de orelha, confiança e paciência, além de ter acolhido a minha proposta no seu projeto submetido ao CNPQ, só assim poderíamos ter condições de desenvolver este trabalho.

Agradeço também aos professores do PROMESTRE da Faculdade de Educação da UFMG, em especial a professora Marina participante da banca de qualificação e aos professores que atuaram como consultores do projeto: Fabrício, Maurício, Rubens e Glaucinei.

Agradeço com muito carinho à Sibelle, coordenadora do departamento de ações educativas do Espaço do Conhecimento pela acolhida desde o início do projeto, pela confiança, partilha de conhecimentos e apoio. Agradeço a toda a equipe do Espaço do Conhecimento UFMG que contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço com muito carinho aos artistas 3d, programadores e designers de jogos Igor e Pedro, vocês foram essenciais para o desenvolvimento dessa grande empreitada! Agradeço também às participações da Renata e do Pedro Henrique, na contribuição para o design do jogo e trilha sonora.

Agradeço a todos os meus colegas de classe pela partilha de conhecimentos, de informações, histórias e apoio mútuo.

“(...) From the day we arrive on the planet
And, blinking, step into the sun
There's more to see than can ever be seen
More to do than can ever be done
There's far too much to take in here
More to find than can ever be found
But the sun rolling high
Through the sapphire sky
Keeps great and small on the endless round (...)”

“Circle of life”

Elton John, Lebo M., Tim Rice

Walt Disney, Mercury

A arte que vive em mim viu tanta beleza
na vida e no estudo dela, que ambas
as áreas em meu coração são indissociáveis.

Resumo

Os museus e centros de ciências estão passando por um processo de ressignificação, o qual é evidenciado pelos esforços que estas instituições têm feito para aproximar o público. Levando em consideração que as gerações atuais nasceram ou cresceram em contato com o advento das novas tecnologias e que a educação precisa passar por transformações a fim de atender este novo público, os nativos digitais, torna-se relevante que se invista em novas abordagens e em novos recursos com o propósito de tornar o processo de aprendizado mais profícuo nesses espaços e com possível repercussão em espaços formais de educação. No sentido de contribuir com este propósito, este estudo teve como objetivo desenvolver um jogo educativo digital destinado ao Espaço do Conhecimento UFMG. Tendo como base os modelos de Design de Jogos Digitais Educacionais e as recomendações para o desenvolvimento de jogos destinados a museus, foi construído o jogo Conecta Chronos que tem a intenção de dialogar com as exposições permanentes do Espaço que se relacionam com os temas Origem do planeta Terra, Origem da Vida, Evolução dos Seres Vivos e Viagem no Tempo. O protótipo do Conecta Chronos é apresentado na fase em que o Game Design Document (GDD), os mapas, interface e elementos do jogo foram desenvolvidos para esta versão inicial. Sua implementação no site do Espaço do Conhecimento UFMG possibilitará seu direcionamento para a fase alfa, em que jogadores e especialistas avaliam sua experiência com o jogo com a intenção de encontrar problemas que possam ser resolvidos e, assim, passar por melhorias para sua validação final. Tem-se a expectativa que o jogo possa ser instalado como um totem no Espaço, mas sendo um jogo digital disponibilizado na Internet, também há previsão do seu uso em espaços formais de educação e dispositivos pessoais dos jogadores. A pesquisa desenvolvida buscou a produção de um jogo coerente com o local a que ele se destina, proporcionando experiências de valor lúdico, sinestésico, interativo e de aprendizado, ampliando as ações educativas daquele espaço. Ademais, este trabalho contribuiu também, para ampliar a literatura acerca de jogos digitais educacionais produzidos para museus e espaços de ciências e contribuir para o processo de desenvolvimento de jogos em outros espaços museais.

Palavras chave: Museus e espaços de ciências, Desenvolvimento de Jogos Digitais Educacionais, Ensino de evolução, Divulgação científica.

Abstract

Museums and science centers are undergoing a process of resignification, which is evidenced by the efforts these institutions have made to bring the public closer to Museums. Taking into account that current generations were born or grew up in contact with the advent of new technologies and that education needs to undergo transformations in order to serve this new audience, the digital natives, it becomes relevant to invest in new approaches and in new resources with the purpose of making the learning process more fruitful in these spaces and with possible repercussions in formal education spaces. In order to contribute to this purpose, this study aimed to develop a digital educational game for the Espaço do Conhecimento UFMG. Based on the Educational Digital Game Design models and recommendations for the development of games for museums, the Conecta Chronos game was created, which aims to dialogue with the permanent exhibitions for the destination place that relate to the Origin of Earth, Origin of Life, Evolution of Living Beings and Time Travel. The Conecta Chronos prototype is presented at the stage where the Game Design Document (GDD), maps, interface and game elements were developed for this initial version. Its implementation on the Espaço do Conhecimento UFMG website will allow it to be directed to the alpha phase, in which players and experts evaluate their experience with the game with the intention of finding problems that can be solved and, thus, undergoing improvements for their final validation. It is expected that the game can be installed as a totem in the Espaço do Conhecimento UFMG, but being a digital game available on the Internet, there is also provision for its use in formal education spaces and players' personal devices. The research developed aimed to produce a game consistent with the place it is intended for, providing experiences of playful, synesthetic, interactive and learning value, expanding the educational actions of that space. In addition, this work also contributed to expand the literature on educational digital games produced for Museums and Science Spaces and contribute to the process of developing games in other museum spaces.

Key Words: Museums and Science Spaces, Development of Educational Digital Games; Evolution teaching; Scientific divulgation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pirâmide de Aprendizagem de William Glasser - Teoria da Escolha (2001)	35
Figura 2 - Tétrade Elementar proposta por Schell (2011)	38
Figura 3 - Pentágono Elementar proposta por Schell 2011 Apud Leite, Mendonça 2013	42
Figura 4 - Exposição Extratos do Tempo - Espaço do conhecimento da UFMG	45
Figura 5 - Fachada do Espaço do Conhecimento com exibição de documentários e filmes	46
Figura 6 - Espaço virtual do Espaço do Conhecimento UFMG	46
Figura 7 - Planetário do espaço do conhecimento UFMG	47
Figura 8 - Infográfico representando o perfil de gamers brasileiro	64
Figura 9 - Cena do Documentário Construindo o Planeta Terra - National Geographic ©	73
Figura 10 - Cena do Documentário Construindo o Planeta Terra - National Geographic ©	74
Figura 11 - <i>Thumbnail</i> do episódio 12 -série Nerdologia Ensina que fala sobre a Evolução Humana	75
Figura 12 - <i>Thumbnail</i> da parte 2 da série Evolução e Dispersão dos Hominídeos do Canal do Pirulla	75
Figura 13 - Infográfico da revista Superinteressante Ed. Setembro de 2002 - pág. 30	76
Figura 14 - Edições da Revista SUPERINTERESSANTE © Editora Abril que contribuíram para seleção de conteúdo do jogo	76
Figura 15 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos referente à animação que representa a formação do planeta Terra.	77
Figura 16 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos referente à animação que representa a formação dos oceanos.	78
Figura 17 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos. Parte da animação que representa as fumarolas nos oceanos.	78
Figura 18 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos referente à animação que representa a fauna e flora Ediacara.	79
Figura 19 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos referente à animação da fauna e flora do período Cambriano.	80
Figura 20 - Captura de Tela do jogo Conecta Chronos referente à animação da fauna e flora do período Devoniano.	80
Figura 21 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos referente à animação que da fauna e flora do período Jurássico.	81
Figura 22 - Cena do jogo Conecta Chronos, animação que representa os <i>Australopithecus</i> na savana africana.	82
Figura 23 - Ilustração do feedback ao jogador que não colocou respostas corretas.	84
Figura 24 - Ilustração do feedback ao jogador que indicou 25% das respostas corretas	85

Figura 25 - Ilustração do feedback ao jogador que indicou 50% das respostas corretas	85
Figura 26 - Ilustração do feedback ao jogador que indicou 100% das respostas corretas	86
Figura 27 - Feedback de 100% dos dados coletados.	86
Figura 28 - Representação da animação colisão com meteoros do protótipo do Jogo	87
Figura 29 - Representação da animação queda no buraco negro do protótipo do Jogo	87
Figura 30 - Design futurista baseado no estilo Retro Wave. e Cyberpunk. Artista: Evan Rhodes	90
Figura 31 - Design futurista baseado no estilo Retro Wave. Artista: Michal Kváč	90
Figura 32 - Captura de Tela da página de apresentação do Jogo Conecta Chronos	91
Figura 33 - Menu Inicial do Jogo Conecta Chronos	91
Figura 34 - Desenvolvimento dos elementos do jogo Conecta Chronos de acordo com a estética retro wave e cyberpunk	92
Figura 35 - Desenvolvimento dos elementos do jogo Conecta Chronos de acordo com a estética retro wave e cyberpunk	92
Figura 36 - Captura de tela da modelagem 3d de um ser vivo do gênero <i>Hallucigenia</i> do cenário do cambriano feita pelo artista 3d Igor Barbosa	99
Figura 37 - Captura de tela da modelagem 3d de um ser vivo do gênero <i>Hallucigenia</i> do cenário do cambriano feita pelo artista 3d Igor Barbosa	100
Figura 38 - Captura de tela do processo de modelagem no software MakeHuman do hominíneo Neandertal tendo como base uma referência	101
Figura 39 - Captura de tela do processo de modelagem no software MakeHuman do hominíneo <i>Homo erectus</i> .	101
Figura 40 - Captura de tela do processo de animação do objeto 3d representando a espécie <i>Archaeopteryx</i> para a cena do Jurássico.	102
Figura 41 - Captura de tela do processo de composição da cena das fumarolas no motor de games Unity.	102
Figura 42 - Cena do Jogo Conecta Chronos com Identificações na interface.	104
Figura 43 - Proposta de recurso gráfico indicando a linha do tempo para as versões futuras.	105

LISTA DE QUADROS E ESQUEMAS

Quadro 1 - Quadro de Gerações de norte-americanos e intervalo de seus nascimentos de acordo com o estudo de Novak 2011	25
Quadro 2 - Estilos de aprendizagem das gerações anteriores e recentes	27
Quadro 3 - Elementos Essenciais do Game Design	40
Quadro 4 - Elementos para motivação e atração para os jogadores	41
Esquema 1 - Documento de Game Design de Game Educacional	43

LISTA DE ABREVIATURAS

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

NEDUCOM - Núcleo de Educação e Comunicação em Ciências da Vida

BNCC- Base Nacional Comum Curricular

BNCC-EM - Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio

PROMESTRE - Mestrado Profissional Educação e Docência

CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

ICOM - Conselho Internacional de Museus

IBRAM - Instituto Brasileiro de Museus - Governo Federal

PGB - Pesquisa Gamer Brasil

PNEM - Política Nacional de Educação Museal

COVID - 19 *Corona Virus Disease - 19*

MAE-UFPR Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 Museus e Centros de Ciências	21
2.2 Aprendizagem nos Museus e processo de Mediação	22
2.3 Aprendizagem dos Nativos Digitais	25
2.4 Games, a atividade promissora	29
2.5 Tipos de Jogos: Diferenciando Jogos de Entretenimento x Jogos de Aprendizagem x Jogos de Museus	33
2.5.1 Jogos de Entretenimento	33
2.5.2 Jogos de Aprendizagem	34
2.5.3 Jogos museais	34
2.6 Jogos como ferramentas de aprendizagem	35
2.7 Design de Jogos	37
2.8 Elementos de Jogos Educacionais	41
2.9 Design de Jogos Educacionais	43
3. METODOLOGIA	45
3.1 Ambientação do Jogo e o Espaço do Conhecimento UFMG	45
3.2 Pesquisa do Público-alvo	48
3.3 Desenvolvimento de jogos educacionais digitais: um panorama geral	49
3.4 Desenvolvimento e design de jogos digitais educacionais para museus	52
3.5 Pesquisa do estado da arte e elaboração da estética do jogo	56
3.6 Recursos e tecnologias utilizadas para construção do protótipo do jogo	57
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1 Criação do Jogo “Conecta Chronos”	58
4.2 Design do Jogo Conecta Chronos	60
4.2.1 Objetivos e Metas do Jogo Conecta Chronos	61
4.2.2 O público-alvo	62
4.2.3 Desenvolvimento da Narrativa do Jogo Conecta Chronos	66
4.2.4 Desenvolvimento da Didática e Conteúdo do Jogo	73
4.2.5 Desenvolvimento dos Elementos da Dinâmica do jogo Conecta Chronos	84
4.2.6 Elaboração da Estética e Identidade Visual do Jogo	91

4.2.8 Desenvolvimento da mecânica	95
4.2.8 Desenvolvimento do suporte e da tecnologia do Jogo	99
4.2.9 Avaliações e sugestões para ajustes futuros	105
4.3 Avaliação qualitativa baseada em heurísticas de games educacionais digitais	110
4.4 Implementação do Jogo no Espaço do Conhecimento UFMG	114
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
6. REFERÊNCIAS	116
7. APÊNDICES	121
8. ANEXOS	132

1. INTRODUÇÃO

Diferentemente dos antigos Museus de Ciências em que as exposições aconteciam sobre um cenário de estrita contemplação e silêncio, em que obras intocáveis e de inestimável valor repousavam em suas redomas sob um olhar de um mediador que mais censurava comportamentos do que interagia com os visitantes, além de coleções praticamente permanentes que ofereciam pouca ou nenhuma novidade, os Museus e Centros de Ciências atuais estão se tornando inovadores. As novas características dos Museus e Centros de Ciências vão além da simples tendência de seguir o ritmo frenético do advento das novas tecnologias na sociedade, mas também da tendência de motivar a aproximação do conhecimento científico dos cidadãos.

Desta forma, contribuem para uma alfabetização científica por intermédio da popularização da ciência, divulgação científica e ações educativas que ocorrem nesses espaços, com a finalidade de estimular os indivíduos a compreender a ideia de mundo e o seu papel na sociedade. Estes espaços podem ainda contribuir para a formação de novos cientistas, permitindo que a sociedade continue progredindo cientificamente e tecnologicamente (SABBATINI, 2003; VALENTE et al, 2005; CHASSOT, 2006; JACOBUCCI, 2008).

Tendo em vista que o processo de formar cidadãos ativos, conscientes e transformadores faz parte dos objetivos da Educação, os Museus e Centros de Ciências tornam-se importantes aliados, podendo ser considerados por muitos pesquisadores como espaços não formais de ensino (MARANDINO, 2000; ROCHA; FACHÍN-TERÁN, 2010).

Estudos recentes têm demonstrado que as gerações que compreendem as faixas etárias dos educandos nos dias de hoje possuem uma forma diferente de aprender em relação às gerações passadas. As gerações atuais nasceram e cresceram em contato com a tecnologia e com seus dispositivos e equipamentos como computadores, videogames, internet e smartphones. Essas pessoas são chamadas de Nativos Digitais, enquanto aqueles das gerações de outrora, os quais foram inseridos nesse contexto após o advento das novas tecnologias, são considerados imigrantes digitais (PRENSKY, 2012; MATTAR, 2010; NOVAK, 2010).

Essas diferenças são suficientes para atribuir um estilo de aprendizado que é fundamental na forma como as pessoas constroem seus conhecimentos (PRENSKY, 2012). Segundo Mattar (2010), tais características podem gerar um problema no sistema educacional, tendo em vista que os docentes são imigrantes digitais e que normalmente aplicam métodos de ensino que remetem ao seu antigo processo de ensino aprendizagem. Considerando tal situação, é importante que as instituições de ensino reflitam sobre o seu método de ensino/aprendizagem e se adaptem às novas mudanças nos estilos de aprendizagem para que este processo se torne realmente profícuo.

Para isso, é preciso inovar no que tange às suas abordagens e ter à sua disposição recursos diversificados para atender a variedade das necessidades dos aprendizes. A autoeducação, a educação informal, a interatividade, o aprendizado gradativo, a preferência pela experiência e pela prática na educação são características marcantes do aprendizado dos nativos digitais e, portanto, é preciso pensar em recursos didáticos que atendam a esta demanda (BECK; WADE, 2006; MATTAR, 2010).

De acordo com diversos autores, os *games*, além de fazerem parte do dia a dia das crianças, dos adolescentes e dos jovens adultos, apresentam características eficazes no que concerne ao aprendizado dos nativos digitais. Isto porque se tratam de ferramentas que promovem o engajamento voluntário dos aprendizes, despertam interesse, evocam emoções e novas experiências de caráter lúdico e sinestésico e possibilitam a aproximação destes com o conteúdo a ser explorado de forma divertida e eficaz, podendo contribuir efetivamente para a melhoria da educação (PRENSKY,2012; MATTAR,2010).

Com os museus, tais tendências não podem ser diferentes, tendo em vista que essas instituições estão se consolidando de forma mais participativa na sociedade e para a sociedade, atuando também, dentre suas variadas performances, como espaço de educação. Portanto, é possível verificar que tais recursos já estão sendo integrados aos museus e centros de ciências tanto no espaço expositivo quanto em seu espaço virtual, com a finalidade de atrair as crianças e jovens para estes espaços e contribuir para a sua aproximação do conhecimento disponível em seus contextos (MARCOLINO, 2017).

Ainda que haja um vasto estudo sobre o design de jogos bem como os jogos educacionais e os processos de gamificação, podemos verificar uma certa incipiência no que tange ao desenvolvimento de jogos destinados a museus e centros de ciências. Embora existam alguns trabalhos que abordam recomendações para o desenvolvimento de jogos para o ambiente museal e análises acerca dos jogos digitais que são implementados tanto no ambiente expositivo do museu quanto no ambiente virtual dos Museus, há raríssimos estudos relacionados à descrição do processo de desenvolvimento de jogos à luz de tais recomendações e do design de jogos digitais simultaneamente (MARCOLINO, 2017; MARANDINO *et al*, 2016).

Tendo em vista que os Jogos Digitais possuem um grande potencial, evidenciado por diversos estudos científicos e psicológicos, na promoção do aprendizado e engajamento das gerações atuais, além da aproximação de tal público ao ambiente dos museus, analisar os jogos educacionais no contexto museal bem como desenvolver um jogo que atenda às especificidades desse espaço, torna-se um trabalho significativo e de potencial impacto. Este fato é ainda mais relevante considerando-se que a produção de um recurso educativo é requisito para conclusão do Mestrado do PROMESTRE e que há diversas lacunas na literatura a respeito da análise e desenvolvimento de jogos para Museus, e que essa escassa pesquisa relacionada ao tema compromete o desenvolvimento de jogos de forma eficaz nessas instituições, o presente projeto de pesquisa visa contribuir para a ampliação de estudos relacionados ao tema (MARANDINO, 2000).

A primeira ideia que me ocorreu neste sentido foi a criação de um jogo que abordasse os temas: origem do planeta Terra, a origem da vida e a evolução dos seres vivos. Talvez essa ideia tenha nascido devido à forte influência que tive desses mesmos assuntos, não apenas por ter me graduado em Ciências Biológicas e ter estudado estes conteúdos durante a minha formação, mas também devido ao contexto em que vivo já que sou uma moradora de um município, desde o meu nascimento, cujo contexto histórico é de muita relevância com relação à esses temas; Lagoa Santa faz parte da região que foi amplamente explorada pelo naturalista dinamarquês Peter Wilhelm Lund nas últimas décadas do século XIX, que, com o seu pioneirismo, descobriu milhares de evidências científicas que dizem respeito à espeleologia, a evolução dos seres vivos - principalmente a fauna que esteve presente no período pleistoceno - quanto características de grande

importância para o estudo da Botânica e Zoologia do bioma do cerrado (LANGGARD; JOHANIS, 1883).

Além de Peter Lund, a professora e pesquisadora francesa Annete Laming Emperaire, junto à sua equipe, liderou uma das suas expedições pelas grutas da região de Lagoa Santa na década de 70, onde descobriu um dos mais antigos fósseis humanos da espécie *Homo sapiens* da América latina, batizado como Luzia pelo biólogo Walter Alves Neves da USP, pondo em xeque descobertas anteriores que eram datadas como as mais remotas (WIKIPEDIA,2020).

Crescendo nesta cidade e neste contexto, a origem do planeta Terra, a origem da vida e a evolução dos seres vivos sempre foram temas bastante interessantes para mim. Sabemos que há uma relação entre estes conteúdos, porém eu gostaria de encontrar uma forma interessante de abordá-los; de acordo com as minhas experiências, tais assuntos sempre eram abordados de forma cronológica e documental e eu gostaria de abordar esses conteúdos de forma mais dinâmica e interessante. Assim, me ocorreu a teoria da “Viagem no Tempo”, tema que tanto fascina as gerações anteriores e também a presente, tal qual é a enorme quantidade de filmes, séries, documentários, desenhos animados e até mesmo jogos que abordam esta mesma teoria de forma fictícia e que faz tanto sucesso na indústria do entretenimento.

Com a possibilidade de participar de pesquisas na linha de Museus e Divulgação científica do Promestre, surgiu a ideia de implementar um jogo com os temas Origem do planeta Terra, Origem da Vida, Evolução dos Seres Vivos e Viagem no Tempo no Espaço do Conhecimento UFMG, um centro constituído pela parceria entre a UFMG e o Estado de Minas Gerais, cujo objetivo é divulgar o conhecimento científico e a construção de diversos saberes que conciliam a ciência, a cultura e arte (Espaço do Conhecimento UFMG, 2017). Assim, neste trabalho será descrita a criação do jogo Conecta Chronos, um recurso didático que pertencerá às ações educativas do Espaço, que poderá dialogar com as exposições permanentes ali dispostas bem como servir ao público escolar e em geral.

1.1 Objetivos

Este trabalho teve como objetivo pesquisar e desenvolver um jogo educativo para

ser aplicado no contexto de museus e centros de ciências, especificamente o Espaço do Conhecimento UFMG e promover a reflexão sobre o processo de construção de um recurso didático que apresente características engajadoras no processo de ensino-aprendizagem realizado nesses espaços.

Objetivos específicos:

- 1. Analisar o processo de Desenvolvimento de Jogos Digitais para Museus-** devido à incipiência dos estudos voltados para advento dos jogos digitais nos museus e à escassa bibliografia sobre o Design, Desenvolvimento e Implementação dos jogos digitais nos museus, este objetivo abará a análise do processo de desenvolvimento de jogos digitais museais.
- 2. Criar um recurso didático que relacione e integre os conteúdos do Jogo aos conteúdos já expostos no espaço do museu** - este objetivo foi sugerido pela coordenação das atividades educacionais do Espaço do Conhecimento da UFMG e permite que haja uma integração e diálogo entre os conteúdos das exposições. Dessa forma, o Jogo não se comporta como um item não relacionado, mas parte integrante da exposição museal, trazendo maior sentido e relevância para a sua implementação naquele espaço.
- 3. Desenvolver um recurso didático que divulgue conhecimentos científicos** - este objetivo reforça o sentido que os museus têm de atuarem como instrumentos de transformação social, pois é através da divulgação científica que se promove o acesso ao letramento científico, fator essencial para que os cidadãos compreendam conhecimentos essenciais para o entendimento de suas relações com o próprio corpo e com o meio em que vive, ampliando assim a sua visão de mundo.
- 4. Incentivar a participação e interação ativa do visitante ampliando e potencializando a oportunidade de se adquirir novos conhecimentos no Museu** - os museus possuem uma forma de educar que lhes são próprias, assim permitir que o visitante seja protagonista de seu conhecimento evitando que a mediação seja estritamente transmissiva assim como acontece nas instituições conhecidas como instituições de educação formal, permite que o

museu exerça sua contribuição na aquisição de conhecimento de forma diferenciada e exclusiva, promovendo a construção do conhecimento científico levando em consideração as experiências e bagagem que o visitante possui dos conteúdos abordados.

- 5. Incentivar a reflexão sobre a importância do Patrimônio Histórico, Patrimônio Cultural, Patrimônio Científico e Tecnológico e Patrimônio Genético** - considerando que tais processos são fundamentais para a construção ideológica dos museus e centros de ciências e que o patrimônio material e imaterial da humanidade são fundamentais para a construção de sua identidade e sensação de pertença, ao conectar gerações, cruzar influências, suscitar complementaridades e abrir o diálogo e cooperação entre as comunidades sociais, considerou-se relevante que o recurso didático abarcasse tais questões.
- 6. Permitir experiências lúdicas de valor sinestésico através do Jogo** - este objetivo corrobora o pensamento da importância do lúdico para a educação e a capacidade que as experiências sinestésicas têm de promover a associação de conteúdos e potencializar o aprendizado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

CONCEITUANDO MUSEUS, GAMES, PROCESSO DE APRENDIZAGEM DOS NATIVOS DIGITAIS, TIPOS DE JOGOS, JOGOS NO APRENDIZADO, ELEMENTOS DE JOGOS E DESENVOLVIMENTO DE JOGOS.

Neste capítulo serão abordados os conceitos de museus, os tipos de jogos que são relevantes para este trabalho, o conceito de nativos digitais e o porquê deste recurso ter se tornado importante no que concerne ao ensino aprendizado e porque esta tendência é promissora quando falamos da educação que é realizada em museus e centros de ciências.

2.1 Museus e Centros de Ciências

Para darmos início ao referencial teórico, consideramos relevante conceituar o espaço a que se destina o produto final desse estudo: os museus e centros de ciências.

De acordo com o Conselho Internacional de Museus (ICOM, do inglês *International Council of Museums*), um museu trata-se de:

o museu é uma instituição permanente, sem fins lucrativos, a serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, aberta ao público, que adquire, conserva, estuda, expõe e transmite o patrimônio material e imaterial da humanidade e do seu meio, com fins de estudo, educação e deleite (DESVALLÉES *et. al*, 2013. p.64).

Nesse sentido, podemos entender Museus como instituições que estão a serviço da sociedade no que tange a conservação, a investigação, a difusão e a exposição de diversos testemunhos materiais e mais recentemente, imateriais, da humanidade, atuando nos âmbitos do desenvolvimento da sociedade, para o deleite e a serviço da educação. Algumas leis, decretos e a Política Nacional de Museus (PNEM, 2003) acrescentam ainda algumas definições que abarcam o papel dessas instituições na esfera da sociedade brasileira, incluindo, além das características citadas pela ICOM, a importância da preservação, da diversidade, democratização desses espaços através da inclusão e da acessibilidade, como podemos observar na Lei nº 11.904, de 14 de janeiro de 2009, que instituiu o Estatuto de Museus, definindo-o como:

Consideram-se museus, para os efeitos desta Lei, as instituições sem fins lucrativos que conservam, investigam, comunicam, interpretam e expõem, para fins de preservação, estudo, pesquisa, educação, contemplação e turismo, conjuntos e coleções de valor histórico, artístico, científico, técnico ou de qualquer outra natureza cultural, abertas ao público, a serviço da sociedade e de seu desenvolvimento (BRASIL, 2009).

A questão da diversidade é enfatizada pela Política Nacional de Museus (PNEM), a qual foi instaurada em 16 de maio de 2003, ao definir os museus como “instituições que vão além de um imóvel estático, podendo ser denominados como “processos a serviço da sociedade”(PNEM, 2003). Também podem ser considerados como instâncias fundamentais para aprimorar a democracia, a inclusão social, a construção da identidade e do conhecimento, e a percepção crítica da realidade (BRASIL, 2009).

Ao longo de centenas de anos, os Museus foram sendo ressignificados, sofreram mudanças e aperfeiçoamentos até atingirem o cenário atual, no qual abarcam um vasto campo de atuação e de interesse, dirigindo-se para um caminho cada vez

mais empenhado à serviço da sociedade.

Portanto, podemos considerar, que os museus passam a assumir uma multiplicidade de tarefas e capacidades deixando de ser espaços passivos de acúmulo de objetos, para assumirem um papel importante na construção da identidade, na interpretação da cultura, no desenvolvimento da memória, na potencialização da educação dos indivíduos de uma sociedade, atuando também na alfabetização científica, fortalecendo a cidadania, promovendo o respeito à diversidade cultural e o pensamento crítico e possibilitando a qualidade de vida na contemporaneidade (BRASIL, 2009).

2.2 Aprendizagem nos Museus e processo de Mediação

Partindo das funções que o Museu passou a assumir ao longo dos anos, a função educativa, a aprendizagem e a mediação que ocorre nos museus são assuntos relevantes para este estudo.

A educação no espaço museal está interligada com a mobilização de saberes que se relacionam com o museu, tendo como finalidade de promover o desenvolvimento dos indivíduos por meio da integração dos saberes deste espaço, além de contribuir para o desenvolvimento de sensibilidades e a realização de novas experiências (DESVALLÉES *et. al*, 2013. p. 38-39).

No livro “Conceitos-Chave de Museologia” os autores destacam o estudo de Allard e Boucher (1998) *Éduquer au musée. Un modèle théorique de pédagogie muséale*, livremente traduzido para “Educação em Museus - Um modelo teórico da pedagogia museal”, que reforça a contribuição dos museus para a aprendizagem e aquisição de habilidades e conhecimentos quando definem ser a pedagogia museal como um departamento que elabora, implementa e avalia atividades educativas com o propósito da aprendizagem dos visitantes e aquisição de novos conhecimentos, habilidade e atitudes (ALLARD; BOUCHER 1998 apud DESVALLÉES *et al*, 2013. p. 39).

Marandino (2005) reforça o papel educacional dos museus, principalmente os museus de ciências, promovendo a socialização dos saberes acumulados tornando-os mais acessíveis aos visitantes:

Consideramos os museus de ciências espaços educacionais. Neles, as experiências vivenciadas se projetam para além do

deleite e da diversão. Programas e projetos educativos são gerados com base em modelos sociais e culturais. Seleções de parte da cultura produzida são realizadas com o intuito de torná-la acessível ao visitante. Como em qualquer organização educacional, processos de recontextualização da cultura mais ampla se processam possibilitando a socialização dos saberes acumulados (MARANDINO, 2005. p. 1).

Marandino *et al* (2016) destacam ainda as evidências de que há um compromisso cada vez maior dos museus com a educação a fim de tornar tais espaços propícios para a motivação, desenvolvimento de atividades, a promoção de diálogos e interações entre diversos grupos.

Museus são locais propícios para motivar, desenvolver atividades e estabelecer diálogos e interações entre grupos. Por esta razão, os museus dedicados a ciências naturais, os botânicos, entre outros espaços, possuem momentos de deleite, lazer e aprendizado, ao tornar as informações mais acessíveis aos diferentes públicos. Há, hoje, um conjunto de evidências que destacam o compromisso cada vez maior dessas instituições com a educação ao longo da vida e, neste sentido, reforçam a relevância dos educadores e dos setores educativos desses locais (MARANDINO *et al*, 2016. p.9).

Diversos autores consideram os museus como espaços não-formais de ensino, entendendo que os espaços formais de ensino são as instituições escolares da educação básica e do ensino superior de acordo com a Lei 9394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, e os espaços não-formais de ensino podem ser considerados aqueles espaços em que existem ações educativas (JACOBUCCI, 2008. p.56).

Sposito (2008) descreve a educação não-formal como uma educação permanente, considerando que não ocorre em um momento específico da vida, mas sim abrange todas as faixas etárias, desde crianças e adolescentes a adultos e idosos, os quais são caracterizados como os sujeitos da educação. Segundo a autora, a educação não formal pode ser entendida, ainda, como uma educação que permite a experimentação, o imprevisto e o movimento, além de contribuir para a reflexão e a construção de novos paradigmas educacionais. (SPOSITO, 2008. p.88) Dessa forma, os espaços de educação não-formal, os quais promovem ações de divulgação científica e, também, cultural, comportam-se cada vez menos como espaço de contemplação passiva e passam a assumir o papel de lugar onde existe interação, trocas de conhecimento e protagonismo pelos visitantes do espaço.

Neste contexto, a aprendizagem pode referir-se à maneira própria do visitante de interagir com o objeto de aprendizagem, sendo considerado por Allard e Boucher (1998) “um ato de percepção, de interação e de integração de um objeto por um sujeito”, o que conduz a uma “aquisição de conhecimentos ou ao desenvolvimento de habilidades ou de atitudes” (ALLARD; BOUCHER 1998 apud DESVALLÉES *et al*, 2013. p. 39).

Com relação à mediação, o livro de “Conceitos-Chave de Museologia” da ICOM, descreve a origem etimológica advinda de dois termos: no termo “mediação” a raiz *med* significa “meio”, raiz que pode ser lida e possui semelhança em diferentes línguas (no inglês *middle*, no espanhol *médio*, no alemão *mitte*) e ação. Dessa forma, a mediação pode ser relacionada à ideia de uma posição mediana, da existência de um terceiro que se coloca entre dois pólos distintos e que age como um intermediário na construção dos saberes (DESVALLÉES *et al*, 2013. p.52-53).

Para Moraes e colaboradores (2007), a mediação qualifica a interação que acontece nos museus ao promover diálogos pautados na ação de ajudar o outro a aprender com o auxílio de alguém mais experiente e de promover o avanço do interlocutor ao permitir que este dê um passo adiante em relação aos seus conhecimentos prévios:

Nos espaços dos museus e centros de ciências mediar é provocar diálogos entre visitantes e experimentos, interação presencial ou virtual capaz de promover novas aprendizagens nos visitantes. Esses diálogos podem ser provocados tanto por monitores como por recursos tecnológicos que acompanham os experimentos ou materiais expostos. Em ambos casos é importante que se provoquem reflexões internas dos visitantes sobre seus próprios conhecimentos. (MORAES *et al*, 2007. p.57)

Dessa forma, podemos inferir que a educação em Museus ocorre a partir da interação dos visitantes tanto com os objetos de aprendizagem inseridos naquele espaço, quanto com os mediadores, em que a troca e cocriação de conhecimentos é fundamental para promover os processos de aprendizagem possíveis nesses espaços.

