



Universidade Federal do ABC
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

**Diretrizes para o desenvolvimento de jogos
educacionais digitais embasados na teoria
sociointeracionista de Lev Semionovich Vigotski**

Diego Marques de Carvalho

Santo André - SP

Diego Marques de Carvalho

**Diretrizes para o desenvolvimento de jogos educacionais
digitais embasados na teoria sociointeracionista de Lev
Semionovich Vigotski**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (área de concentração: Informática na Educação), como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Ciência da Computação.

Universidade Federal do ABC – UFABC

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Orientador: Profa. Dra. Silvia Cristina Dotta

Santo André - SP

2020

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do ABC
Elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFABC
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Carvalho, Diego Marques

Diretrizes para o desenvolvimento de jogos educacionais digitais
embasados na teoria sociointeracionista de Lev Semionovich Vigotski /
Diego Marques Carvalho. — 2020.

83 fls. : il.

Orientadora: Silvia Cristina Dotta

Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Programa de Pós
Graduação em Ciência da Computação, Santo André, 2020.

1. Jogos educacionais digitais. 2. Jogos sérios. 3. Requisitos
pedagógicos. 4. Sociointeracionismo. 5. Vigotski. I. Dotta, Silvia Cristina.
II. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2020. III. Título.

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, de acordo com as observações levantadas pela banca examinadora no dia da defesa, sob responsabilidade única do(a) autor(a) e com a anuência do(a) (co)orientador(a).

Santo André , 16 de fevereiro de 2021 .



Nome completo e Assinatura do(a) autor(a)



Nome completo e Assinatura do(a) (co)orientador(a)



FOLHA DE ASSINATURAS

Assinaturas dos membros da Banca Examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato DIEGO MARQUES DE CARVALHO, realizada em 16 de Setembro de 2020:

Dra. SILVIA CRISTINA DOTTA, UFABC

Presidente - Interno ao Programa

p/ **Dr. FABIANO ALVES ONÇA**

Membro Titular - Examinador(a) Externo à Instituição

p/ **Dra. JULIANA CRISTINA BRAGA, UFABC**

Membro Titular - Examinador(a) Interno ao Programa

p/ **Dr. EDSON PINHEIRO PIMENTEL, UFABC**

Membro Titular - Examinador(a) Interno ao Programa

Dr. JESUS PASCUAL MENA CHALCO, UFABC

Membro Suplente - Examinador(a) Interno ao Programa

Dr. DAVID DE OLIVEIRA LEMES

Membro Suplente - Examinador(a) Externo à Instituição

Para Antonio Roberto de Carvalho (in memoriam).

Agradecimentos

Agradeço à minha esposa Keise Correia Carvalho que batalhou ao meu lado durante este percurso com valorosa paciência e dedicação a todos meus momentos de ausência. Ao meu filho Arthur Correia Carvalho, meu motivo de alegria e força para perseverar. Espero que um dia ele possa ler estas palavras em busca do esclarecimento, entendendo, assim como seu pai, que o conhecimento é o único bem que nos liberta e não pode ser roubado.

A minha orientadora Profa. Dra. Silvia Cristina Dotta, por sua dedicação, paciência e puxões de orelha que foram fundamentais para a conclusão dessa jornada.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Fabiano Alves Onça, Profa. Dra. Juliana Cristina Braga e Prof. Dr. Edson Pinheiro Pimentel, que aceitaram cooperar com o amadurecimento deste trabalho.

Aos meus professores Jesús P. Mena-Chalco, Itana Stiubiener, Rafaela Vilela da Rocha, Guilherme Oliveira Mota, Carla Negri Lintzmayer, Ailton Paulo de Oliveira Junior, Maria Inês Ribas Rodrigues e Carla Lopes Rodriguez, pela dedicação e momentos de aprendizado.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFABC, Prof. Dr. David Corrêa Martins Júnior, que sempre esteve disponível e me ajudou prontamente nos assuntos relativos ao curso.

Aos meus colegas Luis Felipe e Francinete Furtado, pela parceria e dedicação no desenvolvimento do JED Expedição Antártica.

Aos meus colegas Eduardo Machado Real, Nelson Nascimento e Thayron Crystian Hortences de Moraes, que estiveram comigo nos momentos de descontração e estudo, demonstrando que a trajetória de um pesquisador não deve ser marcada pela solidão, somos naturalmente resultado da interação com o outro.

Agradeço a Universidade Federal do ABC pela oportunidade, empenho e dedicação de todos seus colaboradores na missão de transformar nossa sociedade e realidade por meio da educação.

Por fim, a todos aqueles que fizeram parte desse momento e contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, registro aqui o meu sincero agradecimento.

Saúde, Força e União.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações entre os homens, o trabalho, a própria inteligência dependem, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos. Escrita, leitura, visão, audição, criação, aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada. (Pierre Lévy)

Resumo

O objetivo deste trabalho é definir as diretrizes para a criação e desenvolvimento de um jogo sociointeracionista: Expedição Antártica. Para tanto, partimos da interpretação dos requisitos pedagógicos alicerçados pela teoria de Vigotski. Expedição Antártica é um jogo no estilo RPG (*role-playing game*), no qual o jogador assume o papel do personagem na história e o seu progresso acontece por meio da resolução de missões e minijogos. O jogador experimenta uma aventura pela antártica em busca de coletar, analisar e enviar dados para pesquisas brasileiras de ciência cidadã. O problema de pesquisa situa-se na dificuldade em considerar a teoria de aprendizagem sociointeracionista no desenvolvimento de jogos educacionais digitais (JEDs), que para serem utilizados com fins pedagógicos necessitam de fundamentação em uma abordagem educacional humanista, que valoriza a criatividade, interação, o contexto sócio-histórico do estudante e opõe-se a práticas da aprendizagem behaviorista. Foi realizada uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório, mediante a análise do JED Expedição Antártica e do referencial teórico. Elaboramos 40 diretrizes, a partir dos requisitos pedagógicos para o desenvolvimento de mecânicas para JEDs fundamentados no sociointeracionismo. As diretrizes não foram suficientes para garantir que o jogo seja inteiramente sociointeracionista, mas é coerente afirmar que ele se distancia de uma concepção de aprendizagem behaviorista.

Palavras-chaves: jogos educacionais. sociointeracionismo. mecânica de jogos.

Abstract

The objective of this work is to define the guidelines for the creation and development of a sociointeractionist game: Antarctic Expedition. For that, we start from the interpretation of the pedagogical requirements based on Vigotski's theory. Expedição Antártica is an RPG-style game (role-playing game), in which the player assumes the role of the character in the story and his progress happens through the resolution of missions and mini-games. The player experiences an adventure in Antarctica searching for collecting, analyzing and sending data for Brazilian citizen science research. The research problem lies in the difficulty in considering the theory of sociointeractionist learning in the development of digital educational games (JEDs), which to be used for pedagogical purposes need to be based on a humanistic educational approach, which values creativity, interaction, the socio-historical context of the student and opposes behaviorist learning practices. Exploratory qualitative research was carried out, through the analysis of the JED Expedição Antártica and the theoretical framework. We developed 40 guidelines, based on the pedagogical requirements for the development of mechanics for JEDs based on socio-interactionism. The guidelines were not sufficient to guarantee that the game is entirely socio-interactionist, but it is consistent to say that it distances itself from a conception of behaviorist learning.

Keywords: Educational games. socio-interactionist. game mechanics.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Tela inicial do jogo Expedição Antártica	6
Figura 2 – Diagrama do canal de fluxo (flow channel)	31
Figura 3 – Península Antártica - Limite de movimentação do personagem do jogador	56
Figura 4 – Península Antártica - aproximação do personagem do jogador com a água do mar	56
Figura 5 – Navio de turismo com destino a Antártica - diálogo interativo entre o personagem do jogador e mentor	58
Figura 6 – Minijogo homeostase - <i>Feedback</i> construtivo	61
Figura 7 – Minijogo sobre homeostase	63
Figura 8 – Minijogo dos animais antárticos	63
Figura 9 – Minijogo sobre o processo de pesquisa na Antártica	64
Figura 10 – Diálogo entre mentor e jogador	65
Figura 11 – Tentativa do jogador de realizar a missão de identificação das baleias jubarte	65
Figura 12 – Placas de destino, utilizadas para direcionar o jogador para as missões	66
Figura 13 – Minijogo das Eras Geológica	67
Figura 14 – Minijogo da teia alimentar	70
Figura 15 – Tela de derrota do jogador no minijogo Passado Antártico	72

Lista de abreviaturas e siglas

GDD	<i>Game document design</i>
INTERA	Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis
JED	Jogo educacional digital
LIBRAS	Língua brasileira de sinais
OA	Objeto de aprendizagem
SE	Software educacional
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UFABC	Universidade Federal do ABC
ZDI	Zona de desenvolvimento iminente

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1	Questões de pesquisa de revisão da literatura	11
2.2	Estratégia e processo de busca	11
2.3	Crerios de inclusão/exclusão	12
2.4	Execução da Busca	12
2.5	Resultados e análises	13
3	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	15
3.1	Jogos digitais e jogos educacionais digitais	15
3.2	<i>Game design</i> no desenvolvimento de jogos educacionais digitais	21
3.3	Sociointeracionismo	26
3.4	Aspectos da engenharia de software considerados no desenvolvimento de jogos	30
4	METODOLOGIA	35
4.1	Descrição do JED Expedição Antártica	37
4.2	Codificação aberta	44
4.3	Codificação axial	45
4.4	Codificação seletiva	46
5	ANÁLISE DOS REQUISITOS SOCIOINTERACIONISTAS	47
5.1	Análise das diretrizes no JED Expedição Antártica	51
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	REFERÊNCIAS	77
	ANEXOS	85
	ANEXO A – DOCUMENTO DE GAME DESIGN	87

1 Introdução

Vigotski fundamentou a sua teoria nas hipóteses marxistas do materialismo histórico e dialético, que considera o sujeito como um indivíduo histórico e cultural. O sujeito está inserido em um meio historicamente construído, logo o processo de educação deve considerar esses aspectos contrapondo um modelo padronizado e massivo de ensino.

A aprendizagem mediada por jogos digitais possibilita a construção do conhecimento pela interação com objetos do jogo ou outros jogadores. A idealização de jogos digitais fundamentados na teoria de aprendizagem sociointeracionista se justifica pela necessidade de aproximar a construção do conhecimento centrada no aluno e a inserção do seu contexto histórico e cultural no processo de aprendizagem.

O **objetivo** deste trabalho é definir as diretrizes para a criação e desenvolvimento de um jogo sociointeracionista: Expedição Antártica. Para tanto, partimos da interpretação dos requisitos pedagógicos alicerçados pela teoria sociointeracionista de Vigotski, que é um dos requisitos para o jogo. Considerar os requisitos de uma teoria de aprendizagem no desenvolvimento de *softwares* educacionais, como os jogos digitais, é um desafio para a Ciência da Computação.

Os jogos educacionais digitais (JEDs) são considerados *softwares* educacionais (SEs) e têm sido utilizados como ferramenta de apoio a aprendizagem nos mais diversos contextos. Utilizar JEDs pode proporcionar motivação aos alunos e desenvolver a persistência na transposição de desafios e resolução de tarefas (VALLE *et al.*, 2013).

Os jogos podem ser classificados como de entretenimento, aprendizagem e sérios (*Serious games*).

Jogos de entretenimento se destinam exclusivamente à diversão do jogador, sem outras expectativas de resultado. Nesta categoria de jogo os jogadores podem até aprender, mas este não é o objetivo principal, para Boller (2019) caso aconteça estamos tratando de um subproduto ou efeito colateral da meta principal que é o entretenimento.

Jogos de aprendizagem são indicados para ajudar os jogadores a desenvolver habilidades e novos conhecimentos, estes também são conhecidos como "jogos sérios" ou instrucionais. O objetivo final desses jogos é proporcionar ao jogador o desenvolvimento da aprendizagem incluindo a abstração da realidade e elementos de fantasia (lúdicos).

Os **jogos sérios** são utilizados em contextos de aprendizagem para simular problemas reais em áreas como saúde, defesa, negócios, turismo, entre outras (ROCHA; BITTENCOURT; ISOTANI, 2015). São considerados jogos digitais educacionais (JED) aqueles que tem como público alvo a educação básica ou superior (FLEURY; NAKANO;

CORDEIRO, 2014), e que dependem de uma abordagem onde o estudante aprende de forma ativa pela descoberta de relações e com interação no *software* (jogo digital) (DAMASCENO *et al.*, 2010).

Além de contextos de aprendizagem, os jogos sérios também são utilizados para fins publicitários (*advergames*), treinamentos na área da saúde como no caso da reabilitação cognitiva e física, organizacional (administração), militar com simulações realísticas e arte para manifestar ideias e conceitos artísticos.

Entendemos que os jogos proporcionam o aprendizado fundamentado em descobertas, socialização com o mundo do jogo, com transposição das situações vividas nos ambientes físicos de aprendizagem, interação com outros jogadores, além de promover o desenvolvimento da coordenação motora e comportamento *expert*, na medida que tornam jogadores especialistas nos temas abordados. Encontrar jogos com tais características não é uma tarefa simples, mas os benefícios oriundos disso, quando utilizados para fins educacionais, são diversos, tornando-o centrado no aluno e viabilizando o aprendizado por meio da interação.

O modelo de educação tradicional tem enfrentado mudanças de paradigma, as aulas expositivas centradas no professor não atingem os objetivos educacionais esperados, neste sentido a pesquisa realizada por PIKANÇO *et al.* (2018) relaciona a transição das práticas pedagógicas para um modelo fundamentado em competências, logo, entendemos que a educação requer uma abordagem humanista, valorizando a criatividade e a interação, opondo-se a práticas behavioristas.

A inclusão da tecnologia como recurso de aprendizagem, por meio dos *softwares* educacionais (SEs), pode gerar benefícios educacionais em apoio a necessidade de transformação das práticas pedagógicas. O *software* educacional deve ser projetado para apoiar as necessidades de aprendizagem dos usuários, nesse caso os estudantes (HENRIQUE *et al.*, 2015).

Considerar as teorias de aprendizagem no desenvolvimento de SE é um desafio, existem lacunas pouco exploradas no levantamento desse requisito para o desenvolvimento de SEs (HENRIQUE *et al.*, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2015). Um SE, independente de sua classificação, deve ser desenvolvido considerando as boas práticas já consolidadas no estudo da engenharia de *software* e as teorias pedagógicas (teorias de aprendizagem) contemporâneas, centradas no aluno e que valorizam a interação e diálogo entre pares.

Destacamos a pesquisa estruturada por Abreu *et al.* (2012), que teve como objetivo o estudo de mapeamento sistemático para descobrir quais as categorias de tecnologias vêm sendo utilizadas no desenvolvimento de *software* educativo, neste estudo ele identificou que apenas 75,38% dos 65 trabalhos primários levantados considera alguma teoria de aprendizagem no processo de desenvolvimento. Os dados apresentados apontam para

uma questão da qual concordamos, a produção de *software* educacional de alta qualidade técnica e com sofisticação pedagógica é um desafio enfrentado pelos envolvidos no processo no Brasil. A dificuldade de diálogo entre analistas de sistemas e profissionais da área de psicologia e educação é, por hipótese, um problema que necessita de investigação.

Falkembach (2005), ao estudar as etapas do desenvolvimento de materiais educativos digitais, que auxiliem a colocar em prática uma abordagem construcionista da aprendizagem, destacou o problema na comunicação entre os profissionais da computação e educação, apontando que este problema gera influência direta no produto de *software*. Os estudos em Informática na Educação oferecem os subsídios para a transformação desse quadro, e necessitam de aprofundamento em pesquisa diante da importância das tecnologias da computação para o ambiente educacional. É necessário o esforço conjunto de profissionais das áreas de educação, psicologia, informática entre outros para a concepção e desenvolvimento de JEDs com qualidade pedagógica.

Os objetivos pedagógicos para serem atingidos em um JED necessitam de requisitos pedagógicos bem definidos. Nas teorias de aprendizagem podemos encontrar os requisitos que devem ser usados no desenvolvimento de JEDs, mas nem sempre são considerados, às vezes por falta de conhecimento dos envolvidos no processo ou por falhas de comunicação e levantamento de requisitos. Diante disso, Souto e Silva (2017) consideram necessário um conjunto organizado de iniciativas, como um catálogo de requisitos, que considere as teorias de aprendizagem durante o desenvolvimento e aplicação de um SE. Na literatura existe documentado um conjunto de estudos que tratam de catálogos de requisitos pedagógicos, porém, sem alicerces aparentes em uma teoria de aprendizagem (RIBEIRO, 2012; FILHO; BARBOSA, 2013; MEDEIROS, 2014).

Um catálogo de requisitos, por exemplo, pode conter diretrizes respaldadas em teorias de aprendizagem, que servem como um norte para planejamento, desenvolvimento e avaliação de SEs e JEDs.

De acordo com Gee (2009), alguns acreditam que o estudante ao jogar está aprendendo apenas o jogo, premissa que não é verdadeira. O ensino escolar tradicional está inclinado para a transmissão de informações de professor para aluno, já em muitos jogos o estudante está envolvido em uma atividade, utilizando ferramentas, linguagem e compartilhando valores. Nos JEDs, aquele que participa do processo de aprendizagem, deve explorar as regras e, em simultâneo, descobrir como utilizá-las para alcançar seus objetivos, logo a aprendizagem nos jogos acontece pela ação do jogador.

Mas para serem utilizados com fins educacionais, os jogos digitais necessitam de objetivos de aprendizagem bem elaborados, capazes de apoiar a construção de conhecimento, ou então, promover o desenvolvimento de estratégias e habilidades importantes para a ampliação da capacidade cognitiva e intelectual (GROS, 2003).

Considerando a abundância de informação que um estudante tem acesso, é importante que o ambiente educacional construa um novo olhar para o conhecimento prévio e as experiências de modo que o ambiente, no nosso caso os jogos digitais, seja preparado não para transmissão de informações, mas sim para o desenvolvimento de práticas pedagógicas críticas, criativas e dialógicas em contribuição ao processo formativo, a partir dos ecossistemas comunicativos do cotidiano (RAMOS; CRUZ, 2018).

Entendemos a construção do conhecimento, pelo processo educacional, como uma atividade complexa que deve ser considerada com rigor no desenvolvimento de JEDs, de modo a garantir a qualidade pedagógica do produto de *software*. Sem o devido diálogo entre os envolvidos no processo educacional e desenvolvedores, este objetivo não será alcançado, propiciando produtos de *software* que não servem para o processo educacional ou com erros conceituais.

De acordo com Carvalho, Leon *et al.* (2006), o desenvolvimento de *softwares* com qualidade é um desafio de pesquisa em computação. Logo, atender os requisitos de uma teoria de aprendizagem no desenvolvimento de JEDs é uma lacuna que persiste no desenvolvimento de jogos com qualidade pedagógica.

Certamente a qualidade de *software* é um tema amplo, e pode estar ligada a diversas áreas da *engenharia de software*, por isso, trataremos da qualidade pedagógica dos jogos educacionais digitais. Um JED que atende os requisitos pedagógicos possui qualidade educacional e está alinhado aos desafios da pesquisa e computação no Brasil.