2.3 Aprendizagem dos Nativos Digitais

Para melhor compreendermos como os jogos influenciam no processo de aprendizagem, conduzimos o nosso estudo para a definição de como as gerações presentes aprendem, tendo em vista que o público-alvo é um forte parâmetro para o

desenvolvimento de games e que, por se tratar de um jogo educacional, é essencial entender tais relações de aprendizagem. Considerando que os museus são livres, isto é, abrangem todas as faixas etárias, assim como será visto no estudo de público, precisamos entender como são classificadas as gerações do contexto atual e como aprendem.

Para entender este processo, precisamos conceituar “Geração”. Jeannie Novak, em seu livro *Desenvolvimento de Games* (Novak, 2011) teoriza as gerações existentes:

uma geração é composta por pessoas cuja localização comum na história resulta em uma “personalidade” coletiva. O espaço de uma geração corresponde aproximadamente à duração de uma fase da vida (NOVAK, 2011. p. 58).

Além disso, a autora acrescenta que pessoas que fazem parte de um mesmo grupo, ou neste caso, de uma geração, têm o hábito de manter certos valores ao longo da vida, influenciando diretamente em sua forma de entretenimento e aprendizagem. Levando essas informações em consideração, podemos inferir que os valores e diferenças entre as gerações definem a relação que cada geração tem com as tecnologias (NOVAK, 2011). Segundo Novak (2011), é possível identificar quatro tipos de gerações na sociedade americana, de acordo com o quadro a seguir:

Quadro 1 - Quadro de Gerações de norte-americanos e intervalo de seus nascimentos de acordo com o estudo de Novak 2011

Gerações	Intervalo de nascimento
Geração Silenciosa	1924 a 1943
Geração Baby Boom	1944 a 1961
Geração X	1962 a 1981
Geração do Milênio	1982 a 2002

Fonte: Adaptado de Novak (2011.p. 58)

Enquanto a geração silenciosa cresceu em um contexto pós-guerra e um ambiente doméstico sem grande acesso às tecnologias, a geração do milênio cresceu tendo à sua disposição diversos equipamentos tecnológicos, os quais podemos denominar de nativos digitais. Marc Prensky define nativo digital como aquele que nasceu em um mundo cercado pela tecnologia, com frequente acesso aos computadores, videogames e internet. O autor, por outro lado, define como imigrantes digitais aqueles que não cresceram neste contexto e, sim foram inseridos neste mundo, ou seja, nasceram antes do advento das novas tecnologias (PRENSKY, 2010).

Geralmente, em instituições de ensino, os nativos digitais são aquelas pessoas mais jovens, compreendendo a fase infanto-juvenil, formando a classe dos discentes, enquanto que os imigrantes digitais podem ser considerados os docentes. Essas diferenças interferem principalmente na forma com que tais gerações utilizam as novas tecnologias e como as interpretam, o que vai muito além do fato de terem nascido em momentos diferentes.

Ainda sobre os nativos digitais, Prensky (2010) destaca suas principais características, baseadas nos modos de como aprendem:

- Maior velocidade para processar informações;
- Processamento em paralelo de múltiplas informações;
- Conectividade mundial e instantânea;
- Acesso aleatório às informações, onde a pessoa cria uma lógica própria para assimilar determinado conteúdo;
- Maior facilidade em leitura de gráficos e imagens;
- Comportamento ativo em relação ao novo, onde a pessoa aprende descobrindo e explorando o conteúdo, e não lendo previamente uma instrução;
- Encarar o ato de brincar como um trabalho, onde existe a superação de desafios, raciocínio lógico e solução de problemas;
- Necessidade de *feedback* imediato;
- Utilização da fantasia possibilitada pela tecnologia, como meio de se expressar;
- Utilização da tecnologia com naturalidade e facilidade.

Apresentadas essas características, é possível inferir que os nativos digitais possuem uma forma diferenciada para aprender, e que possuem estilos diferenciados de aprendizagem. João Mattar, reúne muitos dados sobre os nativos digitais em seu livro “Games em educação: como os nativos digitais aprendem”. Dentre várias questões, o autor apresenta características deste grupo e afirma que elas podem representar um estilo de aprendizagem quando diz: “estilo de aprendizagem representa a maneira como cada pessoa processa, absorve e retém informações” (MATTAR, 2010. p.3).

Quadro 2 - Estilos de aprendizagem das gerações anteriores e recentes.

Estilos de aprendizagem da geração anterior	Estilos de aprendizagem das gerações recentes
Concentra-se no trabalho com uma mídia única, mais adequada ao estilo e às preferências do indivíduo.	Há uma fluência em múltiplas mídias
Integração individual de fontes de informação explícitas e divergentes.	Aprendizado baseado em experiências de pesquisa, peneira e síntese coletiva, em vez da localização e absorção de informações em alguma fonte individual melhor.
Experiências de aprendizagem segregam ação de experiência em fases distintas.	Aprendizado ativo baseado na experiência (real ou simulada) que inclui oportunidades frequentes para reflexão.
Usa multimídia ramificada, mas altamente hierárquica.	Expressão por meio de teias não lineares e associativas de representação em vez de histórias lineares.
Enfatiza a seleção de uma variante pré customizada de uma gama de serviços oferecidos.	Co-design de experiências de aprendizado personalizadas para necessidades e preferências individuais.

Fonte: adaptado (MATTAR, 2010)

Tais características referentes ao estilo de aprendizagem da geração dos nativos digitais são complementares às apontadas por Prensky (2010) anteriormente, evidenciando que o estilo de aprendizagem influencia no modo como as pessoas aprendem. Levando em consideração que as características do estilo de aprendizagem da geração anterior, neste caso a dos imigrantes digitais, são muito conectadas aos métodos de aprendizagem das escolas convencionais, há a

concepção de um grande problema para os educadores, uma vez que há divergências nas formas como os seus discentes aprendem e como os docentes aprenderam à sua época. Sendo assim, os educadores de instituições educacionais precisam se adaptar aos estilos de aprendizagem dos aprendizes da nova geração, a fim de possibilitar a transmissão do conhecimento de forma eficaz e investir numa variedade de recursos maior para atender às necessidades que são características dessa geração.

Podemos destacar ainda que os estilos de aprendizagem também podem ser relacionados ao estilo de aprendizagem que ocorre com os gamers. Considerando que a geração atual convive desde o seu nascimento com as tecnologias e que, provavelmente, têm acesso a diversos dispositivos eletrônicos, bem como estão familiarizados com o uso de diversas mídias, dentre elas as redes sociais e jogos eletrônicos (PRENSKY, 2010) torna-se relevante abordar a maneira como os *gamers* aprendem. Algumas pesquisas trazem reflexões com o intuito de entender e definir o modo como os gamers aprendem, a exemplo de Mattar (2010), quando traz referências dos trabalhos de Beck e Wade (2006), sobre o estilo de aprendizagem da geração das pessoas que podem ser consideradas como gamers em razão de seu maior contato com os jogos eletrônicos, iniciada ao final da geração X (geração que nasceu no intervalo de 1962 a 1981), cujas características marcantes são:

- a) preferem a educação informal à educação formal;
- b) utilizam métodos de tentativa e erro;
- c) preferem a autoeducação;
- d) aprendem gradativamente e principalmente quando alguma habilidade é necessária;
- e) optam pela interação e aprendizagem entre colegas do que com autoridades;
- f) preferem experimentar e praticar a aprendizagem, do que ler textos e manuais.

Considerando tais características, reconhecemos a importância de um movimento que transforme a educação e ofereça ferramentas para que o educador alcance as necessidades da geração presente.

2.4 Games, a atividade promissora

Flora Alves em seu livro “*Gamification*; como criar experiências de aprendizagem engajadoras”, discorre sobre a origem dos jogos, afirmando que esta deve ter origem ainda mais antiga que a cultura, tendo em vista que para que exista cultura é necessária a existência da sociedade humana (ALVES, 2015.p.17). Muito antes disso, animais de outras espécies, os hominídeos, os seres humanos já praticavam atividades que envolviam brincadeiras e competições. Tais atividades podem ser consideradas como manifestações biológicas e provocam o pensamento de filósofos e psicólogos sobre a função dos jogos em nossas vidas, considerando que parecem estar conectados a algo maior. Na tentativa de definir os jogos e a sua função biológica, é possível identificar três linhas de pensamento, assim como destaca a autora (ALVES, 2015.p.18).

- a) descarga de energia vital e superabundante;
- b) satisfação de um certo instinto de imitação;
- c) necessidade de distensão.

Alves (2015), a partir de seus estudos, afirma que tais teorias inferem que o jogo esteja conectado a uma função biológica e não somente ao sentido do próprio jogo. Em seu livro, ela destaca as teorias que inferem ser o jogo uma preparação dos jovens para as tarefas que mais tarde serão relevantes para a sua formação social, como se fosse uma forma de simular papéis que posteriormente serão desempenhados por aquele indivíduo e, portanto, este fato demonstra que os jogos estão fortemente associados à aprendizagem.

Embora a natureza pudesse ter utilizado de outros mecanismos para suprir as funções biológicas que os jogos cumprem, é na diversão que está o diferencial dos jogos. Entretanto, há diversas definições para games, que delineiam mais características além das citadas. No livro de Alves há a definição de Werbach:

Games é uma atividade ou ocupação voluntária exercida dentro de certos limites de tempo e espaço segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotadas de um fim em si mesmo e acompanhada com sentimento de tensão, de alegria e da consciência de ser diferente da vida cotidiana (WERBACH apud ALVES, 2015. p.20).

Nesta definição os autores destacam as características essenciais dos jogos sem deixar de levar em consideração os aspectos emotivos que estão presentes nos games, a oportunidade de ter reações de alegria e tensão quando os jogadores se abstraem da vida cotidiana e vivem novas experiências. Há uma diversidade na conceituação de games, mas todas elas apontam para uma atividade com potencial para promover engajamento de forma voluntária, estímulo ao lúdico, imersão e envolvimento emocional, além de aspectos técnicos fundamentais para o seu funcionamento.

O filósofo Johan Huizinga defende, em seu livro *“Homo ludens”*, que os seres humanos poderiam ser denominados, além de *Homo sapiens*, como *Homo ludens* devido à sua capacidade de se abstrair, se divertir, brincar e jogar, enfatizando o papel dos jogos na construção do lúdico dos seres humanos (HUIZINGA,2000). Isto serviria inclusive para diferenciar a nossa espécie em relação às demais devido à nossa capacidade de criar jogos, afirmando ainda que essas atividades estavam presentes na vida dos seres humanos desde as suas origens: na caça, na luta, na dança, nas pinturas, nos rituais, alianças e passatempos.

Karl Kaap e Sharon Boller, no livro *“Jogar para aprender”* (2018), apresentam a ideia de se definir jogos como um desafio, tendo em vista que uma definição apenas pode não abarcar todos os tipos de jogos que existem quando se analisa seus elementos fundamentais. Porém, eles reúnem algumas características que os jogos possuem em comum para tentar definir sua essência quando dizem:

O jogo é uma atividade que possui: um objetivo, um desafio (ou desafios), regras que definem como objetivo deve ser alcançado, interatividade, seja com outros jogadores ou com o próprio ambiente do jogo (ou com ambos), e mecanismos de feedback, que ofereçam pistas claras sobre quão bem (ou mal) o jogador está se saindo. Um jogo resulta numa quantidade mensurável de resultados (você ganha ou perde, ou atinge o alvo) que, em geral, promovem uma reação emocional nos jogadores (BOLLER; KAAP, 2018.p.14).

Há autores que reforçam o aspecto artístico dos games, como é o caso de Costikyan quando define games como *“uma forma de arte diferente de qualquer outra, pois o produto não é passivamente recebido [...]*. Em vez disso, um jogo, como é jogado, é uma colaboração entre os desenvolvedores e os jogadores, uma viagem de

descoberta mútua, uma arte democrática em que a forma do jogo é criada pelo artista, mas a experiência do jogo é criada pelo jogador" (COSTIKYAN, 2002. p.32).

Ainda sobre os conceitos de games, foi encontrada uma definição característica para jogos exclusivamente digitais, proposta por Paul Schuytema no livro Design de Games (2011):

Um game é uma atividade lúdica composta por uma série de ações e decisões, limitado por regras e pelo universo do game, que resultam em uma condição final. as regras e o universo dos Games São apresentados por meios eletrônicos e controlados por um programa digital. as regras e o universo do game existem para proporcionar uma estrutura e um contexto para as ações de um jogador. as regras também existem para criar situações interessantes com o objetivo de desafiar e se contrapor ao jogador. as ações do jogador, suas decisões, escolhas e oportunidades, na verdade, sua jornada, tudo isso compõem a "alma do game". a riqueza do contexto, o desafio, a emoção e a diversão do Jornada de um jogador, e não simplesmente a obtenção da condição final, é que determinam o sucesso de um game (SHUYTEMA, 2008, p.7).

O autor reforça a visão dos autores abordados anteriormente que os games possuem um papel que vai além de uma necessidade biológica, mas também está relacionado a fatores emocionais e de aprendizado, além de possuir características específicas que promovem o engajamento voluntário e uma relação com o lúdico de seus participantes (SHUYTEMA, 2011).

Ainda sobre os jogos digitais, podemos enfatizar o seu papel em relação aos representantes da geração atual, os quais nasceram e cresceram em um contexto cuja cultura tecnológica e a utilização de jogos tornou-se natural. Dessa forma, os jogos digitais vêm sendo discutidos e recebendo altos investimentos da indústria por se tratar de um produto promissor dentre várias áreas da sociedade. Os games sua década de 50, com o objetivo de entreter pesquisadores de centros de ciências e, até então, não tinham o objetivo de atingir o público comum; no entanto, a evolução e popularização de equipamentos tecnológicos permitiram que os jogos fizessem parte da vida de muitas pessoas (NOVAK, 2010.p.5).

Saleman e Zimmerman (2012), ao analisarem diferentes definições de oito autores, definem "jogo" da seguinte forma: "Um jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que implica um resultado quantificável" (ZIMMERMAN; SALEN, 2012 apud MARCOLINO 2017. p.92). A

definição dos autores tem a intenção de incluir em games todos os tipos de jogos, a exemplo dos jogos de carta, de tabuleiro, os puzzles, os jogos de videogame e computador, os jogos de salão e até mesmo os esportes competitivos.

Entretanto, alguns pesquisadores do tema, como Novak (2010), destacam outras áreas em que os jogos se comportam como poderosos aliados. Cita assim a atuação no engajamento de profissionais no ambiente de trabalho, na construção de comunidades, tendo em vista que os jogos oferecem uma forte interação entre os jogadores ao favorecer a cooperação e reforçando relacionamentos tais como a amizade e a formação de grupos sociais; simulações para treinamentos diversos, inclusive para o recrutamento de soldados, a exemplo do exército americano.

Outra aplicabilidade dos games que tem crescido nos últimos tempos é o do marketing e publicidade, em que os games são projetados para apresentar novos produtos ou divulgar a marca através dos conhecidos *advergames*. Jane McGonigal, em seu *best seller* “A realidade em Jogo” de 2012, destaca o papel dos games como atividades que vêm provocando transformações sociais e promovendo a solução de questões que muitas vezes não encontramos na sociedade e que os desenvolvedores de jogos possuem um importante papel de otimizar as experiências humanas (McGONIGAL, 2012. p.47).

Considerando que existem jogos diferentes que atendem a demandas diferentes, tornou-se relevante pesquisar e discutir o papel dos jogos para a aprendizagem e quais são os tipos de jogos relevantes para este estudo. Tendo em vista que o objetivo deste trabalho é o de desenvolver um jogo que atenda à demanda de museus e centros de ciências, precisamos entender, também, como o jogo pode ser caracterizado como uma ferramenta de aprendizagem e conceituar os tipos de jogos que existem para melhor diferenciá-los, destacando as características que um jogo destinado para este espaço precisa ter.

2.5 Tipos de Jogos: Diferenciando Jogos de Entretenimento x Jogos de Aprendizagem x Jogos de Museus

Neste trabalho, foram utilizados termos como games, o qual abrange jogos eletrônicos/digitais e jogos de tabuleiro e o termo jogos digitais, abrangendo jogos que utilizam de plataformas digitais como consoles, computadores pessoais e

dispositivos móveis.

2.5.1 Jogos de Entretenimento

De acordo com Boller e Kapp (2018), os jogos de entretenimento são aqueles que focam diretamente na diversão do jogador sem que haja outra expectativa de seus resultados. Esta é a modalidade de jogo, dentre os diversos tipos de jogo, mais comum de ser encontrada e, provavelmente, é o tipo de jogo que as pessoas tiveram maior contato e que se sentem familiarizadas. Jogadores podem aprender com os jogos de entretenimento, entretanto, estes jogos não foram projetados com este objetivo; no caso de acontecer o aprendizado, trata-se apenas de um subproduto da meta principal destacada pelo entretenimento (BOLLER; KAPP, 2018. p. 40).

Este mesmo aspecto dos jogos de entretenimento é ressaltado por Novak (2010) quando relata que muitos games de entretenimento são educativos “por acidente”, e que, provavelmente, foram desenvolvidos com o objetivo apenas de divertir, mas acabaram agregando algum elemento educacional que pode ser aproveitado no aprendizado.

2.5.2 Jogos de Aprendizagem

Boller e Kapp (2018) definem o conceito de jogo de aprendizagem, seus objetivos e no que se apoiam quando dizem ser os jogos de aprendizagem:

Destinados a ajudar os jogadores a desenvolver novas habilidades, novos conhecimentos, ou a reforçar os já existentes. Os jogos voltados para aprendizagem também são chamados de “jogos sérios” ou “jogos instrucionais”. objetivo de um jogo de aprendizagem E permitir o alcance de algum tipo de resultado de aprendizagem enquanto os jogadores têm envolvido ou imerso no processo de aprendizado. Jogos de aprendizagem com frequência se apoiam na extração da realidade e no elemento de fantasia no processo de ensino; em geral eles não apresentam réplicas de situações de vida real. O divertimento dentro do jogo deve estar o mais ligado possível aquilo que estiver sendo aprendido(BOLLER; KAPP, 2018. p.40).

2.5.3 Jogos museais

Zimmerman e Salen (2012) definem jogo como “um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que implica um resultado

quantificável”. Baseando-se nessa definição, Marcolino (2017) destaca a definição de jogos museais digitais da seguinte forma:

Jogo Museal é um sistema, integrado a um sistema maior (a exposição e/ou conteúdos relacionados às informações relevantes a seu acervo trabalhados pelos seus setores de ação educativa dos museus), no qual os jogadores, visitantes do Museu, se envolvem em um conflito que pode envolver colaboração/competição cuja artificialidade se remete à materialidade que seus acervos possuem, definido por regras adequadas ao objeto de aprendizagem visada e na experiência da visita desejada, que implica, diferente de outros tipos de interatividades dos espaços em museus, em um resultado quantificável (MARCOLINO, 2017.p.125).

Dessa forma, o autor enfatiza o fato de os jogos museais estarem integrados a um sistema maior, considerando os elementos que geralmente estão inseridos no contexto de um museu (MARCOLINO, 2017. p.125).

2.6 Jogos como ferramentas de aprendizagem

Antes de definir os jogos como ferramentas para a aprendizagem, partiremos da seguinte questão: o que é necessário para garantir as condições necessárias para o aprendizado através de jogos? Uma das teorias que podemos pensar para responder essa pergunta é a “*Flow theory*”, em português “Teoria do Fluxo”, descrita pelo psicólogo Mihaly Csikszentmihalyi, que diz ser o *flow* um estado mental de operação onde o indivíduo fica absolutamente imerso na atividade que desempenha, com um sentimento de concentração alerta, envolvimento total e satisfação com o processo da atividade executada (CSIKSZENTMIHALYI, 1990). Na teoria, o autor ainda explica que existem certas condições que propiciam tal estado mental, o qual potencializa as chances de aprendizado, como por exemplo: a atividade precisa ter objetivos claros, oferecer *feedback* imediato e ser desafiadora.

Dessa forma, de acordo com a teoria de Csikszentmihalyi (1990), os jogos podem oferecer oportunidades que vão além da experiência comum, pois permitem o aprimoramento da ação e da concentração, além da expansão das habilidades dos jogadores, características essas as quais são muito relevantes para o processo de aprendizagem.

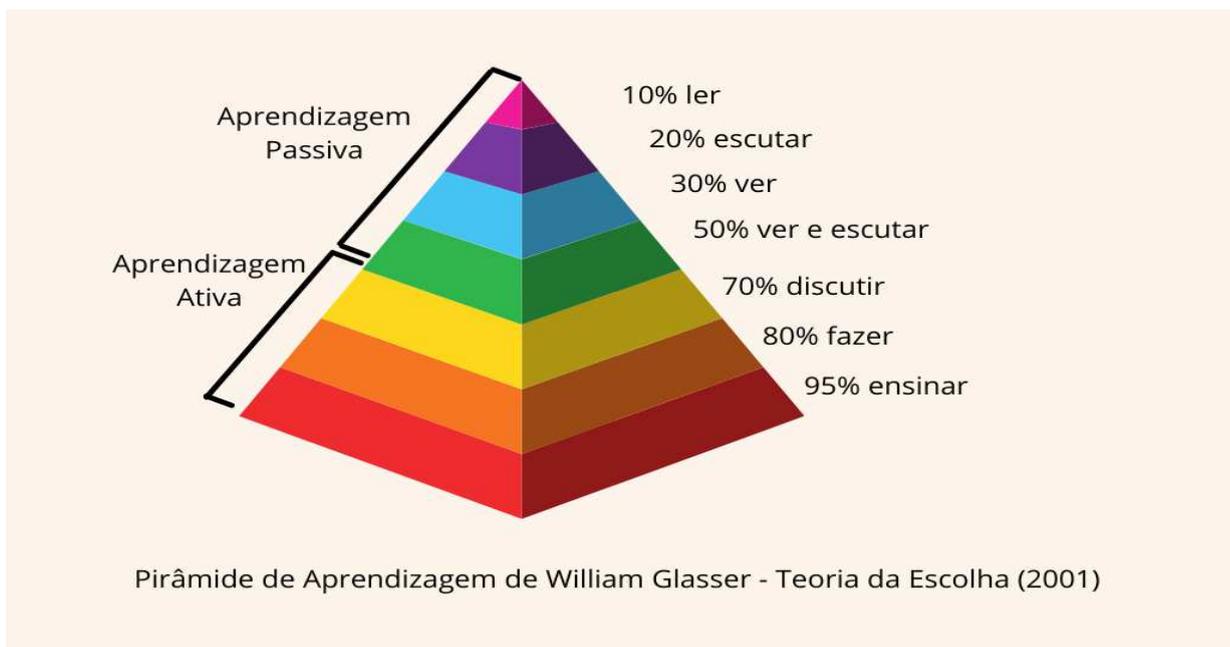
Outra teoria que corrobora para a associação dos jogos como uma boa ferramenta de aprendizagem é a teoria da Pirâmide de Aprendizagem, atribuída a William

Glasser (2001) em seu livro a Teoria da Escolha, a qual explica a forma que o nosso cérebro consegue reter informações.

De acordo com a teoria de Glasser, metodologias passivas como ler e escutar trazem menos resultados para a aprendizagem significativa se comparados com as metodologias ativas de aprendizagem que envolvem outros tipos de interações tais como debater, interagir, experimentar e produzir.

Segundo o estudo, há ainda uma porcentagem de assimilação de informações de acordo com o tipo de interação que temos com o objeto de aprendizagem. Dessa forma, as porcentagens de aprendizagem ficam distribuídas de acordo com a Teoria da Escolha assim como demonstra a figura 1.

Figura 1 - Pirâmide de Aprendizagem de William Glasser - Teoria da Escolha (2001)



Fonte: Adaptação da Pirâmide de Glasser - Teoria da Escolha 2001.

De acordo com a teoria, conseguimos assimilar 10% das informações quando interagimos com um objeto de aprendizagem exclusivamente pelo uso da leitura, a porcentagem aumenta para 20% quando escutamos as informações de um objeto de aprendizagem de assimilação do conteúdo, aumentando para 30% quando apenas vemos e 50% quando vemos e escutamos as informações de um objeto de aprendizagem, caracterizando assim, as formas passivas de se adquirir conhecimento.

Quando o indivíduo é incentivado a participar de forma ativa na construção de seu conhecimento, interagindo com o objeto de aprendizagem ao discutir, conversar, perguntar, repetir, numerar, recordar, debater, definir e nomear, a porcentagem de assimilação de informações aumenta para 70%. Ao interagir escrevendo, interpretando, traduzindo, revisando, identificando, praticando e diferenciando, a porcentagem aumenta para 80% de assimilação de informações pelo cérebro e 95% quando utilizamos do conteúdo aprendido para ensinar outras pessoas, que pode ser através de explicações, ilustrações, resumos, generalizações e definições.

Em seu estudo “Aprendizagem Baseada em Games”, Carlos Vaz de Carvalho relaciona o trabalho de diversos autores que corroboram para a definição dos jogos educacionais como uma metodologia ativa de aprendizagem (CARVALHO, 2015). O autor se refere ao trabalho de Kolb, o qual introduz o conceito de aprendizagem experiencial como experiências concretas que fornecem oportunidades de reflexão, conceitualização abstrata e observação. No estudo, o autor também destaca o trabalho de Bruner e Silverman (1960) que reforçam a importância de agir e experimentar com a finalidade de adquirir e consolidar conhecimentos, pois tais conhecimentos podem ser úteis em contextos reais. Por último, o autor destaca o trabalho de Bonwell e Eison (1991) que consideram que a aprendizagem ativa ocorre quando os indivíduos devem fazer mais que simplesmente ouvir, mas também ler, discutir e estar ativamente envolvidos com o objeto de aprendizagem.

Dessa forma, podemos inferir que as possibilidades presentes nos jogos educacionais que convidam o jogador para a interatividade, além de todos os elementos lúdicos e sinestésicos, podem contribuir fortemente para uma aprendizagem significativa através do processo ativo na construção de seu conhecimento. Esse processo acontecerá quando o jogador se relacionar com o jogo mais que observando, vendo, lendo e escutando as informações inseridas nele, mas também realizando atividades em que precisa interpretar os conteúdos, relacionar, praticar, identificar e realizar tarefas, bem como explicar, realizar mímicas, ilustrações e etc. para que outros participantes também compreendam as informações adquiridas através dos jogos.

2.7 Design de Jogos

A etapa de design de game é responsável por todo o conceito, planejamento e especificação do game, como sugerido por Novak (2010, p.311). Tal definição complementa a visão de Shell (2011) quando diz que “o design de jogos é o ato de decidir o que um jogo deve ser”. Já Greg Costykian, autor de “*I have no word & I must design*” define “Game Design” da seguinte forma: “tentativa criativa de imaginar, *a priori*, os tipos de experiências que os jogadores terão com seu jogo, e através desse ato de imaginação, criar uma estrutura para apontá-los para os tipos de experiências que você gostaria que eles sentissem” (COSTYKIAN, 2002, p.32-33).

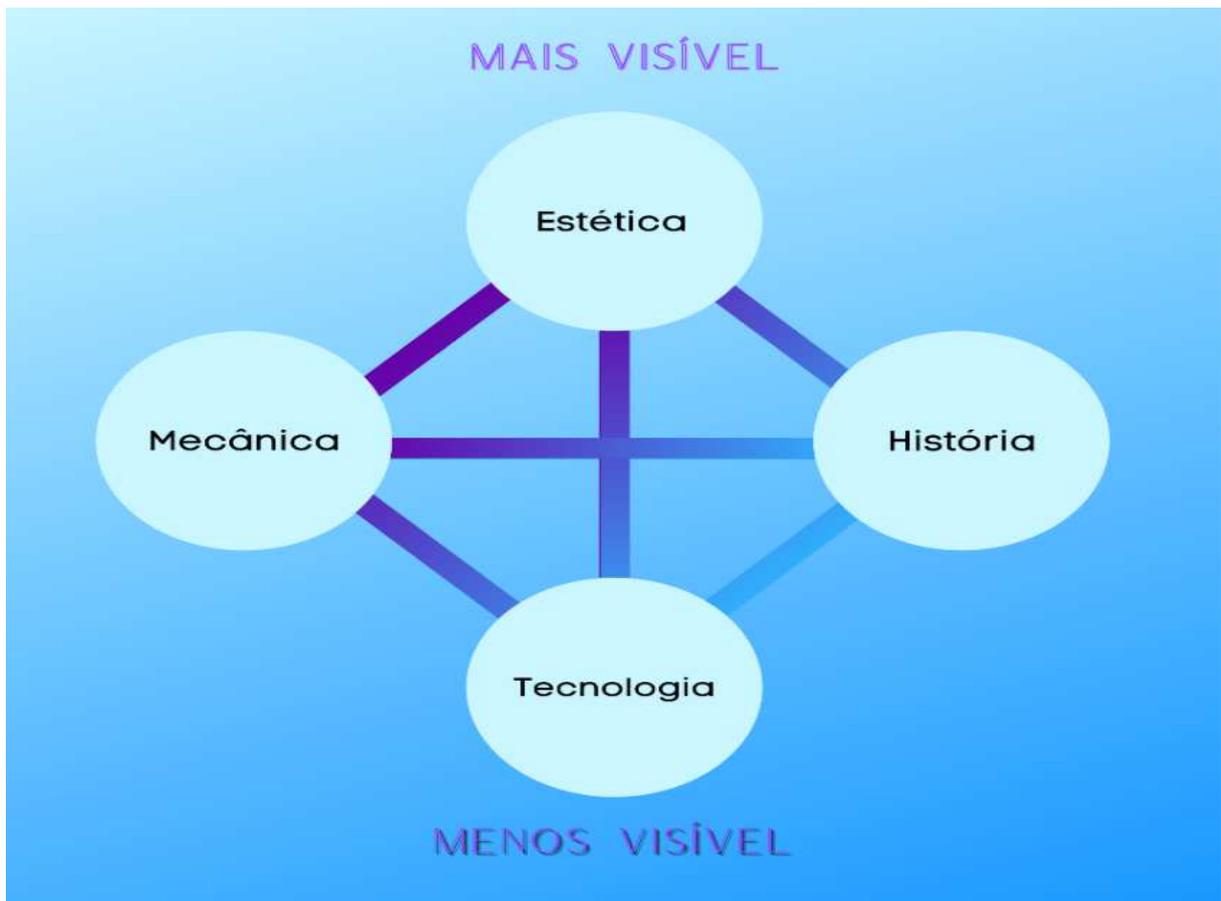
No processo de Game Design é desenvolvido o documento *Game Design Document*, GDD, ou Documento de Game Design. Neste documento deve haver as definições e características do game em detalhes, além de personagens, cenário, informações detalhadas, premissa, *level design* e, até mesmo, a descrição dos sons (PERUCIA et al, 2005; NOVAK, 2010; PEDERSEN, 2003).

Para compor o GDD, é preciso primeiramente compreender os elementos do design de jogos. Apesar de haver alguns modelos direcionados ao desenvolvimento de jogos, tais como o modelo proposto por Boller e Kaap (2018), por Werbach e Hunter (2012), dentre muitos outros, o modelo escolhido para a realização deste trabalho é o de Jesse Schell (2011) por se tratar de um modelo que abrange não somente os elementos relacionados ao design de games, mas também ao de design de games para a educação. A proposta de Schell (2011) em “A arte de game design” define quatro elementos principais para o design de jogos, sendo eles: a Mecânica, a Narrativa, a Estética e a Tecnologia. Eles são organizados num gráfico nomeado pelo autor de Tétrade Elementar, que se dá pela representação da relação que existe entre os quatro elementos e que pode ser vista na Figura 2.

Nessa proposta, todos os elementos se relacionam entre si, apresentando o mesmo valor. Podemos perceber que a tecnologia está situada no campo menos visível. Esta escolha se refere ao fato de que, ao experienciar um jogo, não vemos a tecnologia que está por trás de todos os seus recursos, por exemplo, os códigos de programação que comandam todas as ações do game.

Já a estética é evidenciada no campo mais visível, tendo em vista que se trata do aspecto que primeiro experienciamos ao entrar em contato com um jogo. Schell (2011) em a “Arte de Game Design” destaca as definições de cada um dos elementos do design de jogos:

Figura 2 - Tétrade elementar proposta por Schell.



Fonte: Adaptação de Schell (2011, p. 42)

Mecânica: a mecânica, também chamada de jogabilidade, é o elemento que define todos os procedimentos do jogo; a forma como o jogador irá se comportar, o que acontecerá com ele e os objetivos do jogo. De acordo com o autor, "é a mecânica que define o jogo em si", pois, diferente de outras formas de entretenimento, como livros e filmes, é a mecânica que estabelece como será a interação com o jogo. Desta forma, ao escolher um conjunto de funções mecânicas como crucial para seu jogo, você terá que escolher a tecnologia que pode suportá-lo, a estética que o enfatiza claramente para os jogadores e uma narrativa que permita a mecânica do jogo fazer sentido para os jogadores (SCHELL, 2011. p. 41).

Narrativa: é a história que será contada no jogo. Pode ser linear ou ramificada, sendo, na maioria dos jogos, a base para os acontecimentos do jogo. Ela está ligada na téttrade elementar da seguinte forma:

Quando você tem uma história que quer contar por meio do seu jogo, precisa escolher a mecânica que reforçará essa história e deixá-la emergir. Assim como um contador de histórias, você vai querer escolher uma estética que ajude a reforçar as ideias de sua narrativa e a tecnologia mais adequada para o seu jogo (SCHELL, 2011. p.41).