Os jogos digitais estão presentes na vida de crianças, jovens e adultos por meio dos *consoles* (O console é um computador dedicado a execução de jogos digitais), computadores e celulares. Ramos e Cruz (2018) acreditam que nos jogos o jogador se desenvolve de maneira integral, no aspecto social, moral e cognitivo, na imaginação, interiorização de regras e na socialização.

O jogar é uma ocupação voluntária, pela qual, o jogador busca alegria e divertimento colocando em oposição a seriedade comum dos ambientes formais de educação. Entendemos que os JEDs são ferramentas importantes para potencializar diversos aspectos do conhecimento, mas não de maneira integral, para o desenvolvimento da aprendizagem, como é apontado por Vigotski, o contexto sócio histórico do estudante deve ser considerado no processo e exerce influência sobre o que aprendemos.

Ainda nesse sentido, vale ressaltar que o comportamento ativo em relação à aprendizagem é observado na teoria sociointeracionista de Vigotski, para ele, a interação mediada entre homem e ambiente pelo uso de signos, criados pela sociedade ao longo da história, é essencial para o desenvolvimento psicológico e cognitivo. Logo, para Vigotski o desenvolvimento tem sua raiz na sociedade e na cultura (VIGOTSKI, 1991).

Ainda nessa mesma linha de raciocínio, entendemos que as Tecnologias da

Informação, como os jogos, são ferramentas simbólicas do nosso cotidiano, Levy (1993) afirma que as relações entre os homens, o trabalho, a aprendizagem e a própria inteligência dependem, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos. Faz-se por oportuno registrar que os JEDs são objetos de aprendizagem (OA) propícios à aplicação da teoria sociointeracionista de Vigotski.

Para alcançar nosso objetivo de pesquisa utilizamos como **objeto de estudo** o jogo educacional digital, para o ensino interdisciplinar de ciências, matemática e educação científica, Expedição Antártica, criado pelo grupo de pesquisa INTERA (Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis), com a participação de outros grupos da UFABC (Universidade Federal do ABC). O jogo é um *Serious game* (educacional), direcionado a estudantes dos cursos de licenciatura, de ambos os gêneros, da UAB (Universidade Aberta do Brasil). A UAB é uma iniciativa do governo federal e entes federativos para promoção e oferta de curso de graduação e pós-graduação na modalidade a distância.

Expedição Antártica é um jogo no estilo RPG (*role-playing game*), o jogador assume o papel do personagem na história e o seu progresso acontece pela resolução de missões e minijogos. A mecânica de jogo é do estilo *top-down*¹, onde o jogador visualiza o personagem em terceira pessoa. É possível movimentar o jogador em ambas as direções pelo ambiente do jogo. O jogador experimenta uma aventura pela Antártica em busca de coletar, analisar e enviar dados para pesquisas brasileiras de *Citizen Science* (Ciência Cidadã)². O personagem do jogador é um turista expedicionário, que sai da cidade de Ushuaia (Argentina), de navio, a caminho da Península Antártica. Sua missão é conhecer os processos científicos conduzidos no remoto continente branco. Para isso terá de resolver desafios, coletar e analisar dados biológicos, químicos e físicos.

Nessa jornada, sob o auxílio da imersão em um ambiente lúdico, o jogador deverá conhecer a importância da formação de uma cultura científica³ engajada com as novas tendências da popularização da ciência, ambientando-se nas pesquisas antárticas brasileiras, além de realizar as inter-relações entre os conhecimentos escolares e os conhecimentos científicos.

Nesse jogo objetiva-se proporcionar ao jogador, estudante de licenciatura, o desenvolvimento de estratégias para aplicação em sala de aula, que levem à formação da cultura científica a partir da compreensão dos processos científicos e da desmistificação da atividade dos cientistas e do papel da ciência na sociedade.

Esta pesquisa tem uma abordagem qualitativa e exploratória. A pesquisa qualitativa

¹ *Top-down* é o modo de visualização do personagem do jogador de cima para baixo.

² A ciência cidadã (*citizen science*) é o termo utilizado para representar o conjunto de ideias que envolvem o engajamento de pessoas comuns em projetos de pesquisa por meio da conscientização social e científica, e configura-se como uma atividade importante para o desenvolvimento da cultura científica na sociedade.

³ A cultura científica carrega a ideia de que o desenvolvimento científico é um processo cultural.

Figura 1 – Tela inicial do jogo Expedição Antártica



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

se origina na área das Ciências Humanas, e é uma atividade situada de pesquisa que define a subjetividade do observador como perspectiva epistemológica. Ela reúne um conjunto de técnicas para descrever, decodificar, traduzir, interpretar, construir e analisar o significado de um fenômeno para as pessoas, e não apenas uma regularidade de eventos. Na pesquisa qualitativa o ambiente natural é a fonte direta dos dados e o pesquisador a ferramenta importante na construção e análise dos dados. Esta categoria de pesquisa possui elementos descritivos e pode ser exploratória, onde o pesquisador utiliza o enfoque indutivo da análise dos dados. Na pesquisa qualitativa as questões emergem de temas amplos, que vão se construindo na medida que o estudo se desenvolve. A profundidade da análise dos dados pode ser variada, permeando uma descrição simples do fenômeno observado até sofisticadas relações dialéticas e críticas (GOMES; GOMES, 2019).

O jogo Expedição Antártica foi desenvolvido com alicerces na teoria de aprendizagem sociointeracionista de Lev Semionovich Vigotski, que coloca o aluno como construtor do conhecimento, movido pela sua curiosidade, descoberta e resolução de problemas, destacando os contextos culturais e ao papel da linguagem. Para Vigotski, é por intermédio das interações sociais que a internalização de significados ocorre, ocasionando a aprendizagem e o desenvolvimento do estudante.

Considerar as teorias de aprendizagem no desenvolvimento de jogos educacionais digitais é um desafio para os desenvolvedores no campo da *engenharia de software*. A *engenharia de software* é uma área da engenharia que objetiva o desenvolvimento computacional em custos adequados de sistemas de *softwares* de alta qualidade. O *software* é abstrato e intangível, a falta de limitações naturais o tornam extremamente complexo e muito difícil de ser compreendido (SOMMERVILLE, 2007).

O desenvolvimento tecnológico de qualidade (sistemas disponíveis, corretos, seguros, escaláveis, persistentes e ubíquos) é um grande desafio da computação (CARVALHO; LEON *et al.*, 2006). Para a educação, um jogo digital educacional de qualidade é correto quando atende os requisitos das teorias de aprendizagem. Os jogos digitais possuem requisitos específicos, como a diversão, que devem ser considerados no desenvolvimento. Além de divertir, garantir os objetivos educacionais alicerçados em uma teoria de aprendizagem, os jogos digitais educacionais devem ser corretos para garantir sua evolução sem comprometer a sua qualidade. Todo *software*, e o jogo educacional digital está inserido, conterà falhas, e este é um fator que precisamos conviver sem que, no entanto, estas falhas levem a um nível de danos inaceitável e interfiram nos objetivos de aprendizagem ou na diversão proporcionada pelos jogos.

Os requisitos de *software* manifestam a necessidade e restrições de um *software* para que este alcance seu objetivo de contribuir para a solução de um problema real. Normalmente os processos, usuários e dispositivos funcionam de forma complexa, portanto, os requisitos de um *software* expressam a combinação da necessidade dos vários usuários envolvidos ou conectados na utilização de um *software*. A engenharia de requisitos é a área dedicada ao tratamento sistemático do *requisitos de software*. (BOURQUE; FAIRLEY, 2014).

Entender os requisitos é um dos maiores desafios do engenheiro de *software*. A engenharia de requisitos reúne um amplo espectro de técnicas e tarefas que levam ao entendimento dos requisitos, e é uma atividade com início durante o processo de comunicação, que e continua na modelagem do *software* (PRESSMAN, 2016).

Não existe no *Software Engineering Body of Knowledge* (SWEBOK) a abordagem sobre o requisito pedagógico de *software*, por isso utilizaremos a definição adotada na metodologia INTERA. Os requisitos pedagógicos representam os conceitos e conteúdos que serão abordados e a metodologia em que o objeto de aprendizagem (OA) será inserido, objetivando a aprendizagem dos estudantes (BRAGA *et al.*, 2015). A engenharia de *software* possui ao todo 15 áreas e nesse trabalho vamos focar na engenharia de requisitos.

Tendo isso em vista, nosso **problema** situa-se na dificuldade em considerar a teoria de aprendizagem sociointeracionista, de Lev Semionovich Vigotski, no desenvolvimento de jogos educacionais digitais (JED), que para serem utilizados com fins pedagógicos necessitam de uma sólida fundamentação em uma abordagem educacional humanista, valorizando a criatividade e a interação, o contexto sócio-histórico do estudante e opondo-se a práticas da aprendizagem behaviorista.

Por isso, pretendemos definir as diretrizes para a criação e desenvolvimento do jogo Expedição Antártica. São **objetivos específicos** responder às seguintes perguntas:

QPI. Quais requisitos pedagógicos um jogo deve conter para estar alicerçado na teoria de

aprendizagem sociointeracionista de Lev Vigotski?

QPII. Como transpor esses requisitos pedagógicos sociointeracionistas para a narrativa, mecânica e interface durante o processo de *game design* do jogo?

A resposta para a QPI contribui na elicitação dos requisitos pedagógicos, e pode ser respondida com a revisão bibliográfica acerca da aplicação da teoria de aprendizagem sociointeracionista no desenvolvimento de JEDs. De acordo com Braga *et al.* (2015), as boas práticas demonstram que o principal erro das equipes de desenvolvimento de objetos de aprendizagem (OA) é não elicitar os requisitos de maneira adequada, prosseguindo o para análise de requisitos com dados pouco confiáveis.

Acompanhamos o entendimento de Braga *et al.* (2015) sobre as hipóteses, que justificam os desafios encontrados na elicitação dos requisitos:

O que se percebe é que, mesmo quando um envolvido fornece algum requisito do OA, esse envolvido pode não ter conhecimento e experiência suficiente sobre o levantamento de dados para fazer um relato confiável e sem muitos erros de interpretação. Por isso, é fundamental o envolvimento de toda a equipe (BRAGA *et al.*, 2015, p. 69).

A QPII fornece subsídios para análise e especificação dos requisitos pedagógicos, o principal artefato gerado na etapa de requisitos, e pode ser obtido por meio da análise do JED Expedição Antártica.

Para desenvolver o JED Expedição Antártica dispomos do **requisito pedagógico** da teoria de aprendizagem sociointeracionista, e o *design* universal, para garantir a **acessibilidade** de cegos e surdos. Nesta pesquisa vamos tratar do requisito pedagógico, demarcando aqui a primeira **limitação**, cabendo a outros estudos a análise do *design* universal, dada a sua relevância e vasta área para aprofundamento.

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

- No **capítulo 1** apresentamos a introdução do trabalho, destacando o objetivo de pesquisa, problema e objeto de estudo.
- O **capítulo 2** trata da revisão da literatura acerca das características que tornam um JED alicerçado na teoria sociointeracionista.
- No **capítulo 3** são abordados os fundamentos teóricos deste trabalho relacionados aos jogos digitais e jogos educacionais digitais, *game design*, teoria de aprendizagem sociointeracionista de Vigotski e aspectos da engenharia de *software* considerados no desenvolvimento de jogos educacionais digitais.
- O **capítulo 4** descreve a metodologia utilizada para desenvolver a pesquisa.

- No **capítulo 5** analisamos os requisitos sociointeracionistas, apresentamos as diretrizes e discutiremos as diretrizes aplicadas ao JED Expedição Antártica.
- No **capítulo 6** são apresentadas as considerações finais, limitações da pesquisa e sugestões de trabalhos futuros.

O próximo capítulo apresentará a revisão da literatura acerca das características que tornam um JED alicerçado na teoria sociointeracionista.

2 Revisão da literatura

Para compor a pesquisa bibliográfica recorreu-se a revisão da literatura. O estudo começou com um conhecimento sobre as características dos jogos digitais, jogos educacionais digitais e a teoria de aprendizagem sociointeracionista, fundamentados pelo levantamento do referencial teórico em uma revisão bibliográfica *ad hoc*⁴. Foram analisados estudos na área Engenharia de *Software*, informática na educação, teorias de aprendizagem e computação. Percebeu-se que pouco se tem de consolidado em relação ao desenvolvimento de JED embasados na teoria de aprendizagem sociointeracionista. Após constatado a relevância, a necessidade e a aparente inexistência de estudos sistemáticos neste tema, o problema da pesquisa foi formulado e explicitado por questões problematizadoras. A partir das questões formuladas foi desenvolvido o protocolo utilizado como guia durante todo o processo de revisão sistemática para a coleta de evidências.

2.1 Questões de pesquisa de revisão da literatura

As questões de pesquisa foram derivadas do objetivo de investigação. Propõe-se analisar o estado da arte a cerca do desenvolvimento de jogos educacionais digitais alicerçados na teoria de aprendizagem sociointeracionista de Lev Vigotski.

Como consequência deste objetivo, foram elaboradas as seguintes questões de pesquisa para a revisão:

- Q1 - Existem jogos educacionais digitais alicerçados na teoria de aprendizagem sociointeracionista de Lev Vigotski?
- Q2 - Quais são as características que tornam o jogo educacional digital alicerçado na teoria sociointeracionista de Lev Vigotski?

As questões foram formuladas para delimitar a busca de estudos científicos para o levantamento do estado da arte.

2.2 Estratégia e processo de busca

Considerando que o objetivo de pesquisa envolve questões relacionadas a educação (teoria de aprendizagem sociointeracionista) e ciência da computação, selecionamos o Google Acadêmico como ferramenta de busca. Esta escolha justifica-se, pois esta ferramenta

⁴ Para um fim específico.

organiza um catálogo amplo de revistas reconhecidas cientificamente, artigos publicados em bibliotecas digitais ou repositórios, possibilitando a busca de referências em diversos meios.

2.3 Critérios de inclusão/exclusão

A inclusão de um trabalho é determinada pela relevância em relação às questões levantadas, determinada pela análise do título, palavras-chave, resumo e conclusão. Os critérios de inclusão definidos foram:

- (a) **I1** - Estudos escritos em português ou inglês;
- (b) **I2** - Estudos que descrevem as etapas ou passos utilizados no processo de desenvolvimento de jogos educacionais digitais;
- (c) **I3** - Estudos que abordam a teoria sociointeracionista de Lev Semionovich Vigotski.

Após aplicados os critérios de inclusão, por meio da análise do título, palavras-chave, resumo e conclusão, foram aplicados os critérios de exclusão. A partir da análise dos mesmos fatores, foram excluídos os estudos que se enquadraram em alguns dos casos abaixo:

- (a) **E1** - Estudos que não abordam o desenvolvimento de um jogo;
- (b) **E2** - Processos descritos superficialmente, sem detalhes das etapas;
- (c) **E3** - Estudos que não consideram a teoria sociointeracionista de Lev Semionovich Vigotski no desenvolvimento.

Termos de busca: Os termos de busca utilizados foram:

TBI⁵: "jogos digitais"+ "sociointeracionismo"+ "desenvolvimento"+ "Vygotsky"OR "Vigotski".

TBII⁶: "digital games"+ "social interactionism"+ "development"+ "Vygotsky".

2.4 Execução da Busca

Na primeira etapa, foram encontrados 30 trabalhos (livros, artigos científicos, teses e monografias). utilizando ao termo de busca **TBI** em português. Na execução da pesquisa

⁵ TBI significa Termos de Busca I

⁶ TBII significa Termos de Busca II

com o termo de busca em inglês, **TBII**, selecionamos 3 trabalhos (livros, artigos científicos, teses e monografias). Entre os 33 trabalhos encontrados foram selecionados 0 (zero) após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. A busca não retornou resultados relevantes que descrevem o uso da teoria sociointeracionista no desenvolvimento de JEDs.

2.5 Resultados e análises

A seguir apresentamos os resultados para as questões definidas no início da revisão sistemática.

Q1 - Foram encontrados jogos educacionais digitais alicerçados na teoria de aprendizagem sociointeracionista de Lev Vigotski?

A revisão da literatura não foi capaz de apoiar a resposta a esta questão de pesquisa. Os trabalhos analisados abordam a teoria Vigotski para tratar do potencial que os jogos têm no desenvolvimento da aprendizagem. [Morais e Falcão \(2019\)](#) destaca que a ação de desenvolver um jogo é sociointeracionista. O desenvolvimento de jogos, por parte dos educandos, promove o engajamento na interação com conteúdos escolares. O desenvolvimento de jogos promove a autonomia, colaboração e participação ativa no contexto escolar. Em [Silva \(2014\)](#) encontramos mais uma evidência de benefícios dos jogos digitais para a aprendizagem, e o autor destaca o sociointeracionismo. A busca realizada não foi suficiente para identificar relatos de jogos educacionais que, no processo de desenvolvimento, tenham sido concebidos a partir da teoria sociointeracionista.

Q2 - Quais são as características que tornam o jogo educacional digital alicerçado na teoria sociointeracionista de Lev Vigotski?

Revisando a literatura em relação a processos de desenvolvimento de jogos educacionais digitais embasados na teoria de aprendizagem sociointeracionista, podemos observar que mesmo a revisão da literatura não deu conta de responder nossa questão de pesquisa. Para encontrar tal resposta recorreremos ao desenvolvimento de um jogo educacional digital, embasado no sociointeracionismo que será descrito na próxima seção.

O próximo capítulo apresenta os fundamentos teóricos deste trabalho relacionados aos jogos digitais e jogos educacionais digitais, *game design*, teoria de aprendizagem sociointeracionista de Vigotski e aspectos da engenharia de *software*, considerados no desenvolvimento de jogos educacionais digitais.

3 Fundamentos teóricos

Neste capítulo são abordados os fundamentos teóricos deste trabalho relacionados aos jogos digitais e jogos educacionais digitais, *game design*, teoria de aprendizagem sociointeracionista de Vigotski e aspectos da engenharia de *software* considerados no desenvolvimento de jogos educacionais digitais (JEDs).

3.1 Jogos digitais e jogos educacionais digitais

Acredita-se que o modelo de aula tradicional, no qual o professor escreve conteúdos no quadro, projeta *slides* e o aluno ouve passivamente com a preocupação de decorar, serviu a um modelo ultrapassado de educação mecanicista e fordista, sistema de produção massivo inspirado na linha de montagem de veículos idealizada por Henry Ford, que não atende aos anseios de aprendizagem das sociedades contemporâneas.

Além disso, [Mattar \(2010\)](#) afirma que este modelo de educação serviu para formar mentes homogêneas preparadas para atender as necessidades das linhas de produção lineares e mecanicista da Revolução Industrial. O autor reforça ainda que a retenção do conhecimento neste modelo é naturalmente baixa quando os estudantes assistem passivamente a uma aula que não faz sentido em seu contexto histórico-social.

Em um modelo de educação interacionista, humanista, que valoriza a criatividade, e que se opõe ao behaviorismo, o cidadão deve ser preparado para aprender rapidamente, colaborar, trabalhar em equipe, compartilhar, assumir iniciativa, agir com criatividade e inovação, ter senso crítico para resolver problemas, tomar decisões rápidas que em muitas situações estão fundamentadas em informações incompletas, usar as tecnologias da informação e comunicação e filtrar dados. Geralmente estas habilidades não são desenvolvidas no ambiente escolar, alguns espaços de ensino parecem idealizadas para minar a criatividade ([MATTAR, 2010](#)).