Estética: é um dos elementos mais importantes do design de jogos, pois é o que mais se apresenta para o jogador. Contém os sons, aparências e sensações que o jogo deve transmitir. Considerando a importância deste elemento, ele pode ser integrado à téttrade elementar da seguinte forma:

Quando você tem certa aparência, ou tom, que deseja que os jogadores experimentem e fiquem imersos, terá de escolher uma tecnologia que permitirá não apenas que a estética surja, mas também que a amplifique e a reforce. Você vai querer escolher a mecânica que faz os jogadores se sentirem como se estivessem no mundo em que a estética foi definida, e vai querer uma narrativa com um conjunto de eventos que permitam à sua estética emergir no ritmo certo e causar maior impacto (SCHELL, 2011. p.42).

Tecnologia: é o que permite a interação com o jogo, o meio físico que permite a existência do jogo. Segundo Schell (2011) A tecnologia é essencialmente o meio em que a estética acontece, em que a mecânica ocorrerá e por meio da qual a narrativa será contada (SCHELL, 2011. p.42).

De acordo com o autor, este elemento é fundamental, tendo em vista que se comporta como um elemento unificador, fazendo com que todos os elementos da téttrade se relacionem e se integrem uns com os outros. Com relação aos jogos educacionais e as características que os jogos possuem e que potencializam o aprendizado das gerações atuais, é preciso pensar no modelo que atenda o design de jogos educacionais. Embora existam muitas maneiras de se realizar o design de jogos, procuraremos neste estudo relacionar o design de jogos educacionais com o design de jogos destinados a museus.

2.8 Elementos de Jogos Educacionais

Assim como para os jogos de entretenimento, os jogos educacionais também possuem os elementos fundamentais para o seu desenvolvimento. Entretanto, adiciona-se a aprendizagem em seu Game Design a fim de atender a demanda da educação. Os elementos do game design para a educação de acordo com Schell (2011) são:

Quadro 3 – Elementos Essenciais do Game Design

Elementos essenciais do Game Design
<p>Estética: este elemento está relacionado ao audiovisual do jogo.</p> <p>História: este elemento também pode ser identificado como <i>storytelling</i>, consistindo em contar uma história, uma narrativa para compor o enredo do jogo, descrevendo o que acontece no cenário do game e seus personagens.</p> <p>Aprendizagem: este elemento é responsável pela descrição dos conteúdos pedagógicos e definições dos objetos de aprendizagem que serão abordados e trabalhados no jogo.</p> <p>Mecânica: define como o jogador interage com o jogo, como se dará o seu comportamento e seus objetivos.</p> <p>Tecnologia: permite a criação e funcionamento do Jogo</p> <p>Tema: este elemento relaciona o conteúdo à história, estética, mecânica, e tecnologia jogo.</p>

Fonte: Adaptado (SCHELL 2011 apud LEITE; MENDONÇA,2013).

Há ainda a descrição de elementos relacionados à motivação e atração para os jogadores. Este aspecto é essencial para tornar os jogos de aprendizagem mais acessíveis e está diretamente relacionada aos elementos que uma atividade precisa

ter para promover o aprendizado de acordo com a teoria do fluxo. Tais elementos, também são relevantes para o design dos jogos destinados a museus. Schell, descreve tais elementos da seguinte no quadro a seguir:

Quadro 4 - Elementos para motivação e atração para os jogadores

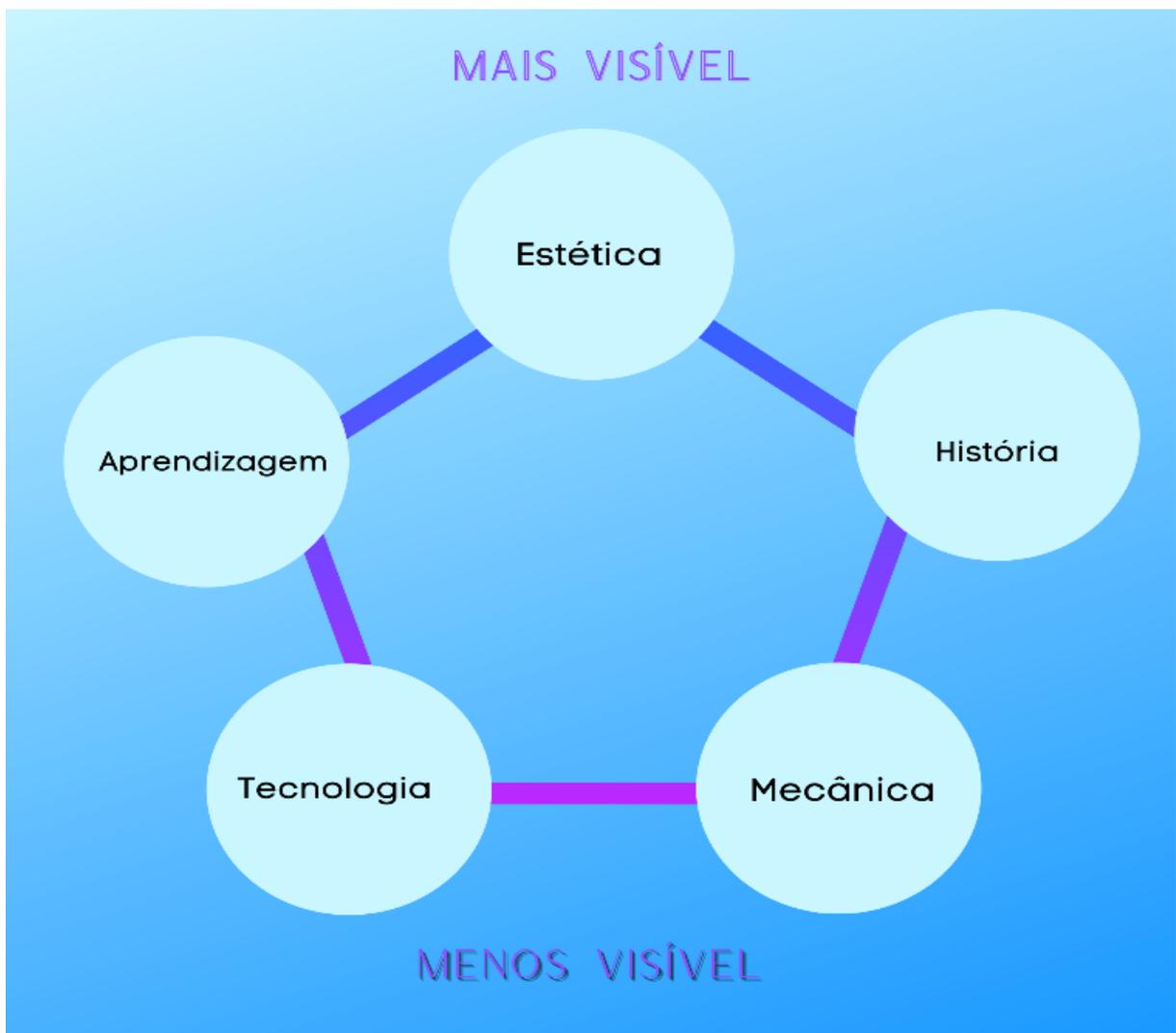
Elementos para motivação e atração para os jogadores
<p>Desafio: este elemento está relacionado ao fato de o jogo proporcionar emoção e objetivos ao jogador.</p>
<p>Feedback: Este elemento atende a expectativa e necessidade dos jogadores de respostas imediatas, assim o jogador consegue ajustar o seu comportamento para tentar ser bem sucedido no jogo, tal elemento também é essencial para imersão dos jogadores.</p>
<p>Falha: proporciona o aprendizado não punitivo que proporciona o desenvolvimento de novas habilidades, além de ser um aspecto motivador, considerando que games fáceis demais são desestimulantes.</p>
<p>Personagens: este elemento permite que os jogadores tenham a oportunidade de assumir novas experiências de identidade, as quais não experimentaria em seu contexto, podendo assumir o papel de personagens e experimentar cenários diversos.</p>
<p>Recompensas: trata-se de uma resposta ao jogador, recompensando-o em resposta do seu esforço e empenho. Esse elemento demonstra respeito pelo jogador.</p>
<p>Fantasia: proporciona ao jogador a oportunidade de viver uma realidade diferente.</p>
<p>Desenvolvimento Progressivo: permite que o jogador perceba a sua evolução no jogo além de permitir que ele tenha momentos de tensão e se sentir pressionado, dessa forma ele explora a possibilidade da autossuperação e a sua capacidade de lidar com diferentes situações.</p>
<p>Adequação ao seu estilo de aprendizagem: quando se distribui o conteúdo em diversos lugares e formas, o aluno aprende através dos meios que mais se adequam ao seu estilo de aprendizagem.</p>
<p>Controle da forma de aprender o conteúdo: este elemento está relacionado à liberdade de experimentação, dando ao jogador o poder de controle sobre o próprio aprendizado.</p>

Fonte: Adaptado (LEITE, MENDONÇA 2013, apud SCHELL 2011).

2.9 Design de Jogos Educacionais

Os elementos de Jogos Educacionais são semelhantes aos dos jogos de entretenimento. Entretanto, o elemento Aprendizagem é acrescentado e possui o mesmo valor que os outros elementos dentro do jogo. Ademais, é relevante que o game atenda a demanda da instituição educacional e dos jogadores e que, além disso, seja motivador e possua o conteúdo de aprendizado eficaz e adequado para o público. Dessa forma, Leite e Mendonça (2013 p. 139) sugerem uma adaptação à téttrade de Schell (2011), delimitando um esquema que integra a aprendizagem ao Game Design de Jogos Educacionais, comportando assim, como um pentágono elementar:

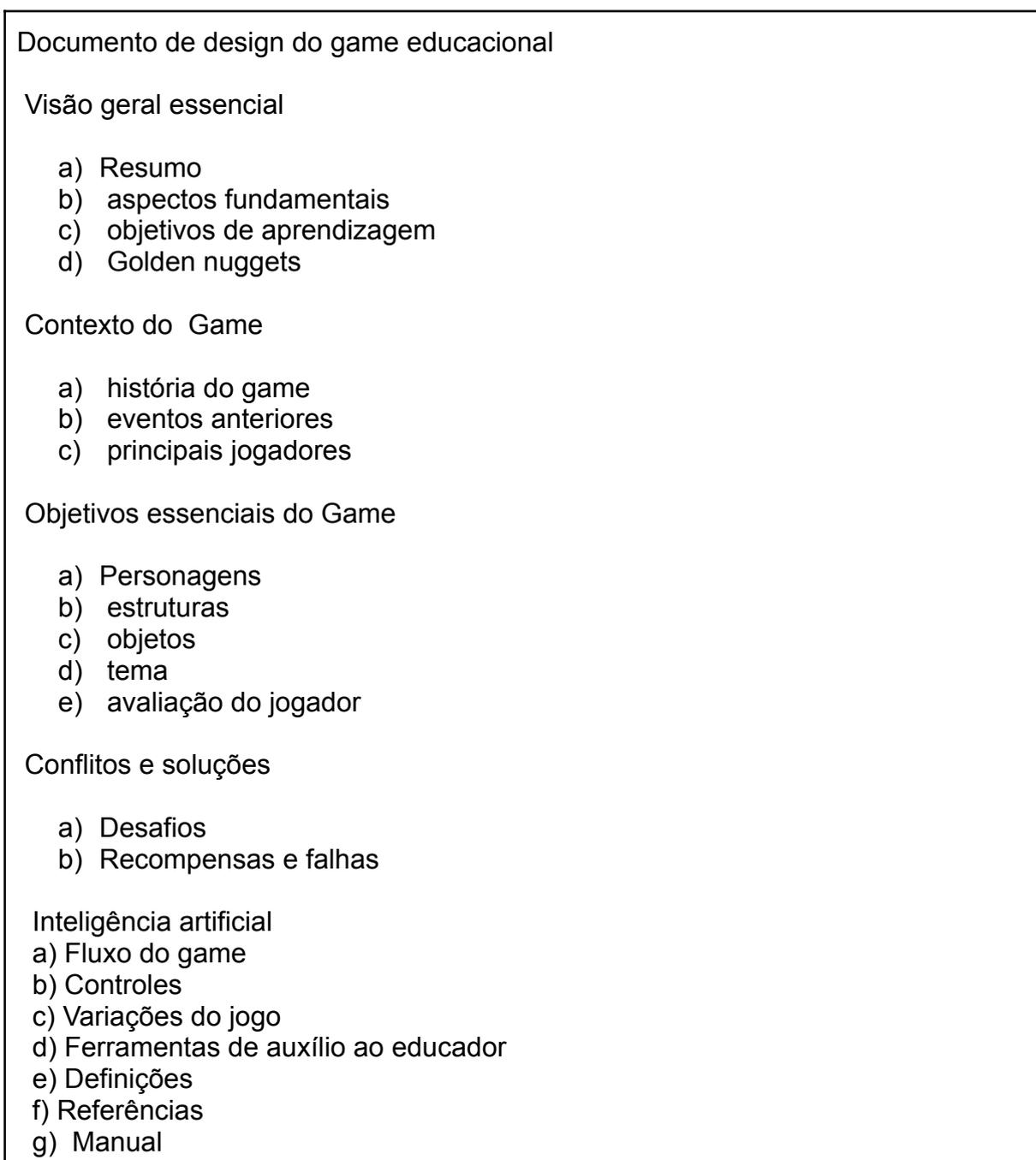
Figura 3 - Pentágono Elementar adaptado de Leite, Mendonça 2013



Fonte: Adaptado de Leite, Mendonça (2013 p. 139).

Leite e Mendonça (2013) enfatizam a importância que o tema possui para integrar todos os elementos do Jogo Educacional. Levando em consideração os elementos de jogos citados anteriormente, o GDD possui alguns elementos os quais também devem ser definidos para constituirmos o jogo proposto neste trabalho. Os autores definem os elementos essenciais do GDD de um jogo educacional quando remetem ao estudo de Paul Schuytema (2008) em “Design de Games - Uma abordagem prática”:

Esquema 1 - Documento de Game Design de Game Educacional



3. METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa envolveu uma fase de revisão bibliográfica que consistiu da pesquisa e desenvolvimento do referencial teórico do estudo. Além da descrição da literatura na seção anterior, esta fase foi a base para o desenvolvimento e construção do jogo digital que serão mencionados nas seções seguintes. A fase que se seguiu é designada de exploratória e foi onde buscou-se entender o processo de desenvolvimento de jogos digitais como um todo, a partir da revisão da literatura, onde foram analisadas as recomendações para um jogo educacional e para o desenvolvimento de jogos destinados a museus e centros de ciências.

3.1 Ambientação do Jogo e o Espaço do Conhecimento UFMG

A partir da ideia inicial de se desenvolver um jogo para dialogar com exposições do Espaço do Conhecimento UFMG, fez-se necessário conhecer o ambiente e realizar interlocuções com os membros da coordenação de atividades educacionais do local, para se discutir a possibilidade de implementar o jogo Conecta Chronos como recurso didático ali. Tivemos o aval positivo da coordenadora das ações educativas para implementar o jogo no espaço, e a sugestão que os seus conteúdos dialogassem com as exposições permanentes, dando origem a um dos objetivos do jogo. Foi feita uma visita às galerias para se ter mais informações sobre o espaço de circulação, as exposições e a estética do ambiente.

Situado na Praça da Liberdade em Belo Horizonte (figura 5), a aproximadamente nove quilômetros do *campus* Pampulha da UFMG, o Espaço do Conhecimento alberga diversos espaços e exposições, os quais permitem que as Ciências Naturais, principalmente aquelas que tangem a Astronomia, Geologia, Paleontologia e Evolução das Espécies, sejam representadas nas suas diversas formas (Espaço do Conhecimento UFMG, 2017).

A mediação neste espaço é comunicada aos seus visitantes de forma visual e espacial, oferecendo diferentes tipos de atividades interativas, inclusive Jogos Didáticos. Portanto, o Espaço do Conhecimento se tornou um potencial campo de pesquisa para a realização deste estudo. Há também o espaço virtual do Museu, o

qual oferece diversas atividades e exibe as programações do Espaço (Espaço do Conhecimento UFMG, 2017).

O espaço como um todo, é extremamente atraente, as exposições possuem imagens vívidas e grandes, a atmosfera é futurista, há exposições artísticas e um planetário, onde se exibem uma série de sessões voltadas para a astronomia (Figuras 4 e 7). Portanto, imaginou-se que o jogo pudesse agregar ainda mais valor às exposições do Espaço e, caso venha a ser incluído nas atividades educacionais fixas do museu, conversaria de forma coesa com todo o espaço.

Ademais, ao se finalizar o jogo digital, este poderia ser disponibilizado através do site do espaço (figura 6), abrangendo um público mais extenso, promovendo ainda mais o conhecimento científico propiciado nesse espaço. Isto se deve ao fato de que os recursos digitais possuem uma ampla distribuição considerando que podem ser disponibilizados a qualquer pessoa que tenha acesso à internet. Dessa forma, existe a oportunidade para que professores façam a projeção do jogo em sala de aula e joguem com seus alunos pela plataforma do site, por exemplo, a partir de uma sequência didática em que os alunos joguem em casa através de seus próprios dispositivos. O jogo poderia também atingir diversos públicos que tenham contato com os recursos digitais oferecidos pelo Espaço do Conhecimento UFMG.

Figura 4: Exposição Extratos do Tempo - Espaço do conhecimento da UFMG



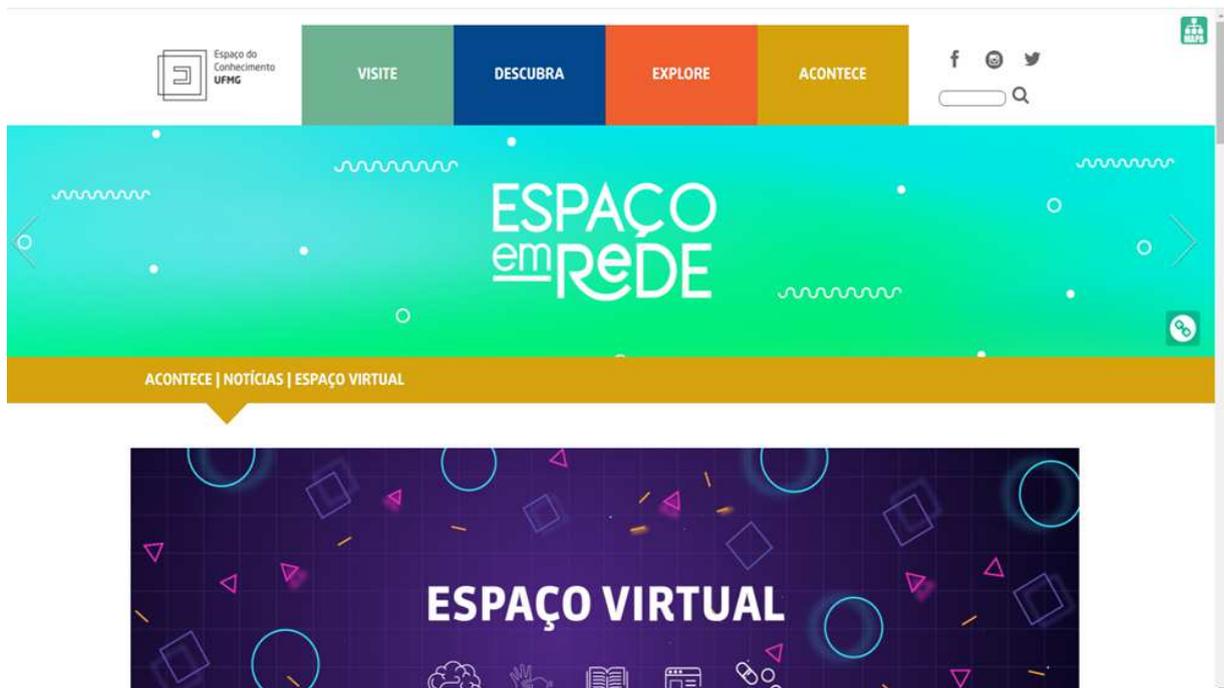
Fonte: Espaço do Conhecimento UFMG - Foto de Monique Renne.

Figura 5 - Fachada do Espaço do Conhecimento com exibição de documentários e filmes na Praça da Liberdade



Fonte: Espaço do Conhecimento UFMG.

Figura 6 - Espaço Virtual do Espaço do Conhecimento UFMG



Fonte: Espaço do Conhecimento UFMG.

Figura 7 - Planetário do espaço do conhecimento UFMG



Fonte: Espaço do Conhecimento UFMG.

A partir da reunião, fez-se necessária a reflexão sobre os objetivos gerais e específicos do jogo para que ele atendesse a demanda de um jogo educacional, as demandas do Centro de Ciências e também a do público-alvo. Esta reunião inicial permitiu interlocuções para que o desenvolvimento do jogo pudesse ser incluído como objetivo de um projeto submetido ao Edital MCTIC/CNPq N° 05/2019, Ciência na Escola, sob o nome Ensino de Genética – Conceitos, aprendizagem e aplicação na educação básica. A aprovação do projeto neste edital permitiu a contratação de profissionais da área como será mencionado posteriormente.

3.2 Pesquisa do Público-alvo

Para definir os elementos essenciais do jogo que fazem parte do processo de design, tais como a Estética, a Narrativa/História do Jogo, a Mecânica, a Tecnologia, a Didática e o protótipo, fez-se necessária a pesquisa de público-alvo do espaço a que se destina o Jogo, tendo em vista que é conhecendo este parâmetro que podemos desenvolver as características necessárias para que este seja acessível e atinja os objetivos esperados como recurso didático. Este passo foi realizado em duas etapas; 1) a primeira consistiu em realizar a consulta do Estudo de Público do Espaço do Conhecimento da UFMG, realizado no ano de 2017, com o objetivo de

conhecer e entender os diversos perfis de seu público alvo para aprimorar as atividades que são desenvolvidas naquele espaço. O estudo de público do Espaço do Conhecimento UFMG foi realizado no ano de 2017 e contou com a aplicação de 272 questionários junto ao público espontâneo, no período entre 5 de abril e 3 de junho de 2017, além de registros dos públicos agendados. 2) a segunda consistiu em investigar as características e relações que as gerações envolvidas no estudo têm com os games. A Pesquisa Game Brasil (PGB, 2021) existe desde 2013 e é desenvolvida e produzida através da parceria entre os grupos *Sioux Group*, *Go Games* e *Blend New Research ESPM*. A pesquisa citada apresenta dados sobre o comportamento do perfil dos jogadores do Brasil e de outros países da América Latina, suas plataformas preferidas e hábitos relacionados ao consumo de games. A pesquisa foi realizada em fevereiro de 2021 e contou com a participação de 12.498 pessoas, as quais foram entrevistadas em 5 painéis no Brasil, correspondentes aos 26 estados e ao Distrito Federal.

3.3 Desenvolvimento de jogos educacionais digitais: um panorama geral.

Nesta seção descreve-se o processo de desenvolvimento de jogos digitais tomando por base a bibliografia levantada e especialmente as recomendações para um jogo educacional e destinado a museus e centros de ciências. Como se verá, as recomendações guiaram o desenvolvimento do Conecta Chronos.

Tendo em vista que os jogos trabalham diversas áreas do conhecimento, o desenvolvimento de jogos digitais exige a participação de uma equipe multidisciplinar, sendo considerado uma das áreas mais multidisciplinares da informática, pois utiliza de diversos recursos tais como inteligência artificial, redes, gráficos, sons, matemática, física, artes e etc. (PERUCIA, 2005). Dessa forma, o desenvolvimento de jogos consiste em diversas etapas que partem do conceito à produção da versão final e exige profissionais de diversas áreas.

Novak (2011.p.340), em seu livro *Desenvolvimento de Jogos*, aborda oito etapas principais para o desenvolvimento de Jogos Digitais. Resumidamente, as etapas consistem em:

Etapa 1: Conceito - A primeira etapa consiste na elaboração da ideia do game; qual será o seu enredo, sua funcionalidade, se existe viabilidade econômica e etc. O

objetivo desta fase é elaborar um documento que dê conceito ao jogo, o qual deve conter alguns componentes, como, por exemplo, uma premissa, diferenciais, perfil do público a que o jogo se destina, requisitos de hardware, se será necessário autorização de terceiros, se o jogo será competitivo, seus objetivos e, por fim, a expectativa de retorno financeiro do game (NOVAK, 2011.p.340).

Etapa 2: Pré-produção ou planejamento - Esta etapa é bastante multidisciplinar tendo em vista que trabalham diferentes profissionais, tais como artistas, programadores, escritores, *level design* (consiste no profissional responsável pela idealização das fases e cenários do jogo) e etc. O objetivo é detalhar ao máximo o estilo do jogo, sua arte e a sua produção, *level design* e mecânica (NOVAK, 2011.p.341).

Etapa 3: Protótipo - O protótipo possui um importante elemento que é o *feedback* do jogo, nesta etapa é importante ter a opinião da equipe de possíveis interessados no jogo. Além disso, o protótipo pode ser produzido em diversos formatos, sejam eles digitais, em papel ou através de outros recursos, desde que possibilitem a apresentação da mecânica do jogo (NOVAK, 2011.p.342).

Etapa 4: Produção - Esta é a etapa em que ajustes são realizados, refinamento da mecânica e demais elementos do jogo. Nesta etapa os personagens e os mapas são produzidos pelos artistas, enquanto os programadores codificam as interfaces e inteligência artificial. Ainda que o GDD já esteja produzido (NOVAK, 2011.p.345).

Etapa 5: Alfa - Nesta etapa, o game deve ser jogável do início ao fim, pois é dessa forma que a equipe de qualidade valida o jogo, em todos os módulos. Esse processo tem como finalidade a procura de melhorias e defeitos do jogo. Os problemas devem então ser registrados em um banco de dados. A interface básica, áudio, arte, recursos de *single* ou *multiplayer* além de outras questões técnicas que já devem ter sido elaboradas (NOVAK, 2011.p.347).

Etapa 6: Beta - Essa é a fase centrada na correção do jogo. Para realizar as correções dos jogos, são chamados os testadores on-line a fim de jogarem e atestarem se o jogo corresponde às expectativas. O código, os conteúdos, texto em diferentes idiomas, como se dará a navegação geral, a interface do usuário, as

artes, o áudio, o manual do game e compatibilidades em geral já devem estar prontos para uso (NOVAK, 2011.p.348).

Etapa 7: Ouro - Nesta fase o jogo é encaminhado para fabricação e distribuição, podendo ser desenvolvidas em diferentes mídias tais como as mídias físicas e digitais (NOVAK, 2011.p.349).

Etapa 8: Pós-produção - Ainda que haja a distribuição, é possível que surjam alguns *bugs* e estes deverão ser corrigidos quando encontrados nos games, além de outros problemas, essa é a etapa em que atualizações e expansões são utilizadas, tal objetivo permite que o jogo ganhe longevidade (NOVAK, 2011.p.352).

Descritas as etapas de desenvolvimento de jogos digitais no geral, podemos destacar as recomendações dos autores Boller e Kapp (2018) que sugerem alguns parâmetros para o desenvolvimento de jogos educacionais a fim de que proporcionem o aprendizado de forma eficaz:

Menos é melhor: Nesta recomendação os autores inferem que designers de jogos de aprendizado, muitas vezes, cometem o erro de tentar ensinar tudo em um jogo só. Contudo, a melhor regra a seguir quando se cria um jogo de aprendizagem é começar com algo pequeno, manter as regras simples, pois regras demasiadamente burocráticas podem levar a uma sobrecarga de informações. Nesse caso, o jogador pode aprender a jogar, mas não reter o que, de fato, serve como aprendizado. Além disso, os autores destacam que dinâmicas complexas demais tendem a frustrar os aprendizes distraídos daquilo que precisam aprender (BOLLER; KAPP, 2018. p. 44).

Não foque no entretenimento: Nesta recomendação, os autores tentam enfatizar que no desenvolvimento de jogos educacionais o design não está criando uma sensação comercial para entreter seus alunos, mas sim desenhando o jogo no qual o sucesso dos participantes será mensurado pelo que demonstrarem ter aprendido com ele. É preciso concentrar no envolvimento do jogador, pois há pesquisas que demonstram que o que torna um jogo de aprendizagem eficaz é o nível de interatividade e envolvimento que os participantes têm com o conteúdo (SITZMANN, 2011, apud BOLLER; KAPP, 2018. p.46).

Inclua o jogo como parte de um design de aprendizagem mais amplo: Nesta recomendação os autores inferem que os jogos de aprendizagem se tornam mais eficazes quando há um tipo de suporte, pois não se pode criar um jogo e esperar que os jogadores aprendam com eles sem oferecer qualquer norteamento ou contexto prévio (BOLLER; KAPP, 2018.p. 46).

Não foque na vitória: Esta recomendação enfatiza o fato de que alguns participantes podem se mostrar tão concentrados em vencer que acabam fracassando na tarefa de aprender. Eles se distraem ao coletar recursos, competir contra limites de tempo ou acumular pontos. O resultado em termos de aprendizado é ofuscado pela complexidade das regras ou pela demasia de elementos presentes. Para evitar este problema é preciso focar em dois princípios de design: o primeiro trata de “vencer deve ser uma contingência do aprendizado” e o segundo “tanto a vitória quanto a derrota deve me levar ao aprendizado” (BOLLER; KAPP, 2018. p.47).

3.4 Desenvolvimento e design de jogos digitais educacionais para museus.

Considerando as características específicas dos museus e sua forma de comunicar aos visitantes, foi preciso abordar algumas características que os jogos precisam ter para atender às demandas dos museus que guiassem a construção do Conecta Chronos. O trabalho de Fábio Marcolino versa extensamente sobre os jogos museais e como estes jogos e os jogadores se comportam nesses espaços (MARCOLINO, 2017.p.146). O autor destaca algumas características principais dos jogos que estão presentes em Museus:

- Aproximam-se mais dos "serious games" ou jogos de aprendizado;
- Consistem de sistemas integrados a exposições;
- Geralmente cooperativo/colaborativo envolvendo acervo em sua ficção;
- Regras que incluem o aprendizado, com resultado quantificável;
- Devem ensinar e ser divertidos;
- Variados gêneros, suportes e tipos de diversão.

O autor formula, ainda, um Manual de Recomendações para Design de Jogos Eletrônicos (MARCOLINO, 2017) voltado para o âmbito do Museu de Arqueologia e

Etnologia da UFPR, o Museu MAE-UFPR, onde destaca as seguintes recomendações:

- Os jogos devem servir a uma exposição ou a uma atividade de ação educativa:

Nessa recomendação o autor aborda a necessidade que os jogos desenvolvidos para museus têm de dialogar com o espaço expositivo, servindo a este espaço, e não ficar deslocado dos temas que são inseridos naquele contexto. Pensando em tudo isso, é preciso, ainda, adequar ao público, usar um suporte que seja adequado com os recursos disponíveis no museu, integrá-lo esteticamente e estar de acordo com todas as possibilidades que existem dentro do museu.

- Sobre materialidade: o acervo e conteúdos adjacentes devem ser o foco do jogo:

Nesta recomendação o autor ressalta a materialidade como um elemento fundamental para que o jogo se relacione com o acervo e seja uma personificação do acervo do museu. No espaço expositivo, o jogo estará disposto assim como uma série de objetos e histórias. É preciso aproveitar essa oportunidade para criar um jogo que converse com a narrativa do espaço, valendo-se das possibilidades visuais, usar animações, sons que possam materializar o conteúdo e acervo do museu que muitas vezes não podem, sequer, serem tocados. O autor enfatiza ainda a necessidade de atuar junto do curador e permitir experiências únicas.

- Diversão e Educação caminham juntos:

Os museus foram ressignificados para atuarem a serviço dos sujeitos, deixando de dar foco estrito aos acervos e explorar as interações entre os visitantes e os objetos. Num jogo com a proposta de ensinar dentro dos museus, é preciso que estes objetivos também sejam alcançados e demonstrar com clareza as possibilidades de aprendizado que podem ocorrer ao jogar o jogo. Há ainda a necessidade de explorar a diversão; não é porque é um jogo educativo que ele deve ser chato. O autor ainda ressalta sobre esta recomendação: “Museus devem ser como parques de diversão para a mente, atrativos e com entretenimento”.

- Não confunda “interatividade” com “jogos”:

Nesta recomendação o autor enfatiza a necessidade de os jogos não serem apenas uma atividade em que há interação; é preciso que haja feedback e resultados da interação. Em outras palavras, ao interagir com o jogo, o jogador precisa saber se ganhou, se perdeu, se vai receber alguma recompensa por suas conquistas e também ser penalizado com seus erros, ou ainda ter algum feedback que esclareça como está sendo o seu desempenho no jogo. E esse feedback não precisa ser necessariamente sólido, mas é preciso encontrar alguma ferramenta que devolva algo ao jogador por ter investido seu tempo e empenho ao jogar. É preciso cumprir um desafio e a sua performance durante a partida deve ser traduzida de forma quantificável.

- Jogar sozinho é bom, acompanhado é melhor:

Essa recomendação parte da premissa que no MAE-UFPR dificilmente os jogadores irão sozinhos. Na maioria das vezes vão acompanhados dos colegas de escola, pais ou amigos. Nesse caso, o jogo precisa oferecer modalidades que permitam a interação entre os jogadores, seja através da competição, mecânicas que façam que um jogador dependa de outros para conseguir cumprir seus objetivos ou que, ao menos, permita que um converse com o outro para tomar decisões dentro jogo.

- Certifique-se que o jogo esteja suficientemente intuitivo:

De acordo com o número de visitantes, nem sempre há um mediador disponível para auxiliar os jogadores o tempo todo. Portanto, é estritamente necessário que o jogo seja suficientemente intuitivo para que os jogadores tenham autonomia na hora de jogar. Precisa ter fácil acesso, clareza nas informações e regras; se as respostas estiverem disponíveis na própria exposição, é interessante que o próprio jogo indique onde eles podem encontrar a solução para os objetivos do jogo. Deixe as dificuldades de forma progressiva no jogo, para que o jogador possa se acostumar com os elementos de cada vez, sem excesso de informações. O jogo deve divertir e incentivar os jogadores a voltarem para o museu. Outro aspecto relevante é o de testar o jogo para que ele seja considerado suficientemente intuitivo.

- Os jogos são para todas as pessoas:

Os públicos de Museus são bastante heterogêneos, compreendendo diversas faixas etárias e níveis de instrução, além de condições físicas diversas. Portanto, é

importante pensar na inclusão de diversos possíveis jogadores e promover a universalização da experiência, promovendo acessibilidade de forma democrática. Diversas adaptações podem ser implementadas ao jogo para garantir essa recomendação, por exemplo, legendas ou vídeos com intérprete de língua de sinais, teclados diferenciados, altura da plataforma, línguas estrangeiras e etc. tentando incorporar o máximo de sujeitos possíveis na experiência com o game.

- Representatividade importa:

É importante que o público consiga se identificar ou consiga se ver representado na tela do jogo. Permitir a representatividade de várias esferas da sociedade, contemplando a igualdade de gênero, etnia, ou quaisquer outros aspectos que sejam relevantes naquele contexto, é fundamental, além de atentar-se para que as minorias não representem sempre os papéis coadjuvantes, subalternos ou secundários, a fim de que os jogadores que se identificam como minoria não se sintam excluídos também neste espaço.

- Aproveite o que puder dos recursos que as novas tecnologias oferecem:

Nesta recomendação, o autor enfatiza o fato de que embora o alcance universal e democrático do acesso às novas tecnologias ainda não se consolidou como uma realidade, pesquisas demonstram que grande parte do público, especificamente o público brasileiro, detém equipamentos e recursos que possibilitam o acesso à internet, às câmeras, redes sociais e etc. O autor então explora a possibilidade de se implementar o jogo num site a fim de disponibilizá-lo também fora do espaço museal, tendo em vista o fluxo de visitantes e o curto tempo de visitação.

- Defina equipe, cronogramas, reuniões e GDD:

A organiza o   essencial para se desenvolver um jogo. Definir as fun es de uma equipe no desenvolvimento de jogos   essencial, além de se produzir um documento, o GDD, que possibilite o direcionamento de todas as etapas de produ o do jogo. Gerenciar a equipe inclui montar cronogramas, definir play-testes, cobrar prazos, resolver problemas e enfrentar dificuldades além de possuir um bom referencial.

- A manutenção dos jogos deve ser uma atividade contínua, o desenvolvimento não:

O desenvolvimento do jogo pode ser considerado um processo quase que infinito tendo em vista as possibilidades atuais, principalmente a possibilidade recente que as lojas online oferecem para que o desenvolvedor continue a aprimorar e atualizar constantemente o conteúdo do jogo. Entretanto, deve-se saber o momento de parar de desenvolver o jogo; e isso, geralmente, acontece no momento em que já se tem como resultado do desenvolvimento, um sistema que atende as funções básicas do jogo, que seja jogável, divertido e que incentive o aprendizado. Isso não significa que o museu lançará um jogo inacabado, mas ajustes podem ser feitos depois. E é preciso ter bom senso para escolher esse momento em que o jogo pode ser lançado, pois a primeira impressão do jogador é válida.

3.5 Pesquisa do estado da arte e elaboração da estética do jogo

Em uma das reuniões com um dos consultores em design parceiros do programa de pós-graduação PROMESTRE, referente ao desenvolvimento do jogo, foi sugerida uma pesquisa sobre o estado da arte dos games. Essa sugestão teve em vista que o desenvolvimento de um jogo educacional que seja exclusivo exige uma ampla pesquisa audiovisual com a finalidade de analisar referências de imagens, conteúdos de filmes, documentários que abordem o mesmo tema; além disso, a pesquisa seria importante para conhecer jogos que se assemelham ao produto esperado e que já existem no mercado, analisando suas características, seus conteúdos, sua jogabilidade/mecânica, assim como o seu visual estético para que se possa investigar a melhor forma de produzir um jogo que possui suas particularidades sem fugir daquele nicho, assim como se dedicar a produzir suas características exclusivas.

Para tal, foi feita uma vasta busca por referências de imagens e conteúdo específicos dos temas origem do planeta Terra, Evolução dos Seres Vivos e Viagem no tempo abrangendo livros, revistas, documentários, e séries. As questões que guiaram a pesquisa foram: qual visual e estética me agradam? Qual visual e estética agradam o público-alvo do centro de ciências participante? Qual visual os jogos e recursos educativos com esta temática costumam ter? Como atingir os objetivos propostos pelo trabalho, utilizando também da estética do jogo? Alguns

questionamentos foram bastante relevantes durante a busca para direcionar a construção da imagem que eu tinha do jogo até chegar na sua etapa final.

3.6 Recursos e tecnologias utilizadas para construção do protótipo do jogo

Tendo em vista que o jogo retrata temas da biologia e que os textos visuais (imagens, animações, cenários, elementos visuais e etc.) e sonoros também contêm informações valiosas quanto à caracterização dos seres vivos e do ambiente, pensou-se numa abordagem realista e, portanto, utilizou-se motores de jogos 3D, que são softwares que podem ter ou não uma biblioteca de objetos 3d, vários elementos e ferramentas usados nos jogos para simplificar o processo de desenvolvimento de jogos digitais. O *Unreal Engine 4* e o *Unity* são dois motores cujas versões anteriores são disponibilizadas gratuitamente e possuem um vasto *marketplace* de *assets* (bibliotecas que disponibilizam diversos elementos para games; objetos 3D, áudios, texturas e etc.) gratuitos. Estes se tratam de elementos e objetos 3D genéricos que podem ser incorporados aos jogos com licença *Royalty-Free* ou *Creative Commons*. Além disso, buscamos pesquisar e modelar objetos 3D que tivessem um nível aceitável de realismo de acordo com as condições atuais para que houvesse também a oportunidade do conhecimento através da linguagem não verbal do jogo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, será abordado o processo de desenvolvimento do jogo museal destinado ao Espaço do Conhecimento, que foi denominado “Conecta Chronos”. Serão assim apresentados os resultados, alinhados com o referencial teórico. Com a finalidade de nortear uma avaliação futura de forma mais aprofundada e também para conduzir a finalização da produção do protótipo de acordo com alguns parâmetros que são importantes para a avaliação de jogos digitais educacionais, os elementos do jogo foram relacionados a um conjunto de Heurísticas de avaliação de jogos digitais educacionais (Apêndice A).

4.1 Criação do Jogo “Conecta Chronos”.

Todo processo de criação deriva da imaginação. É no campo do pensamento que ideias se desenvolvem, onde podemos inferir quais características poderá ter o produto que pretendemos criar, quais experiências os participantes terão a

oportunidade de vivenciar, qual visual o jogo apresentará e, até mesmo, quais conteúdos podemos abordar. Contudo, o processo de criação de uma atividade educacional, e, especificamente uma destinada a um museu, necessita de certos parâmetros para delinear o seu desenvolvimento. Tais parâmetros podem ser aqueles baseados nos parâmetros de design de jogos para que realmente os objetivos esperados sejam alcançados. Ao mesmo tempo, devem ser levados em consideração os aspectos educacionais - isto inclui estudo de público, abordagem, conteúdo, vocabulário etc. - assim como os aspectos de um objeto museal.

Definidos os temas origem do planeta Terra, origem da vida, evolução dos seres vivos e viagem no tempo e como eles seriam abordados, imaginou-se como seriam as experiências vivenciadas pelos participantes ao envolverem-se com o jogo. Era desejável que o participante ficasse imerso nesse tema, criando uma ambientação para que ele sentisse realmente como se estivesse viajando no tempo e visualizando algumas das descobertas científicas que foram importantes para a construção do planeta Terra, para a origem da vida, para evolução dos seres vivos e para a conquista dos diversos ambientes do nosso planeta.

A ideia inicial era de um jogo digital em que mais de um jogador participasse da partida, jogando em equipes separadas. Esses jogadores teriam a oportunidade de entrar em um local, cuja ambientação se assemelhasse a uma nave espacial, e cada uma das equipes ou jogadores teria a oportunidade de realizar um número específico de viagens, alternando a vez entre si. A equipe ou jogador que realizasse a viagem teria a visão de um universo com estrelas em movimento. Em um determinado momento a sede espacial em que o “viajante” se encontrava conseguiria alcançar um túnel do tempo, o qual poderia levá-lo, aleatoriamente, a um cenário. Este cenário representaria um período geológico em que a Terra se encontrava, sendo a imagem uma ambientação desse período. Ali o participante poderia interagir e descobrir evidências científicas, baseadas naquelas evidências que temos conhecimento - pelo menos até os dias de hoje, tendo em vista que os constantes avanços e descobertas científicas podem corroborar ou refutar uma teoria prévia.

Nas ambientações do cenário os jogadores poderiam encontrar não só evidências científicas, mas também obstáculos, por exemplo, uma situação em que a sua nave

espacial ficasse presa naquele tempo geológico ou o encontro com um buraco negro que o impedisse de continuar. Tendo em vista que isto incorreria na perda da oportunidade de encontrar uma evidência científica naquele cenário, apresentando uma desvantagem em relação a equipe concorrente, o objetivo dos participantes seria conquistar a maior quantidade de evidências científicas durante as viagens disponibilizadas pelo jogo. Ao final, a quantidade de conquistas de uma equipe seria comparada à da outra para estabelecer a equipe vencedora, sendo esta, a que conseguisse um maior número de evidências científicas ao fim da última viagem.

Entretanto, apesar de que, geralmente, uma ideia pode partir da imaginação de uma pessoa, e que a sua bagagem e formação específica possam influenciar diretamente na composição de uma ideia (MARANDINO, 2016) é importante ressaltar que quando se trata de um material educativo e, principalmente, por se tratar de um jogo digital com objetivos de aprendizagem e destinado a um museu, é necessário considerar a criação e o desenvolvimento do mesmo de forma multidisciplinar; isto, normalmente, envolverá os conhecimentos específicos de mais de uma pessoa, sejam elas educadores, membros do departamento de ações educativas, os monitores daquele espaço, consultores e designers (MARANDINO, 2016; NOVAK, 2011).

Marandino (2016) em seu livro a “Educação em Museus e Materiais Educativos” destaca o pensamento de Bailey com relação à importância da construção da identidade do educador de museu, do produtor de materiais educativos destinados a este espaço quando diz:

Ao preparar uma atividade, ou um produto, para uma ação de cunho educativo, o educador partirá não somente do que ele traz de bagagem de sua formação específica, mas lançará mão de todos os elementos que envolvem o seu trabalho: as ideias do grupo, a experiência com o visitante, a leitura e os textos partilhados, os documentos produzidos, o vocabulário e os jargões da área, assim como a sua vivência com os membros do círculo que faz parte. (MARANDINO, 2016. p. 16 apud BAILEY, 2013)

Além de reforçado pela autora, podemos lembrar que Novak (2011) enfatiza a participação de diversos profissionais na criação de jogos, tendo em vista que eles possuem diversas características que abrangem áreas multidisciplinares. Portanto, para nossa criação tornou-se relevante buscar por profissionais que pudessem prestar consultoria no desenvolvimento do jogo para que, além desse *brainstorm*

inicial, o produto também contasse com o desenvolvimento multidisciplinar, levando em consideração as pesquisas bibliográficas de design de jogos convencionais e educacionais, além daqueles destinados a museus e centros de ciências, elaboração de roteiros, desenvolvimento de protótipo, desenvolvimento da interface do jogo, física ou digital, seleção dos conteúdos, e desenvolvimento da jogabilidade. Para tal, contou-se com as consultorias de dois professores de disciplinas de design da Faculdade de Arquitetura da UFMG os quais possuem parceria com o PROMESTRE, além de dois estudantes do curso de Design que auxiliaram na produção da marca e identidade visual do jogo na etapa inicial.

Outros professores universitários da própria Instituição prestaram consultoria para avaliação do conteúdo abordado bem como a didática do jogo; contou-se também com a equipe de atividades educacionais do Espaço do Conhecimento para consultorias e sugestões. Também foram requisitados profissionais para o desenvolvimento do protótipo, tais como um estudante de Engenharia de Automação com experiência em design de sistemas digitais, uma estudante de Cinema, animação e artes digitais da UFMG, um profissional formado em jogos digitais, um programador e um musicista.

A visão inicial do jogo foi bastante modificada ao longo do seu desenvolvimento, tendo em vista os desafios encontrados pelo caminho e as sugestões dadas pelos consultores e demais profissionais. Essas mudanças serão observadas durante a descrição dos processos de design do jogo “Conecta Chronos” nas etapas seguintes.

4.2 Design do Jogo Conecta Chronos

De acordo com o referencial teórico previamente abordado, os elementos do jogo serão descritos de acordo com as seguintes etapas: 4.2.1) Objetivos do jogo Conecta Chronos; 4.2.2) Pesquisa de Público Alvo 4.2.3) Desenvolvimento da Narrativa do jogo; 4.2.4) Desenvolvimento da Didática e Conteúdo do Jogo; e 4.2.5) Desenvolvimento da Dinâmica do jogo 4.2.6) Pesquisa do estado da arte e elaboração da Estética do jogo; 4.2.7) Desenvolvimento da Mecânica 4.2.8) Desenvolvimento do suporte e tecnologia do jogo e 4.2.9) Avaliações e sugestões de melhorias futuras.

4.2.1 Objetivos e Metas do Jogo Conecta Chronos

Foi apresentado no item Design de Jogos o quanto os objetivos são essenciais para se definir se uma atividade é um jogo ou uma brincadeira, tendo em vista que quando for introduzido um objetivo/desafio é que a atividade começa a se tornar um jogo. Considerando a definição de objetivo instrucional de jogos educacionais propostas pelos autores Sharon Boller e Karl Kapp (2018) “o que o jogador deverá aprender com o jogo”, delineamos os objetivos fundamentais para que o game atinja suas metas e chegamos ao seguinte resultado:

- Aprender conhecimentos científicos sobre a Origem do planeta Terra, Origem da vida, Evolução dos seres vivos e Evolução humana;
- Relacionar os conteúdos do jogo com a exposição do Museu;
- Refletir sobre a importância do patrimônio para a construção da identidade da humanidade;
- Refletir sobre a importância da comunidade científica e seus estudos;
- Estimular o pensamento crítico com relação à sociedade.
- Tendo em vista os objetivos do jogo Conecta Chronos, pensamos pensamos em quais seriam as metas do jogo:
- Atentar-se às animações que representam as evidências científicas para relacionar aos próprios conhecimentos e tentar coletar os dados que julgarem corretos;
- Coletar os dados referentes às evidências científicas de forma correta para poder levá-las de volta ao futuro;
- Tentar acertar a maior quantidade possível de dados coletados das evidências científicas dentre as três rodadas de uma partida.

4.2.2 O público-alvo

A consulta aos documentos sobre o público-alvo nos trouxe as seguintes informações:

- 1) Atuando desde o ano de 2010, o Espaço do Conhecimento da UFMG já recebeu mais de 600 mil visitantes, sendo mais de 56 mil visitantes só no ano de 2019, no período anterior ao da pandemia de COVID-19 (PAGLIOTO *et al*, 2020; GUIMARÃES; DINIZ, 2019).

Os grupos de visitantes são divididos em dois grupos principais:

Visitantes espontâneos: grupos compostos, geralmente, de amigos, familiares, residentes das regiões próximas ao Espaço; pessoas que possuem vínculo com a UFMG e, ainda, turistas de outras regiões ou da região metropolitana de Belo Horizonte, tendo em sua maioria, pessoas com acesso a alta escolaridade (PAGLIOTO *et al*, 2020; GUIMARÃES; DINIZ, 2019).

Visitantes agendados: grupos escolares, tanto de instituições públicas quanto de instituições privadas de ensino as quais agendam visitas ao museu. Tais visitas aproximam o Espaço de uma diversidade maior de públicos, que variam entre crianças, adolescentes e jovens adultos; dentre eles, mais de 70% é proveniente de escolas públicas (PAGLIOTO *et al*, 2020; GUIMARÃES; DINIZ, 2019).

O público espontâneo, em sua maioria, é compreendido por jovens adultos na faixa etária de 18 a 35 anos, dos quais aproximadamente 66% é do sexo feminino. Muitos desses visitantes apresentam, no mínimo, ensino superior incompleto e o estudo aponta o acesso à alta escolaridade e vínculo com a UFMG, destacando o dado de que, dentre os visitantes que possuem ao menos ensino superior incompleto, 40% dos visitantes são estudantes da Universidade (GUIMARÃES; DINIZ, 2019; Espaço do Conhecimento UFMG, 2017).

Outros dados referentes ao grupo de visitantes espontâneos destacam os hábitos culturais do público, em que pode-se constatar um elevado capital cultural deste grupo, considerando o consumo de livros, filmes, idas ao cinema e visitas aos museus. Com relação aos aspectos sócio-econômicos, o estudo destaca o alto poder aquisitivo do público espontâneo com idade superior a 25 anos. Com relação às autodeclarações étnicas, 51% dos visitantes da pesquisa se declararam brancos e 38% somam os dados referentes ao de autodeclarados pretos e pardos. Com relação à distribuição de visitantes por local de residência, uma considerável parte dos visitantes espontâneos residem nos entornos da área do museu, sendo 62% dos visitantes residentes em Belo Horizonte e, somados aos moradores e turistas da região metropolitana, o número chega a 77%, abrangendo outros 33 municípios da região (GUIMARÃES; DINIZ, 2019; Espaço do Conhecimento UFMG, 2017).

Outro dado relevante para o nosso estudo diz respeito às companhias durante a visita; o estudo destaca que a grande maioria dos visitantes realiza a visita acompanhado de amigos ou familiares, sendo 15,44% a porcentagem de visitantes desacompanhados. Dos visitantes acompanhados, 25% estão acompanhados de crianças, demonstrando que as visitas espontâneas abrangem também este grupo para além das visitas agendadas, que geralmente atendem crianças e adolescentes de instituições educacionais (GUIMARÃES; DINIZ, 2019; Espaço do Conhecimento UFMG, 2017).

De acordo com o estudo, o grupo de visitantes agendados corresponde a grupos de estudantes de instituições públicas e privadas, do ensino infantil, ensino fundamental, ensino médio ou educação para adultos (EJA). Diferentemente do público espontâneo, este grupo permite que o museu tenha acesso a um público bastante diversificado, no que tange às classes sociais, diferenças étnicas/culturais e etc., onde a formação de novos públicos é frequente. No ano de 2019, o Espaço do Conhecimento UFMG recebeu 323 grupos agendados de instituições escolares somando 11.982 estudantes, dentre os quais 46% vieram de instituições públicas municipais, 27% dos estudantes vieram de escolas particulares, 23% de escolas públicas estaduais, 1% de escolas públicas federais e 3%, de outras instituições escolares, portanto, o número de estudantes provenientes de escolas públicas somam 70% do público agendado (GUIMARÃES; DINIZ; 2019; Espaço do Conhecimento UFMG, 2017).

Com relação à distribuição e localização dos grupos agendados, sua maioria é proveniente do município de Belo Horizonte (77%) com distribuição relativamente equitativa entre as regionais da cidade, destacando as regiões Venda Nova e Pampulha, outros 22% dos grupos agendados localizam-se em municípios da região metropolitana de Belo Horizonte, destacando-se os municípios de Contagem e Betim (5,7% e 5,1% do total da amostra, respectivamente) (GUIMARÃES; DINIZ, 2019; Espaço do Conhecimento UFMG, 2017).

Outro dado relevante que consta no estudo de público do Espaço do conhecimento é a faixa etária dos estudantes de grupo agendado, que varia entre 11 e 14 anos, correspondendo ao grupo de estudantes que geralmente estão nos anos finais do

Ensino Fundamental (GUIMARÃES; DINIZ, 2019; Espaço do Conhecimento UFMG, 2017).

- 2) Relacionando o estudo de público do Espaço do Conhecimento UFMG, realizado em 2017, com a Pesquisa Game Brasil, de 2021, podemos identificar algumas semelhanças no que tange o perfil do público espontâneo do museu com o perfil do *gamer* brasileiro, a exemplo da predominância do público feminino em relação ao masculino, sendo 51,5% a porcentagem de jogadores do gênero feminino e 48,5% de jogadores do gênero masculino (PGB, 2021). Além disso, outro dado relevante, que dialoga com o estudo de público do Espaço do Conhecimento UFMG, é a faixa etária dos *gamers* brasileiros, cuja maioria se concentra na faixa etária de 20 a 35 anos, somando 57,8% dos jogadores entrevistados na pesquisa (PGB, 2021).

Historicamente, os jogos digitais são associados às classes sociais de maior poder aquisitivo devido ao alto investimento em plataformas como os *consoles* e os computadores. Entretanto, com o advento de outras plataformas de games e os *smartphones*, há um crescimento de consumo de games pelas classes sociais de menor poder aquisitivo, representando 66,4% dos consumidores de jogos digitais (PGB, 2021).

Tais dados são relevantes quando relacionamos tanto com o público espontâneo do museu, que em sua maioria possui maior poder aquisitivo e escolaridade, quanto com o público agendado, que alberga uma diversidade maior de classes sociais (GUIMARÃES; DINIZ, 2019; Espaço do Conhecimento UFMG, 2017).

Assim como demonstra o infográfico da PGB de 2021 (figura 8) outro dado relevante para o nosso trabalho, considerando que a Pesquisa Game Brasil 2021 teve, majoritariamente, entrevistados da faixa etária de 20 a 35 anos, foi o dado referente à percepção dos pais sobre o envolvimento de seus filhos com os jogos digitais. Dos entrevistados que eram pais, 75,2% têm filhos que compreendem a faixa etária de 5 a 14 anos, dentre os quais, 85,1% dos pais entrevistados afirmam que seus filhos costumam jogar jogos digitais, desses mesmos pais, 61,9% consideram suas crianças como *gamers*, que são jogadores frequentes (PGB, 2021). Tal dado se relaciona com os dados do estudo de público do Espaço do Conhecimento de 2017, quando pensamos na faixa etária de estudantes do público agendado, que em sua

maioria, concentra-se na faixa entre 11 e 14 anos (GUIMARÃES; DINIZ, 2019; Espaço do Conhecimento UFMG, 2017).

Figura 8 - Infográfico representando o perfil de gamers brasileiro



Fonte: PGB 2021

Dessa forma, podemos inferir que o público do Espaço do Conhecimento UFMG pode possuir perfil de jogadores de jogos digitais e que, dessa forma, implementar um jogo digital ao espaço pode ser uma oportunidade para ampliar as atividades de ações educativas no Espaço que possuem plataformas usuais pelo público.

4.2.3 Desenvolvimento da Narrativa do Jogo Conecta Chronos

Definidos o suporte e a tecnologia, iniciamos o processo de desenvolvimento da dinâmica do jogo, a qual é fundamental para que haja coerência e padrões regulares na experiência com o game. De acordo com o referencial teórico, desenvolvemos a mecânica de acordo com as características abordadas por Werbach e Hunter (2012),

os quais propõem que o game precisa ter elementos como restrições, emoções, narrativa (*storytelling*), progressão e relacionamentos.

Narrativa:

A narrativa é essencial para que todos os outros elementos do jogo façam sentido e transmitam a mensagem que o jogo quer passar para os seus participantes. É ela que coordena a mecânica, bem como a estética. Para o desenvolvimento da narrativa fez-se necessária a criação de um enredo que fosse atraente para as faixas etárias contempladas e que também justificasse as viagens no tempo realizadas pelos participantes. Assim, incentivamos um maior envolvimento destes com os conteúdos abordados no jogo.

Contudo, como o jogo aborda viagens no tempo e, nesse caso, viagens ao passado do planeta Terra, foi necessária uma pesquisa para descobrirmos quais são as teorias existentes sobre viagem no tempo, para que as informações contidas no jogo tivessem embasamento científico e não somente liberdade poética e ficção para desenvolver a narrativa. Com esta pesquisa, encontramos uma teoria descrita por Albert Einstein e Nathan Rosen, que descreve a possibilidade de se voltar ao passado; entretanto, esta é uma teoria que nunca foi observada na prática, apenas descrita.

Os físicos propuseram que haveria túneis do tempo espalhados pelo universo através de dobras do tempo e espaço, capazes de conectar um tempo ao outro. Esses túneis são nomeados de "*Wormholes*" livremente traduzidos como "Buracos de minhoca", partindo de uma imaginação em que um verme, para atravessar uma maçã, levaria menos tempo se cavasse um túnel dentro da mesma do que dando a volta pela maçã, configurando um atalho do espaço-tempo para chegar no mesmo local. Comparando tal metáfora com o espaço, o "atalho" poderia representar as dobras que existem no universo que conectam um tempo ao outro e que, através desses túneis, teoriza-se a possibilidade da viagem no tempo (HELERBROCK, 2020; CERZINI, 2017).

Depois de investigar a teoria de Einstein e Rosen, precisávamos justificar a necessidade de se viajar no tempo para descobrir tais evidências. A primeira alternativa contava com a seguinte narrativa:

“Em determinado tempo futuro os seres humanos passaram a deter a tecnologia necessária para localizar e mapear os buracos de minhoca da galáxia. Assim, poderiam enviar cápsulas do tempo feitas de um material especial para que estas atravessassem os buracos de minhoca e alcançassem tempos geológicos distintos do planeta Terra. Dessa forma, eles poderiam registrar nessas eras diferentes as evidências científicas que temos nos dias de hoje, confirmando-as ou complementando-as.”

Porém, considerando que a tecnologia para mapear os buracos de minhoca não era convincente o suficiente para justificar as viagens no tempo, pensamos em outras alternativas de narrativas para o jogo. Uma das propostas dos alunos de Design incluía um futuro distópico e a disseminação das *fake news*:

“A sociedade está corrompida pelas *fake news* e as pessoas não acreditam mais na ciência e em evidências científicas. A comunidade científica, apesar de munida de tecnologia, não consegue convencer a sociedade alienada e o ensino nas escolas e universidades está comprometido. Você pode nos ajudar! Sendo um Astronauta e Pesquisador, uma missão lhe foi incumbida: coordene da estação espacial do projeto “Viajantes do Tempo” a localização do túnel do tempo “Buraco de minhoca” e a viagem de cinco cápsulas feitas em material especial para atravessá-los... Sua missão é enviá-las para tempos geológicos diferentes e registrar a maior quantidade de evidências científicas possíveis entre as eras em que viajar. Coletando essas evidências, poderemos comprovar a veracidade e importância da ciência para a sociedade! Essa é uma missão perigosa, pois existe uma pequena possibilidade de as suas cápsulas do tempo encontrarem obstáculos pelo caminho e acabar se perdendo em um buraco negro, impossibilitando que você consiga coletar uma evidência científica. Então, tome cuidado!

Ao encontrar essas evidências científicas, você encontrará também perguntas a respeito do conteúdo das evidências na interface da cápsula, elas fazem parte de um sistema de segurança implantado para garantir que você sabe o que está fazendo e levando a informação correta! Responda à pergunta de forma correta e a sua missão será completada com sucesso!

Boa sorte! A Ciência conta com você!”

Tal alternativa seria relevante tanto em termos da divulgação científica quanto para a sociedade, tendo em vista os tempos atuais em que as *fake news* disseminam com tanta facilidade e a sua capacidade de alienar e produzir ideologias e comportamentos em massa tem se tornado frequente (NASCIMENTO, 2020.p.245).

Entretanto, julguei necessária a introdução de outros conceitos que são importantes para mim. Nesse processo busquei levar em consideração a minha formação em Ciências Biológicas, a área do conhecimento da minha orientadora, a Genética, e a importância do Patrimônio Histórico, Cultural, Social, Científico e Genético para os seres humanos considerando as funções dos museus de salvaguardar e incentivar a reflexão para a preservação do patrimônio. (ICOM,2001) Tendo em vista que o jogo tem como possibilidade de implementação como uma atividade educacional para o Espaço do Conhecimento UFMG e para os museus e espaços de Ciências em geral, lançar mão de todas essas áreas do conhecimento foi uma oportunidade para pensar na interdisciplinariedade e encontrar um ponto de interseção entre as áreas.

Tendo em vista que a linha de pesquisa do Promestre onde se enquadra este projeto é a “Educação em Museus e Divulgação Científica”, onde trabalhamos em diversas disciplinas, a importância de tais patrimônios na construção da identidade da humanidade foi pensada uma narrativa alternativa que pudesse conciliar todas essas áreas:

“Houve um tempo em que o planeta Terra foi fortemente prejudicado. Os seres humanos, com suas grandes empresas, poluíram toda a atmosfera com milhares de toneladas de fumaça tóxica, causaram a devastação de milhares de quilômetros de florestas e áreas verdes através de queimadas e poluição, produziram alimentos em larga escala porque a sua população crescia cada vez mais. Este crescimento era acompanhado das milhares de toneladas de lixo produzidas todos os dias sem destino adequado, poluindo o solo, a água e o ar. As mudanças climáticas causaram grandes catástrofes naturais pelo planeta inteiro, as desigualdades e os desastres trouxeram conflitos e guerras, o ser humano usou a sua tecnologia avançada para produzir armas muito potentes e a destruição foi total! Armas biológicas e radiação causavam doenças nas pessoas e nas outras espécies terrestres, o planeta Terra se tornou inabitável.

A comunidade científica que há muito tempo defendia o meio ambiente e o planeta Terra em vão usaram suas últimas tecnologias e recursos para tentar colonizar outros planetas. Os colonizadores encontraram um outro planeta habitável, onde deviam preservar muito mais a água e o oxigênio, pois eles não se encontravam em abundância como no planeta Terra. Além da escassez, havia uma tristeza muito grande, as pessoas sentiam falta de viver no planeta Terra, não tinham a sensação de que pertenciam àquele lugar, a sua identidade havia se perdido.

Para tentar resgatar um pouco da identidade humana, a comunidade científica elaborou um projeto que durou centenas de anos, o projeto Conecta Chronos! O objetivo do Conecta Chronos era mapear um túnel do tempo no universo que permitisse que os seres humanos voltassem ao passado do planeta Terra. Depois de muito tempo, os cientistas encontraram um buraco de minhoca, um túnel capaz de permitir uma viagem no tempo. Porém, este não conseguia manter-se aberto por muito tempo e desintegrava qualquer matéria que passasse por ele. Os cientistas esforçaram-se por mais décadas e, então, inventaram um material que suportasse a viagem pelo “Buraco de minhoca”. Mas este não poderia transportar pessoas, impedindo que elas pudessem voltar ao planeta Terra.

Entretanto, foi possível criar uma cápsula com este novo material, a Conecta Data, uma cápsula capaz de registrar através de filmagens e extrair material genético dos seres que viveram nos primórdios do planeta, a fim de criar um memorial do Planeta Terra. Dessa forma é possível resgatar assim um pouco da história, não só da humanidade, mas também das outras espécies terrestres e, quem sabe, através de coletas e estudos com o material genético desses seres, reproduzir algumas das espécies que viveram no nosso planeta.

A sua missão

Você faz parte da equipe do Conecta Chronos e trabalha na sede espacial que mantém o túnel do tempo em atividade. O seu objetivo é lançar a cápsula Conecta Data no túnel do tempo no qual viajará para algum dos cenários do planeta Terra. Quando a cápsula chegar ao seu destino que, por sinal, é aleatório, escolha o caminho dentro do cenário que ela pode seguir e quem sabe encontrar uma evidência científica! Caso ela encontre, assista com atenção o que ela nos mostrará através do monitor, pois só conseguiremos arquivar o que ela registrou se

organizarmos as informações que foram dadas apertando o botão com a cor correspondente à alternativa correta. Se você acertar, voltamos para o futuro com os registros da evidência científica para que ela faça parte do Memorial do Planeta Terra. Caso não acerte, perderemos essas informações! Por isso, atenção! Ah! E tenha muito cuidado: no caminho, a Conecta Data também poderá se perder e cair num buraco negro, finalizando a nossa jornada! Mas se isto não acontecer e a Conecta Data conseguir voltar ao futuro, lance-a novamente pelo túnel, você terá cinco oportunidades até que este se feche e a gente possa ativá-lo de novo numa outra jornada....

Boa sorte!”

Esta alternativa foi uma forma de tentar conciliar todas as áreas do conhecimento que eu julgava relevantes. Porém, esbarramos em um outro dilema: as viagens do tempo a cenários remotos do planeta Terra não seriam justificadas, considerando que a humanidade é uma espécie extremamente recente no nosso planeta e que os resgates históricos que fariam, contemplaria apenas o período relevante para a construção da identidade da humanidade e não contemplaria todos os outros eventos geológicos e evolutivos do nosso planeta. Dessa forma, essa alternativa ficou mais complexa e limitante, e deveríamos ter de mudar toda a narrativa, temas e enredo que havíamos pensado. Então, uma das soluções que eu encontrei foi a de tentar conciliar a alternativa dos alunos do Design que sugeria a alienação através das *fake news* e alguns dos conceitos da última alternativa e, dessa forma, propus a seguinte alternativa:

“Ano 2384.