Os jogos, quando utilizados para fins educacionais, podem proporcionar um modelo de educação interacionista, gerando possibilidades de interação, colaboração e desenvolvimento da criatividade na resolução de problemas, características de uma educação humanizada. Logo, convém aprofundar o estudo sobre os jogos.

Existem diversas variações para o significado da palavra "jogo", estas envolvem atividades com cartas, tabuleiro, celular e consoles. Em alguns casos a palavra é atribuída a competições esportivas, como o futebol. Os jogos educacionais digitais, em geral, apresentam elementos em comum como, (1) efeito motivador, proporcionando a diversão durante a aprendizagem, experiência visual, equilíbrio entre diversão e aprendizagem, desejo de

vitória por parte do jogador, (2) comportamento *expert*, com repetição de movimentos, necessidade de foco e interesse, atenção para compreensão dos movimentos necessários no ambiente, (3) desenvolvimento da coordenação motora, proporcionando atividades físicas que melhoram a expectativa de vida, (4) desenvolvimento de habilidades cognitivas, por meio do aperfeiçoamento do senso crítico, reconhecimento de padrões, resolução de problemas, tomada de decisão, (5) socialização pela, cooperação entre jogadores na busca de soluções para os desafios, competitividade, compartilhamento de soluções e problemas, (6) imersão, pelas simulações, apropriação de novas identidade no jogo, (7) aprendizagem por descoberta, ao vivenciar experimentos, colaborar com o meio de aprendizagem, agindo como um explorador motivado pela curiosidade e (8) facilitador da aprendizagem, como características que devem ser observadas no planejamento de jogos para aprendizagem (FERNANDES; SILVEIRA, 2019).

Às duas principais categorias de jogos são: jogos digitais e jogos de mesa. Os jogos digitais são aqueles desenvolvidos para celular, *console* e computador. Os jogos de mesa são os de tabuleiro, cartas e dados. Jogar é uma atividade que possui objetivo, desafios, regras definidas, interatividade em um ambiente de jogo ou com outros jogadores, mecanismos de resposta para as interações para que o jogador entenda como está se saindo, resultados mensuráveis que na maior parte dos casos geram uma relação emocional (BOLLER, 2019).

O objetivo é o elemento que diferencia o jogo de uma brincadeira. Os objetivos colaboram para que o jogador tenha a sensação de completude ao final de um jogo, missão ou ação. Para Boller (2019) o objetivo é um elemento importante em todos os jogos, em especial, nos jogos que envolvem situações de aprendizagem.

Os desafios no jogo sugerem uma relação entre jogadores e até mesmo com o jogo. O equilíbrio dos desafios são importantes para a manutenção do interesse de jogadores, jogos fáceis são chatos e difíceis são frustrantes. Sobre os desafios Boller (2019) afirma que os jogos de aprendizagem devem manter um equilíbrio entre os desafios e a "possibilidade de os jogadores se saírem bem no jogo de maneira fácil e rápida", afirmação da qual discordamos. Os jogos de aprendizagem devem manter o equilíbrio de desafios que os jogos de entretenimento.

De acordo com Fleury, Nakano e Cordeiro (2014), considerando as alternativas de entretenimento disponíveis no mercado brasileiro, os jogos de entretenimento estão entre os que apresentam a maior taxa de crescimento, estima-se que as vendas sejam duas vezes maiores que a indústria fonográfica. O segundo Censo da Indústria Brasileira de Jogos aponta um crescimento de empresas formalizadas no setor para o período entre 2014 e 2018, no Sudeste 109%, Sul 94%, Nordeste 82%, Centro Oeste 163% e Norte 350% de crescimento. O desenvolvimento de jogos de entretenimento logrou o crescimento de 50% em relação aos outros tipos de jogos para o período analisado (SAKUDA; FORTIM, 2018).

Os resultados apresentados pelo Mapeamento da Indústria Brasileira de Jogos

(2014) e o II Censo da Indústria Brasileira de Jogos (2018), demonstram o sucesso desse setor no Brasil e também apontam o crescimento da produção de jogos de entretenimento, sendo assim, não podemos negligenciar as características inerentes aos jogos de entretenimento na construção de jogos de aprendizagem. Um jogo de aprendizagem não deve ser significativamente fácil e rápido, devemos equalizar essas características de desafio para produzir jogos tão bons, no ponto de vista do jogador, quanto os de entretenimento.

As regras dos jogos garantem que todos os jogadores tenham condições iguais de alcançar sucesso. Para [Boller \(2019\)](#), os *designers* de jogos devem trabalhar para que as regras sejam compreensíveis e que cooperem para bons resultados em termos de aprendizagem. Alcançar estes resultados com o jogo não é uma tarefa trivial, acredita-se que uma metodologia que apoie o desenvolvimento de JEDs pode contribuir positivamente.

Jogos oferecem oportunidades para que os jogadores interajam com conteúdos, outros jogadores em rede e as regras estabelecidas. Jogos em que as informações prevalecem em relação à tomada de decisão, e a própria interação, se tornam chatos e cansativos. A interatividade contribui para o engajamento dos jogadores.

Os jogos são espaços delimitados e a área de interação dos jogadores é conhecida como espaço do jogo. De acordo com [Boller \(2019\)](#), algumas pessoas chamam o espaço do jogo de "círculo mágico". Este "círculo mágico" é o espaço no qual as regras do jogo funcionam, estas limitações o tornam desafiador ao gerar um ambiente diferente de outros espaços sociais.

Mecanismos de resposta ou *feedback*, proporcionam mensagens imediatas para as interações no jogo, como exemplo deste mecanismo temos o placar do jogo, quantidade de itens coletados, nível de saúde (vida), classificação do jogador, etc. Estas respostas constantes permitem que jogadores ajustem sempre sua forma de jogar. Concordamos com [Boller \(2019\)](#) ao afirmar que os mecanismos de resposta e o ajuste constante são recursos que transformam os jogos em excelentes objetos de aprendizagem. Tais características são pouco exploradas na educação tradicional, o estudante, em muitas situações, demora para receber o resultado de uma prova perdendo a oportunidade de ajustar sua estratégia, ficando apenas com o prejuízo do processo avaliativo.

Os jogos bem estruturados permitem ao jogador saber, sem dúvidas, se eles chegaram ao final e se ganharam ou perderam, classificamos isso como resultados mensuráveis. É fundamental organizar um método claro para mostrar a passagem de níveis (fases) e a situação de vitória, derrota ou encerramento. Uma brincadeira não apresenta um término, este elemento é uma característica dos jogos.

Com frequência os jogos estimulam reações emocionais nos jogadores, isso ocorre com estes enfrentam os desafios para atingir os objetivos propostos. Para [Boller \(2019\)](#) nos jogos podemos experimentar momentos de diversão, frustração, excitação, raiva,

entusiasmo e felicidade. É importante que os designers de jogos e educadores certifiquem-se de não promover emoções indesejadas que possam causar interferências no processo de aprendizagem.

A competição nos jogos é uma característica importante, mas não essencial, embora muitos jogos trabalhem a competição outros exigem de fato a cooperação. O conceito de cooperação e trabalho em equipe se revela mais apropriado em contextos de aprendizagem e não ficam de fora das possibilidades inerentes dos jogos digitais.

No campo de estudo da aprendizagem existem diversas experiências interativas que podem ser confundidas com frequência. É necessário conhecer as diferenças entre jogos de entretenimento, jogos de aprendizagem e simulações.

Jogos de entretenimento se destinam tão somente à diversão do jogador, sem outras expectativas de resultado. Nesta categoria de jogo os jogadores podem até aprender, mas este não é o objetivo principal, para [Boller \(2019\)](#) caso aconteça estamos tratando de um subproduto ou efeito colateral da meta principal que é o entretenimento.

Jogos de aprendizagem são indicados para ajudar os jogadores a desenvolver habilidades e novos conhecimentos, estes também são conhecidos como "jogos sérios" ou instrucionais. O objetivo final desses jogos é proporcionar ao jogador o desenvolvimento da aprendizagem incluindo a abstração da realidade e elementos de fantasia no processo.

Os **jogos sérios** (*serious games*), são utilizados em contextos de aprendizagem e utilizam-se da tecnologia para simular problemas reais em áreas como saúde, defesa, negócios, turismo, entre outras ([ROCHA; BITTENCOURT; ISOTANI, 2015](#)). São considerados jogos digitais educacionais (JED) aqueles que tem como público alvo a educação básica ou superior ([FLEURY; NAKANO; CORDEIRO, 2014](#)), e que dependem de uma abordagem pela qual o estudante aprende de forma ativa, nas descobertas de relações e com interação no *software* (jogo digital) ([DAMASCENO et al., 2010](#)).

O termo *serious games* surge pela primeira vez na publicação de [Abt \(1987\)](#), que classifica os jogos como dispositivos educacionais, enfatizando sua eficácia na comunicação de conceitos, além de permitir que o jogador assuma papéis na história, tomando decisões no jogo e resolvendo desafios com resposta praticamente instantânea das suas ações.

A diferença entre os jogos sérios e jogos de aprendizagem está na variedade dos contextos de aplicação dos jogos sérios. Os jogos sérios, além da aplicação em contextos de aprendizagem formal (educação básica e superior), também são utilizados na educação informal, publicidade (*advergame*), treinamento médico, treinamento militar, em manifestação de ideias artísticas e em dinâmicas de grupo ou organizacional.

As **simulações** são uma tentativa de reprodução da realidade. A aprendizagem nas simulações acontece por uma experiência interativa, em um ambiente realista e de risco controlado. Nesses ambientes o estudante pode observar os efeitos de suas decisões.

A diferença entre os jogos e o simulador está na atenção que os *designers* dão para a realidade, um simulador de ser realista e refletir, ao máximo, aquilo que acontece.

Os JEDs possuem características que podem transformar positivamente os contextos de aprendizagem, atraindo o interesse de nativos digitais, pessoas que nasceram após 1980 e cujo desenvolvimento biológico e social se deu em contato direto com a tecnologia, ao propiciar uma nova abordagem para os conteúdos educacionais integrados as tecnologias utilizadas pela instituição de ensino. Os jogos voltados para educação podem contribuir para o aprimoramento do raciocínio lógico e solução de problemas de maneira ampla, e, em simultâneo, específica. Os jogos podem ser personalizáveis a necessidade dos estudantes e ao seu progresso na internalização do conhecimento (DAMASCENO *et al.*, 2010).

Considerando a complexidade em medir os resultados da aprendizagem decorrentes da utilização de JED recordamos a revisão sistemática realizada por Perrotta *et al.* (2013), que destaca a multiplicidade de vertentes no estudo do impacto de jogos no desempenho acadêmico dos alunos, alguns trabalhos apontam para melhorias no desempenho dos estudantes, enquanto outros não trazem nenhuma evidência de melhora no desempenho escolar.

Alguns estudos buscam aferir a ganho de conhecimento dos alunos (BROM; PREUSS; KLEMENT, 2011; CHUANG; CHEN, 2007; HUIZENGA *et al.*, 2009; PASTERGIOU, 2009), outros estudos exploram o desenvolvimento de alguma habilidade específicas, como o pensamento crítico e a resolução de problemas (YANG, 2012; SPIRES *et al.*, 2011; LIU; CHENG; HUANG, 2011; KOLOVOU; HEUVEL-PANHUIZEN, 2010). Dos estudos apresentados por Perrotta *et al.* (2013), cinco apresentaram melhorias no desempenho acadêmico dos estudantes (CHUANG; CHEN, 2007; KEBRITCHI; HIRUMI; BAI, 2010; DELACRUZ, 2011; MILLER; ROBERTSON, 2011), enquanto quatro não identificaram influência na aprendizagem (KE, 2008; ANNETTA *et al.*, 2009; YANG, 2012; SPIRES *et al.*, 2011).

Perrotta *et al.* (2013) afirma que a aprendizagem baseada em jogos tem menos a ver com a utilização do jogo digital e mais com a complexa dinâmica social que o cerca. Por meio da dinâmica social da aprendizagem baseada em jogos, os estudantes encontram grupos de afinidades e desenvolvem sofisticadas interações em fóruns e *chats*, nutridas pela relação emocional compartilhada pelos jogos. O cenário dos jogos fornece um ambiente favorável a aprendizagem, permitindo que os estudantes desenvolvam práticas sociais e assumam papéis em uma narrativa que está inserida em uma comunidade. Para (SHAFFER, 2008) estes resultados de aprendizagem, apoiados na dinâmica social, são mais úteis do que o conhecimento "desatualizado" adquirido nas escolas tradicionais.

Segundo Bogost (2011), os jogos proporcionam a aprendizagem mediante a interação e simulação por materiais não convencionais de ensino: livros didáticos, aula, tarefas, entre outros. Nos jogos o conteúdo de uma disciplina não é tratado como algo a ser comunicado

ou assimilado, mas como ações, regras, decisões e consequências que geram a jogabilidade presente nos jogos.

Desenvolver um JED é uma tarefa diferente de jogar, pois, envolve e demanda a construção de algoritmos complexos, elaboração de desafios para engajar os jogadores e uma equipe multidisciplinar composta por profissionais das mais diferentes áreas como artistas, *designers*, músicos, analistas, programadores, gerentes de projeto, *designer* instrucional e especialistas em marketing, para tratar das questões de divulgação dos JEDs com objetivos comerciais.

Os jogos digitais são ambientes atraentes e interativos, além de uma das principais formas de crianças e jovens acessarem o mundo da tecnologia, educadores reconhecem que estes podem facilitar o aprendizado em vários campos de conhecimento. Os jogos promovem o desenvolvimento de habilidades cognitivas, com a resolução de problemas, tomada de decisão, reconhecimento de padrões, processamento de informações, criatividade e pensamento crítico (SAVI; ULBRICHT, 2008).

Além do desenvolvimento de habilidades cognitivas, os jogos proporcionam um aprendizado fundamentado em descobertas, a socialização com o mundo do jogo com reflexos nos ambientes físicos de aprendizagem, interação com outros jogadores, promovem o desenvolvimento da coordenação motora e comportamento *expert* na medida que tornam jogadores especialistas nos temas abordados. Não é uma tarefa fácil encontrar um único jogo com todas essas características, mas os benefícios, quando utilizados para fins educacionais, são diversos.

Apesar do potencial dos jogos na educação, muitos professores identificam desafios para encontrar bons jogos. Isso acontece, em muitos casos, porque muitos JEDs ignoram os requisitos educacionais. Nesse sentido, Savi e Ulbricht (2008) afirma que muitas empresas de desenvolvimento de jogos não detém os conhecimentos específicos das teorias de aprendizagem, e falham em relação aos objetivos de aprendizagem.

Os JEDs precisam atender os requisitos da educação, mas é preciso cautela, deve-se encontrar a sinergia entre pedagogia e diversão. De acordo com Savi e Ulbricht (2008), a maioria dos JEDs são muito simples em relação aos jogos de entretenimento comerciais, e não atendem as expectativas dos jogadores exigentes, as tarefas são pobres e repetitivas e tornando-se chatas muito cedo, além de não proporcionar a compreensão progressiva dos conteúdos, as atividades são limitadas, e em alguns casos os requisitos técnicos, como a necessidade de *plugins*, dificultam a instalação e execução do jogo.

3.2 *Game design* no desenvolvimento de jogos educacionais digitais

Na téttrade elementar (mecânica, narrativa, estética e tecnologia) de Schell (2010) encontramos os elementos que formam um jogo, nela nenhum é mais importante do que outro, todos são essenciais e se complementam no processo de *game design*.

Game design é o ato de decidir o que o jogo vai fazer, um processo destinado à definição da jogabilidade, controles, *interface*, personagens, itens do jogador, movimentação dos personagens e os níveis (fases) do jogo. Nesse processo, o *game designer*, profissional responsável por esta atividade, elabora os mecanismos de disputa e define as regras do jogo (LEITE; MENDONÇA, 2013; SCHELL, 2010; SATO; GAMES, 2010).

É na etapa de jogabilidade que o *game designer* cria os desafios e as consequências enfrentados pelos jogadores no mundo do jogo. Na jogabilidade são definidas as condições de vitória, como o jogo pode ser vencido pelos jogadores, condição de derrota, como perder o jogo, modos de interatividade do jogador (Jogador-Game, Jogador-Jogador, Jogador-Desenvolvedor e Jogador-Plataforma), que se originam do jogador, o que demonstra sua importância no processo do jogo (NOVAK, 2010).

Para Munhoz e Battaiola (2017), termo **mecânica de jogo** é amplamente utilizado, entretanto, é uma terminologia mal definida e que nem sempre esteve presente no vocabulário do *design* de jogos, já o termo **regras** sempre esteve no vocabulário de jogo. O jogo é alicerçado em regras que estabelecem o objetivo do jogo, já a mecânica é o termo representativo que faz alusão ao seu aspecto funcional.

São as regras que distinguem os jogos de outros meios de comunicação, arte e entretenimento. Como qualidades das regras, apontam que as regras: 1) limitam a ação do jogador, 2) são explícitas e inequívocas, 3) são compartilhadas por todos os jogadores, 4) são fixas, 5) são obrigatórias e 6) são repetíveis (MUNHOZ; BATTAIOLA, 2017, p. 2).

As mecânicas são operacionais, traduzem aspectos específicos do funcionamento do jogo e orientam as atividades desenvolvidas pelo jogador, melhor definidas por verbos (pular, andar, correr, voar). Por meio das mecânicas implementam-se as regras, para que o jogador tome decisões e aja no jogo (MUNHOZ; BATTAIOLA, 2017).

O desenvolvimento tecnológico proporcionou novas formas de narrar histórias. A narrativa é um mecanismo cognitivo de organização do mundo, e também um dos modos pelos quais nos organizamos em comunidade. Quando a narrativa é utilizada nos jogos digitais, ela determina a complexidade que as histórias serão contadas e atua como mediadora entre objetos, cenários e personagens (ALVES; MARTINS; NEVES, 2009).

As pinturas pré-históricas contavam histórias sem usar texto ou sons, gerando a primeira representação conhecida de uma tradição narrativa visual. Os jogos digitais tem um papel expressivo nos meios de entretenimento interativo que incorporam o aspecto

visual na construção narrativa, mas também utilizam da tradição oral, de áudio e de texto para contar histórias (NOVAK, 2010).

A narrativa⁷ contribui na imersão do jogador o que facilita a compreensão dos objetivos, bem como dos passos que devem ser seguidos.

A narrativa contribui para a formação de sinapses e memória persistente, além de colaborar para a construção de conhecimentos e constituir um elemento que já faz parte da primeira infância. (MUSTARO, 2011, p. 1).

As histórias dos jogos digitais surgem por diversos meios. O responsável pela confecção do roteiro pode extrair ideias do cotidiano, da observação de pessoas e seu ambiente, sonhos de uma noite anterior, experiência pessoal, filmes, livros, série de televisão ou da letra de uma música. Os desafios dos envolvidos no processo de criação é transformar as ideias em bons roteiros.

O desenvolvedor de jogos pode encontrar na estrutura narrativa tradicional de roteiros cinematográficos de *Hollywood* uma fórmula que, se aplicada corretamente, pode garantir o envolvimento emocional dos jogadores. O roteiro tradicional de três atos baseia-se na premissa que uma história tem começo, meio e fim. No **começo (Ato I)**, o jogador é contextualizado no problema que envolve a história com o objetivo de capturar a atenção. O **meio (Ato II)**, concentra-se nos obstáculos que impedem o jogador de resolver os problemas apresentados, cria-se a tensão dramática. No **fim (Ato III)**, a história termina com o problema solucionado (NOVAK, 2010).

No **Ato I** o jogador é estimulado a conhecer os controles e a movimentação dos personagens pelo cenário. O **Ato II** pode ser utilizado para revelar a personalidade dos personagens e introduzir histórias paralelas e reviravoltas. Histórias lineares podem conter um final feliz, trágico e até mesmo aberto, criando a possibilidade de continuação em outras versões do jogo. Os jogos digitais proporcionam a construção de narrativas não lineares, com diversas possibilidades de desdobramento paralelo e finais, condicionados a ação dos jogadores.

Embora os jogos digitais possuam história, ela não é essencial para uma experiência satisfatória no jogo. Jogos de quebra-cabeça, por exemplo, não possuem, em geral, uma história explícita que cativa e envolve os jogadores. De acordo Novak (2010), a história possui elementos que dão subsídios ao desenvolvedor ao estruturar suas ideias de forma preliminar, são eles: (1) premissa, um resumo do tema, conceito geral e objetivo do jogo apresentado em até duas frases, (2) sinopse, uma narrativa em construção que apresenta situações que podem ocorrer durante o jogo, (3) tema, que norteia a história atribuindo sentido e para alguns casos um conceito filosófico, (4) cenário ou contexto, expondo o

⁷ O termo narrativa refere-se a narrativa dramática.

mundo que deve ser explorado pelo jogador, (5) enredo, que se refere a como a história se desenrola.

Os elementos narrativos presentes nos jogos se diferem das concepções narrativas tradicionais. Nos jogos a narrativa conta com a (1) interatividade, colaborando com o desenrolar da história, (2) não linear, com escolhas de percurso definidas pelo jogador gerando diversos caminhos no jogo e propostas diferentes de finalização, pelo (3) controle do jogador, na personalização de personagens e demais escolhas no jogo gerando a personalização e na (4) colaboração com outros jogadores.

O enredo refere-se a como a história se desenrola. Para estruturar o enredo [Novak \(2010\)](#) propõe técnicas que podem garantir o envolvimento dos jogadores. São estas, equilíbrio de conflito, mudança de foco, prenúncio de eventos, suspensão da descrença e realismo.

O equilíbrio de conflito é criado pela tensão dramática na história, quando o jogador frequentemente parece estar à beira de um desastre, mas consegue escapar. A mudança de foco acontece no jogo com o fornecimento de missões secundárias ou ao introduzir novos objetivos que levam o jogador a áreas inexploradas. O prenúncio de eventos é um alerta de algo ameaçador que pode mudar o futuro no jogo. A suspensão da descrença leva o jogador a uma realidade artificial criada, depende da aceitação de regras que podem não fazer parte real. O realismo pode ser utilizado para imitar o mundo real com o máximo de fidelidade, este é bem representado no aspecto visual de alguns jogos.

Os elementos exclusivos dos jogos digitais remetem de maneira favorável a uma prática moderna de aprendizagem, a interatividade, coloca o jogador em ação, e quando estes, os jogos digitais, são desenvolvidos para o contexto educacional tem a possibilidade de tirar o estudante da posição de mero expectador. A não-linearidade acompanha as ideias de [Levy \(1993\)](#), pois novas maneiras de pensar estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e informática, as conexões hipertextuais, não lineares, estabelecidas nos jogos favorecem a elaboração de novos conhecimentos, além de enriquecer a concepção sociointeracionista, transformando o aluno em construtor do conhecimento, movido pela curiosidade e descoberta.

Os personagens são importantes na construção narrativa dos jogos, estes dividem-se em: (a) personagem de jogador e (b) personagem não jogador (também conhecido como NPCs, uma abreviação de *non-player characters*), em alguns casos o jogador pode controlar vários personagens (equipe esportiva, tropa militar), mas do mesmo modo, alguns jogos não contêm personagens. O personagem do jogador é aquele controlado por quem joga, quando o jogador controla apenas um personagem, este é chamado de avatar ([NOVAK, 2010](#)).

Quando controlamos um personagem no jogo ocorre o que [Novak \(2010\)](#) chama-se

de interação parassocial. A interação parassocial é um fenômeno poderoso, e ocorre quando o jogador acredita que os personagens são pessoas reais fora do mundo do jogo. Este fenômeno gera fortes vínculos com os personagens, os vilões presentes na história acabam sendo detestados pelo jogador.

Ao criar um jogo devemos definir como se estabelece o controle dos personagens, o tipo de personagens do jogo (animais, fictícios, históricos, licenciados ou míticos), o arquétipo dos personagens. São arquétipos de personagem o herói, sombra - oposto do herói, mentor - personagem que guia o herói rumo a uma ação, aliado - personagens que ajudam o herói, guardião - bloqueia o progresso do herói até que este cumpra um desafio, trapaceiro - personagem neutro que gosta de criar confusão, mensageiro - propicia mudanças na história, protagonista - quando o jogo não possui o arquétipo de herói este é o personagem principal, coprotagonistas - personagem que une forçar ao protagonista, coadjuvantes - atua, em muitas situações, no Ato I para introduzir o problema e antagonista que é o oposto do protagonista (COX; BITTENCOURT, 2017).

Os personagens também possuem características físicas, que são representadas pela arte (desenho dos personagens), características psicológicas, que deve ser planejadas e desenvolvidas na evolução da história, e características sociológicas (gênero, idade, ocupação, etc).

O controle do jogador pode ser projetado em primeira pessoa ou terceira pessoa. Em primeira pessoa, o jogador tem a perspectiva visual do personagem, e em terceira pessoa o jogador pode ver o personagem se movimentando na tela.

O comportamento verbal está representado pela narração, monólogo e diálogo. O movimento demonstra o perfil do personagem, e é representado nas animações de ações básica, caminhada e movimento ocioso de espera. Os personagens colaboram para encorajar o jogador a continuar jogando, em contrapartida, existem jogos que não possuem personagem, e mesmo assim cumprem a função de divertir o jogador (COX; BITTENCOURT, 2017).

Novak (2010) acredita que uma boa sinopse de personagem deve conter os seguintes itens:

- Nome
- Tipo (classe, raça, arquétipo)
- Sexo
- Idade
- Aparência física

- História anterior
- Características psicológicas
- Características vocais
- Relevância para a sinopse da história do jogo

Os níveis proporcionam aos jogos uma subdivisão eficaz, ao projetar níveis deve-se considerar, de acordo com [Novak \(2010\)](#), a meta (objetivo final de um nível), duração, disponibilidade (quantidade de níveis necessários para atingir as metas), relação entre os níveis, e dificuldade (ampliada progressivamente).

A *interface* de jogos digitais tem o papel de ajudar os jogadores em suas escolhas, acesso a informações (quantidade de vidas, instruções de jogo, tempo restante, funções dos itens de cenário, etc). Para [Cox e Bittencourt \(2017\)](#), narrativa, personagens, jogabilidade e níveis devem estar refletidos na *interface*.

Os aspectos visuais e o áudio devem ser considerados no desenvolvimento das *interfaces*:

Na composição da interface, o áudio atua junto ao visual, através de vozes, músicas, alertas de exibição de caixa de diálogo ou mudança de nível, e efeitos sonoros como estopins de tiros e grunhido de animais. (COX; BITTENCOURT, 2017, p. 27).

A interface dos JEDs devem ser compostas por elementos significativos, já que estes provocam diversos estímulos, motivando o estudante a continuar jogando, bem como organizando os conteúdos, facilitando o entendimento e a atenção.

Os desafios e as recompensas de um JED devem auxiliar a aprendizagem, assim como a imersão e interação. A colaboração social, potencializada pelos jogos, é uma característica do sociointeracionismo que pode ser utilizada na ZDI. Os estudantes precisam se manter motivados para aprender, e os jogos auxiliam nisso, mesmo quando o jogador não atinge os objetivos esperados isso não é associado a uma falha, como no resultado de uma prova, método de avaliação característico na educação tradicional. A diversão e a aprendizagem devem ser considerados e adequadamente tratados no processo de desenvolvimento de JEDs.

Os jogadores se mantêm motivados para jogar devido à interação social com seus colegas e adversários, isolamento físico na privacidade de seu próprio ambiente, competição contra outros jogadores ou com a mecânica de jogo, pelo desejo de dominar o mundo do jogo e também pelo escapismo das tensões e dos desafios da realidade ([NOVAK, 2010](#), passim).

Ao jogar, somos físico e psicologicamente transportados para o universo do jogo, nesse processo o jogador se sente como parte da história. Este universo imersivo é potencializado, do ponto de vista físico, por meio da utilização de óculos de realidade virtual, fones de ouvido, sistemas de som *surround* e periféricos de captura de movimento. A imersão psicológica fundamenta-se na empatia do jogador com os personagens e a história (MUSTARO, 2011). A tecnologia da (suporte) a implementação do *game design* nos jogos.

A narrativa tem um papel fundamental no processo de imersão do jogador. Durante o jogo é possível dispor de pequenas animações e vídeos conhecidos como *cut-scenes* (cenas de corte), com o objetivo de retomar aspectos importantes da história, apresentar novos ambientes do jogo e introduzir problemas. Uma técnica de *machinima* utiliza do motor do jogo para criar *cut-scenes*. Este é um exemplo da convergência entre a indústria do cinema e jogos digitais.

De acordo com Novak (2010), outro elemento narrativo é o **evento programado**, exibido após um determinado período ou ação do jogador, tem o objetivo de fornecer informações sobre eventos anteriores do jogo ou recordar o objetivo principal. O evento programado pode ser implementado com pequenos diálogos entre personagens.

Definida a história do jogo, o *game designer* deve criar o roteiro e inserir este item na documentação. O **documento de design do jogo**, tem o objetivo de fornecer informações para a equipe de desenvolvimento.

3.3 Sociointeracionismo

A teoria construtivista de Lev Semenovitch Vigotski defende o papel ativo do aluno na criação e modificação do objeto do conhecimento. No construtivismo o aluno é construtor do conhecimento, movido pela sua curiosidade, descoberta e resolução de problemas (VASCONCELOS; PRAIA; ALMEIDA, 2003).

De acordo com Marques (2007) a aprendizagem significativa sucede da interação entre o sujeito da aprendizagem, os objetos e outros sujeitos, como professores e demais colegas. Outras práticas pedagógicas como a observação, imitação, demonstração, exemplificação e a atividade dirigida supervisionada pelo professor são colocadas como secundárias. Ao contrário de outros teóricos do construtivismo, como Jean William Fritz Piaget, Vigotski dá destaque para os contextos culturais e ao papel da linguagem no processo de construção de conhecimento, assim como o desenvolvimento cognitivo.

Segundo Vigotski (1987) é por intermédio das interações sociais que a internalização de significados ocorre, ocasionando a aprendizagem e o desenvolvimento dos indivíduos. Este processo decorre de instrumentos simbólicos e signos mediados, que atuam no plano intersíquico do indivíduo, na socialização de conhecimentos, e no plano intrapsíquico,

ao dar significado para as construções coletivas possibilitando a apropriação de novos conhecimentos.

Ser um sujeito inserido em sua cultura implica no empoderamento dos instrumentos simbólicos dessa cultura com o objetivo de atuar, criar e intervir na sociedade. O termo instrumento simbólico é utilizado por Vigotski ao relacionar-se sobre os instrumentos físicos e signos. Enquanto o homem cria instrumentos materiais para controlar o meio físico, cria também meios artificiais que permitem coordenar sua própria ação, são estes signos que os ajudam a recordar, imaginar, raciocinar, sentir e planejar, ações mentais de intervenção no mundo objetivo (SFORNI; GALUCH, 2009).

São exemplos de instrumentos simbólicos os idiomas, a forma de representação da matemática, cálculo, a simbologia algébrica, quadros, esculturas, fotografia, mapas, esquemas, diagramas, fluxogramas, desenhos, etc. Parte significativa desses exemplos estão enquadrados no contexto escolar e nos JEDs.

Um construto pertinente ao estudo do sociointeracionismo de Vigotski e a Zona de Desenvolvimento Iminente (ZDI), esta possui dois níveis: nível de desenvolvimento real e nível de desenvolvimento potencial. O nível de desenvolvimento real é aquele que o estudante chegou, e o potencial é aquele que o estudante está próximo de alcançar.

3.3.1 O Papel da Cultura

Para Lefrançois (2016), os temas mais importantes da teoria de Vigotski são interação social e ao desenvolvimento da cognição. O processo de interação social, com aquilo que ele chama de cultura, está intrinsecamente relacionado ao desenvolvimento cognitivo. O ser humano é diferente dos animais pelo fato de usar ferramentas e símbolos para construção da cultura. A cultura é dinâmica e exerce grande influência na sociedade, sendo capaz de tipificar o que é desenvolvimento bem-sucedido, ela aponta o que devemos aprender, quais competência devemos adquirir para adaptarmos ao mundo, além de modelar o funcionamento mental humano. Não estamos apenas produzindo a cultura mas também produzindo a cultura.

O papel da cultura na construção teórica de Vigotski é bastante importante e está no cerne de sua explicação sobre o funcionamento mental humano e a mediação semiótica nesse funcionamento. Para este autor, a cultura tem a ver com a existência concreta dos homens em processo sociais, é produto da vida social e da atividade social (CAVALCANTI, 2005, p. 192).

A importância da cultura é destacada pela distinção que Vigotski faz entre as funções mentais elementares e funções mentais superiores. As funções mentais elementares são os comportamentos que não precisamos aprender, característicos, por exemplo, o balbuciar, chorar e sugar dos recém-nascidos. No processo de desenvolvimento as funções

elementares são transformadas, pelas interações sociais que as culturas possibilitam, em funções superiores, estas estão relacionadas ao pensamento, resolução de problemas e imaginação. Logo, entendemos que a cultura torna a linguagem possível e o aprendizado acontece pela interação social (LEFRANÇOIS, 2016).

3.3.2 Linguagem e Pensamento

Sem a linguagem a inteligência de uma criança equipara-se à dos animais, limitada a funções mentais elementares. É pela linguagem que interagimos socialmente. O desenvolvimento cognitivo é uma função decorrente da interação verbal que ocorre entre os indivíduos. Mediante as interações sociais a criança desenvolve a linguagem e, por consequência, o pensamento lógico.

Para compreender o desenvolvimento intelectual, é necessário entender a relação entre pensamento e linguagem. Uma visão behaviorista, como a de John Broadus Watson, afirma que o pensamento é um mero discurso internalizado, sendo este idêntico à linguagem. A visão de teóricos como Edward Sapir e Benjamin Lee Whorf, o pensamento é determinado pela linguagem. Outra hipótese é a completa independência em ambos, mas com influência bilateral (LEFRANÇOIS, 2016).

A visão de Vigotski vai ao encontro de outros pensadores, como Bakhtin, ao analisar a linguagem e sua construção, ligando estas ao pensamento dialético. A dialética coloca o diálogo em contraposição, com foco na contradição de ideias para construção de outras ideias, uma teoria do conhecimento, ligada a teoria marxista, pelas ideias dos filósofos Hegel, Marx e Engels (VOLOCHINOV; BAKHTIN, 2017).

Para Vigotski, a linguagem é desde o início social e ambientalmente orientada e desenvolvida no sujeito por um processo intrapsíquico, destacando-se aí o discurso egocêntrico. Em outras palavras, a fala de uma criança em processo de aquisição da língua é inicialmente social, evocando o meio externo, e gradativamente se torna um sistema de signos (CAVALCANTI, 2005, p. 190).

Embora a linguagem seja fundamental para manipular os pensamentos, estes não são inteiramente dependentes da linguagem. Tal afirmação refuta a hipótese de Sapir-Whorf sobre relativismo linguístico, proposta nos anos 1930, que defende a linguagem como essencial para o pensamento (SAMPAIO, 2017). Algumas evidências contrárias incluem manifestações do pensamento pela linguagem não verbal.

Vigotski propôs o método da dupla estimulação, no qual ao invés de oferecer a criança, indivíduo do seu estudo, um estímulo e observar o resultado, ofereciam-se recursos auxiliares que a permitiam desenvolver uma resposta, logo o objetivo era analisar a história do comportamento. O comportamento humano não é uma resposta para estímulos, mas sim formado pela mediação. De acordo com Lefrançois (2016), Vigotski chegou a conclusão

que o discurso e o pensamento são, a princípio, independentes, mas a interação cultural, e o nível de sofisticação da linguagem, determinam o nível de distinção conceitual que a criança atinge.

O estudo sobre o desenvolvimento da linguagem, de Vigotski, evidenciou a importância da epistemologia genética, teoria usada por Piaget para descrever os estágios no desenvolvimento do conhecimento. Os estágios do desenvolvimento da linguagem são divididos em fala social (até os 3 anos), fala egocêntrica (de 3 a 7 anos) e fala interna (de 7 anos em diante).

Na fala social os sons pré-fala emitidos pela criança demonstram estados emocionais como fome e raiva, além de representar nas primeiras palavras os sons significativos. As sentenças simples controlam o comportamento dos outros sons e expressam pensamentos e emoções simplificadas (LEFRANÇOIS, 2016).

A fala egocêntrica é definida pelo "falar consigo mesmo", geralmente em tom de voz alto. Neste estágio a fala é conceitual e o pensamento cada vez mais verbal (LEFRANÇOIS, 2016).

No estágio interno o pensamento é altamente verbal, o indivíduo em desenvolvimento fala consigo mesmo em silêncio além de definir o fluxo da consciência. Aqui torna-se possível analisar e sintetizar dimensões abstratas do pensamento (LEFRANÇOIS, 2016).

3.3.3 Zona de desenvolvimento iminente

Um tópico da teoria de Vigotski amplamente difundido no Brasil é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). A primeira tradução desse conceito para o português derivou de uma versão americana traduzindo-o como Zona de Desenvolvimento Proximal, outra tradução, feita por Paulo Bezerra, trocou a palavra Proximal por Imediato. Ambas as traduções conferem uma interpretação errada do que Vigotski compreende como *Zona Blijaichego Razvitia*. A forma correta de traduzir a *Zona Blijaichego Razvitia* é como Zona de Desenvolvimento Iminente, pois sua característica essencial está na possibilidade de desenvolvimento, e não no imediatismo ou obrigatoriedade, não existem garantias que uma criança pode, sem a mediação, ou até mesmo com ela, alcançar o amadurecimento das funções intelectuais (PRESTES, 2010).

Vigotski discorre sobre a existência de uma área potencial de desenvolvimento cognitivo, que é determinada pela distância existente do desenvolvimento cognitivo atual, essa distância é definida pela capacidade do estudante de resolver problemas individualmente a um nível potencial com a mediação (FINO, 2001).

A Zona de Desenvolvimento Iminente está no contexto no qual o estudante consegue fazer algo com a mediação de um professor, mas não está limitada apenas a essa interação, a imitação, manipulação de objetos e a brincadeira também são categorias de mediação.