A sociedade humana está corrompida pelo Grande Sistema, um sistema ditatorial que manipula os seres humanos para se comportarem de acordo com a sua vontade. Alienadas, as pessoas não acreditam mais na ciência e em suas descobertas sobre o passado do Planeta Terra, sobre os Seres Vivos, tampouco da humanidade. Acreditam que tudo o que existe no planeta Terra foi criado pelo Grande Sistema através de laboratórios e manipulação genética. As *fake News* são espalhadas de forma que as pessoas já não conhecem mais as suas origens.

Uma pequena comunidade científica resistente ao Grande Sistema, apesar de possuir muita tecnologia, não consegue convencer a sociedade alienada. Portanto,

para combater o Grande Sistema, a comunidade de cientistas reuniu seus últimos esforços e criou o projeto Conecta Chronos, o qual foi capaz de mapear no universo um túnel do tempo para nos conectar a diferentes tempos geológicos do planeta terra. Este túnel do tempo, permitirá que cápsulas feitas de material especial, nomeadas de *ConectaDATA*, viajem para o passado do planeta Terra e colem evidências científicas!

A sua missão

Você pode nos ajudar! Você é cientista no Conecta Chronos e uma missão lhe foi incumbida: coordene da estação espacial a localização do túnel do tempo e a viagem de três cápsulas *ConectaDATA* para o passado do Planeta Terra. Sua missão é enviá-las para tempos geológicos diferentes e registrar a maior quantidade de informações das evidências científicas possíveis entre as eras em que viajar. Coletando essas evidências, poderemos comprovar a veracidade e importância da ciência para a sociedade, além de criar o Memorial do Planeta Terra, resgatando a identidade do Planeta e da Humanidade!

Essa é uma missão perigosa, pois existe uma chance de as suas cápsulas encontrarem obstáculos pelo caminho e acabarem se perdendo em um buraco negro, impossibilitando você de coletar uma evidência científica. Então, tome cuidado!

Ao encontrar as evidências científicas, você encontrará também perguntas a respeito de seu conteúdo na interface da cápsula; elas fazem parte de um sistema de segurança implantado para garantir que você registrou os dados e está levando as informações certas! Selecione as opções de forma correta e a sua missão será completada com sucesso!

Boa sorte na sua jornada!”

Nesta narrativa, encontramos alguns pontos positivos, pois as *fake News* e o processo de alienação são assuntos bastante atuais, considerando que já estão presentes em nosso contexto, especialmente a partir da disseminação dos dispositivos tecnológicos em massa, o surgimento das redes sociais e a divulgação de conhecimento, muitas vezes, sem embasamento científico, teórico, histórico e social os quais sugerem posicionamentos políticos e mudanças comportamentais.

A narrativa, evidentemente, é uma distopia, um ponto de vista exagerado para o futuro da humanidade, em que a alienação é tamanha a ponto de apagarmos a nossa identidade da história e nos condicionarmos a um sistema ditatorial e manipulador. Nesse contexto, a narrativa faz alusão à obra de George Orwell “1984” publicada no ano de 1949. O autor, de pensamento distópico com relação ao futuro da humanidade 35 anos depois, propõe uma sociedade extremamente alienada e manipulada por um governo ditatorial nomeado como “O Grande Irmão” no original da obra “*The Big Brother*”. O protagonista é manipulado de tal forma que passa a acreditar que o número de quatro dedos mostrados na mão de uma pessoa é na verdade três, como se o número quatro nunca tivesse sido representado daquela forma.

Outra inspiração é o livro do autor Aldous Huxley, “Admirável Mundo Novo” em inglês “*Brave New World*” no original, publicado em 1932, o qual retrata uma distopia futura no ano de 2540 em que a humanidade detém conhecimentos sobre o desenvolvimento da tecnologia reprodutiva de forma bastante avançada, além de conhecimentos acerca da manipulação psicológica e do condicionamento social, conhecimentos estes que culminam em uma mudança profunda na sociedade e que, sob a ótica de um sistema manipulador, é extremamente nocivo para a humanidade. E, pensando nesse contexto, resgatar a integridade e a importância da comunidade científica e de seus conhecimentos aplicados à sociedade de forma ética, torna-se uma excelente oportunidade para levantar questões sobre a importância da divulgação científica e letramento científico para a sociedade; pode também levar à reflexão sobre o patrimônio genético, cujos conhecimentos devem ser utilizados sob o ponto de vista ético e para o bem não só da humanidade, mas também para o de todos os seres vivos residentes no nosso planeta.

Outro aspecto relevante desta narrativa é a necessidade de se resgatar a identidade humana e utilizar como um dos recursos a fundação do *Memorial do Planeta Terra*. Tendo em vista que os museus também têm o papel de promover a conservação do patrimônio histórico, cultural e intelectual e de mapear e fixar a construção de fatores identitários e a reunião de aspectos fundamentais na caracterização de uma sociedade; quando inserimos tais temáticas no jogo, podemos despertar a reflexão para a importância dos museus nos processos de sensação de pertencimento e identidade de uma sociedade (BRASIL, 2009; ICOM,2010).

4.2.4 Desenvolvimento da Didática e Conteúdo do Jogo

Por se tratar de um jogo de gênero educacional, o desenvolvimento da didática e do conteúdo torna-se um outro elemento fundamental no processo de conceituação e desenvolvimento de jogos. Para o desenvolvimento da didática e conteúdo do jogo foram consultados os conteúdos da Base Nacional Comum Curricular e os Parâmetros Curriculares Nacionais, artigos, documentários, filmes, canais de redes sociais e blogs em que o conteúdo dos temas abordados são discutidos e atualizados. Utilizei conhecimentos que adquiri durante a minha formação como bióloga e contamos com a consultoria de um professor de Evolução do Departamento de Genética, Ecologia e Evolução do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, Prof. Fabrício Rodrigues dos Santos, o qual foi também consultor de algumas das exposições implementadas no Espaço do Conhecimento. As discussões com o professor e minha orientadora serviram para levantar os temas mais adequados para o ensino desses tópicos na educação básica, bem como julgá-los quanto à adequação e coerência científica.

Um fator essencial que teve de ser considerado nesse processo foi o público. Levando em consideração que além do público espontâneo, que é composto em sua maioria por grupos de jovens adultos, o público do Museu também é composto pelo público agendado, o qual é constituído por estudantes do Ensino Infantil, Ensino Fundamental, Médio e EJA de instituições educacionais públicas e privadas. Devido ao grande contato com o público escolar, julgou-se necessário que o jogo dialogasse com alguns objetivos de aprendizagem que compreendem o currículo de formação do ensino fundamental e médio.

A principal finalidade tratava-se do potencial da atividade educativa destinada ao Museu de comportar-se como um recurso complementar àqueles encontrados no ensino formal, sem perder o viés de um recurso destinado a um espaço não formal de ensino, como os museus, que segundo Sposito (2018) valorizam o campo da experimentação, do movimento, do protagonismo na construção de saberes e a interação. Portanto, considerou-se relevante identificar as competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular que poderiam ser contempladas pelo jogo. Na BNCC do ensino fundamental foi possível perceber que os conteúdos

abordados nos jogos fazem parte das competências e habilidades em ciências naturais do 9º ano.

Dessa forma, a escolha do tema, suas competências e habilidades dialogam diretamente com os dados obtidos no estudo de público do Espaço do Conhecimento UFMG de que grande parte dos estudantes dos grupos agendados compreendem a faixa etária de 11 a 14 que corresponde à faixa etária de alunos dos anos finais do Ensino Fundamental. (Espaço do Conhecimento UFMG, 2017). As habilidades e competências relacionadas ao desenvolvimento do conteúdo do jogo Conecta Chronos podem ser encontrados nos Anexos A e B.

Outras fontes de referência também foram utilizadas, como por exemplo, o documentário do canal americano National Geographic; “Construindo o Planeta Terra” de 2011 (figuras 09 e 10) (*Earth: The making of a planet, 2011*). O seu roteiro perpassa pela origem da Terra até a Evolução dos seres vivos, inclusive a evolução da Humanidade, e os vídeos estão incluídos na íntegra no site do canal. Seus conteúdos também serviram de base para formular os temas que são abordados no Jogo.

Figura 9 – Cena do Documentário Construindo o Planeta Terra - National Geographic ©



Fonte: Site da National Geographic ©.

Figura 10 – Cena do Documentário Construindo o Planeta Terra National Geographic ©

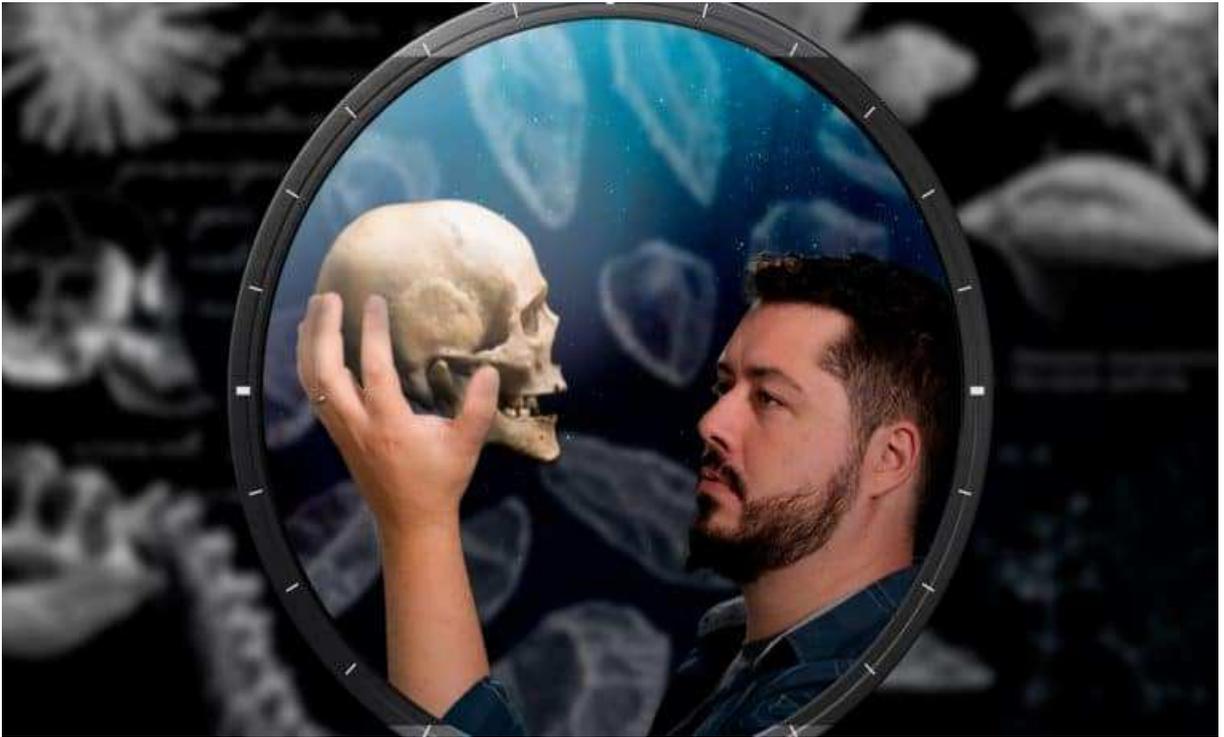


Fonte: Site da National Geographic ©.

A série do canal “Nerdologia”, “Nerdologia Ensina”, apresentada pelo Doutor em Microbiologia Átila Iamarino, também serviu de inspiração para a roteirização das evidências e diálogos possíveis dentro do jogo. A série aborda temas como a Origem da Vida e a Evolução dos seres vivos, inclusive a dos seres humanos, onde observa-se grande clareza na definição de conceitos tipicamente científicos, o que contribuiu para a elaboração de um roteiro de linguagem acessível para diversos públicos.

Outra série disponível no *YouTube* que contribuiu para a produção dos conteúdos e diálogos do jogo foi a série “Evolução e Dispersão dos Hominídeos” apresentada pelo paleontólogo e zoólogo Paulo Miranda, também conhecido como Pirulla (figura 12). A série retrata os eventos evolutivos dos ancestrais da espécie humana e como foi a sua dispersão no planeta Terra, o apresentador tem a preocupação com uma abordagem de conteúdos mais recentes e baseados em estudos de artigos científicos atualizados.

Figura 11 –Thumbnail do episódio 12 da série Nerdologia Ensina sobre a Evolução Humana



Fonte: Canal Nerdologia - YouTube.

Figura 12 - Thumbnail da parte 2 da série Evolução e Dispersão dos Hominídeos do Canal do Pirulla



Fonte: Canal do Pirulla - YouTube.

Artigos e editoriais de sites e revistas também foram valiosos na conceituação dos diálogos do jogo, tais como os editoriais das revistas Superinteressante da Editora Abril, (figuras 13 e 14) cujos temas relacionados à origem do planeta Terra, Origem da Vida, Evolução dos Seres Vivos e dos Seres Humanos, além de Teorias da Relatividade e Viagens no tempo são frequentemente abordados.

Figura 13 - Infográfico da revista Superinteressante da edição de setembro de 2002 mostrando a origem da vida na terra e a evolução dos seres vivos.



Fonte: Ed. Setembro de 2002 - pág. 30 Luiz Iria, Rodrigo Maroja e Denis Russo Superinteressante © Editora Abril.

Figura 14- Edições da Revista que contribuíram para seleção de conteúdo do jogo

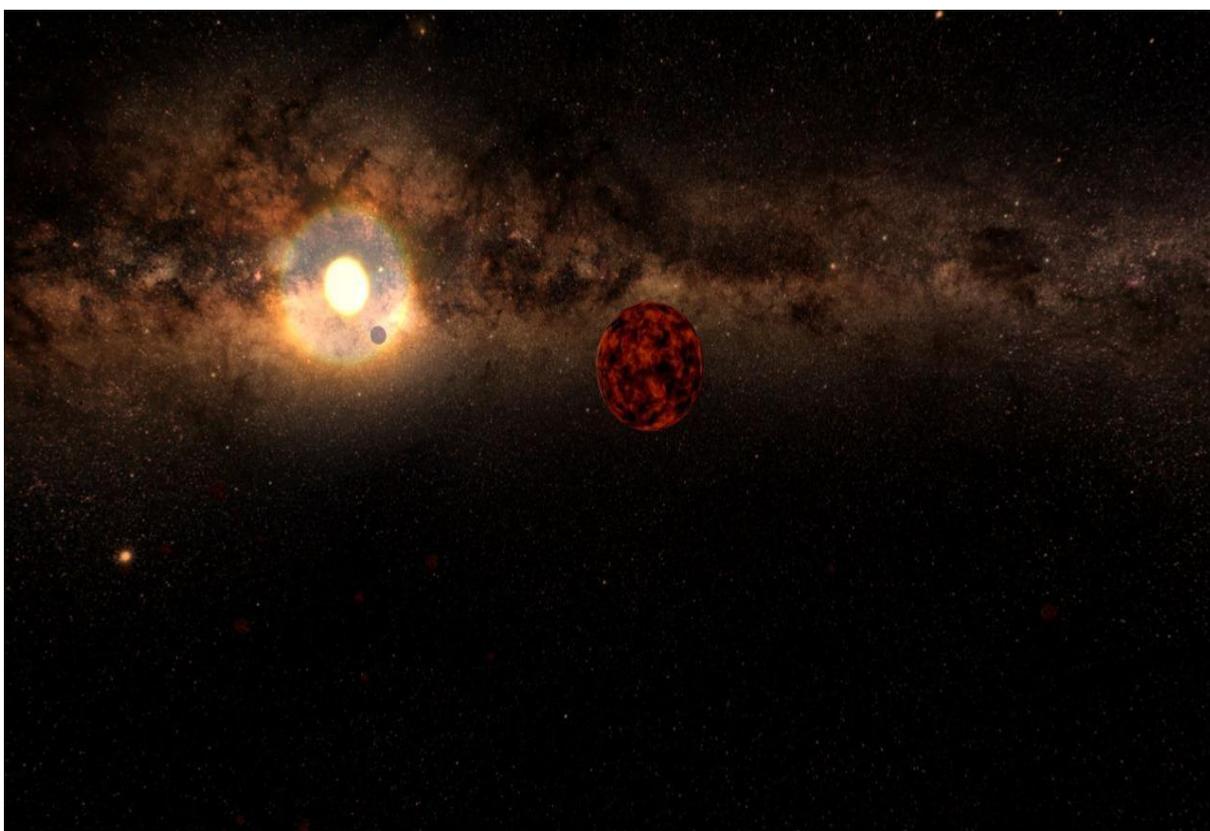


Fonte: Superinteressante © Editora Abril.

Dessa forma, selecionamos os conteúdos que seriam abordados em cada cenário, o qual representaria diferentes eras geológicas do planeta Terra e os objetivos de aprendizagem de cada um desses temas e habilidades específicas que seriam adquiridas com esses conhecimentos. Como resultado os cenários foram elaborados da seguinte forma:

Cenário “Bola de Fogo”: cenário que retrata o Éon Hadeano, reproduzindo as etapas da formação do Planeta Terra e da Lua, onde poderão ser encontradas evidências científicas referentes a estas etapas.

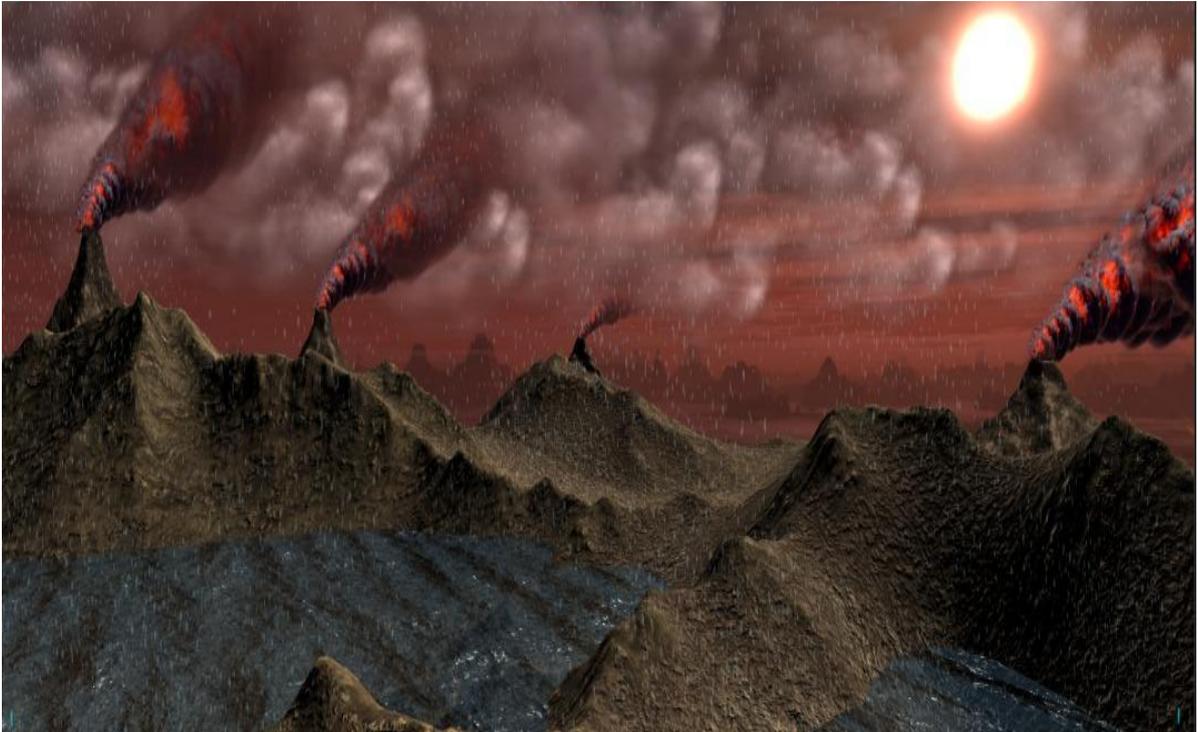
Figura 15 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos referente à animação que representa a formação do planeta Terra.



Fonte: Elaborado pela autora.

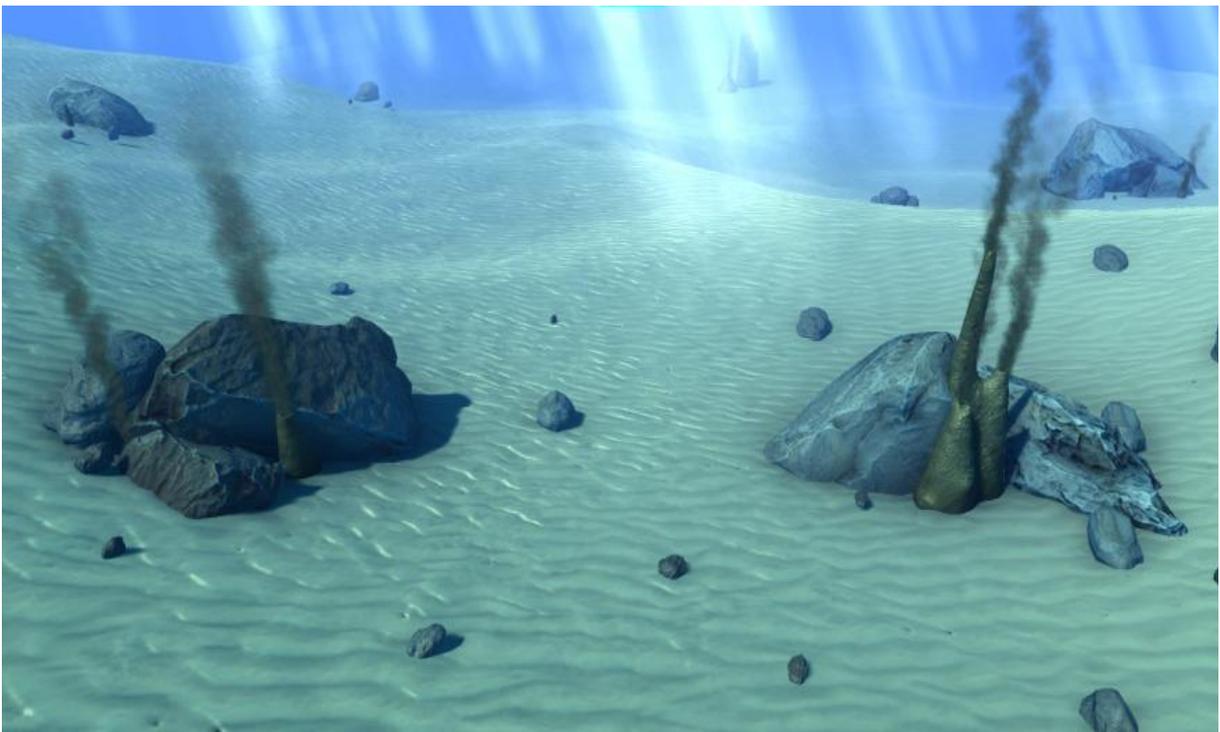
Cenário “Origem da Vida”: Cenário que retrata o Éon Arqueano e Proterozoico, reproduzindo a formação dos oceanos e a origem da vida na Terra, onde poderão ser encontradas evidências científicas referentes ao surgimento das bacias de água, as primeiras moléculas e o surgimento das primeiras formas de vida até a explosão de diversidade marcada pela fauna Ediacara no período Ediacarano da Era Neoproterozoica, representado nesse trabalho nas figuras 16 e 17.

Figura 16 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos referente à animação que representa a formação dos oceanos.



Fonte: Elaborado pela autora.

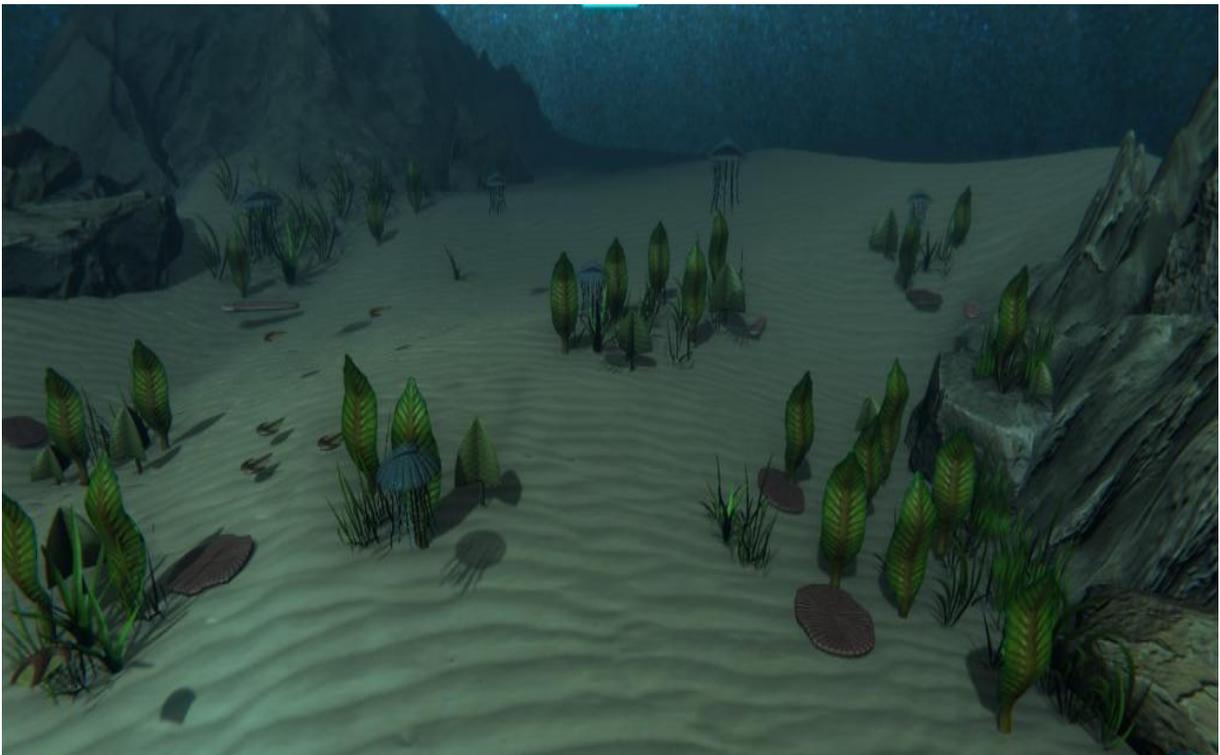
Figura 17 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos. Parte da animação que representa as fumarolas nos oceanos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Cenário Vida Marinha: Cenário que retrata os eventos de diversificação e diferenciação da vida no mar, retratando os primeiros períodos da era Paleozoica do Éon Fanerozoico - Cambriano, Ordoviciano e Siluriano - onde poderão ser encontradas evidências científicas referentes à origem das algas e plantas aquáticas, dos poríferos, cnidários, equinodermos, artrópodes, moluscos, peixes e anfíbios, representado neste trabalho nas figuras 18 e 19.

Figura 18 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos referente à animação que representa a fauna e flora Ediacara.



Fonte: Elaborado pela autora.

Cenário Conquista Terrestre Cenário que retrata os eventos em que houve a diversificação e diferenciação da vida dos animais no ambiente terrestre, onde poderão ser encontradas evidências científicas referentes à conquista do ambiente terrestre que se deu nos últimos períodos da era Paleozoica do Éon Fanerozoico - Devoniano, Carbonífero e Permiano - onde a origem dos insetos terrestres, répteis, sinapsidas e plantas terrestres pode ser representada. Neste trabalho, este cenário é representado pela figura 20.

Figura 19 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos referente à animação da fauna e flora do período Cambriano.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 20 - Captura de Tela do jogo Conecta Chronos referente à animação da fauna e flora do período Devoniano.



Fonte: Elaborado pela autora.

Cenário Mundo dos Répteis: Cenário que retrata os eventos da Era Mesozoica, em que houve a diversificação e diferenciação da vida das plantas no ambiente terrestre, surgimento das aves, mamíferos e o domínio dos grandes répteis, como os dinossauros, representado neste trabalho pela figura 21.

Figura 21 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos referente à animação que da fauna e flora do período Jurássico.



Fonte: Elaborado pela autora.

Cenário Mundo dos Mamíferos e Hominíneos: Cenário que retrata os eventos da era cenozoica, em que houve a diversificação e diferenciação dos mamíferos, homínídeos e homíníneos, além das plantas semelhantes às atuais como por exemplo as angiospermas, onde poderão ser encontradas evidências científicas referentes à evolução dos homíníneos até o surgimento da espécie humana, priorizando as espécies *Australoptecus*, *Homo erectus*, *Homo habilis*, *Homo neanderthalensis* e *Homo sapiens*. A evidência dos *australopithecus* pode ser vista na figura 22.

Figura 22 - Captura de tela do jogo Conecta Chronos referente à animação que representa os *Australopithecus* na savana africana.



Fonte: Elaborado pela autora.

Todo o conteúdo e os detalhes resultantes dessa etapa de desenvolvimento, encontram-se no apêndice *Game Design Document*.

4.2.5 Desenvolvimento dos Elementos da Dinâmica do jogo Conecta Chronos

Sendo assim, os elementos da Narrativa com os conteúdos focados na aprendizagem foram estabelecidos da seguinte forma:

Personagens: como o jogo tem um efeito de simulador, a cápsula que chega aos ambientes terrestres assume um papel de apresentar ao jogador, o qual relaciona-se com o jogo como um protagonista, experimentando as possibilidades dentro daquele cenário e contexto.

Enredo: o enredo conversa diretamente com a narrativa, sendo ordenado pelo conflito inicial, as estratégias e objetivos a serem cumpridos a fim de se atingir a meta do jogo. Uma sociedade corrompida por um sistema opressor engaja cientistas, preocupados com a alienação das pessoas e o futuro da ciência, que

embarcam numa jornada a fim de resgatar a identidade da humanidade e do planeta Terra, trazendo evidências científicas do passado de volta para futuro e fundando o Memorial do Planeta Terra.

Tensão (conflito): O conflito permeia a alienação da sociedade e como os cientistas do projeto Conecta Chronos precisam provar para esta sociedade que evidências científicas existem e como pretendem resgatar a identidade do Planeta ao refutar o Grande Sistema. O conflito exige a necessidade de conseguir evidências científicas e registrá-las corretamente a fim de coletá-las.

Solução: A solução se dá quando o jogador consegue cumprir sua missão de registrar a maior quantidade de informações da evidência científica de forma correta para coletá-la e trazê-la de volta ao futuro, com o objetivo de fundar o Memorial do Planeta Terra, refutar o Grande Sistema e resgatar a identidade do planeta e da humanidade.

Progressões e Condições

De acordo com o referencial teórico, as condições consistem em desafios, limitações e restrições que o jogador encontrará para limitar o caminho mais óbvio. Essas experiências estimulam o jogador a criar estratégias para ser bem sucedido no jogo.

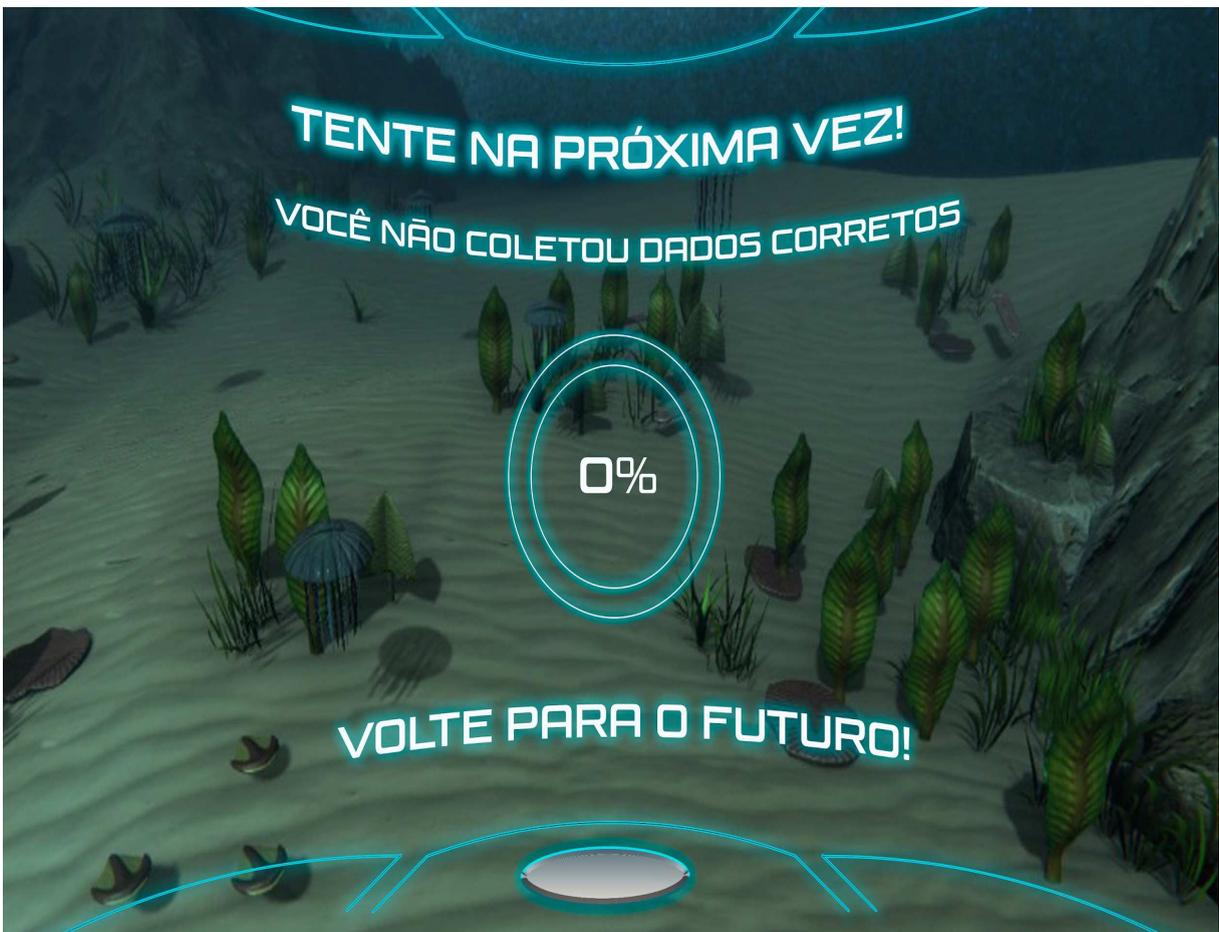
As progressões são definidas pelos avanços que o jogador faz no *game*. Nesse momento, é preciso que o jogo ofereça mecanismos para que o jogador reconheça que está progredindo e que valerá a pena prosseguir ao receber suas recompensas. A forma que encontramos para desenvolver as progressões foi a de oportunizar que o jogador tivesse mais opções corretas em cada uma das respostas para as perguntas. Ou seja, em uma pergunta, ofereceremos alternativas corretas e alternativas incorretas, o jogador seleciona aquelas que julgar corretas e as envia para o armazenamento de dados da “*conectaDATA*” (figuras 23 a 27).