Aquilo que o estudante faz sem mediação é conhecida como Zona de Desenvolvimento Atual (PRESTES, 2010).

A ZDI é um esforço de Vigotski para lidar com questões práticas da psicologia educacional como, avaliação das habilidades cognitivas e a avaliação das práticas de instrução. Neste âmbito de pesquisa surgem questões para verificar, por exemplo, que nível o desempenho individual (nível atual de desenvolvimento cognitivo), pode alcançar, alguém funcionando interpsicologicamente (nível potencial de desenvolvimento). Outro argumento consiste em que uma instrução só é boa quando processa e põe em movimentos saberes que estão na ZDI, logo o professor deve mapear estes saberes para atuar neste espaço de maneira personalizada.

Embora duas crianças distintas, aparentemente, possam apresentar o mesmo nível de desenvolvimento intelectual para resolução de problemas (nível atual de desenvolvimento cognitivo), ao propor-lhes exercícios mais complexos, constatou-se que uma das crianças conseguia, com ajuda, resolver os novos problemas, mas a outra, sob as mesmas orientações não conseguia resolver (ZANELLA, 1994).

Conclui-se que, mesmo existindo homogeneidade no nível atual de desenvolvimento cognitivo, as crianças se diferenciavam quanto às possibilidades futuras de aprendizagem e desenvolvimento. A ZDI é uma região dinâmica, para Zanella (1994) "todas as funções psicológicas superiores resultam da reconstrução interna de uma atividade social, partilhada".

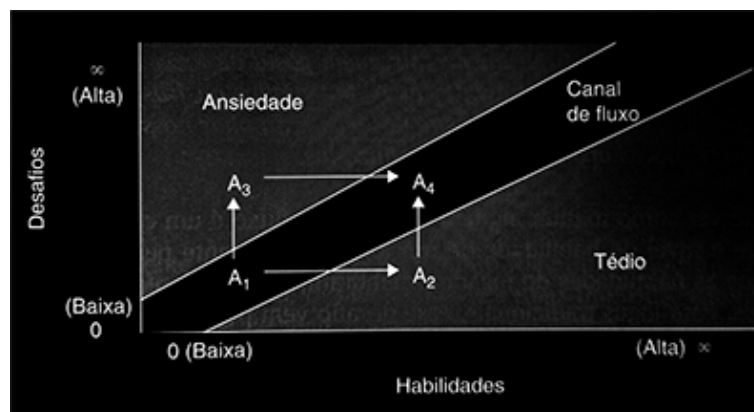
Vigotski desenvolveu uma série de ideias para facilitar na compreensão dos processos de construção de novas funções psicológicas superiores, como, o papel do jogo e da fantasia no desenvolvimento da criança, a necessidade de conhecer o desenvolvimento e o papel das interações sociais na formação dos indivíduos. O papel da ZDI está na compreensão globalizada destes processos.

3.4 Aspectos da engenharia de software considerados no desenvolvimento de jogos

De acordo com Sommerville (2007) o conceito de engenharia de *software* foi proposto em uma conferência de 1968 que tinha como objetivo discutir o que foi chamado de "crise de *software*". A engenharia de *software* trata do processo de "estudar, criar e otimizar os processos de trabalho para desenvolvedores de *software*" (WAZLAWICK, 2019). Para Pressman (2016) a engenharia de *software* engloba processos, métodos e ferramentas que possibilitam que profissionais desenvolvam *softwares* com alta qualidade. Um JED é um *software* e demanda de uma estrutura organizada de processos, métodos e ferramentas que considerem os elementos previstos na etapa de *game design*.

O estudo do fluxo nos jogos é necessário para que possamos confrontar a diversão e dificuldade. O fluxo é para Schell (2010) uma sensação que provoca altos níveis de prazer e satisfação. No diagrama do canal de fluxo (*flow channel*), identificamos a dinâmica que insere o jogador no estado de fluxo. 4

Figura 2 – Diagrama do canal de fluxo (flow channel)



Fonte: (SCHELL, 2010, p. 119)

A letra [A] do diagrama representa um jogador que está aprendendo a jogar. No ponto [A1] ele não tem habilidades com a mecânica do jogo e inicia suas primeiras interações, já no ponto [A2] ele começa adquirir habilidades, mas fica entediado devido às movimentações repetitivas, algo diferente precisa acontecer para que ele volte ao fluxo. No ponto [A3] ele pode se deparar com outro jogador mais habilidoso e ficar ansioso devido o seu fraco desempenho em uma disputa. Ao vencer um jogador mais habilidoso, ou superar um obstáculo compatível com suas habilidades, ele parte para o estágio [A4] voltando ao fluxo.

Battistela, Wangenheim e Fernandes (2014), citam o caso de jogos digitais, e não digitais, desenvolvidos para o ensino de computação, estes tipicamente projetados por professores, para facilitar a aprendizagem em suas disciplinas, apesar de trazer benefícios, geralmente não seguem um processo sistemático, que consideram tanto os aspectos educacionais quanto dos jogos. Um jogo que não considera os princípios das teorias de aprendizagem podem não se tornar efetivos. Por outro lado, não podemos ignorar a jogabilidade, atratividade e diversão, características inerentes de jogos de entretenimento.

Melle, Braga e Stiubiener (2019) identificaram que apesar do grande interesse de pesquisadores pelo desenvolvimento de JEDs, as metodologias de desenvolvimento identificadas em sua revisão sistemática da literatura são genéricas e servem para qualquer categoria de jogo, além dos educacionais.

Mesmo diante da tendência global de utilização de jogos nos processos de aprendizagem, Battistela, Wangenheim e Fernandes (2014) afirmam que parece não existir um

processo sistemático para o desenvolvimento de jogos educacionais amplamente aceito, que considere as teorias da aprendizagem e o entretenimento.

A pesquisa de revisão sistemática da literatura desenvolvida por [Battistela, Wangenheim e Fernandes \(2014\)](#), teve como objetivo responder as seguintes perguntas: (a) que processos existem para desenvolver jogos educacionais? (b) quais são as etapas/fases/atividades desses processos? (c) quais similaridades ou diferenças existem entre os processos existentes.

A resposta para estas questões tem grande relevância para o nosso objeto de investigação, pois assim podemos identificar como as teorias de aprendizagem são consideradas no desenvolvimento de JEDs e se a teoria de sociointeracionista de Vigotski foi abordada.

A pesquisa apresentou poucos resultados que descrevem os processos do desenvolvimento de jogos educacionais, foram encontrados seis (6) trabalhos relevantes. Dos processos identificados todos apresentaram aspectos, assim descritos pelos autores, de *Design* Instrucional e *Design* de Jogos. As etapas identificadas foi análise, projeto, implementação e avaliação, todos orientados pelo *Design* Instrucional. Muitos dos processos identificados na pesquisa são complementares, e algumas etapas apresentavam similaridades entre os processos, como a definição dos objetivos instrucionais, prototipação e preocupação com a categoria de jogador ([BATTISTELA; WANGENHEIM; FERNANDES, 2014](#)).

[Cox e Bittencourt \(2017\)](#), reforçam a hipótese ao afirmar que "os jogos educativos não têm sido projetados usando alicerces científico-metodológicos apropriados", o resultado disso são jogos divertidos sem capacidade para gerar situações de aprendizagem, ou jogos que educam sem divertir ou motivar. Os JEDs devem considerar uma sinergia entre diversão e educação.

O desenvolvimento narrativo de personagens, competição, objetivos e regras dos jogos, são requisitos de software que facilitam a concepção de um ambiente de imersão favorável para os contextos de aprendizagem. Porém, dar prioridade apenas para a diversão e jogabilidade, colocando em segundo plano a abordagem pedagógica (teorias de aprendizagem) e conteúdos, pode ocasionar em prejuízos para a educação.

Também quando o aspecto entretenimento apresenta falha em um projeto de jogo educativo, muitas das vantagens de aprendizagem baseadas nestes, em especial em termos de motivação e adequação, são perdidas, e a aprendizagem sofre prejuízos devido principalmente à ausência do engajamento e da motivação instigados pela diversão ([COX; BITTENCOURT, 2017](#), p. 17).

Uma hipótese para solução deste problema está na sistematização do processo e formulação de diretrizes para considerar as teorias de aprendizagem no desenvolvimento de JED.

Os JEDs devem dispor de elementos que garantam a ludicidade e outros componentes para estimular a aprendizagem. Os elementos que garantem o aspecto lúdico nos

jogos são: narrativa, personagens, jogabilidade (tarefas, opções, desafios e consequências), níveis e *interface* (COX; BITTENCOURT, 2017).

As metodologias para o desenvolvimento de JEDs identificadas por Melle, Braga e Stiubiener (2019) apresentam, em sua maioria, elementos de atenção aos testes e qualidade do jogo, além de reforçar a importância de uma equipe multidisciplinar no processo. A pesquisa também identificou que apenas algumas metodologias deixam explícita a utilização de uma teoria de aprendizagem, fato que do ponto de vista pedagógico gera problemas na busca dos objetivos educacionais do jogo, fazendo que este, em muitos casos, não atinja o seu propósito, frustrando alunos e educadores.

O trabalho de Melle, Braga e Stiubiener (2019) deixa algumas lacunas, identificadas na análise das metodologias, que devem ser exploradas em trabalhos futuros como: (1) etapas do desenvolvimento, (2) equipe multidisciplinar e (3) *design* educacional. No *design* educacional estão os requisitos pedagógicos que abordamos nessa pesquisa.

O próximo capítulo descreve a metodologia utilizada para desenvolver essa pesquisa.

4 Metodologia

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada neste trabalho para a análise do JED Expedição Antártica e desenvolvimento das diretrizes sociointeracionistas. As diretrizes surgiram do desenvolvimento e análise do JED. Para verificar sistematicamente o jogo vamos utilizar o método de pesquisa qualitativa *grounded theory*, que consiste em um conjunto de procedimentos sistemáticos de coleta e análise dos dados para gerar, elaborar e validar teorias de fenômenos essencialmente sociais, ou processos sociais abrangentes (CONTE; CABRAL; TRAVASSOS, 2009), em nosso caso a aplicação das teorias de aprendizagem no desenvolvimento de JEDs. A pesquisa qualitativa e exploratória, visa apresentar novas contribuições, hipóteses e problemas acerca do objeto de investigação. Ao sustentar a utilização desse método objetivamos sistematizar a coleta e análise de dados obtidos durante o processo de desenvolvimento e testes do jogo.

A análise qualitativa já foi considerada um trabalho não científico, exploratório e inteiramente pessoal, com muito viés, mas, por outro lado, muitos autores chamam a atenção para a necessidade de uma libertação da "ortodoxia metodológica", que dão origem a modelos empíricos cada vez mais distantes do ser humano (FERNANDES; MAIA, 2001). A metodologia qualitativa não é superior à quantitativa, mas sim uma alternativa que pesquisadores podem dispor para responder questões diferentes, tendo consciência que a escolha metodológica diferente da origem a conhecimentos diferentes, processo que colabora com relevância deste trabalho para a Ciência da Computação, pois não existe uma exclusividade metodológica ou um método universal.

A *grounded theory*, proposta por Glaser e Strauss, na obra *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research* (STRAUSS, 1999), apresenta sinais da epistemologia positivistas, mas como afirma Fernandes e Maia (2001), obras posteriores apontam para a aproximação do paradigma construtivista, onde também categorizamos as ideias de Vigotski.

Nos estudos em Engenharia da Computação, o método de pesquisa qualitativa, *grounded theory*, tem sido aceito, validado e utilizado em pesquisas recentes (MONTONI *et al.*, 2007; CONTE, 2009; CONTE; CABRAL; TRAVASSOS, 2009; SANTOS; CONTE, 2011; SANTOS *et al.*, 2011; CUNHA *et al.*, 2015; SILVEIRA; BORDIN; TOLFO, 2016; BARBOSA, 2017).

A *grounded theory* difere de outras metodologias qualitativas, ela pode incluir a possibilidade da combinação de técnicas qualitativas e quantitativas, direcionadas a construção de uma teoria, e não apenas na verificação. Os pesquisadores que utilizam este método não estão interessados em analisar processos complexos que envolvem ações

e interações entre várias categorias de unidades sociais⁸, sobre processos decorrentes de condições externas ou internas (FERNANDES; MAIA, 2001).

O método da *grounded theory* é constituído por um conjunto rigoroso de procedimentos de análise de dados, organizados de maneira sistemática.

As etapas da metodologia serão listadas a seguir e definidas na sequência:

- Definição do problema de investigação
- Construção da amostra
- Procedimentos de codificação: aberta, axial e seletiva

O **problema de investigação** desta pesquisa é: como considerar a teoria de aprendizagem sociointeracionista de Lev Semionovich Vigotski, no desenvolvimento de jogos educacionais digitais? Este problema é coerente com a necessidade de educadores em encontrar jogos digitais educacionais alinhados as concepções educacionais da teoria de Vigotski.

Os estudos que usam a metodologia *grounded theory* constroem uma **amostra** teórica, que vai sendo remodelada durante a análise, e vai diferenciando-se em relação a ideias que vão surgindo, tornando a amostra relevante para o fenômeno em estudo e não apenas representativa em relação a características.

No **procedimento de codificação aberta** realizaremos a decomposição, descrição e categorização de artefatos do desenvolvimento do jogo. Durante a análise faremos questões pertinentes as etapas, desenvolvimento e a comparação com dados documentos no referencial teórico. Ao analisar faremos questões do tipo: "O que é isto? O que isto representa?"(FERNANDES; MAIA, 2001), que auxiliam na construção indutiva do conhecimento. Em seguida organizamos os conceitos em categorias, elaboradas de acordo com a similaridade do que foi identificado na revisão da literatura. Nesta etapa as categorias são provisórias, conceitos podem ser associados a outros para integrar diferentes categorias, em um processo constante de questionamento de conceitos, ou do todo, seguido de comparação.

A **codificação axial** decorre de uma etapa posterior a **codificação aberta**, e consiste em uma etapa de descrição e reorganização dos dados com base na ligação entre as categorias, este procedimento permite a especificação das categorias criadas na etapa anterior. Para Monteiro *et al.* (2013), nessa etapa designa-se uma categoria como central e com as demais se estabelece relações de subordinação, sejam elas causais, contextuais ou intervenientes.

⁸ O conceito de unidade social deriva da sociologia e refere-se a organismos vivos e dinâmicos, composto por duas ou mais pessoas, que compartilha de atributos como filiação, interação entre os integrantes, objetivos compartilhados e normas.

A etapa de **codificação seletiva** consiste no processo de seleção da categoria central, do qual todas as etapas estão integradas. O processo metodológico é sintetizado pelas seguintes etapas:

1. Categorização hierárquica;
2. Estabelecimento de relações;
3. Identificação de categorias centrais.

Nesta etapa, após analisar e codificar os dados, elaboraremos uma narrativa descritiva do fenômeno central estudado. O modelo de diretriz elaborado para embasar o desenvolvimento de JEDs, alicerçados na teoria de aprendizagem sociointeracionista, será constituído de uma narrativa que contempla (a) as condições que levam ao (b) fenômeno, que surgem em um (c) contexto, que levam a (d) ações, gerando as (e) consequências.

4.1 Descrição do JED Expedição Antártica

Nas próximas seções descreveremos o GDD, que é um dos artefatos gerados no processo de desenvolvimento do jogo Expedição Antártica, este foi analisado na pesquisa. A descrição do GDD é fundamental para realizarmos a decomposição, descrição e categorização dos artefatos pertinentes ao desenvolvimento do jogo.

A descrição do documento de *design* do jogo, organização do projeto e levantamento das reuniões gerais pertencem à etapa de decomposição e está alinhada ao **procedimento de codificação aberta** exposto na apresentação da metodologia.

4.1.1 Organização do projeto

O total de 13 professores foram envolvidos no projeto, além dos pesquisadores antárticos, alunos de graduação, mestrado, doutorado e profissionais terceirizados. As equipes foram organizadas como apresentado a seguir:

- Engenharia de *software* e gestão
- Desenvolvimento
- Criação
- Conteúdo
- Acessibilidade
- Arduino

Reunião de início do projeto ocorreu em 15 de maio de 2018. Neste encontro foi organizado a divisão e matriz de responsabilidades das equipes de trabalho e o escopo de entregas do projeto. Preferencialmente, o jogo deve atender aos seguintes requisitos:

1. Constaído por itens e questões customizáveis, que possam ser adaptados para várias disciplinas;
2. *Design* voltado tanto para computadores quanto dispositivos móveis, em suas diferentes plataformas (Windows, Linux, IOS, Android, etc);
3. Voltados para o público-alvo de cursos de graduação. É importante levar em consideração a faixa etária do público-alvo para o desenvolvimento adequado do conteúdo;
4. *Design* universal, com opções de acessibilidade e inclusão a cegos e surdos;
5. Oferecer a opção de *download* para instalação e uso na plataforma do usuário;
6. Sociointeracionismo como teoria de aprendizagem.

O escopo inicial das entregas foi dividido em 8 metas e apresentado pela coordenação da equipe de gestão e engenharia de *software*, em reunião, para os membros presentes:

- **Meta 1** - Definir Contextualização Pedagógica, Requisitos Técnicos e Pedagógicos

Resultados esperados: Relatório de contextualização e de requisitos.

Responsáveis: Equipes de Engenharia de *Software*, conteúdo e criação.

- **Meta 2** - Análise e Arquitetura do Jogo

Resultados esperados: Prototipação do jogo, documento de *game design*, documentos de arquitetura de sistema (modelagem de banco, etc).

Responsáveis: Equipes de Engenharia de *Software*, conteúdo e criação.

- **Meta 3** - Desenvolvimento e Teste do Jogo – Etapa 1

Resultados esperados: Versão zero do jogo, testada, sendo executados testes funcionais, de integração, de usabilidade e acessibilidade, ao longo da implementação da meta. **Responsáveis:** Todas as equipes do projeto.

- **Meta 4** – Elaboração do Sistema de Ajuda **Resultados esperados:** Sistema de ajuda acessível e em Inglês.

Responsáveis: Equipes de acessibilidade e desenvolvimento.

- **Meta 5** - Avaliação pedagógica do Jogo

Descrição: Aplicação da versão zero do jogo com alunos de licenciatura, no intuito de verificar a parte pedagógica e complementar os testes técnicos.

Resultados esperados: Relatório preliminar de avaliação pedagógica.

Responsável: Equipes de avaliação.

- **Meta 6** - Avaliação pedagógica do Jogo, Etapa 2:

Resultados esperados: Aplicação do jogo em sala de aula no intuito de verificar resultados pedagógicos.

Responsável: Equipes de avaliação.

- **Meta 7** - Desenvolvimento e Testes do Jogo – Etapa 2

Descrição: Após avaliação pedagógica, serão realizados ajustes e acréscimos recomendados no Relatório preliminar de Avaliação pedagógica.

Resultados esperados: Jogo em versão a ser disponibilizada no portal capesEdu.

Responsáveis: Todas as equipes do projeto.

- **Meta 8** - Disponibilização do jogo no portal EduCapes⁹ ou REMAR¹⁰. Responsáveis: Equipe de desenvolvimento.

O escopo do projeto do jogo apresenta a funcionalidade e requisitos necessários para atingir o objetivo, nele temos a descrição e as etapas necessárias para que o projeto seja realizado e alcance êxito.

4.1.2 Documento de *design* do jogo

O JED Expedição Antártica foi desenvolvido para o edital nº 42/2017, da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES), que visa o fomento à inovação para o desenvolvimento e aplicação de tecnologias de informação e comunicação em educação na temática de jogos. O público alvo é formado por estudantes de licenciatura de cursos oferecidos pela Universidade Aberta do Brasil (UAB). Os requisitos do desenvolvimento são o sociointeracionismo, como teoria de aprendizagem, e o ***design universal***, permitindo a acessibilidade de cegos e surdos.

⁹ O portal EduCapes compila conteúdos educacionais abertos para uso de alunos e professores da educação básica a pós-graduação. O conteúdo do portal é composto de objetos de aprendizagem, incluindo textos, livros didáticos, artigos de pesquisa, teses, dissertações, videoaulas, áudios, imagens, entre outros. Acesse o portal em <https://educapes.capes.gov.br/>

¹⁰ A plataforma Remar foi criada para facilitar a construção, customização e o reuso de recursos educacionais abertos, por meio de um serviço, na forma de uma plataforma web. Os recursos podem ser disponibilizados em diferentes plataformas, bem como integrados a ambientes virtuais de aprendizagem. Acesse a plataforma em <http://remar.dc.ufscar.br/>

O documento de *design* do jogo, em inglês *Game Design Document* (GDD), é um artefato com informações sobre o jogo, sua narrativa, personagens do jogador, personagens não jogáveis (*non-player character* - NPC), cenários, mecânicas, entre outros aspectos. O GDD, deve comunicar a equipe envolvida no projeto, informações necessárias sobre como o jogo deve funcionar, perfil esperado dos jogadores e como estes devem interagir com o jogo, logo, não existe um modelo correto de GDD, apenas recomendações.

Para iniciar o projeto de jogo foi elaborado o documento de *design* com o objetivo de organizar e representar as ideias e objetivo propostos, adotando a teoria sociointeracionista e o *design* universal. O GDD começou a ser elaborado no dia 23 de agosto de 2018 pela equipe de conteúdo e passou pela revisão das equipes de análise e desenvolvimento.

No documento foram descritos, inicialmente, os seguintes itens: (a) Nome do projeto; (b) Tipo de jogo; (c) Conteúdos; (d) Disciplinas relacionadas; (e) *High Concept*, a premissa da história do jogo; (f) Objetivos de aprendizagem; (g) *Gameplay*¹¹ e enredo e (h) Personagens e cenários.

A história do jogo coloca o jogador no papel de um expedicionário para vivenciar uma desafiadora aventura pela Antártica em busca de coletar, analisar e enviar dados para pesquisas de *Citizen Science* (Ciência Cidadã)¹² Brasileiras. O expedicionário (jogador) sai do Ushuaia, de navio, a caminho da Península Antártica, sua missão é conhecer os processos científicos conduzidos no remoto continente branco. Para isso terá de resolver desafios, coletar e analisar dados biológicos, químicos e físicos. Nessa jornada, sob o auxílio da imersão em um ambiente lúdico, o jogador deverá conhecer a importância da formação de uma cultura científica engajada com as novas tendências da popularização da ciência, ambientando-se nas pesquisas antárticas, além, de realizar as inter-relações entre os conhecimentos escolares e os conhecimentos científicos. Os objetivos de aprendizagem do jogo foram assim definidos:

- Apresentar ao jogador a importância da formação de uma cultura científica engajada com as novas tendências da popularização da ciência, ambientando este na pesquisa antártica brasileira.
- Realizar as inter-relações entre os conhecimentos escolares e os conhecimentos científicos.
- Desenvolver estratégias aplicáveis em sala de aula, e que levem à formação da cultura

¹¹ *Gameplay* é um termo utilizado pela indústria de jogos digitais para definir as experiências de interação com o sistema do jogo.

¹² O termo ciência cidadã (*citizen science*) é utilizado para descrever o conjunto de ideias que envolvem o engajamento do cidadão comum na participação em projetos de pesquisa científica por meio da conscientização social. Na América do Norte, a ciência cidadã regularmente envolve a participação de cientistas e voluntários, mas não exclusivamente, com o objetivo de ampliar as possibilidades na coleta de dados científicos e disponibilizar os resultados à comunidade (MORESI *et al.*, 2017).

científica a partir da compreensão dos processos científicos e da desmistificação da atividade dos cientistas e do papel da ciência na sociedade.

O jogo é do estilo RPG (*Role-playing game*)¹³, baseado em missões e a interatividade acontece entre o jogador e os mecanismos de jogo. Para cumprir as missões propostas, o jogador deve gerenciar os itens do inventário, interagir com os mentores (personagens do jogo) dispersos no cenário em busca de informações, coletar dados, analisar e enviar os resultados.

Os desafios do jogo são explícito e implícito (administração dos recursos) com informações incompletas, o jogador recebe apenas frações das informações necessárias para tomar decisões. O conhecimento para a resolução dos desafios pode ser intrínseco, obtido no mundo do jogo, ou extrínseco adquirido fora do mundo do jogo. O jogador deve ter a percepção espacial do cenário e gerenciar os seus recursos para realizar a coleta e análise de dados, por isso foi definido o enquadramento da câmera do jogo de cima para baixo (*top-down*).

O GDD também descreve a mecânica de vidas / saúde do personagem do jogador, pontuação e condições para o progresso no jogo. O personagem do jogador tem a quantidade de vidas infinita, mas deverá resolver as missões no tempo previsto. Se o jogador não resolver a missão no tempo terá que recomeçar a fase atual. A cada missão resolvida ele ganha pontos de experiência que podem variar de acordo com o tempo de resolução do desafio, quanto mais rápido ele resolver maior a pontuação. O desbloqueio da missão seguinte acontece em função da resolução completa da missão anterior. Ao término de cada missão o jogador receberá um emblema que sinaliza o progresso no jogo, que ficará disponível no inventário.

Os cenários do jogo, propostos do GDD são (a) Ushuaia, Cidade na Argentina, (b) Navio de expedição: Parte interna e externa, (c) Passagem de Drake, (d) Península Antártica, (e) Base de pesquisa e (f) Acampamento na praia. Neste ambientes acontecem as missões do jogo, que sofreram modificações ao longo do projeto.

Durante as missões o jogador deve coletar e analisar dados para projetos de ciência cidadã, para adquirir os itens necessários ele precisa vencer os desafios de minijogos, com mecânicas diversas, que posteriormente serão analisadas. As missões desenvolvidas são (a) coleta de itens necessários para viagem a Antártica, (b) identificação de aves austrais, (c) identificação de baleias pela cauda, (d) o batismo de Netuno direcionado ao personagem do jogador após a passagem de Drake, (e) paleontologia e (f) vegetação Antártica.

Durante as missões o jogador encontra no cenário, mentores que fornecem infor-

¹³ Nos jogos de RPG (*Role-playing game*), ou representação de papéis, o jogador assume o papel do personagem e constrói narrativa colaborativamente. O progresso no jogo acontece após o cumprimento de regras, desafios ou missões.

mações necessárias para completar uma missão ou vencer um mini-jogo. Estes mentores dialogam com o personagem do jogador por uma narrativa não linear, baseada nas interações durante o diálogo.

O GDD foi um artefato fundamental no processo de concepção e comunicação das ideias centrais do jogo para as equipes. Sua característica é dinâmica e este sofreu diversas alterações durante o processo de desenvolvimento do jogo. Durante as reuniões gerais as ideias apresentadas inicialmente no GDD foram discutidas pelas equipes e ajustadas no documento.

Posteriormente a revisão do GDD foi descontinuada, dando espaço para outros documentos descentralizados (descrição das missões, diálogo dos personagens, análise, documentação de acessibilidade, desenvolvimento), que podem ter colaborado para ruídos na comunicação do projeto.

4.1.3 Reuniões do projeto

Com o intuito de revisar as etapas do projeto, e verificar o que está pronto e o que ainda está sendo produzido, foram organizadas reuniões gerais mensais. Em alguns momentos identificou-se a necessidade de realizar reuniões paralelas para auxiliar nos processos de verificação e tomada de decisão.

Quadro 1 – Reuniões de desenvolvimento do jogo Expedição Antártica

Nº	Data	Tipo	Temas abordados
1	15/05/2018	Geral	Apresentação da equipe, matriz de responsabilidades, relembrando escopo/entregas, definição dos grupos de trabalho, definição do "modus operandi", orçamento revisado, contratações, fluxo inicial de trabalho e game <i>design</i> .
2	02/07/2018	Geral	Apresentação do GDD, início do projeto junto a CAPES, contratações e data fixa para realização das reuniões.
3	01/08/2018	Geral	Início das contratações, dúvidas sobre multiplataforma, apresentação sobre <i>learning analytics</i> e revisão das dúvidas levantadas na reunião anterior.
4	15/08/2018	Específica	Diretrizes para organização dos conteúdos em mapas conceituais, objetivos de aprendizagem, níveis de dificuldade, puzzles e formas de avaliação e registro das atividades dos jogadores.

Nº	Data	Tipo	Temas abordados
5	19/09/2018	Geral	Foi discutido a aquisição do <i>software</i> de desenvolvimento, contratações para equipe, sons usados no jogo, validação das imagens pela equipe de acessibilidade, direcionamento para realização da análise de viabilidade para utilização da plataforma REMAR, foi direcionado para a equipe de análise estudar os diagramas de estado e sistemas de elementos discretos e como ele poderia ser usado no GDD. A equipe de acessibilidade verificou os seus requisitos específicos e armazenamento no banco de dados para geração de futuros logs.
6	26/09/2018	Específica	Reunião entre a equipe de conteúdo e desenvolvimento para discutir a implementação das mecânicas de jogo.
7	27/09/2018	Específica	Detalhamento dos conteúdos e puzzles, objetivos de "aprendizagem x avaliação" de desempenho, estratégias para definição dos conteúdos acessíveis, validação da proposta: há limitações técnicas ao que está proposto no GDD? o que podemos fazer?, definir diretrizes da arte conceitual com base nos testes realizados pela equipe de desenvolvimento.
8	25/10/2018	Geral	Foi discutido as opções de arte para o jogo.
9	06/12/2018	Geral	Foi realizada a apresentação da coordenação dos processos de gestão do projeto perante a CAPES. As equipes apresentaram a evolução do trabalho e desafios enfrentados e encaminhamentos futuros.
10	12/12/2018	Específica	Foram discutidas as dúvidas sobre o <i>Learning Analytics</i> do game e testes com as ferramentas GBLxAPI e RAGE.
11	13/12/2018	Específica	Reunião convocada pela equipe de conteúdo.
12	08/01/2019	Específica	Reunião da equipe de conteúdo.
13	15/01/2019	Específica	Reunião entre a equipe de conteúdo e desenvolvimento para tratar de assuntos relacionados as missões do jogo.
14	31/01/2019	Geral	Foi apresentado um resumo dos principais requisitos técnicos referentes a acessibilidade (deficiência visual e surdez), idioma (português, libras e inglês), glossário, customização (arquitetura reusável para novos conteúdos), avaliação <i>Learning Analytics</i> (rastreadabilidade da interação do aluno e aprendizado personalizado com base no desempenho) e multiplataforma. Foi abordado também as atividades de definição das tecnologias, preparação do ambiente de desenvolvimento, desenvolvimento e testes realizados, versionamento / documentação, cronograma e próximos passos do projeto.
15	06/02/2019	Específica	Desenvolvimento e <i>Game Learning Analytics</i> .
16	12/02/2019	Específica	Reunião entre a equipe de acessibilidade e desenvolvimento para realizar testes.

Nº	Data	Tipo	Temas abordados
17	26/02/2019	Geral	Apresentação dos resultados parciais das equipes de desenvolvimento, conteúdo, avaliação e acessibilidade.
18	29/03/2019	Geral	Definição do nome do jogo, acompanhamento da gestão de projeto e resultados do desenvolvimento, avaliação, análise e acessibilidade.
19	03/05/2019	Geral	Apresentação dos resultados das equipes de conteúdo, desenvolvimento, análise / acessibilidade e avaliação.
20	24/06/2019	Geral	Apresentação dos resultados da equipe de desenvolvimento em relação as missões do jogo, apresentação da lista de pendências e cronograma das próximas atividades. Decisão entre versão A e versão B do jogo e definição da mecânicas reutilizáveis.
21	16/07/2019	Específica	<i>Feedbacks</i> sobre a última versão da missão da baleia.
22	28/08/2019	Geral	Foi discutido a redução de escopo e relato e experiência com os testes do jogo.

As reuniões gerais e específicas do projeto são objeto de análise e podem contribuir para a resposta da nossa questão de pesquisa.

4.2 Codificação aberta

Na etapa de codificação aberta analisamos o **documento de *design* do jogo, organização do projeto e reuniões do projeto**, com proposta de observar as características da teoria de aprendizagem sociointeracionista de Vigotski no jogo, cabendo a decomposição, descrição e categorização dos artefatos.

O **documento de *design* do jogo** não evidência os requisitos pedagógicos sociointeracionistas que o jogo deve perseguir, mesmo isso sendo um requisito, este descreve, brevemente, as mecânicas iniciais propostas e a história. Os objetivos de aprendizagem apresentados neste documento destacam somente a dimensão científica a que jogo se propõe.

O projeto envolveu diversos profissionais, já descritos na organização do projeto, que foram divididos em equipes. Apesar de não estar explícito, a responsabilidade quanto aos requisitos pedagógicos estava com a equipe de conteúdo. Foram apresentadas as metas, onde se atribuiu a **meta 1**, a contextualização pedagógica, requisitos técnicos e pedagógicos. Não foi gerado um relatório para validação dessa meta, dificultando a análise dos resultados.

Ao analisar os temas apresentados nas reuniões observamos que não foi tratado, com o devido destaque, o levantamento dos requisitos pedagógicos. A **meta 1** destacou corretamente as prioridades do desenvolvimento de artefatos, mas isso não aconteceu nas

reuniões que foram analisadas.

O resultado obtido na codificação aberta representa um problema de comunicação na abordagem dos requisitos pedagógicos para o desenvolvimento do jogo. O GDD foi descontinuado no processo, dando lugar a uma série de artefatos que tratam do aprofundamento de mecânicas, requisitos técnicos, acessibilidade e diálogo entre os personagens, este fator afetou a visão panorâmica da equipe sobre o jogo. A validação das metas necessitaria de aprovação nas reuniões gerais realizadas mensalmente entre as equipes, e observamos que os fatos acordados nelas não estão claros ou comunicados com eficiência, caracterizando um problema na gestão do projeto. Não foi atribuído o devido destaque aos requisitos pedagógicos, mesmo conhecendo os problemas inerentes em considerar uma teoria de aprendizagem em um SE ou JED.

4.3 Codificação axial

Na codificação aberta identificamos um problema de comunicação no desenvolvimento do JED Expedição Antártica, apesar de conhecermos que o sociointeracionismo é o requisito pedagógico do jogo, a comunicação seria fundamental para validação e retomada de foco aos objetivos iniciais. Portanto, estabelecemos uma relação do jogo com a fundamentação teórica indicada nessa pesquisa para criar as categorias e posteriormente as diretrizes.

Ao estabelecer uma relação da teoria de Vigotski com a narrativa, e as mecânicas do jogo, identificamos 16 (dezesseis) categorias para organizar os requisitos sociointeracionistas. As categorias identificadas foram: (a) aprendizado, (b) atenção, (c) autonomia, (d) interação, (e) linguagem, (f) lúdico, (g) mediação, (h) organização, (i) personalização, (j) resolução de problemas, (k) realismo e (l) socialização.

Para criar as categorias analisamos a teoria de aprendizagem criada por Vigotski em busca de palavras-chave que classificassem as principais ideias apresentadas pelo autor. Para criar as categorias, analisamos a teoria de aprendizagem criada por Vigotski em busca de palavras-chave que classificassem as principais ideias apresentadas pelo autor.

Para as 12 (doze) categorias identificamos inicialmente 40 requisitos distribuídos da seguinte forma:

Quadro 2 – Categorias para os requisitos pedagógicos sociointeracionistas

Categoria	Quantidade de requisitos
Aprendizado	1
Atenção	1
Autonomia	2
Interação	15

Linguagem	1
Lúdico	2
Mediação	8
Organização	1
Personalização	3
Resolução de problemas	1
Realismo	3
Socialização	2

Os requisitos identificados foram transformados em diretrizes sociointeracionistas para o desenvolvimento de JEDs e estão descritos na seção 5.1, que trata da análise do JED Expedição Antártica. No capítulo 5 discutiremos as categorias expondo o seu aprofundamento teórico.

4.4 Codificação seletiva

Na etapa de codificação seletiva identificamos uma limitação da proposta metodológica descrita pela *grounded theory* ao tratar da teoria de aprendizagem sociointeracionista. A identificação de categorias no sociointeracionismo não é um procedimento adequado, rotular, classificar e ordenar os requisitos pode gerar a falsa impressão de que a teoria de Vigotski também pode ser classificada da mesma forma e isso seria um erro. No sociointeracionismo o desenvolvimento não está isolado da aprendizagem, além disso, o contexto sócio-histórico e cultural (variáveis em constante transformação), são partes fundamentais do processo de aprendizagem.

A metodologia colaborou para a análise dos artefatos e elicitação das diretrizes, que foram apresentadas na seção 5.1 suprimindo as categorias para evitar erros conceituais em trabalhos futuros.

No próximo capítulo analisaremos os requisitos sociointeracionistas, além de apresentar as diretrizes e discuti-las no JED Expedição Antártica.

5 Análise dos requisitos sociointeracionistas

Quando o projeto do JED Expedição Antártica se iniciou existiam dois requisitos essenciais, a abordagem da teoria de aprendizagem sociointeracionista e o *design* universal, já apresentados na introdução. Para se aproximar de uma concepção sociointeracionista, o jogo precisa dispor de características correlacionadas com a teoria de Vigotski e oposição a práticas behavioristas de aprendizagem.

No sociointeracionismo o papel do estudante é ativo na criação e modificação do objeto do conhecimento, ele é construtor do saber, movido pela curiosidade, descoberta e resolução de problemas. A aprendizagem se torna significativa quando existe a interação com o objeto do conhecimento, professores e demais mediadores no processo, estes, inseridos em um contexto histórico, cultural e social, ressignificam as informações por meio da linguagem, negociando sentido pela comunicação, atividade que acarreta desenvolvimento cognitivo (VASCONCELOS; PRAIA; ALMEIDA, 2003).

O JED deve viabilizar o comportamento ativo do jogador. A autonomia é inserida na mecânica quando o jogador pode decidir quais recursos utilizar, ambientes que deve explorar primeiro, ordem de realização das atividades, missões e mini jogos, sempre motivado pelos seus interesses. Ao garantir essa autonomia não estamos suprimindo o objetivo principal do jogo, a característica importante nesse contexto é a não linearidade, pois para o sociointeracionismo a aquisição do conhecimento não é um processo linear.