As perguntas possuem quatro alternativas, dentre as quais, duas estão corretas e duas estão incorretas. Nesse caso, haverá uma restrição em que o jogador poderá coletar apenas 2 dados que correspondem ao número de dados corretos. Quando o jogador coleta um dado correto, seu feedback lhe mostra que 50% dos dados corretos foram coletados; caso o jogador colete as duas corretas, o feedback

mostrará que 100% dos dados corretos foram coletados. Dessa forma, se o jogador coletar uma alternativa incorreta, a sua barra de *feedback* no *score* deixará de preencher 50%; caso ele não colete qualquer dos dois dados corretos, sua barra de *score* deixa de preencher 100% e ele ficará com uma porcentagem de 0% de dados coletados corretamente(figura 23).

Caso seja uma pergunta de seis alternativas, dentre as quais quatro estão corretas e duas incorretas, a restrição é de que ele deverá coletar apenas quatro dados nesse tipo de pergunta, portanto, se ele coletar uma correta, a barra de *score* será preenchida com 25%(figura 24), se ele acertar duas, 50% (figura 25); se acertar três, 75% (figura 26) e se acertar os quatro dados corretos ele terá como *feedback* 100% (figura 27) dos dados coletados corretamente. Caso selecione algum dado incorreto ele deixa de coletar 25% do *score*, caso erre dois dados ele deixará de coletar 50%. Este resultado será simbolizado pelo *score* e dará *feedback* imediato ao jogador.

Figura 23 - Ilustração do *feedback* ao jogador que não colocou respostas corretas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 24 - Ilustração do feedback ao jogador que indicou 25% das respostas corretas



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 25 - Ilustração do feedback ao jogador que indicou 50% das respostas corretas



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 26 - Ilustração do feedback ao jogador que indicou 75% das respostas corretas



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 27 - Ilustração do feedback ao jogador que indicou 100% das respostas corretas



Fonte: Elaborado pela autora.

Algumas constrações podem ser identificadas no Conecta Chronos, por exemplo, quando o jogador responde alguma alternativa da pergunta de forma incorreta, ele terá um score de armazenamento de dados menor sobre aquela evidência em relação à oportunidade de acertar todas as alternativas corretas, que no caso representaria 100% das informações coletadas.

Figura 28 - Representação da animação colisão com meteoritos do protótipo do Jogo



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 29 - Representação da animação queda no buraco negro do protótipo do Jogo



Fonte: Elaborado pela autora.

Outra constrição, dessa vez relacionada ao fator sorte e aleatoriedade, é a possível colisão com meteoritos quando a cápsula embarca na viagem ao túnel do tempo (Figura 28). Nessa constrição o jogador perde a oportunidade de cumprir a missão de coletar uma evidência científica naquela rodada e deve voltar ao futuro para a próxima rodada dentre as três possibilitadas na partida. A última constrição consiste na possibilidade da cápsula, aleatoriamente, cair em um buraco negro (Figura 29) e o jogador perder a oportunidade de coletar a evidência científica naquela rodada, tendo de retornar ao futuro e tentar outra rodada dentre as três possibilitadas por partida.

Emoções e Relacionamentos

Um game tem o potencial de provocar diversas reações, desde as consideradas positivas (felicidade, entusiasmo, empolgação) até as consideradas negativas (frustração, raiva e etc.). É necessário encontrar um equilíbrio para que o jogador saia da experiência com mais reações positivas do que negativas (BOLLER; KAPP 2018). Por se tratar de um jogo voltado para o aprendizado, é importante que os jogadores tenham a sensação de uma boa experiência a fim de incentivá-lo a jogar mais partidas e adquirir mais conhecimentos, tendo em vista que o game permite apenas três rodadas (viagens no tempo), fazendo com que o jogador jogue mais vezes para descobrir as diversas evidências espalhadas pelos cenários que ele ainda não explorou.

Levando estes aspectos em consideração, imaginamos que o jogador pudesse ter emoções relacionadas à empolgação quando vislumbrasse a riqueza dos textos visuais (imagens, animações, interfaces e etc.) com cores vibrantes e que chamassem a atenção. Outro aspecto relevante para despertar a empolgação dos participantes é a conquista das evidências científicas, as quais passam por um mecanismo de pontuação; assim, o jogador ao perceber seu progresso e receber seu feedback, se sente motivado e empolgado a continuar.

Já os relacionamentos podem advir do contato entre os jogadores. A princípio não pensamos em uma modalidade *multiplayer*, mas caso o jogo seja levado para a sala de aula, por exemplo, o professor poderá projetar o jogo e, quando a cápsula cair em um cenário, o professor pode selecionar um aluno por vez para escolher os caminhos, e quando tiverem de responder às perguntas, o professor poderá

distribuir plaquinhas para seus alunos com os números de alternativas de resposta, dessa forma, a resposta que a maioria da turma der, através das plaquinhas, é selecionada e o resultado será compartilhado por todos. Trata-se de uma experiência bastante engajadora e que permitirá a interação de forma colaborativa e, ainda, estreitar os relacionamentos entre os envolvidos na partida.

4.2.6 Elaboração da Estética e Identidade Visual do Jogo

A busca pelo estado da arte dos games, trouxe respostas que me conduziram a uma pesquisa ainda maior, na qual contei com a parceria de dois graduandos em Design, os quais cursavam a disciplina do professor parceiro e consultor de design do Promestre. Nesta pesquisa, iniciamos a fase investigativa e analítica do design, cujo objetivo é o de entender parâmetros muito importantes, com a finalidade de delinear os elementos da estética do jogo, a exemplo da paletas de cores, a logo da marca e o estilo das ilustrações. Em busca de uma estética para o jogo, encontramos um estilo denominado *Retro Wave*, que engloba não somente a estética visual, como também se comporta como um gênero musical:

De forma mais simples, é caracterizado, na música eletrônica, como melódico e com sons que lembram trilha sonora de filmes ocidentais ou videogames dos anos 80. Visualmente, o estilo é relacionado a estética cyberpunk ou retro futurista. Sendo facilmente reconhecido pelo uso exagerado de fontes cromadas ou cursivas, neon ou uso de um gradiente de cores chamativas (MIRANDA, 2018. p. 12).

Escolhemos tal estilo devido à narrativa do jogo que perpassa por um contexto futurista e distópico assim como o *retro wave* é abordado em contextos semelhantes. Além disso, é um estilo que esteve presente nos videogames dos anos 80 e 90, desta forma, pensamos que ao utilizar tal estilo, poderíamos conectar também o público adulto que nasceu ou viveu nessas décadas e que ao mesmo tempo frequenta o Espaço do Conhecimento UFMG. Portanto, buscamos por referências e artes conceituais para jogos no estilo *retro wave* (figuras 30 e 31), definimos as páginas de apresentação e menu do jogo com um fundo interestelar e tipografias futuristas (figuras 32 e 33), além de uma paleta de cores com os tons azul e rosa neon para a interface do usuário (figuras 34 e 35).

Figura 30 - Design futurista baseado no estilo Retro Wave e Cyberpunk. Artista: Evan Rhodes



Fonte: Artstation.

Figura 31 - Design futurista baseado no estilo Retro Wave. Artista: Michal Kváč



Fonte: Artstation.

Figura 32 - Captura de Tela da página de apresentação do Jogo Conecta Chronos



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 33 - Menu Inicial do Jogo Conecta Chronos



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 34 - Desenvolvimento dos elementos do jogo Conecta Chronos de acordo com a estética retro wave e cyberpunk



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 35 - Desenvolvimento dos elementos do jogo Conecta Chronos de acordo com a estética retro wave e cyberpunk



Fonte: Elaborado pela autora..

4.2.8 Desenvolvimento da mecânica

Existem parâmetros para o design de mecânicas de jogos e, como o desenvolvimento do jogo Conecta Chronos procura estar de acordo com o processo de design de jogos educacionais para que realmente atinjam os objetivos propostos, fez-se necessária uma pesquisa a respeito desses parâmetros, além de uma análise acerca de qual jogabilidade a proposta do jogo se adequa melhor. Werbach e Hunter (2012) descrevem alguns elementos essenciais para a mecânica dos games, dessa forma, de acordo com o referencial teórico, organizamos a mecânica do jogo da seguinte forma:

Desafios: Os desafios podem ser descritos como os objetivos que os jogadores precisam alcançar para que eles cumpram a missão do jogo. Neste caso, os desafios consistem em registrar de forma correta todas as alternativas de resposta da evidência científica. Quanto mais alternativas corretas acertarem, maior o *score* que farão ao coletarem as evidências e levarem-nas ao futuro e mais rápido conseguirão derrubar o Grande Sistema e fundar o Memorial do Planeta Terra.

Sorte: O elemento sorte é trabalhado no jogo com a possibilidade de, ao viajar, o jogador entrar em contato de forma aleatória com uma constrição ou com um progresso. As constrições podem ser representadas cenas em que a cápsula esbarra em um meteorito e é danificada ou cai em um buraco negro, o que impede o jogador de realizar a tarefa naquela rodada.

Cooperação/ Competição: Tendo em vista que o jogo é digital e não tem modalidade multiplayer, a possibilidade de interação no caso de haver cooperação é quando o jogo amplia suas possibilidades e é levado para o contexto escolar, neste contexto o professor pode acessar o link que pode ser disponibilizado no site do Espaço do Conhecimento UFMG para jogar com seus alunos ou em uma sala multimídia ou projetando o jogo em sala de aula.

Feedback: Toda vez que a pergunta é respondida aparecerá o *score* representando a quantidade de acertos que o jogador fez naquela rodada, pensamos em estímulos sonoros e visuais dizendo “Missão cumprida com sucesso!” ou “Parabéns! Você coletou 75% da evidência científica”, por exemplo. Ao final da partida, uma tela indica o *score* de acertos que o jogador fez em cada rodada e o quanto que o

cientista (jogador) contribuiu para a fundação do Memorial do Planeta Terra, sendo assim poderá continuar a contribuir ao jogar mais partidas. Quando o jogador erra escolhendo uma alternativa incorreta, aparecerá o *score* correspondente aos seus acertos e erros. Essa constrição pode contribuir para que o jogador tente, na próxima jogada, acertar cada vez mais alternativas nas próximas rodadas ou partidas. Dessa forma, o jogador conseguirá acompanhar também, o seu progresso no jogo.

Recompensas: As recompensas serão simbolizadas pelo *score* de acertos das respostas correspondentes a cada evidência científica que encontrar, os quais ficarão registrados na tela como um placar de *score*, atestando as conquistas durante o jogo.

Dessa forma, as possibilidades de interação dos jogadores com o jogo foram elaboradas considerando que eles se relacionam diretamente com a mecânica. Pensamos em 3 formas de interação que o jogo Conecta Chronos poderia ter, em sua primeira versão como protótipo, terá a possibilidade de ser jogado online através de dispositivos como computadores, ou no ambiente escolar, como uma possibilidade de interação futura pensamos em implementá-lo a um totem interativo que pode ser instalado no espaço expositivo de museus e centros de ciência. Descrevemos o passo-a-passo das interações possíveis a seguir:

Mecânica na modalidade Espaço Virtual do Museu:

Considerando a narrativa do jogo, estabelecemos o passo a passo da mecânica do game nas etapas a seguir:

- O jogador deve acessar o site do Espaço do Conhecimento, entrar na guia para a página do jogo e acessar o link para fazer o download do arquivo em seu próprio computador.
- Há uma tela inicial com a imagem de uma viagem no espaço e o nome do jogo, logo abaixo, uma tecla de *start*.
- Ao clicar na tecla *start*, o jogador é direcionado para a animação que conta a narrativa, a sua missão e o contexto. Nessa parte, o jogador tem a opção de pular a narrativa, considerando que este jogador pode jogar várias vezes após a primeira tentativa e já vai ter conhecimento do contexto do jogo nas próximas partidas.

- Em seguida, a tela da interface da cápsula aparece diante de um túnel do tempo, onde será conduzido a um cenário que representa algum tempo geológico do planeta Terra ou cairá num buraco negro ou colidirá com meteoritos, impossibilitando que o jogador colete uma evidência científica naquela rodada dentre as três disponibilizadas pelo jogo.
- Na possibilidade de encontrar um cenário do planeta Terra, assistirá a uma animação que reproduz as características daquela evidência científica e, então, responder uma pergunta sobre ela.

Dentre as alternativas, o jogador selecionará as que julgar corretas, a quantidade de acertos que irá delimitar o *score* adquirido naquela rodada. Caso o jogador não acerte nenhuma alternativa correta ele não coletará informações sobre a evidência científica e não a levará para o futuro. Ao final das rodadas disponibilizadas por cada partida, o jogador será direcionado a uma página com o seu *score* e o quanto contribuiu para a fundação do memorial do Planeta Terra. Nesse momento, há a possibilidade de ele jogar outra vez ou sair do jogo.

Mecânica na modalidade totem interativo na exposição do Museu:

O jogador se aproximará do totem no museu e deve haver a possibilidade de conectar fones de ouvido, tendo em vista que o espaço expositivo pode apresentar outros ruídos e para que os áudios do jogo sejam melhor compreendidos e que também não interfiram na experiência de outros visitantes nas exposições que estarão no mesmo ambiente. Ao iniciar, o display já estará na tela inicial do jogo; dessa forma, o jogador apertará a tela *start*. Ao clicar na tecla o jogador é direcionado para a animação que conta a narrativa, a sua missão e o contexto. Nessa parte, o jogador tem a opção de pular a narrativa, considerando que este pode jogar várias partidas após a primeira tentativa e já vai ter conhecido o contexto do jogo. Em seguida, a tela da interface da cápsula aparece diante de um túnel do tempo onde será conduzido a um cenário que representa algum tempo geológico do planeta Terra ou cairá num buraco negro ou colidirá com meteoros, impossibilitando que o jogador colete uma evidência científica naquela rodada dentre as três disponibilizadas pelo jogo.

Quando o jogador encontrar um cenário na próxima jogada, caracterizada por uma viagem no tempo, ele deverá assistir à animação que identifica as características

daquela evidência científica e, então, responder uma pergunta sobre ela. Dentre as alternativas, o jogador selecionará as que julgar corretas. A quantidade de acertos delimitará o *score* adquirido naquela rodada. Caso o jogador não acerte nenhuma alternativa correta ele não coletará informações sobre a evidência científica e não a levará para o futuro. Ao final das rodadas disponibilizadas por cada partida, o jogador será direcionado a uma página com o seu *score* e o quanto contribuiu para a fundação do Memorial do Planeta Terra. Nesse momento há a possibilidade de jogar outra vez ou sair do jogo.

Mecânica na modalidade ambiente escolar:

O(a) professor(a) distribuirá plaquinhas com números referentes às três alternativas que serão apresentadas em cada pergunta para cada aluno ou grupo de alunos. O(a) professor(a) poderá então acessar a internet em sala de aula e, em seguida, o site do espaço do conhecimento, e projetar para os alunos a página inicial do jogo onde apertará a tecla *Start*. Ao clicar na tecla, todos serão direcionados para a animação que conta a narrativa, a sua missão e o contexto. Nessa parte, os jogadores terão a opção de pular a narrativa, considerando que este pode jogar várias partidas após a primeira tentativa e já vai ter conhecido o contexto do jogo.

Em seguida, a tela da interface da cápsula aparece diante de um túnel do tempo, onde serão conduzidos a um cenário que representa algum tempo geológico do planeta Terra ou cairão num buraco negro ou colidirão com meteoros, impossibilitando que eles coletem uma evidência científica naquela rodada dentre as três disponibilizadas pelo jogo. Na possibilidade de encontrar um cenário do planeta Terra. Quando os jogadores chegarem no cenário, deverão assistir à animação que identifica as características e evidências científicas daquela época e, então, deverão responder uma pergunta sobre este cenário levantando a plaquinha com as alternativas que julgarem corretas. O(a) professor(a) então selecionará as alternativas sugeridas pela maioria dos participantes e o resultado será compartilhado por eles.

Dentre as alternativas, os jogadores selecionam as alternativas que julgarem corretas; a quantidade de acertos que delimitam o *score* adquirido naquela rodada. Caso os jogadores não acertem nenhuma alternativa correta eles não coletam informações sobre a evidência científica e não a levarão para o futuro. Ao final das

rodadas disponibilizadas por cada partida, os jogadores serão direcionados a uma página com o seu *score* e o quanto contribuíram para a fundação do memorial do Planeta Terra. Nesse momento há a possibilidade de jogar outra vez ou sair do jogo.

Outra possibilidade no ambiente escolar é a de propor o jogo como atividade em uma sequência didática, agendando horário em um laboratório de multimídia que possua computadores. Dessa forma, os passos são idênticos aos da modalidade Jogo no Espaço Virtual do Museu. A última possibilidade é que o(a) professor(a) elabore uma sequência didática em que uma das tarefas é que o aluno jogue o jogo em casa através de seus próprios dispositivos e realize uma atividade relacionada aos conteúdos e aquisições com o jogo.

4.2.8 Desenvolvimento do suporte e da tecnologia do Jogo

A princípio, o jogo foi pensado para uma tecnologia de suporte digital. Contudo, para desenvolver jogos digitais, são necessários profissionais de diversas áreas e, normalmente, este é um processo que demandaria um maior investimento financeiro. Dessa forma, uma alternativa que encontramos foi a de tentar apoio com os consultores de design do Programa para encontrarmos alunos da graduação na própria Universidade que tivessem *expertise* na área e quisessem atuar no projeto como experiência complementar à disciplina do Design. Participei de reuniões com os professores organizadores e com os alunos do Design, porém, dentre os alunos não havia alguém que tivesse *expertise* na área. Esse fato se tornou uma dificuldade para que o projeto começasse a ser desenvolvido logo no início do mestrado.

Pensamos, assim, em alternativas e chegamos à decisão de produzir um jogo com suporte físico através de um totem interativo que utilizaria um microcomputador, sensores de *touch* e um monitor. Para esta alternativa contaríamos com a parceria de um engenheiro de automação com *expertise* em programação de sistemas de microcomputadores, o qual auxiliou também em todo o processo de desenvolvimento da mecânica do jogo, além de dois alunos do Design gráfico para auxiliar na produção de um briefing de marca e animações 2D para compor os cenários do jogo.

Entretanto, o trabalho de desenvolvimento do jogo Conecta Chronos teve de enfrentar as dificuldades do momento da pandemia causado pelo SARS-CoV, em

que medidas de segurança foram adotadas para evitar a disseminação da doença Covid-19. Sendo assim, os museus e centros de ciências, assim como as escolas, tiveram de ser fechados por tempo indeterminado para implementação do distanciamento social. Para nosso trabalho, isso dificultou a aplicação do Jogo no contexto expositivo do Espaço do Conhecimento UFMG. Nesse momento, boa parte das disciplinas da graduação e pós-graduação haviam sido paralisadas por tempo indeterminado na Universidade, dentre elas a disciplina de Design, que era oferecida pelo professor consultor parceiro do programa. Sem a orientação do professor, os alunos do Design decidiram por paralisar suas ações no projeto, alegando a necessidade de orientação do professor.

Embora este tenha sido um momento difícil para a continuidade do desenvolvimento do jogo, as pesquisas bibliográficas foram priorizadas bem como o desenvolvimento de toda a parte teórica do jogo. Foi necessária a reflexão para criar alternativas de implementação do jogo no Espaço do Conhecimento; a verba necessária estava disponível através do projeto do Edital Ciência na Escola - CNPq, mas não poderíamos implementar o jogo no espaço expositivo nem o avaliar de forma presencial.

Dessa forma, procedeu-se a novas reformulações com a retomada da ideia de desenvolver o jogo num suporte digital, considerando que o Espaço do Conhecimento possui um site bem estruturado. Além disso, esse suporte permitiria o acesso dos visitantes do espaço virtual do Museu ao jogo, bem como ampliaria as suas possibilidades de aplicação, as quais serão descritas um pouco mais à frente.

No contexto da pandemia passei a fazer parte de um grupo no meu município em apoio à lei Aldir Blanc, onde tive a oportunidade de conhecer diversos artistas atuantes na cidade. Através desta *network*, encontrei professores de artes e design de universidades públicas, os quais propuseram a indicação de designers de jogos, além de conhecer um designer de jogos da minha própria região. Nesse momento, a minha orientadora apresentou-me também uma aluna do curso de Cinema, Animação e Artes Digitais da UFMG para participar do projeto. Conhecendo os designers de jogos e apresentando-lhes o projeto, conseguimos criar uma parceria para o desenvolvimento do jogo e a possibilidade de se desenvolver um game digital tornou-se a melhor opção dentro das condições apresentadas.

Dessa forma, após elaborados os elementos que descritos nos tópicos anteriores como narrativa, conteúdo, estética e mecânica, partimos para a produção dos elementos do jogo. Os elementos gráficos como botões, a página inicial e o menu principal foram desenvolvidos por mim através do software de edição de imagens *Photoshop*, além da edição dos vídeos de apresentação e dos créditos através do *software Filmora 9*.

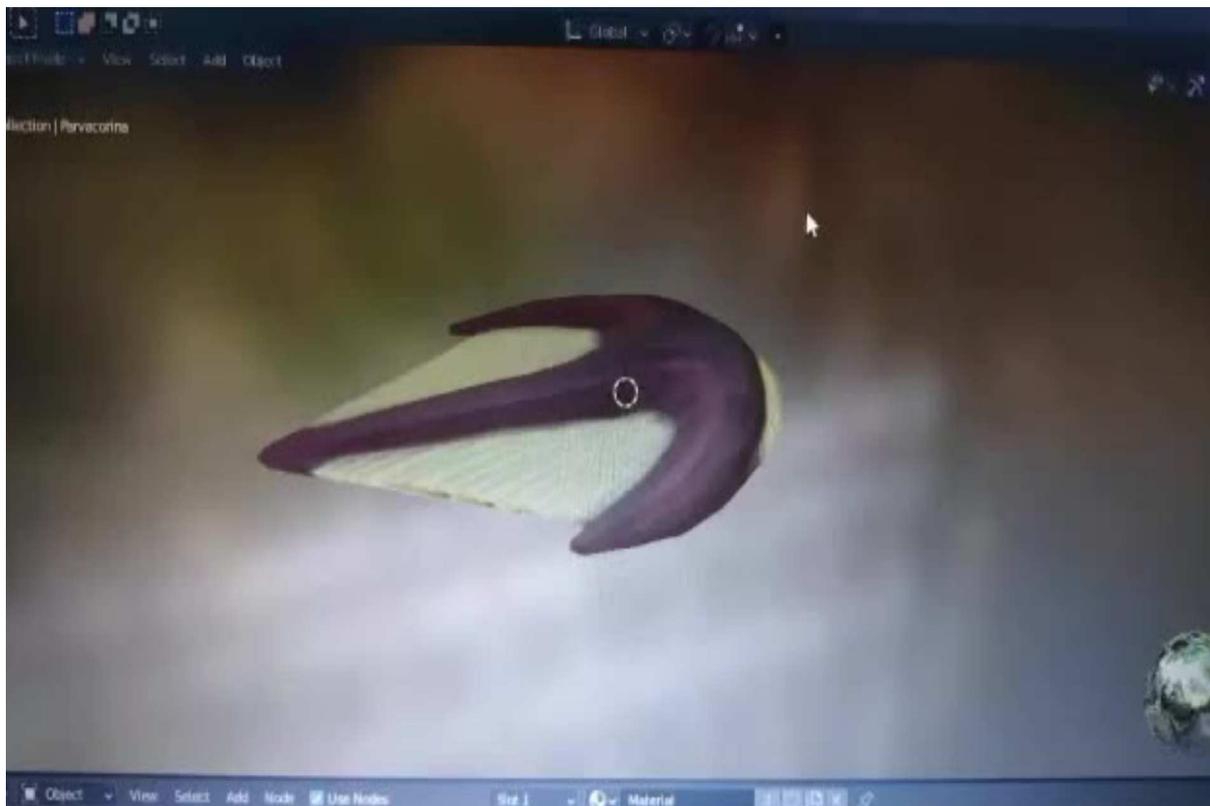
Para todos os cenários produzi um material com a descrição de como imaginava a cena utilizando de referências de imagens de documentários, imagens disponíveis na internet que conversavam com a estética do jogo, além dos efeitos sonoros que gostaria que estivesse em cada uma das cenas, compondo o que podemos chamar de *Briefing*. Dessa forma, eu e o artista 3d poderíamos modelar os objetos através do *software Blender* (figura 36 e 37), *MakeHuman* (figura 38 e 39) ou buscar por objetos 3d que tivessem a licença *Creative commons* e fossem livres de *royalties* para que pudéssemos utilizar ou modificar, de acordo com as nossas preferências do jogo.

Figura 36 - Captura de tela da modelagem 3d de um ser vivo do gênero *Hallucigenia* do cenário do cambriano feita pelo artista 3d Igor Barboza



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 37 - Captura de tela da modelagem 3d de um ser vivo do gênero *Hallucigenia* do cenário do cambriano feita pelo artista 3d Igor Barboza

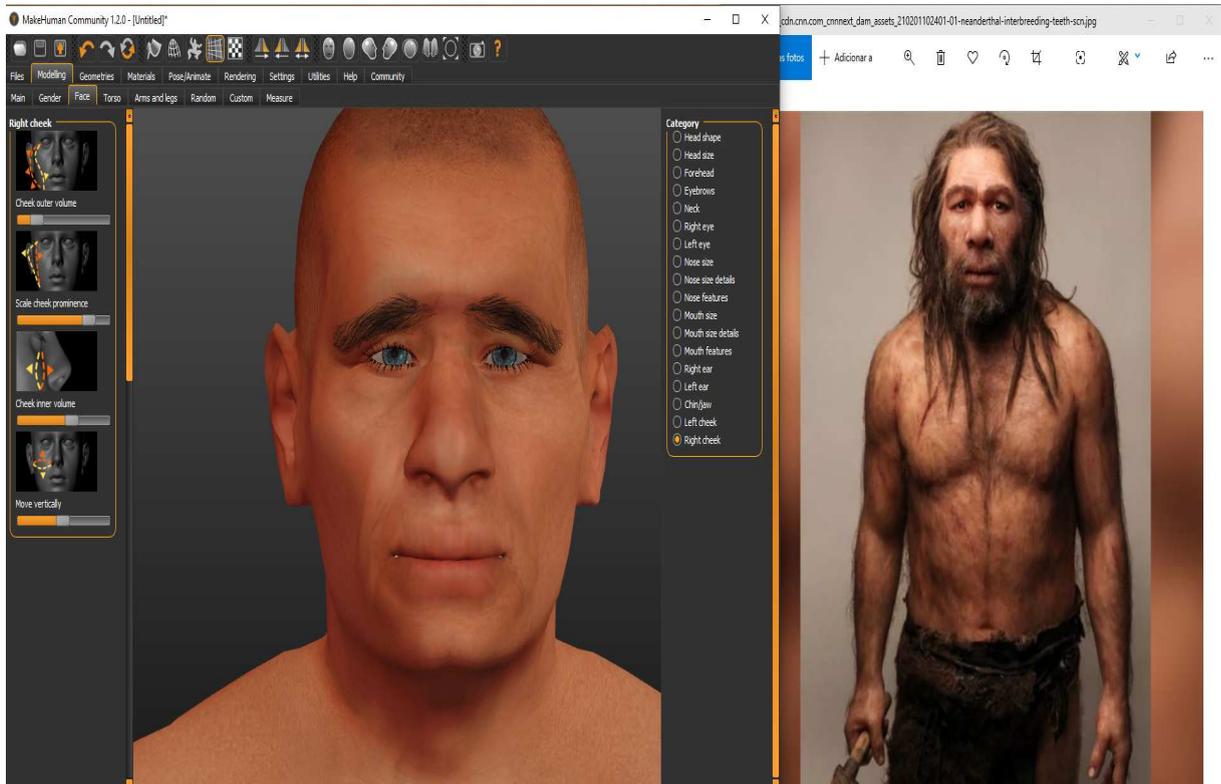


Fonte: Elaborado pela autora.

Em seguida, os objetos 3D passaram pelo processo de animação através do software *Blender* (figura 40), dessa forma seus movimentos e a forma como se comportam nas cenas foram definidos e após este processo, as cenas foram renderizadas, momento em que há a criação de uma arquivo que pode ser importado para o motor de games.

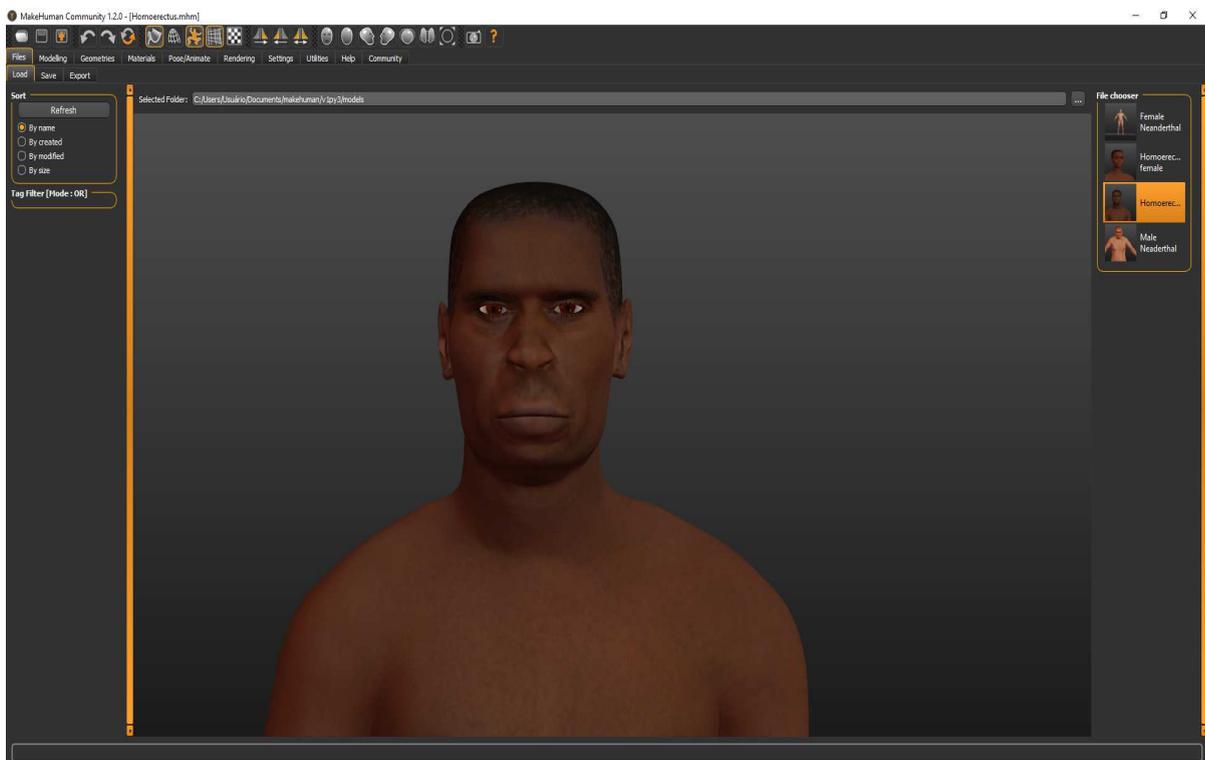
Produzidos os elementos gráficos, sonoros e as animações, todo o material foi direcionado para o motor de games *Unity*, onde as imagens, objetos 3d eram inseridos e organizados (figura 41), assim como os elementos da interface do usuário, os áudios, as posições da luz e da câmera. No motor de games, todos os recursos foram programados de acordo com a mecânica pré-estabelecida, organizando as janelas de pause e configuração do jogo, as alternativas, os *feedbacks* para cada tipo de resposta e o *feedback* final de todas as respostas somadas. Após todos estes processos, o protótipo chegou ao momento em que era possível jogar do início ao fim.

Figura 38- Captura de tela do processo de modelagem no software MakeHuman do hominíneo Neandertal tendo como base uma referência.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 39- Captura de tela do processo de modelagem no software MakeHuman do hominíneo *Homo erectus*.



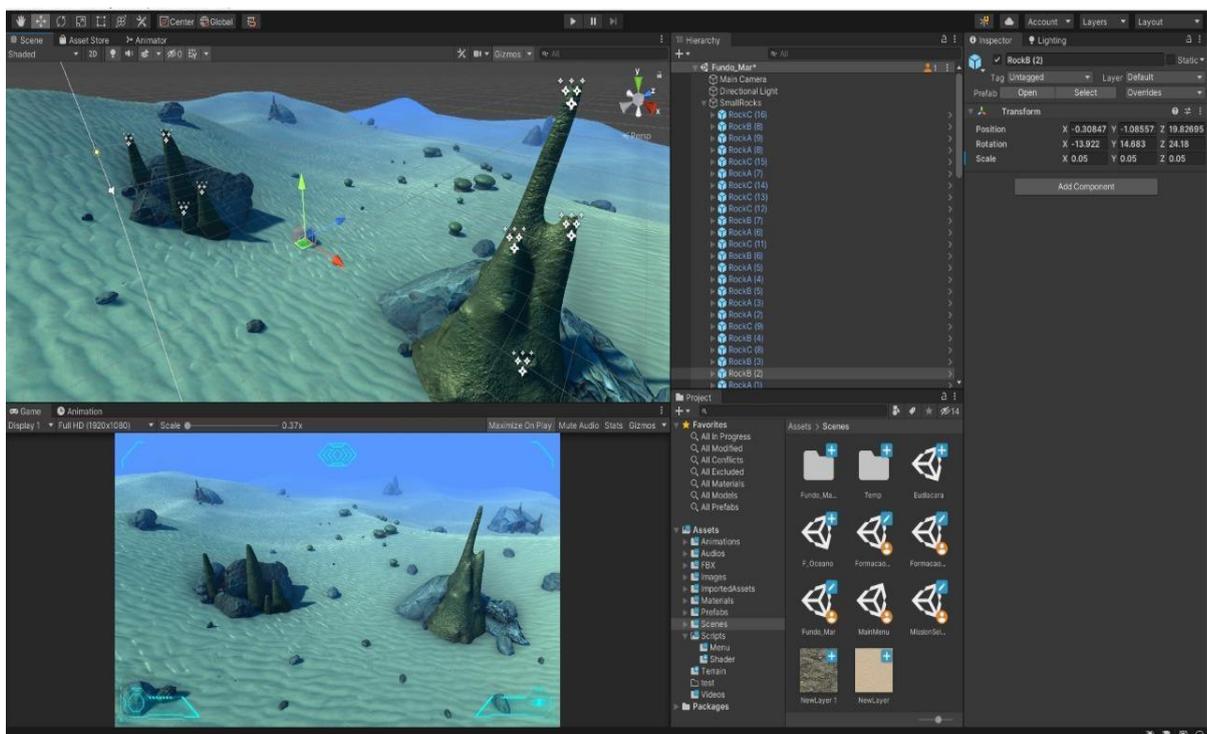
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 40 - Captura de tela do processo de animação do objeto 3d representando a espécie *Archaeopteryx* para a cena do Jurássico



Fonte: Elaborado pelo artista 3d Igor Barboza.

Figura 41 -Captura de tela do processo de composição da cena das fumarolas no motor de games Unity



Fonte: Elaborado pelo artista 3d Igor Barboza.

4.2.9 Avaliações e sugestões para ajustes futuros

O público do Espaço do Conhecimento UFMG apesar de possuir um grupo de visitantes espontâneos composto em sua maioria de adultos e de escolaridade alta, possui também um grupo de visitantes agendados formado por grupos escolares bastante diversos (GUIMARÃES; DINIZ, 2019; Espaço do Conhecimento UFMG, 2017). Assim, pensamos em um jogo que fosse acessível para os dois grupos, em que o jogador pudesse tanto ter o primeiro contato com o conteúdo quanto utilizar de seus conhecimentos prévios para ter bons resultados no jogo. Dessa forma, buscamos desenvolver uma narrativa clara e objetiva, utilizar textos verbais e não verbais para oferecer as informações do conteúdo do jogo, recursos sonoros e visuais com a finalidade de enriquecer o máximo os conteúdos abordados no game, tudo isso pensando na teoria de William Glasser, de que existe uma probabilidade maior de se adquirir conhecimento significativo através de um objeto de aprendizagem quando interagimos com este mais do que exclusivamente lendo, vendo, ou escutando, mas interagindo das três formas ao mesmo tempo, além das formas ativas de interação, como por exemplo, realizar tarefas e relacionar os conteúdos (GLASSER, 2001).

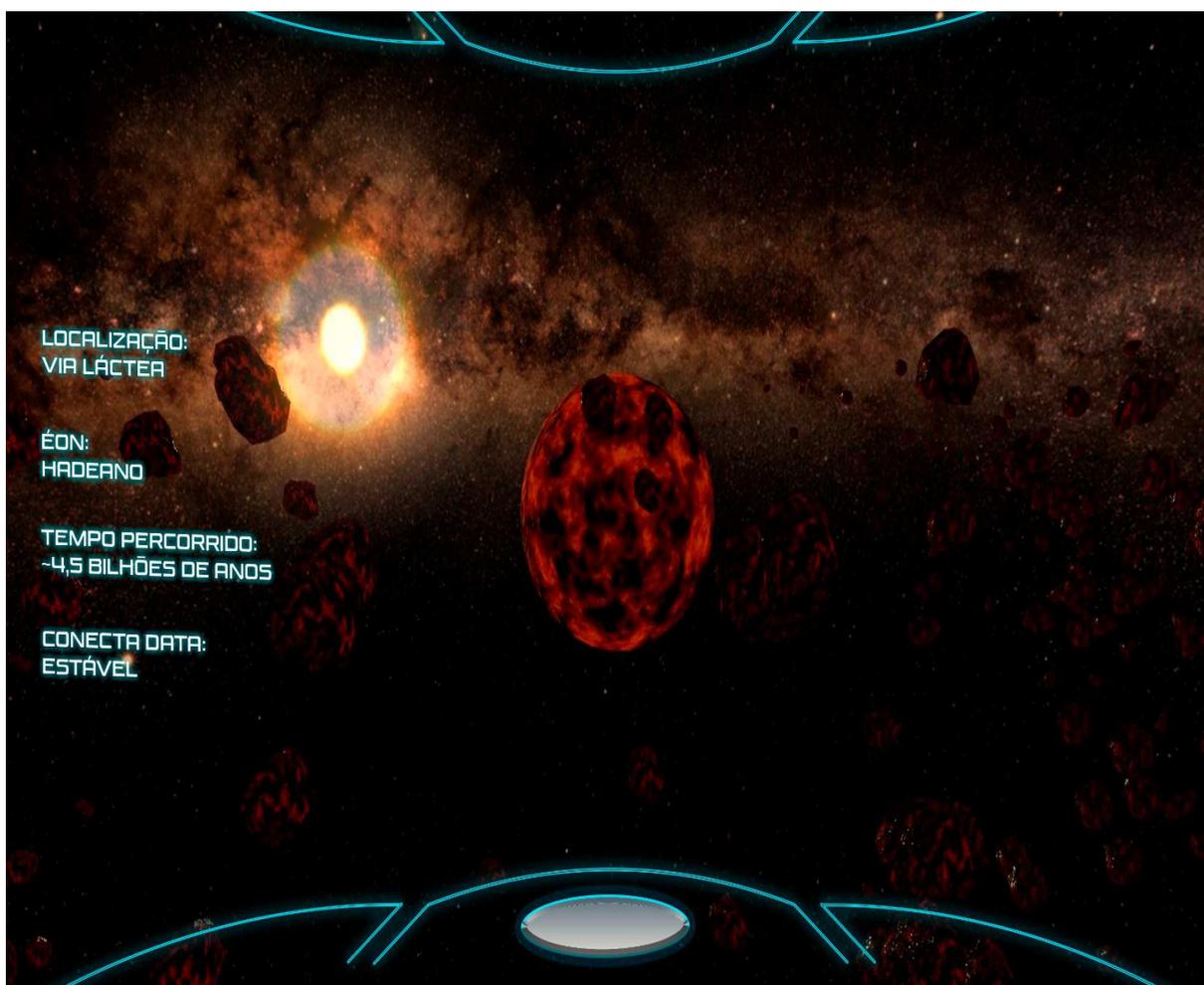
Um dos desafios no desenvolvimento do jogo consiste em adequar o vocabulário, de maioria científico, para que este fosse o mais acessível possível diante de um público diverso. Na busca pela solução do desafio, foi organizada uma oficina com os colaboradores, mediadores e funcionários que estão há mais tempo no Espaço do Conhecimento UFMG com a finalidade de discutir o conteúdo do jogo, dar sugestões e dicas tendo como base a relação que estes colaboradores tiveram com os visitantes ao longo dos últimos anos. Nesta oficina foram sugeridas modificações relacionadas aos tópicos a seguir:

Vocabulário: foram sugeridas modificações de alguns termos ou a possibilidade de implementar um glossário para aqueles termos que exigem conhecimentos prévios mais profundos para serem compreendidos. Considerando que tais recursos deixariam o desenvolvimento do jogo mais complexo nessa primeira versão, optamos por, no próprio áudio da animação, explicar alguns termos que pudessem ser de difícil compreensão por exigir conhecimentos técnicos de

biologia/ciências ou simplificá-los para o melhor entendimento e apostar em um glossário na próxima versão do protótipo.

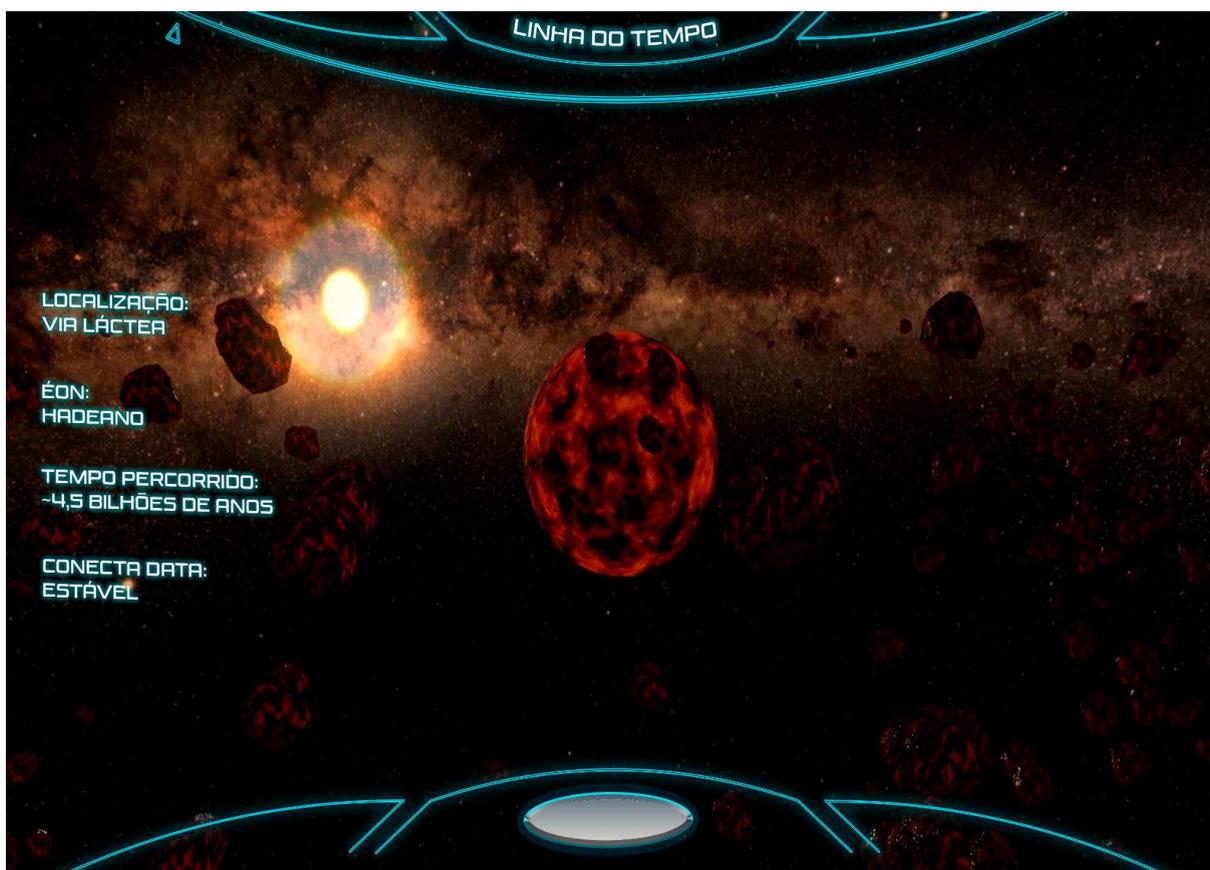
Identificação do tempo geológico: durante o jogo, o jogador tem a oportunidade de acessar cenários de tempos geológicos diferentes do planeta Terra, em que a interface da nave mostra um registro do tempo geológico em que se encontram, quantos anos se passaram, a localização e a estabilidade da cápsula que viajou no tempo. Com a finalidade de deixar mais didático os colaboradores sugeriram que houvesse algum elemento gráfico que pudesse mostrar uma referência dos extratos do tempo geológico e, por isso, pensamos na possibilidade do jogador ativar a visualização de um elemento gráfico (Figura 43) representando o tempo geológico no qual a cápsula *ConectaData* se encontra. Tal modificação será possível em uma versão futura do jogo.

Figura 42 – Cena do Jogo Conecta Chronos com Identificações na interface.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 43 – Proposta de recurso gráfico indicando a linha do tempo para as versões futuras.



Fonte: Elaborado pela autora.

A respeito da acessibilidade do jogo para diferentes públicos, pensou-se que estratégia poderíamos adotar para que o jogo fosse inclusivo. De acordo com a Associação Internacional de Desenvolvedores de Jogos, a acessibilidade em jogos digitais “pode ser definida como a habilidade de jogar um jogo mesmo sob condições limitantes. Condições limitantes podem ser limitações funcionais ou deficiências como cegueira, surdez ou redução de mobilidade.” (IGDA, 2004, p.5).

A associação destaca o fato de que a implementação da acessibilidade nos jogos digitais não contribui apenas para os desenvolvedores que poderão obter benefícios na ampliação do público que tem acesso ao jogo e fazer com que o seu produto esteja de acordo com a regulamentação da acessibilidade de acordo com a obrigatoriedade da não discriminação (IGDA, 2004), mas sim pelas diversas razões que esta implementação implica na qualidade de vida das pessoas com necessidades especiais. Esse fato é apoiado por diversos estudos como os de Thatcher *et al.* (2006) os quais inferem que além das interfaces acessíveis

melhorarem a experiência do portador de necessidades especiais, as interfaces acessíveis também melhoram a qualidade e a experiência de uso para pessoas sem deficiência.

Em seu estudo “Jogos Inclusivos: diretrizes de acessibilidade para jogos digitais”, Cheiran destaca que a maioria dos recursos para a acessibilidade que encontramos nos jogos digitais limitam-se frequentemente a alteração da resolução, ajuste de volume, ativação de legendas e remapeamento de controles e que, embora tais mecanismos representem um espaço importante para a promoção de um design que seja universal, existem ainda limitações que são desatendidas, a exemplo da falta de leitores de tela para as pessoas com deficiência visual, feedback multimodal que pode ser caracterizado por estímulos diversos, a exemplo da vibração dos controles do jogo e também o acesso a legendas ocultas como as *closed caption*, que “traduzem” elementos sonoros além dos que são verbalizados através de uma narração (CHEIRAN, 2013).

Uma das formas de deixar o jogo mais inclusivo para os deficientes auditivos, por exemplo, é a de inserir legendas convencionais ou ocultas (*closed caption*) ou vídeos com intérprete de libras nas animações para que este público possua maior conforto no entendimento das narrações do jogo. A possibilidade de regular o som ambiente e o som da narração já é uma experiência que o jogo Conecta Chronos consegue contemplar, além da possibilidade de ativar legendas.

Com relação aos jogadores com deficiência visual severa, é preciso pensar em uma modalidade do jogo que possua elementos sonoros para aqueles que ainda não o têm. Embora as animações sejam narradas, algumas informações só aparecem na interface através de textos que exigem a sua visualização. Dessa forma, como um objetivo futuro, é preciso pensar em estratégias como leitores de tela, ou inserir essas informações também na narração e garantir que o jogador consiga coletar os dados através de estímulos sonoros ou teclas específicas. Por exemplo, para coletar o dado “As tempestades formam os primeiros corpos d’água”, tecle “E”, relacionando sempre cada dado a teclas específicas no teclado ou console do jogador. Além disso, pode-se oferecer o feedback sonoro de sua pontuação e a forma de prosseguir no jogo.

Tendo em vista que se trata de um jogo digital em que os jogadores poderão ter acesso em sua própria casa ou escola, os recursos de adaptação físicos devem estar presentes nestes ambientes. Entretanto, no caso de o jogo ser hospedado em um totem interativo no Museu seria necessário pensar em um dispositivo em que suas características oferecessem ergonomia e acesso ao público diverso, a exemplo dos cadeirantes, pessoas com transtornos do crescimento, crianças pequenas e pessoas com deficiências físicas.

Considerando os objetivos do Núcleo de Ações Educativas do Espaço do Conhecimento UFMG de fazer com que a divulgação científica que acontece no espaço contribua para a construção dos saberes, de que o seu público não seja mero espectador no processo de aprendizagem e que haja uma comunicação efetiva sem que haja exclusivamente uma propagação de informações, (Paglioto *et al*, 2020) questionou-se qual estratégia poderia ser utilizada para que o jogo não fosse exclusivamente transmissivo, apenas propagando informações. A transmissividade diz respeito à metodologia de ensino empregada na educação tradicional que, assim como descreve Dermeval Saviani em “Escola e Democracia”, o educador é responsável por transmitir todo o conhecimento e o aluno se relaciona com o objeto de aprendizagem de forma passiva:

O ensino tradicional pretende transmitir os conhecimentos, isto é, os conteúdos a serem ensinados por esse paradigma seriam previamente compendiados, sistematizados e incorporados ao acervo cultural da humanidade. Dessa forma, é o professor que domina os conteúdos logicamente organizados e estruturados para serem transmitidos aos alunos. A ênfase do ensino tradicional, portanto, está na transmissão dos conhecimentos (SAVIANI, 1991. p.55).

Sob esta ótica, podemos pensar que a própria possibilidade de o indivíduo buscar por conhecimento através de um jogo educacional, em que deverá buscar por conteúdos, relacioná-los aos seus próprios conhecimentos prévios e realizar tarefas baseadas nos conhecimentos que adquiriu, possa ser considerada uma forma ativa de se relacionar com o objeto de aprendizagem. Entretanto, essa sugestão pode estar relacionada à forma que o conteúdo é encontrado no jogo.

As animações possuem narração indicando o que a interface da cápsula consegue identificar naquele ambiente. Porém, existem outros elementos pelos quais os jogadores podem adquirir conhecimento além daqueles que são expressos através

da linguagem verbal, a exemplo dos elementos não verbais caracterizados pelas imagens e objetos dispostos em cada cenário. Dessa forma, o jogador terá a oportunidade de buscar seus conhecimentos através de diversas fontes de interação, sendo elas passivas: lendo, escutando, vendo, assim como através de interações mais ativas como: relacionar os conteúdos com os próprios conhecimentos, fazer associações, identificações e realizar tarefas para concluir os objetivos do jogo.

Numa versão futura, uma forma de deixarmos o jogo ainda menos transmissivo é a de utilizar uma nova abordagem de jogo, sem as animações, mas sim um ambiente virtual semelhante ao de uma 'realidade virtual'. Nesta versão, o jogador poderia ter a autonomia de se deslocar pelo cenário e coletar os dados a partir do momento em que vai investigando o ambiente e encontrando as evidências científicas, participando de forma ainda mais ativa pela busca por conhecimento dentro do jogo.

4.3 Avaliação qualitativa baseada em heurísticas de games educacionais digitais

O objetivo dessa etapa do projeto não consiste em avaliar propriamente o jogo, mas sim em buscar identificar características que precisam ser melhoradas no jogo e também para nortear uma avaliação mais profunda, contando com especialistas, pesquisa de campo e interação com os jogadores para então validá-lo e implementá-lo ao Espaço do Conhecimento UFMG.

Para tal, buscamos por métodos de avaliação de jogos educacionais digitais, que é o foco do trabalho, e encontramos a técnica de avaliação heurística, do inglês 'Heuristic Evaluation'. Para este trabalho, consideramos o conceito de heurísticas atribuído ao design, de que as heurísticas tratam-se de diretrizes que nortearão o processo de desenvolvimento do jogo e também servirão para avaliá-lo de forma qualitativa, assim como destaca Breyer em sua dissertação Avaliação heurística para protótipos de jogos digitais: adaptação do método de heurísticas para a aplicação no primeiro protótipo funcional de jogos digitais, ao se referenciar do trabalho de Nielsen (NIELSEN, 1993 apud BREYER, 2008).

Este método se destaca por seus diversos benefícios, dentre eles a possibilidade de ser utilizada em qualquer fase do desenvolvimento do software/jogo digital inclusive

a fase em que o nosso jogo se encontra que é a fase de produção, em que a interface básica, o áudio, a arte e diversos recursos do protótipo já estão elaborados para irem para a fase alfa que é a de avaliação e validação do jogo. Outro benefício das heurísticas de avaliação de games é que consistem de avaliações que podem ser realizadas de forma rápida, eficiente e barata (VALLE *et al*, 2013; NOVAK, 2011).

Segundo Valle *et al* (2013), um dos conjuntos mais conhecidos de Heurísticas é o conjunto proposto por Nielsen, o qual busca avaliar a usabilidade de *websites* na tentativa de identificar defeitos nas fases de desenvolvimento até o produto final. Desde o conjunto de heurísticas proposto por Nielsen, diversos outros conjuntos de heurísticas foram propostos para a avaliação de jogos digitais, a exemplo do conjunto de Heurísticas proposto por Mohamed e Jaafar, livremente traduzido como Heurísticas de Jogabilidade para Avaliação de Jogos Computacionais Educacionais (PHEG) que é específico para jogos digitais com finalidades educacionais, tendo como objetivo, encontrar defeitos relacionados à fatores como jogabilidade, interface, conteúdo, multimídia e elementos educacionais em jogos digitais educacionais (VALLE *et al*, 2013 p.250).

Entretanto, as Heurísticas de avaliação da jogabilidade de jogos computacionais educacionais (PHEG) podem contribuir para que haja algumas limitações no processo de avaliação, como por exemplo, só devem ser aplicadas por especialistas, o que é um fator limitante para pequenos estúdios que não têm condições financeiras de ter um especialista em cada área do conhecimento necessária para o desenvolvimento de um jogo ou ainda, para aqueles jogos educacionais que foram desenvolvidos por pessoas que não são especialistas em jogos a exemplo dos educadores (VALLE *et al*, 2013 p. 250).

As Heurísticas para Avaliação de Jogos Educacionais Digitais (HEDEG) sugerida por Valle e colaboradores (2013), são uma alternativa de avaliação de jogos educacionais digitais para aqueles desenvolvedores de jogos que ainda não dispõem de especialistas em todas as áreas para conseguir avaliar o jogo ou que não são especialistas e que querem buscar pontos a serem aprimorados em seus jogos ainda na fase de desenvolvimento até à versão final. Além disso, as Heurísticas para Avaliação de Jogos Educacionais Digitais buscam contemplar a avaliação de alguns elementos que são importantes para os jogos educacionais

digitais que não são contemplados pelo conjunto de Heurísticas desenvolvidas por Mohamed e Jaafar, como por exemplo a identidade, níveis de complexidade e imersão (VALLE *et al*, 2013. p.248).

Em seu estudo, Valle *et al* se referem ao trabalho realizado por Anetta (2010), que publicou um artigo contendo os elementos fundamentais que contribuem para que um jogo digital educacional seja considerado um jogo de boa qualidade, trabalho este que foi fundamentado em 12 anos de estudos. De acordo com Anetta (2010 apud VALLE, 2013. p.249), os elementos propostos são:

Identidade: diz respeito à capacidade do jogador de se identificar com a personagem e se sentir parte do jogo, aumentando sua presença social e construindo uma forte interação entre o jogador e o jogo.

Imersão: a imersão é muito importante para que os jogadores se sintam envolvidos com os conteúdos do jogo ao passo de se sentirem motivados para vencer os desafios propostos e adquirir novos conhecimentos através da atividade.

Interatividade: esse elemento traz a possibilidade de os jogadores se comportarem como comunicadores sociais ao interagir tanto com outros jogadores durante as partidas quanto com um personagem NPC (*Non Player Character*) que são personagens que o jogador não pode assumir o comando mas que interagem com a personagem do jogador.

Níveis de Complexidade: esse elemento contribui para que as características de grupos distintos de jogadores sejam consideradas para que eles atinjam os objetivos propostos de acordo com os seus conhecimentos.

Análise de desempenho: os feedbacks podem fornecer informações sobre o desempenho dos jogadores tanto para eles mesmos quanto para os professores que avaliam sua interação com o conteúdo dos jogos.

Instrutivo: os jogadores da presente geração possuem a capacidade de se adaptarem a diferentes condições e desafios, dessa forma, os jogos que compreendem os pontos fortes e fracos dos jogadores e buscam adaptar o ambiente do jogo contribuíram para que os objetivos de aprendizagem sejam contemplados,

possibilitando um aprendizado implícito, em que o jogador não percebe que está aprendendo.

Dessa forma, as Heurísticas para Avaliação de Jogos Educacionais Digitais (HEDEG) proposta por Valle *et al.* (2013) buscam atender tanto a avaliação dos elementos considerados essenciais para um jogo educacional digital de qualidade de acordo com os estudos de Anetta (2010), quanto é baseada também no conjunto de Heurísticas de Jogabilidade para Avaliação de Jogos Computacionais Educacionais proposto por Mohamed e Jaafar, além de se tratar de um conjunto de heurísticas que tem a possibilidade de ser aplicado por não-especialistas. Na busca por defeitos e condições que possam ser melhoradas na próxima versão do protótipo do jogo Conecta Chronos, relacionamos os elementos do jogo com o conjunto de heurísticas HEDEG.

Feitas as relações entre os elementos dos jogos e as heurísticas de avaliação de jogos digitais educacionais para nortear as alterações que precisam ser feitas e os objetivos que já contemplamos com o jogo, buscamos relacionar, também, o desenvolvimento do jogo Conecta Chronos às recomendações do autor do manual de recomendações para o desenvolvimento de jogos para museus, Fábio Marcolino, para verificar se o desenvolvimento atende às recomendações citadas. A relação entre os elementos do jogo Conecta Chronos e as Heurísticas HEDEG e Recomendações para o desenvolvimento de jogos digitais para museus se encontram nos apêndices A e B.

4.4 Implementação do Jogo no Espaço do Conhecimento UFMG

Diante de todos os desafios encontrados no desenvolvimento do jogo e considerando o contexto de isolamento social em razão da pandemia de COVID-19, a alternativa mais viável dentro das nossas condições foi a de desenvolver um jogo digital para que este alcançasse os visitantes do Museu através de seu portal digital, ainda que o espaço estivesse fisicamente fechado para visita até 2021. Portanto, pensou-se no desenvolvimento de uma página integrada ao site do Espaço do Conhecimento UFMG como um objetivo futuro, para que os visitantes pudessem realizar o *download* em seu próprio computador e ter acesso ao jogo.

Como o jogo Conecta Chronos está na fase posterior à de produção, em que o protótipo será direcionado para a avaliação e validação, integrá-lo ao espaço seria inclusive uma oportunidade para promover tais etapas, informando ao público que o jogo está em fase de desenvolvimento e que conta com a contribuição dos jogadores para a sua avaliação e propostas de melhoria. Dessa forma, ao ter acesso ao jogo na página integrada ao portal do Espaço do Conhecimento UFMG, o público também participaria ativamente do processo de avaliação ao responder questionários online sobre a sua experiência com o jogo.

Considerando que o Espaço voltou a abrir as portas para visitação no ano de 2022, a proposta de promover um evento em que os visitantes tivessem a oportunidade de jogar o jogo no próprio museu através de uma oficina, possibilitaria inclusive a pesquisa em campo. Esta teria a finalidade de observar a intera o dos jogadores com o jogo e entrevist -los, para que seus depoimentos e experiências contribuam para a avalia o e valida o do jogo, contribuindo assim para que este seja aperfei ado e passe a fazer parte de forma definitiva das a oes educativas do Espaço como um objetivo futuro, seja através do site ou através de um totem interativo.

5. CONSIDERA OES FINAIS

Eu sempre gostei muito de jogos. Ainda   comum em minha família nos reunirmos durante uma tarde de domingo para jogarmos jogos de tabuleiro e, com eles, eu aprendi muito. Aprendi não somente os conteúdos dos jogos de pergunta e resposta, aprendi a socializar, a perceber habilidades que eu tinha quando “ganhava” e as minhas limita oes quando “perdia” ou não ia bem em uma jogada. Com os jogos pude aprender, muitas vezes, o meu espaço e o espaço do outro e, tantas vezes, ambos entravam em uma intercessão prazerosa, onde havia troca e companheirismo.

Os jogos digitais também ganharam o meu fascínio na fase da adolescência dada a oportunidade de experimentar ambientes e sensa oes que naturalmente eu não viveria no mundo real. Alguns jogos com os quais eu tive contato exigiam de mim habilidades que eu precisava desenvolver, como o pensamento rápido, lógico e estrategista, a exemplo do jogo “*Tomb Raider*” em suas várias versões, onde eu precisava desvendar enigmas e explorar cenários fantásticos. Wave Race que me

permitiu “andar” de *jet ski* entre as baleias e golfinhos ao mesmo tempo em que cumpria tarefas e superava obstáculos, “*Age of Empires*”, em que pude vislumbrar diversos cenários das primeiras civilizações humanas e compor estratégias para defender a civilização a qual fazia parte e, ao mesmo tempo, desenvolvê-la e evoluí-la desde os caçadores e coletores até a revolução industrial. Tive a oportunidade de jogar muitos jogos e acredito que eles tenham contribuído muito para que eu desenvolvesse habilidades que foram importantes para a minha formação tanto pessoal quanto intelectual.

A minha paixão pela arte e pela biologia me aproximaram do desenvolvimento de jogos educacionais quando de forma bastante amadora desenvolvi um jogo de tabuleiro para a disciplina de Laboratório em Parasitologia durante a minha formação em Ciências Biológicas pela UFMG. A professora da disciplina viu potencial no recurso e convidou-me para participar da III Mostra de Pós Graduação do 3º Encontro de Ciências, Cultura e Arte do ICB na Semana do Conhecimento UFMG. Ainda que a mostra fosse para os pós-graduandos, a proposta do jogo foi aceita e premiada em primeiro lugar por votação dos visitantes presentes. Vendo o grande interesse das pessoas que circulavam na mostra pelo jogo, percebi que os jogos eram uma ferramenta bastante atrativa e convidativa, pois joguei com os visitantes do início até o último minuto da mostra e depois dessa experiência fiquei muito feliz em poder conciliar a arte e ciência e, ainda, desenvolver um recurso que tinha um grande potencial para engajar as pessoas na busca pelo conhecimento.

Depois dessa primeira experiência desenvolvi outros jogos que também foram premiados em eventos da UFMG. Entretanto, gostaria de me aprofundar ainda mais e desenvolver um recurso que fosse menos amador e que contemplasse os requisitos para o desenvolvimento de um jogo educacional da melhor forma possível, e nessa busca cheguei ao mestrado profissional em educação. Não considero os jogos uma panaceia que irá resolver todos os problemas da educação, mas acredito muito no seu potencial como recurso educativo que venha a complementar as diversas formas de aprendizagem que nós temos.

Durante o Mestrado me apaixonei ainda mais pelo desenvolvimento de jogos ao ponto de cursar outra pós graduação - Pós graduação em Educação e Jogos para Aprendizagem - de forma concomitante. A intenção é me especializar cada vez mais

no desenvolvimento de materiais educativos em que eu possa conciliar a arte com a ciência, que são áreas indissociáveis para mim, considerando a grande contribuição que a interseção dessas áreas teve na minha formação. Através dos jogos digitais, busco desenvolver recursos educativos que realmente engajem, que funcionem como fonte de conhecimento e que, ao mesmo tempo, provoquem a curiosidade, experiências lúdicas e sinestésicas. Dessa forma, posso afirmar que cursar o mestrado pelo PROMESTRE, atuar gerindo as fases de desenvolvimento do jogo contribuiu muito e ainda contribuirá para a minha formação como produtora de recursos educativos.

Como recurso educativo para o PROMESTRE, desenvolvemos o protótipo do jogo Conecta Chronos, o qual se encontra na fase posterior a de produção, em que o GDD, os mapas, interface e elementos do jogo foram desenvolvidos para esta versão inicial. O protótipo pode já ser direcionado para a fase alfa, em que jogadores e especialistas avaliam sua experiência com o jogo na busca de encontrar problemas que possam ser resolvidos e obter sugestões de melhoria para que a equipe de design possa corrigir ou complementar seus elementos para que este seja validado.