Para Vigotski é por meio das interações sociais que o estudante internaliza os significados, o que ocasiona o amadurecimento das funções mentais e aprendizagem. Este processo decorre de instrumentos simbólicos e signos, que atuam no plano intersíquico do indivíduo, com a socialização do conhecimento, e no plano intrapsíquico, pelas construções coletivas, fator que possibilita a apropriação de novos conhecimentos (VIGOTSKI, 1987).

Um dos fatores que possibilita a interação nos JED está em gerar mecanismos para o jogador explorar livremente o cenário, interagir com os objetos encontrados e coletar informações que podem ser utilizadas posteriormente, essas interações podem proporcionar o aprendizado não só do universo do jogo, mas de conteúdos educacionais que ali foram inseridos.

Em vista disso, a interação também pode ocorrer por meio da comunicação síncrona e assíncrona entre os jogadores. Para a comunicação síncrona entre os jogadores pode-se dispor de chat (textual), vídeo e áudio. A comunicação assíncrona ocorre, por exemplo, em ferramentas de fórum integradas ao JED. Campos para inserção de comentários podem ser utilizados para comunicação escrita entre jogadores. A diversidade de ferramentas de comunicação entre os jogadores, seja no modelo síncrono ou assíncrono, são mecanismos

importantes para serem implementados em um jogo fundamentado na teoria de aprendizagem sociointeracionista. Podemos recorrer também a mecânicas que demandam atenção, percepção de detalhes, interação com objetos simbólicos como textos, ícones e imagens para o desenvolvimento e aperfeiçoamento da linguagem, direcionando o jogador para um comportamento ativo na resolução de situações-problema, criando possibilidades para que ele organize itens e informações do jogo.

Quando o jogador troca informações com os mecanismos do jogo, interagindo com objetos para obter novas informações, ação que pode ocorrer na montagem de um quebra-cabeça, organização de itens ou até mesmo na abertura de uma caixa disponível no cenário, estamos possibilitando que o jogo se aproxime do sociointeracionismo. Ao interagir com estes possíveis elementos o jogador é exposto a uma nova quantidade de signos, que são relacionados com outros que o jogador já internalizou em seu repertório cognitivo, gerando novos conhecimentos ou aperfeiçoamento de assuntos já analisados.

Interações em grupo podem ser viabilizadas para resolver um problema. Essa dinâmica pode ser implementada de várias formas em diferentes categorias de jogo, um exemplo em jogos de RPG está na situação onde jogadores assumem papéis diferentes na narrativa, e progridem juntos resolvendo problemas e desafios. Em uma missão hipotética um jogador poderia assumir o papel de pesquisador, responsável pela análise de dados, outro jogador, o papel de assistente, responsável pela coleta dos dados e um como guia turístico que assume a responsabilidade de levar o assistente até o ponto correto no mapa do jogo. Esta missão hipotética só pode ser finalizada se o personagem guia levar o assistente até o ponto correto, e se o assistente coletar os dados seguindo o protocolo de pesquisa. Cada jogador tem uma função no jogo, e devem agir em colaboração. A interação e o diálogo entre esses jogadores deve ocorrer para o sucesso da missão, e por meio da negociação de sentido estabelecida todos aprendem.

A interação igualmente é viabilizada quando fornecemos mecanismos de criação, propiciando que o jogador crie objetos e cenários, apoiado em seus interesses agindo de maneira ativa e autorregulada. Os desafios do JED necessitam de direcionamento para a resolução de problemas, e a avaliação dos conteúdos deve transcender o contexto no que eles foram abordados, possibilitando a transposição dos conceitos na resolução de outros problemas.

Personalizar os desafios de acordo com as ações ou desempenho do jogador é uma forma de respeitar o estágio de desenvolvimento atual da aprendizagem, o que favorece a atuação do jogo na Zona de Desenvolvimento Iminente.

Igualmente, para um JED atuar na Zona de Desenvolvimento Iminente é necessário fornecer aos jogadores mecanismos de solicitação de ajuda a outros jogadores ou a informações geradas pelo próprio jogo, além da mediação personalizada para as ações realizadas. Quando o jogador interage com um determinado objeto do cenário é necessário

ocorrer mediação, comunicando-se a ação realizada está correta ou errada, além de outras informações que podem o ajudar a evoluir no jogo. Os modos de mediação estão no contexto da criação de experiências no jogo, conhecido como planejamento da jogabilidade.

Os modos de interatividade afetam a jogabilidade e demonstram a importância das decisões do jogador no processo do jogo. No modo monojogador, o usuário pode interagir no modelo Jogador-*Game*, onde os personagens não-jogador são comandados por algoritmos de inteligência artificial e interagem com o jogador fornecendo informações. No modo multijogador, os jogadores interagem entre si, modelo Jogador-Jogador, neste a comunicação entre jogadores pode favorecer o comportamento cooperativo ou competitivo. A mediação também pode acontecer com a equipe que desenvolveu o jogo, no modelo Jogador-Desenvolvedor, por salas de bate-papo e fóruns de discussão disponíveis no jogo, um exemplo dessa dinâmica é o fórum oficial do jogo *World of Warcraft*. No modelo Jogador-Plataforma a interatividade acontece com o *hardware* da plataforma do jogo, recursos gráficos, som, controles, bateria e capacidade de armazenamento (NOVAK, 2010).

Também, deve-se considerar o erro dos jogadores como uma ferramenta do processo de aprendizagem, já que, oposto ao behaviorismo, o sociointeracionismo não está apoiado em uma relação de mediação. Pode-se proporcionar a mediação, por exemplo, com a inclusão de pistas ao jogador, que o auxiliam a resolução de problemas ou desafios, instrumento este que aproxima o jogador a seguir o processo que foi proposto pelo jogo. Estas pistas podem ser inseridas no jogo com recursos de animação, como uma simulação de como resolver o problema ou utilizar uma ferramenta.

O jogo deve criar oportunidades para o desenvolvimento das ferramentas mentais, proporcionando uma narrativa que viabilize reflexões críticas do jogador, além de possibilitar a atuação do professor no processo de mediação. As ferramentas mentais devem ser desenvolvidas no processo de mediação. Estas ferramentas ajudam a manter a atenção, recordar e pensar melhor. Vigotski sugere que a aquisição das ferramentas mentais acontece pela mediação, o papel do professor é fornecer caminhos para a independência na aquisição das ferramentas (FIGUEIRA; CRÓ; LOPES, 2014).

Alguns teóricos vigotskianos sugerem que os jogos preparam as crianças para atividades específicas de aprendizagem. Nesses jogos as crianças se envolvem com atividades de interação lúdicas, importantes no período pré-escolar. O jogo deve fornecer meios para alcançar um nível superior (maduro) do ato de jogar (FIGUEIRA; CRÓ; LOPES, 2014).

Em um estágio de jogo maduro/desenvolvido as crianças criam cenários, e desenvolvem a cena nesse cenário, inventam formas de utilizar os objetos, desempenham papéis com características específicas ou regras. O jogador pode assumir vários papéis, mudando a linguagem e as ações. Durante o jogo, o jogador, desenvolve um longo diálogo sobre seu papel e até sobre o cenário e objetos. Portanto, o jogo deve possuir várias possibilidades de temas e papéis onde o jogador é inserido, possibilitando que este assuma,

fundamentado em sua escolha, o papel de um protagonista, mentor ou coadjuvante da narrativa. A disputa entre os jogadores pode favorecer a discussão argumentativa entre pares. Estas características envolvem o jogador na tarefa, conseguindo até prolongar a atividade por dias. Viabilizar que jogadores criem desafios personalizados para outros jogadores é também uma maneira de atuação lúdica nos jogos.

Sendo assim, a proposta narrativa de um JED deve despertar a curiosidade, potencializando a comunicação dos desafios que estimulam o jogador a explorar cenários, fases e objetos, além de viabilizar o diálogo com colegas e professores sobre o que está acontecendo quando joga, e depois que joga. O jogo pode aproximar os jogadores pela competição e socialização.

Vigotski tornou-se pioneiro ao descrever mecanismos pelos quais a cultura incorpora-se na natureza das pessoas, enfatizando a origem social da linguagem e do pensamento, para ele o desenvolvimento das funções psíquicas, deriva do comportamento humano que deve ser estudado como fenômeno determinado histórica e socialmente. O desenvolvimento do pensamento passa a ser orientado pelas interações que o estudante estabelece com pessoas mais experientes, e como interagem com o ambiente, que é histórico e social (PALANGANA, 2015).

O contexto social tem grande importância no processo de desenvolvimento modelando os processos cognitivos, tudo no contexto do indivíduo é influenciado pela cultura. No nível interativo imediato do contexto social estão os sujeitos que interagem com o estudante, no nível estrutural inclui-se, as estruturas sociais como família e escola. No nível social temos as características gerais de uma sociedade, linguagem, sistema numérico e a apropriação das tecnologias. Estes níveis vão influenciar como o estudante pensa (FIGUEIRA; CRÓ; LOPES, 2014).

Ao representar a condição histórica e social, o JED deve colocar o jogador em uma situação realística, contextualizando o conteúdo em situação reais com as quais ele pode se familiarizar. Considerar este requisito demanda dos desenvolvedores atenção para não cometer erros conceituais na aplicação dos conteúdos pedagógicos. Cabe também recorrer a técnicas de ilustração e modelagem 3D dos objetos do cenário, garantindo o realismo e potencializando a imersão do jogador.

Considerando que estes requisitos são resultantes do processo de análise e projeto do JED Expedição Antártica, um RPG (*Role-playing game*) no qual o jogador assume o papel do personagem e constrói a narrativa colaborativamente e seu progresso no jogo acontece após o cumprimento de regras, desafios e missões, se faz necessário analisar quais específicos são os requisitos para aplicação em outras mecânicas de jogos. Assim é possível analisar a generalidade e especificidade de cada requisito, auxiliando a manutenção e aprimoramento da proposta.

5.1 Análise das diretrizes no JED Expedição Antártica

De acordo com Cavalcante (2018) as diretrizes descrevem um conjunto de sugestões de boas práticas para orientar a execução de uma determinada rotina. Nessa pesquisa utilizamos as diretrizes para subsidiar boas práticas na implementação da teoria de aprendizagem sociointeracionista de Vigotski no desenvolvimento de jogos educacionais digitais.

Partindo da identificação de características sociointeracionistas da teoria de Vigotski e análise das suas relações e possibilidades de inferência com os elementos de *Game Design*, extraímos 40 diretrizes para embasar o desenvolvimento de JED sociointeracionistas. Na (Quadro) 3 a informação disponível consiste: [ID-identificação, categoria, descrição da diretriz] .

Quadro 3 – Diretrizes para o desenvolvimento de JED embasados na teoria de aprendizagem sociointeracionista

ID	CATEGORIA	DESCRIÇÃO DA DIRETRIZ
D1	Interação	Os desafios do jogo devem ser direcionados a resolução de problemas
D2		Avaliar os conteúdos ensinados no jogo de forma a transcender o contexto que eles foram abordados, possibilitando a transposição dos conceitos para resolução de outras situações-problema
D3		O desenvolvimento das atividades/missões/minijogos deve ser autorregulado pelo jogador
D4		O jogador deve interagir com os objetos dos cenários
D5		O jogador deve explorar livremente o cenário
D6		O jogador deve trocar informações com outros jogadores por comunicação síncrona
D7		O jogador deve trocar informações com outros jogadores por meio de comunicação assíncrona
D8		O jogador deve trocar informações com os mecanismos do jogo
D9		O jogador deve se comunicar por linguagem escrita
D10		O jogo deve viabilizar o comportamento ativo do jogador
D11		O jogador deve coletar informações
D12		O jogo deve fornecer mecanismos para o jogador construir coisas

D13		O jogo permite o desenvolvimento de tarefas e missões em grupo
D14		O jogador deve conseguir inserir comentários no jogo que ficarão disponíveis para outros jogadores
D15		O jogo deve estimular a interação entre jogadores por diversas ferramentas de comunicação
D16	Mediação	O jogo deve fornecer meios do jogador solicitar ajuda de outros jogadores
D17		O jogo deve exibir <code>\textit{feedback}</code> construtivo para as ações do jogador
D18		O jogo deve exibir <code>\textit{feedback}</code> individualizado para as ações do jogador
D19		Os desafios devem proporcionar o desenvolvimento de competências no uso das ferramentas mentais
D20		O jogo pode fornecer pista para o jogador resolver problemas
D21		O jogo pode fornecer simulações de formas para resolver o problema
D22		O jogo, quando aplicado em sala de aula, cria oportunidades para o professor atuar como mediador / facilitador
D23		A narrativa do jogo deve viabilizar reflexões críticas ao trabalhar os conteúdos
D24		Autonomia
D25	O jogador decide, com base em seus interesses e motivações, qual conteúdo explorar	
D26	Socialização	O jogo deve aproximar os jogadores pela competição
D27		O jogo deve aproximar os jogadores pela colaboração
D28	Lúdico	A proposta de narrativa deve despertar a curiosidade
D29		O jogo deve fornecer desafios motivadores, que estimulem o jogador a explorar
D30	Realismo	O jogo deve colocar o jogador em uma situação realística
D31		O jogo contextualiza o conteúdo com situações reais
D32		O jogo deve ter objetos do cotidiano com os quais o jogador pode se familiarizar

D33	Personalização	Os desafios devem ser personalizados de acordo com o desempenho do jogador
D34		Os desafios devem ser personalizados de acordo com as ações do jogador
D35		O jogo deve permitir que o jogador crie desafios para outros jogadores
D36	Organização	O jogador deve organizar informações
D37	Resolução de problemas	O jogo, suas missões e mini jogos devem apresentar a situação-problema ao jogador de maneira explícita
D38	Linguagem	O jogo deve fornecer informações escritas ao jogador
D39	Atenção	O mundo do jogo deve exigir do jogador a percepção de detalhes
D40	Aprendizado	O jogo deve viabilizar o aprendizado também pelos erros do jogador com mensagens textuais, sons e animações

Apresentadas as diretrizes, extraídas da teoria de aprendizagem sociointeracionista de Vigotski, faremos a análise, pelo método qualitativo, do JED Expedição Antártica a luz das diretrizes sociointeracionistas. Além disso, quando observado que a diretriz não está coesa com jogo faremos sugestões para adaptações, novas implementações e melhorias, de modo a contribuir na consolidação da proposta de aprendizagem sociointeracionista.

A análise está focada nas missões (1) itens de viagem, realizada no cenário da cidade de ushuaia - argentina, um dos pontos donde partem os navios de turismo com destina a Antártica, nessa missão o jogador deve coletar os itens necessários para realizar a viagem, incluindo a passagem de embarque ao navio. A missão das (2) baleias é realizada no barco que leva os turistas, nela o jogador deve participar de um projeto de ciência cidadã para foto identificação de baleias Jubarte. A missão nomeada de (3) paleontologia subzero acontece no cenário da península Antártica e insere o jogador em uma pesquisa brasileira de coleta e classificação de fósseis. A última missão disponível na versão pesquisada do jogo é a de (4) vegetação, uma pesquisa brasileira que também acontece na península e visa a coleta e classificação de vegetais.

D1: Os desafios do jogo devem ser direcionados a resolução de problemas

Categoria: Interação

Análise da diretriz no jogo: Atendida

Observamos que as missões e minijogos implementados direcionam o jogador

para a resolução problemas, validando assim a orientação da diretriz. Uma concepção contemporânea de aprendizagem desperta-se na problematização de questões que estejam próximas da realidade do estudante, considerando seu contexto histórico-social.

A problematização nos jogos pode ser reforçada pela narrativa. A apresentação dos desafios deve ser realizada com recursos audiovisuais como, locução, vídeo e animação, com estes recursos é possível situar o jogador na história, apresentar e contextualizar os problemas. Estes recursos não estão implementados no jogo e podem servir como uma proposta de melhoria.

Space Invaders Part II foi o primeiro jogo eletrônico a utilizar o recurso da *cutscene*. As *cutscene* também são conhecidas como *cinematics*, *in-game movies* ou FMV (*full motion video*) e podem ser produzidas com recursos de computação gráfica ou atores reais (KREMER, 2015). Na conjuntura do JED analisado, o desenvolvimento de *cutscenes* com atores reais é uma alternativa propícia que deve ser considerada.

D2: Avaliar os conteúdos ensinados no jogo de forma a transcender o contexto que eles foram abordados, possibilitando a transposição dos conceitos para resolução de outras situações-problema

Categoria: Interação

Análise da diretriz no jogo: Atendida

Para completar as missões e realizar os minijogos é necessário, em alguns momentos, que o jogador recorra a conhecimento extrínseco, adquiridos fora do universo do jogo, como, por exemplo, um vídeo, site ou livro. A postura ativa do estudante é reforçada nessa situação, cabendo a ele atuar como pesquisador e estimulando, por consequência, a criatividade ao ser desafiado a pensar, conhecer e resolver problemas que demandam conhecimentos não adquiridos a princípio no jogo.

No aprimoramento dessa recomendação podemos recorrer a sugestões externas ao jogo, como, por exemplo, o conteúdo do canal do *YouTube* Antártica ou Antártida?¹⁴, ou sites, artigos e demais objetos de aprendizagem que podem, quando validados, ser utilizados em complemento ao jogo.

D3: O desenvolvimento das atividades/missões/minijogos deve ser autorregulado pelo jogador

Categoria: Interação

Análise da diretriz no jogo: Atendida parcialmente

Percebemos que o jogador tem autonomia para escolher as atividades/missões/minijogos e a ordem que vai realizá-las, mas para avançar deve-se realizar as atividades determina-

¹⁴ O canal Antártica ou Antártida? é destinado à popularização das ciências polares antárticas e pode ser acessado no endereço <<https://www.youtube.com/channel/UCwJwnV2VtBt-4k2mt-mbEfQ>>

das, seguindo as regras do jogo. Esta dinâmica pode ser aperfeiçoada com a distribuição randômica dos itens necessários para avançar em outros minijogos e interações.

Para garantir a exploração dos conteúdos é recomendado que o mesmo tema seja abordado em todas as mecânicas dos minijogos, acarretando reuso, sendo assim as mecânicas do jogo devem ser produzidas como um objeto de aprendizagem (OA).

A **reusabilidade** é uma característica técnicas que distingue um OA de outros recursos educacionais e está diretamente ligada a **granularidade**, que se refere a composição do objeto de aprendizagem em pequenas partes reutilizáveis, **agregação**, a capacidade agrupá-lo em conjuntos maiores, **durabilidade**, relacionada a segurança de acesso onde está armazenado, **disponibilidade**, em um repositório seguro e de fácil acesso, **acessibilidade**, em diferentes dispositivos, **confiabilidade**, sem erros técnicos ou pedagógicos, **portabilidade**, medida pela facilidade de transposição entre diferentes ambientes, **facilidade de instalação**, medida pelo esforço necessário empregado, **interoperabilidade**, medida pelo esforço de integrá-lo a outros sistemas, **usabilidade**, na utilização e **manutenibilidade**, que afeta o empenho necessário em fazer alterações (Cf. BRAGA *et al.*, 2014, p. 47-50).

D4: O jogador deve interagir com os objetos dos cenários

Categoria: Interação

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

O jogo não permite que o jogador explore e identifique todos os objetos do cenário. O cenário também é um ambiente de aprendizado e pode dispor de meios que permitam a interação do jogador ao clicar do *mouse*, exibindo uma moldura flutuante com um breve texto, imagem, vídeo ou animação.