Portanto, os próximos passos consistem na avaliação dos impactos do jogo, de acordo com a experiência dos jogadores, nos processos de ensino aprendizagem e divulgação científica no âmbito dos museus, sua validação e integração ao Espaço do Conhecimento UFMG. A avaliação ocorrerá de forma qualitativa e terá como base as heurísticas de avaliação de jogos digitais educacionais (Apêndice A), as recomendações para a produção de jogos educacionais destinados a museus (Apêndice B), a experiência de jogadores especialistas e a experiência dos jogadores visitantes, tanto do espaço digital quanto do espaço físico do Espaço do Conhecimento UFMG.

Posterior à validação, pensamos como um objetivo futuro, a possibilidade de disponibilizarmos o acesso ao jogo através de um totem interativo no próprio espaço expositivo do museu. Por se tratar de um jogo digital, pensamos na possibilidade de se jogar online através do computador ou dispositivos móveis, como por exemplo os celulares através de aplicativo. Essa possibilidade amplia o acesso dos jogadores, o qual ficaria restrito ao espaço expositivo do museu. Este suporte também amplia a

possibilidade de se implementar o game em uma sequência didática no ambiente escolar através do acesso ao site do Espaço do Conhecimento UFMG ou, através da própria divulgação no site institucional do Museu, permitindo a participação de jogadores que também representam os visitantes da plataforma virtual do Espaço do Conhecimento UFMG.

Agradeço muito a todos que contribuíram para que este projeto fosse desenvolvido frente a todas as adversidades que encontramos no caminho. Acredito muito que este trabalho poderá contribuir para o aprendizado e divulgação científica de forma lúdica e inovadora, bem como dialogar com o espaço virtual ou expositivo a que se destina, valorizando e enriquecendo ainda mais os acervos e histórias ambientadas em tais contextos.

Creio também, que este trabalho traz uma contribuição no sentido de ampliar os estudos relacionados aos temas escolhidos, bem como para o desenvolvimento de outros jogos educacionais digitais destinados aos museus e espaços de ciências. Entendo que, a partir do tema de pesquisa proposto, tive a oportunidade de materializar um recurso educativo que visa atender aos requisitos parciais necessários para a obtenção do título de mestre no programa de Mestrado Profissional em Educação e Docência - PROMESTRE.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, Flora. **Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras um guia completo: do conceito à prática**. 1. ed. São Paulo: DVS editora, 2015.

ALVES, Leonardo Meireles. **Gamificação na educação: aplicando metodologias de jogos no ambiente educacional**. 1. ed. Joinville: Clube dos Autores, 2018.

ALVES, Márcia Maria; BATTAIOLA, André Luiz. **Recomendações para ampliar motivação em jogos e animações educacionais**. In: Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital SBGAMES. Salvador, 2011. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2011/proceedings/sbgames/papers/art/short/92008.pdf>

ANNETTA, Leonard. **“The “I’s” have it: A framework for serious educational game design,”** *Review of General Psychology*, vol. 14, no. 2, pp. 105-112. 2010

BECK, John C.; WADE, Mitchell. **The kids are alright: how the gamer generation is changing the workplace**. Boston: Harvard Business School Press, 2006.

BOLER, Sharon; KAPP, Karl. **Jogar para Aprender: tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes**. São Paulo: DVS Editora, 2018.

BRANCO, Pércio de Moraes. **Breve História da Terra, Serviço Geológico do Brasil – CPRM**, 2016. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Breve-Historia-da-Terra-1094.html>

BRASIL. Instituto Brasileiro de Museus. **Caderno da Política Nacional de Educação Museal**. 2018. Disponível em: <https://www.museus.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Caderno-da-PNEM.pdf>

BRASIL. **Lei nº 11.904, de 14 de janeiro de 2009**. Institui o Estatuto de Museus e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11904.htm

BRASIL . 2013 **Decreto nº 8.124, de 17 de outubro de 2013**. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.904, de 14 de janeiro de 2009, que institui o Estatuto de Museus, e da Lei nº 11.906, de 20 de janeiro de 2009, que cria o Instituto Brasileiro de Museus – Ibram. Diário Oficial da União, Brasília, 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2013/decreto/d8124.htm. Acesso em: 27 jan. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BREYER, Felipe Borba. **Avaliação heurística para protótipos de jogos digitais: adaptação do método de heurísticas para a aplicação no primeiro protótipo funcional de jogos digitais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

CEREZINI, Bruna Iara Arnoldo et al. **Viagem no tempo: ficção ou realidade?** Mostra Interativa da Produção Estudantil em Educação Científica e Tecnológica, 2017.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** 4 ed. Ijuí: Ed. Unijui. 2006.

CHEIRAN, Jean Felipe Patikowski. **Jogos inclusivos: diretrizes de acessibilidade para jogos digitais.** 2013.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. **Flow: the psychology of optimal experience.** USA: Harper Perennial Modern Classics edition, 1990.

COSTIKYAN, Greg. **I Have No Words & I Must Design: Toward a Critical Vocabulary for Games.** In: Computer Games and Digital Cultures Conference Proceedings, 2002.

CARVALHO, Carlos Vaz de. **Aprendizagem baseada em jogos-Game-based learning.** In: II World Congress on Systems Engineering and Information Technology. p. 176-181. 2015.

DESVALLÉES, André; MAIRESSE, François **Conceitos-chave de Museologia.** 1 ed. São Paulo: Comitê Brasileiro do Conselho Internacional de Museus, 2013.

Espaço do Conhecimento UFMG. (2017). Belo Horizonte: UFMG.
Disponível em: <http://www.espacodoconhecimento.org.br/>

GLASSER, William. **Teoria da Escolha: uma nova psicologia de liberdade pessoal.** São Paulo: Editora Mercuryo, 2001.

GUIMARÃES, Alice Demattos; DINIZ, Sibelle Cornélio. **Equipamentos culturais, hábitos e território: um estudo de caso do Espaço do Conhecimento UFMG** Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, 2019.

GRASSI, Nicholas Bruggner. **Aprendizado tangencial e gameflow nos jogos digitais: estratégias para o desenvolvimento de jogos educacionais engajadores.** 2021.

Disponível em: file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/grassi_nb_dr_bauru.pdf
Acesso: 25 jan 2022

HAYS, Robert T. **"The Effectiveness of Instructional Games: A Literature Review and Discussion"**. Orlando: Naval Air Warfare Center Training System Division, 2005. Disponível em:

<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fapps.dtic.mil%2Fsti%2Fpdfs%2FADA441935.pdf&clen=4169053&chunk=true>

HELERBROCK, Rafael. **"Buraco de minhoca"; Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/buraco-minhoca.htm>. Acesso em 10 de março de 2020.

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens**. 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.
Disponível em: <http://www.andreaserpauff.com.br>

JACOBUCCI, Daniela Franco Carvalho. **Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica**. Revista em extensão, v. 7, n. 1, 2008.

KAAP, Karl M. **The gamification of Learning and Instruction**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

LANGARD, Theodoro, JOHANIS Henrique. **O naturalista Dr. Lund (Peter Wilhelm): sua vida e seus trabalhos**. Rio de Janeiro: Typografia Universal de H. Laemmert, 1883. Disponível em: <http://bdor.sibi.ufrj.br/handle/doc/15> Acesso: 24 mar 2021.

LAMING-EMPERAIRE, Annete. **Annete Laming Emperaire**. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2020. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Annette_Laming-Emperaire&oldid=57949140. Acesso em: 3 abr. 2020.

LEITE, Patricia da Silva; DE MENDONÇA, Vinícius Godoy. **Diretrizes para game design de jogos educacionais**. In: Proc. SBGames, Art Design Track. 2013. p. 132-141 Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/artedesign/17-dt-paper.pdf>

MARANDINO, Martha. **Museus de Ciências como espaços de educação**. 2005 Disponível em: MARANDINO, M. Museus de Ciências como Espaços de Educação In: Museus: dos Gabinetes de Curiosidades à Museologia Moderna. B . Acesso: 24/ mar. 2021.

MARANDINO, Martha et al. **A Educação em museus e os materiais educativos**. 22. ed. São Paulo: GEENF/USP, 2016. Disponível em: <http://www.geenf.fe.usp.br/v2/wp-content/uploads/2016/08/A-Educa%C3%A7%C3%A3o-em-Museus-e-os-Materiais-Educativos.pdf>

MARCOLINO, Flávio Luiz Gasparello. **Recomendações para Design de jogos eletrônicos no museu de arqueologia e etnologia da UFPR** [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2017.
Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/52575>

McGONIGAL, Jane. **A realidade em jogo: por que os games nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo**. 1.ed. Rio de Janeiro, Brasil: BestSeller, 2012.

MIRANDA, Júlia Dantas de. **Relações entre a imagem e a música eletrônica: A visualidade do gênero synthwave**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.

MORAES, Roque., BERTOLETTI, Jeter Jorge, BERTOLETTI Ana Clair e ALMEIDA, Lucas Sgorla. **Mediação em museus e centros de ciências: o caso do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS**. In Massarani, L., Merzagora, M. & P. Rodari (Org.). Diálogos & Ciência: mediação em museus e centros de ciência. (pp. 56-67). Rio de Janeiro: Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, 2007.

NASCIMENTO, Carlos Eduardo Gomes. **Fake news, mentira organizada e educação: uma reflexão a partir do pensamento de Hannah Arendt.** Revista Docência e Cibercultura, v. 4, n. 1, p. 243-263, 2020.

Disponível em: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/47553-170942-1-PB.pdf>

NOVAK, Jeannie. **Desenvolvimento de games.** 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011

PAGLIOTO, Bárbara Freitas, ÁLVARES, Evelyn, SANTOS, Jonathan Philippe B. dos, MARTINS, Priscila, DINIZ, Sibelle Cornélio, SILVEIRA, Tamires Batista, SILVA, Wellington Luiz. **Fora da caixa: uma reflexão sobre as ações educativas no espaço do conhecimento UFMG.** Texto de Divulgação Interna. 2020

PEDERSEN, R. **Game design foundations.** 1.ed. Sudbury: Wordware publishing, INC, 2003.

PGB.Pesquisa game Brasil. 8° Edição. 2021.

Disponível em: <https://www.pesquisagamebrasil.com.br/pt/ebooks/> acesso: 1 dez. 2021

PERUCIA, Alexandre Souza et al. **Desenvolvimento de jogos eletrônicos.** Porto Alegre: Novatec, 2005.

PRENSKY, Marc. **Aprendizagem baseada em jogos digitais.** São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

ROCHA, Sônia Cláudia; TERÁN, Augusto Fachín. **O uso de espaços não formais como estratégia para o ensino de ciências.** Manaus: UEA/ Escola Normal Superior/ PPGEECA , 2010.

SABATINNI, Marcelo. **“Museus e centros de ciência virtuais: uma nova fronteira para a cultura científica “. Com Ciência, Cultura Científica.** SBPC /Labjor, 2003.

Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura14.shtml>, 2003.

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **“Regras do Jogo: Fundamentos do Design de Jogos”.** 1. ed. São Paulo: Blucher, 2012.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e democracia.** 24. ed. São Paulo: Cortez, 1991.

SCHUYTEMA, Paul. **Design de games: uma abordagem prática.** São Paulo: Cengage Learning, 2008.

SCHELL, Jesse. **A arte de game design: o livro original.** 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

STUDART, Denise Coelho; ALMEIDA, Adriana Mortada; CABRAL, Magaly; VALENTE, Maria Esther Alvarez; CURY, Marília Xavier; MARANDINO, Martha; AMARAL, Sônia Helena Guarita do; MAGALHÃES, Thales Ribeiro; MATTOS, Yára. **Educação em Museus: produto ou processo?” In: Musas - Revista Brasileira de Museus e Museologia**, Vol. 1, n. 1. Rio de Janeiro: IPHAN, 2004. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/43328/2/ve_Studart_Denise_COC_2004_2.pdf.

SPOSITO, Marilia Pontes. **Juventude e educação: interações entre a educação escolar e a educação não-formal.** *Educação & realidade*, Porto Alegre, RS, v. 33, n. 2, p. 83-98, 2008. Disponível em:
<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/educacaoerealidade/article/viewFile/7065/4381>

VALENTE, Maria Esther; CAZELLI; Sibeles; ALVES, Fátima. **Museus, ciência e educação: novos desafios.** *História, Ciências, Saúde* vol. 12 (suplemento), p. 183-203. Manguinhos, 2005.

VALLE, Pedro Henrique Dias; AFONSO, Paulo; VILELA, Ricardo; INOCÊNCIO, Ana Carolina Gondim **Hedeg-heurísticas para avaliação de jogos educacionais digitais.** *Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE*, 2013.

7. APÊNDICES

APÊNDICE A Conecta Chronos e as heurísticas HEDEG

Heurísticas de Interface

IN 1 O usuário conhece sua localização e visualiza facilmente seu status no jogo.

No início de todas as animações/cenários a interface da cápsula registra a localização do jogador, o tempo que a cápsula viajou e o éon, era ou período dos extratos de tempo em que a cápsula se encontra. Entretanto, assim como sugerido na consultoria com os colaboradores do Espaço do Conhecimento UFMG, uma das melhorias a ser implementada nas próximas versões do protótipo é a inserção de algum elemento gráfico mais didático que o jogador possa ter acesso sempre que quiser e sentir a necessidade de se localizar através da representação dos extratos do tempo cronológico da formação do planeta Terra.

IN 2 Há correspondência entre elementos do mundo real e do ambiente virtual do jogo.

Na interface existem elementos que se assemelham aos elementos padrão da informática ou que se assemelham a uma interface futurista com estética bastante presente em jogos espaciais, por exemplo. Apesar de os cenários representarem tempos geológicos do passado do planeta os quais não temos registros mas sim inferências de como a aparência desses cenários e seres vivos eram, muitos seres vivos e elementos presentes na cena existem até os dias de hoje, elementos como o fundo do mar, o céu, as montanhas, as fumarolas, os estromatólitos, as algas, as plantas, o ser humano dentre outros estão presentes no mundo real e podem ser facilmente associados através do jogo.

IN 3 O usuário tem o controle livre sobre suas ações no ambiente do jogo.

O jogador tem a possibilidade de escolher um caminho quando ele chega no cenário e assistir à animação correspondente

IN 4 Os elementos existentes no jogo são consistentes e padronizados

Os elementos do jogo Conecta Chronos seguem um mesmo padrão e estética.

IN 5 Os elementos do jogo são capazes de evitar o erro do usuário.

Durante a coleta de dados, o jogador recebe feedback imediato de que aquele dado que foi coletado é correto ou não, o que caracteriza um acerto no jogo, e demonstra isso através do preenchimento de uma barra que representa a porcentagem de acerto, dessa forma o jogador pode inferir quanto ainda falta para completar o número máximo de acertos naquela jogada ou que deve evitar o próximo erro para que tenha a chance de coletar pelo menos um dado correto. Algo que pode ser implementado para evitar os erros do usuário é a possibilidade de assistir a animação novamente antes de tentar coletar o próximo dado, como se a cápsula tivesse “filmado” ou “registrado” o evento que ocorreu a instantes antes e o jogador pudesse assisti-la mais uma vez antes de coletar os próximos dados.

IN 6 Os elementos do jogo são sugestivos a ponto de permitir que o usuário jogue sem precisar recorrer a manuais e outros tipos de ajuda.

Quando o jogador tenta clicar em um dado que julga correto ou pressionar a tecla do mouse por cima do dado, ele começa a diminuir de tamanho e a ser direcionado para o banco de dados da cápsula, efeito que é revertido quando o jogador pára de pressionar a tecla. Dessa forma, o efeito visual conduz o jogador a inferir sobre a forma de coleta dos dados corretos. Outra forma de o usuário não precisar recorrer a manuais são os textos que aparecem na interface a exemplo de “colete os dados corretos” e “volte para o futuro”, além de pequenas animações com as instruções do jogo no seu início.

IN 7 Os elementos do jogo permitem que o usuário realize suas tarefas de forma eficiente, ou seja, com menor esforço possível.

Sim, o jogador terá de escolher o seu caminho, assistir à animação e coletar os dados corretos de forma intuitiva.

IN 8 A quantidade de elementos do jogo é suficiente para que o usuário atinja seus objetivos sem confundi-lo.

Sim, os elementos presentes nas animações podem corroborar para que os jogadores atinjam seus objetivos dentro do jogo, as narrações e os elementos visuais carregam os conteúdos e os textos que aparecem na interface conduzem as tarefas dos jogadores.

IN 9 O jogo possui elementos que ajudam o usuário a reconhecer, diagnosticar e se recuperar dos erros cometidos.

Os feedbacks das porcentagens de acerto em cada rodada permitem que o jogador perceba a quantidade de respostas corretas naquele cenário para uma próxima vez em que cair no mesmo cenário em uma outra partida, incentivando-o inclusive a tentar coletar 100% dos dados corretos numa próxima vez.

IN 10 O jogo possui elementos de ajuda e documentação ao usuário.

O jogo possui instruções sobre os controles que deverão ser utilizados e de como coletar os dados.

Heurísticas de Elementos Educacionais

ED 1 O usuário deve ser capaz de reconhecer nos elementos do jogo, quais são os objetivos de aprendizagem contemplados por eles.

O jogo possui a narrativa inicial para informar o jogador do contexto do jogo, mostrando que ele precisa coletar dados sobre evidências científicas, que de certa forma, ele precisará adquirir conhecimentos científicos ou relacioná-los com os seus próprios conhecimentos prévios ao assistir as animações para saber indicar quais dados estão corretos naquela partida.

ED 2 O jogo deve permitir que seus usuários possam ter maior autonomia do processo de aprendizagem, (re)configurando suas atividades, objetivos de aprendizagem, entre outros.

Apesar de as animações serem narradas e que boa parte do conteúdo de aprendizagem estejam inseridos nelas, existem identificações na interface que precisam da atenção do jogador, além dos elementos não verbais que compreendem as imagens e os objetos das cenas que também possuem objetivos de aprendizagem, dessa forma, o jogador precisa relacionar todos esses elementos,

associá-los aos seus próprios conhecimentos prévios para então tentar coletar os dados corretos, fazendo com que o jogador precise se posicionar ativamente para adquirir o conhecimento esperado.

ED 3 Os elementos do jogo são criados de forma a contemplar diferentes níveis de aprendizagem, por exemplo, iniciante, intermediário e avançado.

Na primeira versão do protótipo essa possibilidade ainda não existe, existindo somente uma modalidade em que o jogador consegue encontrar as respostas para cada pergunta nos próprios elementos verbais e não verbais do jogo, entretanto, essa possibilidade pode ser implementada como um objetivo futuro para as próximas versões.

ED 4 O jogo possui elementos que permitem ao usuário reconhecer seu progresso ao longo do processo de aprendizagem.

A cada resposta de uma jogada, o jogador obtém um feedback da sua quantidade de acertos. Ao final é exibido um painel para o jogador da porcentagem de acertos que ele obteve ao longo daquela partida.

ED 5 O jogo oferece ao usuário a possibilidade de escolher o nível de dificuldade do mesmo.

Essa versão do protótipo ainda não contempla essa possibilidade, entretanto as informações fornecidas nas animações buscam representar alguns conhecimentos, para que pessoas que ainda não tenham tido o contato com aquelas informações possam adquirir conhecimentos através delas para conseguir responder as perguntas, não exigindo que os jogadores possuam tantos conhecimentos prévios, podendo assim, ser aplicado para diversos públicos com diferentes níveis de conhecimento. Contudo, é uma possibilidade para as próximas versões do jogo.

ED 6 O jogo possui característica de adaptabilidade, no sentido de que os pontos fortes e fracos dos usuários são reconhecidos e os elementos do jogo se adaptam a eles.

A primeira versão do protótipo não contempla ainda essa possibilidade. Uma forma de se adaptar ao nível de conhecimento de cada jogador é oferecer a possibilidade de se escolher níveis de complexidade a exemplo de nível fácil, médio e avançado.

Heurísticas de Conteúdo

CN 1 O conteúdo educacional pretendido para o jogo é representado corretamente por seus elementos (consistente, sem ambiguidade e completo), bem como pelo fluxo de execução do jogo.

As animações buscam representar os conteúdos de aprendizagem do jogo.

CN 2 O jogo possui elementos de ajuda e documentação relacionados aos conteúdos de aprendizagem abordados.

Nessa versão do protótipo utilizamos da explicação de alguns termos mais complexos dos assuntos abordados na própria narração. Assim como sugerido pelos colaboradores do museu, as próximas versões podem contar com um tipo de glossário que possa explicar um pouco mais sobre os objetos de aprendizagem encontrados no jogo, que poderá ser representado por algum símbolo gráfico indicando que naquele objeto existe uma explicação mais aprofundada, para que o jogador clique e tenha acesso às informações através de uma janela de texto.

CN 3 Os elementos de ajuda e documentação relacionados aos conteúdos de aprendizagem devem ser atrativos para o usuário, com base nas especificidades de cada tipo de usuário, por exemplo, em sua faixa etária.

Nesta versão os elementos de ajuda estão contidos na própria narração, entretanto poderão estar presente em uma próxima versão como um glossário, dessa forma podemos inserir um glossário que seja atrativo ao jogador, inserindo por exemplo um elemento gráfico de interrogação pelo cenário indicando que ali existem mais informações caso a pessoa tenha dúvida a respeito do conteúdo do jogo.

CN 4 Os elementos de ajuda e documentação relacionados aos conteúdos de aprendizagem devem estar integrados ao jogo.

A explicação de alguns termos científicos está contida na própria narração , e futuramente, pode estar presente em um glossário nas próximas versões.

CN 5 O conteúdo educacional é apresentado de forma implícita ao usuário, por meio dos elementos do jogo.

Nas animações, o conteúdo visual corrobora para o entendimento do conteúdo que é verbalizado pelas narrações.

CN 6 O conteúdo educacional é particionado em tópicos e/ou subtópicos no jogo, por meio de seus elementos.

Sim, cada animação representa tempos geológicos diferentes do planeta terra.

Heurísticas de Jogabilidade

JG 1 O jogo fornece informações suficientes para que o usuário comece a jogar.

No início da partida o jogador pode assistir à narração do enredo para se contextualizar da história do jogo. As instruções de jogabilidade, como por exemplo, como os dados são coletados também são dadas aos jogadores

JG2 As teclas de controle do jogo seguem padrões de convenção.

Sim, as teclas “p” e “f” geralmente são relacionadas à pausa nos jogos e foram usadas nesse protótipo, além disso existem teclados que apresentam a tecla “pause break” para pausar o jogo. Os demais controles são realizados através do botão esquerdo do mouse.

JG 3 Os usuários são capazes de salvar os jogos em diferentes estados ao longo do jogo.

Nessa versão do protótipo ainda não é possível salvar o jogo de onde o jogador parou por se tratarem de partidas curtas. Entretanto, esta possibilidade pode ser implementada na próxima versão em que mais fases sejam inseridas no jogo.

JG 4 Os usuários que completaram com sucesso um estágio do jogo são recompensados.

Os jogadores recebem feedback imediato de sua atuação no jogo, inclusive uma porcentagem de acertos.

JG 5 Os elementos do jogo, por exemplo, desafios, não devem frustrar os usuários do jogo.

As constrações do jogo dizem respeito ao elemento sorte, em que o jogador pode se deparar com um cinturão de meteoros ou se aproximar demais de um buraco negro e inviabilizar aquela rodada da partida ou pode não ter coletado todos os dados corretos de uma jogada. Não ter coletado todas as informações corretas em uma partida pode incentivar o jogador a tentar acertar mais dados na próxima viagem/rodada.

JG 6 Os elementos do jogo garantem identidade ao usuário, ou seja, é possível que o usuário construa o elemento que o representa no jogo (por exemplo, seu avatar), bem como o cenário em que ele estará envolvido, de acordo com as próprias preferências.

Nessa versão do jogo, não é possível que o usuário escolha qual personagem irá ser porque só existe um personagem possível, que é um(a) cientista que comanda da sede espacial as viagens das cápsulas conecta data e coleta através dos comandos de sua interface os dados que julga corretos. Uma possibilidade para as próximas versões do jogo é permitir que o jogador escolha diferentes personagens para comandar a viagem das cápsulas e de acordo com as suas diferentes habilidades, ter acesso a dicas diferenciadas para a coleta dos dados.

JG 7 Os elementos do jogo dão a sensação de imersão ao usuário, ou seja, permite que ele se sinta parte do ambiente, conseguindo identificar e interagir com objetos do cenário.

A visão do jogador durante o jogo é sempre em primeira pessoa, em que ele vê através da interface da cápsula, onde ela se encontra, o que está acontecendo no ambiente, quais seres vivos estão presentes e quais dados ele deve coletar interagindo com a interface da cápsula.

JG 8 O jogo possui elementos que permitem ao usuário se comunicar com outros usuários, bem como com objetos do tipo NPC (Non-player Character) ou seja, personagem não jogável, com o intuito de alcançar seus objetivos.

A própria cápsula que se comunica com o jogador indicando diversas informações como o tempo viajado, éon, era ou período em que se encontram, informações referentes aos seres vivos e ao ambiente em que se encontram pode se caracterizar com um personagem que o jogador não tem controle sobre ele mas que interage

durante todas as partidas, pois é a partir das informações indicadas pela cápsula que o jogador irá decidir pelos dados que irá coletar.

JG 9 O jogo é capaz de oferecer ao usuário a capacidade de realizar mais de uma tarefa ao mesmo tempo.

O jogador precisa estar atento às diversas informações que aparecem na tela da interface e à cena que a cápsula está registrando para coletar corretamente os dados referentes àquele cenário.

Heurísticas de Multimídia

MM 1 O usuário deve ser capaz de reconhecer nos elementos de multimídia do jogo, quais são os objetivos contemplados por eles.

É provável que o jogador consiga identificar e reconhecer os elementos multimídia do jogo com auxílio das narrações da cena e das representações através de cenas 3D.

MM 2 Há correspondência entre os elementos de multimídia utilizados no jogo e os conteúdos de aprendizagem contemplados no mesmo.

Sim, as animações representam os conteúdos de aprendizagem que podem ser adquiridos com o jogo.

MM 3 As combinações entre os elementos de multimídia utilizados no jogo e apresentadas ao usuário são consistentes e representativas.

Sim, todas as animações seguem um mesmo padrão e estética, além de representarem os conteúdos abordados no jogo.

MM4 A qualidade dos elementos de multimídia utilizados é suficiente para que o usuário compreenda seu propósito (objetivo).

Sim, os elementos escolhidos possuem um grau de realismo suficiente para identificação de seus objetivos.

MM5 Os elementos de multimídia do jogo contribuem com a apresentação do conteúdo de aprendizagem, tornando-o mais atrativo.

Sim, as cenas possuem objetos 3D que representam os elementos dos conteúdos buscando uma semelhança de forma realista dentro das nossas possibilidades.

APÊNDICE B - Conecta Chronos e recomendações para jogos digitais educacionais para museus

- **Os jogos devem servir a uma exposição ou a uma atividade de ação educativa:**

Considerando os objetivos dessa recomendação, podemos inferir que o jogo Conecta Chronos foi desenvolvido pensando no espaço expositivo do museu, tendo em vista que o tema dialoga com as exposições presentes no espaço do conhecimento, seus mediadores e colaboradores contribuíram dando sugestões e consultoria para que o conteúdo do jogo fosse adequado ao espaço, além de contar com a consultoria de um professor da UFMG que já teve participação e prestou consultoria para o desenvolvimento de algumas das atividades que já estão estabelecidas no Espaço a respeito dos conteúdos do jogo.

- **Sobre materialidade: o acervo e conteúdos adjacentes devem ser o foco do jogo.**

Pensando nesta recomendação, alguns dos objetos inanimados ou imagens do museu ganham representação virtual no jogo. Enriquecendo as formas de representatividade daqueles objetos no espaço, em que um complementa o sentido do outro, jogo e exposição.

- **Diversão e Educação caminham juntos:**

O quesito diversão poderá ser avaliado com maior profundidade quando tivermos a oportunidade de investigar através de pesquisas de campo, questionários e entrevistas a experiência dos jogadores. A avaliação e validação consistem de objetivos futuros do desenvolvimento do jogo, principalmente devido a reabertura do Espaço do Conhecimento UFMG no ano de 2022.

- **Não confunda “interatividade” com “jogos”;**

Nesta recomendação o autor enfatiza a necessidade de os jogos não serem apenas uma atividade em que há interação; é preciso que haja *feedback* e resultados da

interação. A cada jogada do jogo Conecta Chronos o jogador recebe o seu *feedback* e no final o seu *score* total de acertos também é mostrado para o jogador.

- **Jogar sozinho é bom, acompanhado é melhor**

Pensamos na possibilidade de interação em que o jogo é aplicado no ambiente escolar, onde o professor junto de seus alunos tomam as decisões dentro do jogo e recebem o *feedback* correspondente ao consenso da turma. A função *multiplayer* não é explícita nessa primeira versão mas pode ser algo a ser implementado nas próximas versões.

- **Certifique-se que o jogo esteja suficientemente intuitivo**

O jogo possui instruções de seus controles e a forma de se jogar, além de exibir comandos na tela como por exemplo: “colete os dados corretos”, “volte para o futuro”. Os elementos da interface são semelhantes aos de interfaces convencionais de jogos e informática, facilitando a experiência do jogador que já tem o hábito com tais plataformas.

- **Os jogos são para todas as pessoas**

A princípio haverá a possibilidade de regular a altura do som tanto ambiente quanto da narração das animações, além de legendas que podem melhorar o conforto de deficientes auditivos, por exemplo. Na possibilidade de implementar um totem interativo no museu, pensaremos como um objetivo futuro em uma ergonomia que garanta a acessibilidade de diversos públicos.

- **Representatividade importa**

O jogo Conecta Chronos permite que o jogador interaja com o ambiente em primeira pessoa, dessa forma, as características da personagem, que é um(a) cientista que envia as cápsulas para o túnel do tempo, não são explícitas no jogo, fazendo com que o jogador, com suas próprias particularidades assumam o personagem. Nos cenários, os jogadores irão se deparar com diferentes espécies de seres vivos inclusive com outros hominíneos que possuem diferentes características físicas mas que não representam exclusivamente a espécie humana.

- **Aproveite o que puder dos recursos que as novas tecnologias oferecem**

O jogo tem como tecnologia o suporte digital, que utiliza da programação, dos motores de games, programas de modelagem e animação 3D para compor toda a sua interface, além de ter a possibilidade de ser hospedado em uma página da internet e, dessa forma, possibilitar o acesso de pessoas de diversas regiões.

- **Defina equipe, cronogramas, reuniões e GDD.**

O GDD foi elaborado, a equipe de design e programação do jogo manteve constante comunicação no período de desenvolvimento, além de diversas reuniões de consultoria com profissionais que pudessem acompanhar, sugerir, e contribuir para o desenvolvimento do jogo.

- **A manutenção dos jogos deve ser uma atividade contínua, o desenvolvimento não.**

O jogo Conecta Chronos está na fase de produção e poderá ser conduzido à fase alfa, em que o protótipo poderá ser testado, sofrer modificações de acordo com as avaliações feitas com especialistas, jogadores e consultores para então atingir os seus objetivos da melhor forma possível. Outras fases e recursos podem ser implementados, entretanto, findo o desenvolvimento, as modificações e a correção de bugs, o jogo pode ser considerado concluído. Caso surjam outras ideias que complementam o jogo após todas as etapas de desenvolvimento, o ideal é que seja desenvolvida uma nova versão.

APÊNDICE C - GDD – *Game Design Document*

Link para o GDD

<https://bit.ly/GDDConectaChronos>

APÊNDICE D - Protótipo

Para acessar o protótipo é necessário fazer o download da pasta **Conecta Chronos Build** que será realizado através de uma pasta em formato zip. Feito o download é preciso extrair os arquivos da pasta para uma pasta de seu próprio computador e clicar no arquivo **Conecta Chronos.exe** para jogar.

<https://bit.ly/ConectaChronosPrototipo>

8. ANEXOS

ANEXO A - Unidades Temáticas e Objetivos do Conhecimento da BNCC (Brasil, 2018).

Ciências – 9º Ano Unidades Temáticas	Objetivos do Conhecimento
Vida e Evolução	Hereditariedade Ideias evolucionistas Preservação da biodiversidade
Terra e Universo	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo Astronomia e cultura Vida humana fora da Terra Ordem de grandeza astronômica Evolução estelar

Fonte: Elaborado pela autora.

Habilidades

- **(EF09CI08)** Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.
- **(EF09CI09)** Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.
- **(EF09CI10)** Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica.
- **(EF09CI11)** Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.
- **(EF09CI12)** Justificar a importância das unidades de conservação para a

preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados.

- **(EF09CI14)** Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).
- **(EF09CI15)** Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).
- **(EF09CI16)** Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.
- **(EF09CI17)** Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.

ANEXO B - Unidades Temáticas e Objetivos do Conhecimento da BNCC - EM (Brasil, 2018).

Biologia - Ensino Médio

Encontramos na BNCC do Ensino Médio as competências específicas relacionadas aos conteúdos do jogo. Na Base, a competência específica 2 descreve alguns dos processos que serão tratados no jogo, como por exemplo, no trecho a seguir:

Ao reconhecerem que os processos de transformação e evolução permeiam a natureza e ocorrem das moléculas às estrelas em diferentes escalas de tempo, os estudantes têm a oportunidade de elaborar reflexões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, bem como inteirar-se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nessa construção. (BRASIL, 2018)

Considerando que o jogo abordará temas que abarcam desde a origem do planeta Terra até a Evolução dos Seres Vivos, a competência poderá ser contemplada desde

que os conteúdos do jogo possibilitem a reflexão necessária para situar a humanidade no contexto da história do Planeta Terra.

Habilidades

- **(EM13CNT201)** Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.
- **(EM13CNT202)** Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas.
- **(EM13CNT204)** Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.