Ao proporcionar este recurso no jogo estamos valorizando os interesses dos estudantes e viabilizando o aprendizado pela descoberta. Quando o estudante está no meio no processo, o espaço é um ambiente que permite a imaginação e relações entre o mundo e as pessoas, inserindo na aprendizagem o contexto socio-histórico tratado na teoria de Vigotski.

D5: O jogador deve explorar livremente o cenário

Categoria: Interação

Análise da diretriz no jogo: Atendida parcialmente

O jogador tem acesso parcial ao cenário, muitos pontos não são acessíveis ou existem bloqueios em partes do cenário. Mesmo em um cenário pequeno deve o jogador adentrar ambientes mesmo que estes não proporcionem conteúdos novos ou relevantes.

Na figura 3 a movimentação do jogador é bloqueada pelas filas de bandeiras, nessa situação a proposta foi delimitar o espaço de movimentação do turista assim como acontece

Figura 3 – Península Antártica - Limite de movimentação do personagem do jogador



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

na antártica, mas com isso perdemos a oportunidade de ensinar ao jogador sobre as consequências de ultrapassar este ponto. Ao infringir esta regra de movimentação dos turistas, o personagem do jogador poderia ser abordado por um guia com orientações sobre estas ações, ou uma mensagem de aviso, mas sem bloqueio da sua movimentação.

Figura 4 – Península Antártica - aproximação do personagem do jogador com a água do mar



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

O jogador também não consegue explorar as consequências de cair na água do mar, como observado na figura 4. Mesmo causando uma condição de derrota, ou "morte" do personagem no jogo, o resultado da queda cria uma situação de aprendizagem sobre a

saúde do jogador, categoria de equipamento usado e procedimentos adotados quando, por ventura, isso acontece na Antártica. Após a queda do personagem uma *cutscene* pode ser exibida simulando o resgate de demais procedimentos adotados.

D6: O jogador deve trocar informações com outros jogadores por comunicação síncrona

Categoria: Interação

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

O jogo não é multijogador, por esta razão não proporciona interação síncrona entre jogadores. A interação em *chats* é um recurso aceito e muito utilizado por jogadores de jogos *online*, com o potencial para tornar-se uma ferramenta de aprendizagem dos conteúdos e mecânicas do jogo no ambiente educacional.

O diálogo é um recurso importante no processo de mediação da aprendizagem (zona de desenvolvimento iminente) e negociação de sentido, um chat (comunicação síncrona), pode inserir o professor no jogo, atribuindo a este o papel de mentor. Com este recurso o professor pode se autenticar no jogo e conversar com outros jogadores em tempo real, mas para isso é necessária tecnologia para modo multijogador em rede local ou *online*.

D7: O jogador deve trocar informações com outros jogadores por meio de comunicação assíncrona

Categoria: Interação

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

Verificamos que o jogo não possui fórum ou outro recurso equivalente para comunicação assíncrona entre jogadores. A criação de um fórum não depende da tecnologia utilizada no jogo, e pode ser elaborada em um servidor internet independente, funcionando como um recurso paralelo de socialização entre jogadores.

Os fóruns já são utilizados por jogadores, como no exemplo do jogo online *World of Warcraft*¹⁵, onde o desenvolvedor disponibiliza o espaço de discussão sobre a jogabilidade, classe de personagens, história do jogo e assuntos gerais.

D8: O jogador deve trocar informações com os mecanismos do jogo

Categoria: Interação

Análise da diretriz no jogo: Atendida

O principal mecanismo de troca de informação do jogador com os jogo é o diálogo do personagem do jogador com os mentores. Nesta mecânica é possível escolher caminhos diferentes no diálogo e obter informações com base nas escolhas.

¹⁵ Para acessar o fórum oficial do jogo visite <<https://us.forums.blizzard.com/pt/wow/>>

Figura 5 – Navio de turismo com destino a Antártica - diálogo interativo entre o personagem do jogador e mentor



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

No diálogo interativo da figura 5, o jogador pode trocar informações com os mecanismos do jogo e conduzir a narrativa a partir de suas escolhas. Este recurso é viável quando o jogo possui um roteiro não linear, criando a possibilidade de desdobramento na história.

D9: O jogador deve se comunicar por linguagem escrita

Categoria: Interação

Análise da diretriz no jogo: Atendida

Não foi identificado nenhum recurso para o jogador escrever durante o jogo. Para Vigotski o desenvolvimento do pensamento e da linguagem dependem da fala e da escrita, por isso a apropriação de uma linguagem textual crítica e reflexiva potencializa o aprendizado.

O desenvolvimento da escrita não reproduz o da fala, logo não podemos afirmar que escrever é uma tradução a linguagem oral para a linguagem escrita, já que escrever exige mais do que um conjunto de técnicas. Escrever é um fator crucial para o desenvolvimento (VIGOTSKI, 1987). No caso de surdos, deve-se proporcionar a comunicação em LIBRAS, pois, para estes, é uma forma de linguagem.

O jogador pode escrever em um *chat*, conversando com outros jogadores ou com um *chatbot*¹⁶. Os *bots* (diminutivo de *robot*, ou robô em português), são também conhecidos como agentes inteligentes e já existem experiências relatadas na literatura a cerca da sua aplicação em JED (SOUZA; NERIS, 2019; SILVA, 2016; COSTA; FAVERO; CUNHA, 2006).

¹⁶ *Chatbot* é um *software* que tenta simular o diálogo com seres humanos. Estes *softwares* recorrem um muitos casos a algoritmos de processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina para automatizar suas funções e construir melhores respostas a interação dos usuários.

D10: O jogo deve viabilizar o comportamento ativo do jogador**Categoria:** Interação**Análise da diretriz no jogo:** Atendida

O jogo favorece o comportamento ativo colocando o jogador no centro do processo de aprendizagem. O jogador é convidado a ação para que as missões sejam concluídas, aprendendo os conteúdos organizador pela descoberta e exploração.

Uma maneira de potencializar o comportamento ativo é possibilitando que o estudante atue como criador e jogador de seus próprios jogos, logo é essencial que a interação no jogo permita a criação, manipulação do cenário e desenvolvimento de novos desafios pelo aluno, recurso já utilizado em jogos como *Minecraft*.

Corroborar essa ideia [Souza e Caniello \(2015\)](#) ao afirmar que no jogo *Minecraft* o jogador tem a possibilidade de cocriar novos jogos, e destaca os casos de sucesso da China, utilizando este jogo para ensinar literatura, na construção de cenários clássicos dos livros de romance, e na Austrália no ensino de matemática.

D11: O jogador deve coletar informações**Categoria:** Interação**Análise da diretriz no jogo:** Não atendida

O jogador apenas interage com as informações obtidas no diálogo com os mentores, não existem mecanismos para anotação e consulta posterior das informações coletadas. Um painel de anotações estimular o aprendizado durante o jogo concedendo recursos para organização das informações coletadas.

A construção de uma mapa mental, ou conceitual, pode ser um recurso para organização e visualização das informações coletadas, gerando novos objetos de aprendizagem e um recurso pelo qual podemos realizar a avaliação da aprendizagem. Este recurso deve estar disponível em uma tela secundária, sendo exibida apenas quando acionada pelo jogador.

D12: O jogo deve fornecer mecanismos para o jogador construir coisas**Categoria:** Interação**Análise da diretriz no jogo:** Não atendida

Esta diretriz não é atendida pelo jogo, não existem ferramentas para o jogador criar objetos desafios ou modificar o cenário. A implementação dessa funcionalidade propicia o comportamento ativo.

É praticável viabilizar que o jogador crie elementos para o cenário, faça customização e crie seus próprios minijogos, além da personalização do personagem do jogador. Criar o seu próprio personagem é um recurso já encontrado em jogos de entretenimento e

pode ser replicado no jogo Expedição Antártica.

D13: O jogo permite o desenvolvimento de tarefas e missões em grupo

Categoria: Interação

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

As tarefas e missões do jogo são individuais. A interação com pares, melhora a internalização do conhecimento. Para que isso ocorra no jogo deve a mecânica e os desafios serem adaptados para o modo multijogador.

A criação de equipes, ou times, pode proporcionar a sensação de pertencimento ao grupo onde os jogadores compartilham suas conquistas e evoluem juntos na narrativa. Esta regra pode ser aplicada na modalidade assíncrona, não necessitando do jogo a tecnologia para implementação modo multijogador.

D14: O jogador deve conseguir inserir comentários no jogo que ficarão disponíveis para outros jogadores

Categoria: Interação

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

Não existe nenhuma ferramenta que permita a criação de textos para consulta posterior de outros usuários. Inserir campos de comentários promove o desenvolvimento da linguagem escrita, socialização e interação entre jogadores.

Estes comentários podem ser inseridos de modo lúdico, em um painel de recados no navio e em uma casa do cenário da cidade de Ushuaia, ou por vias tradicionais, como um fórum. O fórum é um meio favorável ao conceito de internalização de Vigotski, promovendo a aprendizagem dialógica, além de ser mais um espaço de criação dos jogadores.

D15: O jogo deve estimular a interação entre jogadores por diversas ferramentas de comunicação

Categoria: Interação

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

O jogo não permite a comunicação com outros jogadores e não foram identificados estímulos a esta ação. Os jogadores se reúnem em comunidade, motivados por interesses em comum, e o encontram no jogo e fora dele, em sites e redes sociais.

Uma forma de estimular a interação é proporcionando acesso a estas comunidades virtuais onde os jogadores se reúnem, até mesmo a espaços direcionados a discussão dos conteúdos educacionais abordados.

D16: O jogo deve fornecer meios do jogador solicitar ajuda de outros joga-

dores

Categoria: Mediação

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

No jogo não existem meios para solicitar ajuda de outros jogadores. A falta deste recurso prejudica a socialização, mediação e a aprendizagem entre pares. Os *chats* e fóruns também podem ser utilizados com esta finalidade, fortalecendo as recomendações apresentadas nas diretrizes D7 e D14.

D17: O jogo deve exibir *feedback* construtivo para as ações do jogador

Categoria: Mediação

Análise da diretriz no jogo: Atendida parcialmente

Alguns *feedbacks* são construtivos, como no caso do minijogo sobre o tema homeostase, nele é possível aprender enquanto escolhemos os alimentos adequados para consumir na Antártica.

Figura 6 – Minijogo homeostase - *Feedback* construtivo



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

O *feedback* do mentor na figura 6 também contribui no processo de mediação da aprendizagem. Alguns recursos adicionais como *cutscenes*, animações e vídeos podem ser inseridos para que o jogador aprenda com as interações. Recursos de áudio com a gravação de pequenas falas e instruções podem auxiliar o jogador e gerar novos estímulos.

D18: O jogo deve exibir *feedback* individualizado para as ações do jogador

Categoria: Mediação

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

Não existe personalização no *feedback* do jogador, este recurso é padronizado. O nível de informação entregue ao jogador deve ser adequado a sua necessidade de amadurecimento para distanciar-se da zona de desenvolvimento iminente e alcançar o desenvolvimento potencial da aprendizagem. Esta não é uma tarefa trivial e depende da intervenção do mediador, logo, o sistema do jogo, deve possibilitar a interferência humana no sistema de *feedback* proporcionando a personalização do conteúdo, configuração de formatos (texto, vídeo e áudio), intensidade e frequência de exibição das informações.

D19: Os desafios devem proporcionar o desenvolvimento de competências no uso das ferramentas mentais

Categoria: Mediação

Análise da diretriz no jogo: Atendida parcialmente

O jogo atende parcialmente a diretriz. O desenvolvimento das funções mentais é concebido quando o jogador recorre à memória, para completar uma missão ou resolver um problema apresentado em um minijogo, e na atenção, ao ler as regras da fase e demais ações necessárias para completar o jogo. Não foram identificadas mecânicas e ferramentas para o jogador colocar em prática a imaginação e criatividade.

O desenvolvimento da imaginação e criatividade pode ser estimulado quando o jogador se torna cocriador do jogo, produzindo missões, minijogos, objetos, cenários e personalizando o personagem do jogador.

D20: O jogo pode fornecer pista para o jogador resolver problemas

Categoria: Mediação

Análise da diretriz no jogo: Atendida

No decorrer dos minijogos o mentor fornece algumas dicas e orientações para o jogador estabelecendo o papel de mediador do processo.

O diálogo com os mentores distribuídos pelo cenário também fornece caminhos e orientações úteis para a resolução de problemas, cabe ao jogador realizar inferências com as informações coletadas. Recursos audiovisuais, novamente, podem destacar essa experiência, gerando motivação e lembrando o problema que deve ser resolvido, mantendo o estudante no fluxo do jogo.

D21: O jogo pode fornecer simulações de formas para resolver o problema

Categoria: Mediação

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

Não existem simulações, as orientações são apresentadas em forma de texto. As simulações podem traduzir orientações complexas e facilitar a compreensão dos objetivos da missão, minijogos e aprendizado da mecânica e recursos disponíveis para explorar na

Figura 7 – Minijogo sobre homeostase



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

interface do jogo.

Figura 8 – Minijogo dos animais antárticos



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

No exemplo da figura 8, a simulação auxiliaria o jogador a entender que ao clicar no ícone da lâmpada, na parte superior da cabeça do mentor, uma dica seria exibida para auxiliá-lo na solução do minijogo. Esta mecânica, mesmo descrita na tela de instruções do minijogo, não fica evidente e pode passar despercebida ao jogador.

D22: O jogo, quando aplicado em sala de aula, cria oportunidades para o

professor atuar como mediador / facilitador

Categoria: Mediação

Análise da diretriz no jogo: Atendida

O professor pode atuar como mediador fornecendo dicas na resolução dos minijogos, já que o recurso de dicas não está disponível em todos os minijogos.

Figura 9 – Minijogo sobre o processo de pesquisa na Antártica



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

Na figura 9 o jogador resolve o problema indicado no minijogo e o mentor do lado esquerdo não fornece dicas como no minijogo de homeostase da figura 7. A possibilidade de mediação do professor existe, mas cabe apontar que o JED Expedição Antártica não foi aplicado em sala de aula.

D23: A narrativa do jogo deve viabilizar reflexões críticas ao trabalhar os conteúdos

Categoria: Mediação

Análise da diretriz no jogo: Atendida

O diálogo entre o personagem do jogador e mentores promove a reflexão crítica e a problematização dos assuntos abordados no jogo.

No diálogo da figura 10 o mentor faz uma pergunta que direciona o jogador ao processo de reflexão, e este estilo de interação é predominante em todo o jogo. O desenvolvimento narrativo não-linear alude a navegação em hipertextos, criando formas de pensar e conviver no mundo mediado pelas tecnologias.

D24: O jogador decide quais recursos utilizar

Categoria: Autonomia

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

No JED Expedição Antártica, o jogador, deve utilizar os equipamentos corretos

Figura 10 – Diálogo entre mentor e jogador



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

para realizar as missões e tarefas. Isso se justifica dada a necessidade e proporcionar realismo que inserir o jogador no processo da ciência, que é sistemático e rigoroso.

Figura 11 – Tentativa do jogador de realizar a missão de identificação das baleias jubarte



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

Na figura 11, devido à falta da lente, o jogador é impedido de realizar a missão, sendo direcionado pelos mentores a realizar as atividades necessárias para conquistar o item. Entendemos que este é o processo correto, inspirado no projeto de ciência cidadã de identificação das baleias, mas em uma situação real, mesmo sem o equipamento apropriado, as pessoas conseguem observar aqueles que já possuem o item realizando o processo de

identificação, ou até mesmo avistar as baleias sem os recursos. Esta possibilidade deveria ser oferecida ao jogador, por uma animação e/ou exploração do ambiente com as limitação e conseqüências da falta do recurso, nessa circunstância a lente.

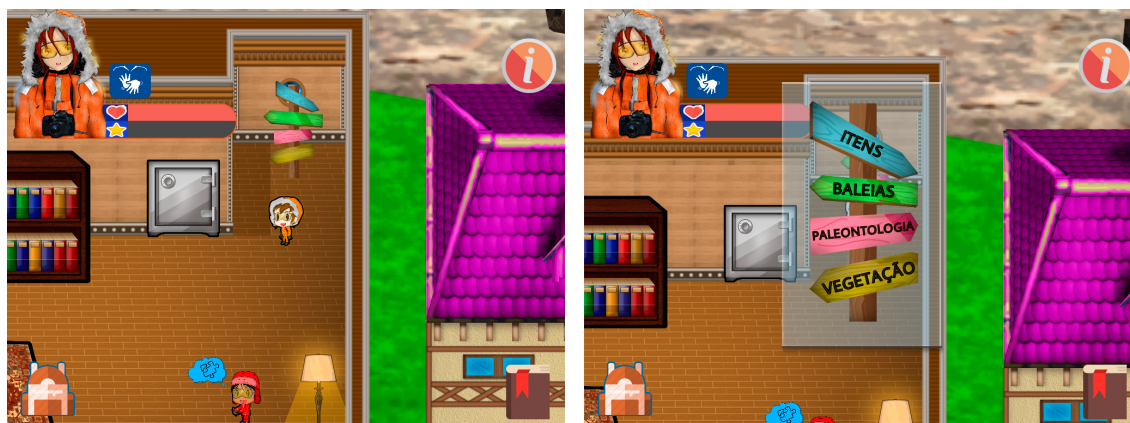
D25: O jogador decide, com base em seus interesses e motivações, qual conteúdo explorar

Categoria: Autonomia

Análise da diretriz no jogo: Atendida parcialmente

Constatamos que o jogador tem liberdade para explorar as missões motivado pelos seus interesses, mas, é necessário encontrar no cenário o conjunto de placas de seleção das missões.

Figura 12 – Placas de destino, utilizadas para direcionar o jogador para as missões



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

Este recurso funciona como um sumário das missões do jogo, e pode ser utilizado por professores na sala de aula para direcionar os alunos a missão que possui o conjunto de temas alinhado aos objetivos pedagógicos daquela situação de aprendizagem.

D26: O jogo deve aproximar os jogadores pela competição

Categoria: Socialização

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

Constatamos também, que o jogo não aproxima os jogadores pela competição. A competição pode ser viabilizada por uma *interface* que fornece um quadro de conquistas dos jogadores, mas sem o objetivo de ordená-los, causando a exposição do fracasso de alguns. Gerar competição pode aproximar jogadores promovendo a socialização, colaboração e interação entre pares.

D27: O jogo deve aproximar os jogadores pela colaboração

Categoria: Socialização

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

A colaboração entre jogadores não é fomentada no jogo. Uma maneira de proporcionar a colaboração é por intermédio do empréstimo de itens entre jogadores, como a lente da câmera fotográfica. O jogador poderia disponibilizar seus itens coletados, ou até mesmo o acesso a um bloco de anotações pessoais, com informações organizadas e coletadas no universo do jogo.

D28: A proposta de narrativa deve despertar a curiosidade

Categoria: Lúdico

Análise da diretriz no jogo: Atendida parcialmente

O tema Antártica desperta a curiosidade dos jogadores, mas poderia ser valorizado com recursos audiovisuais. O jogo não possui trilha sonora, *cutscenes* ou animações para destacar pontos da narrativa e situar o jogador na história. Como se pode ver, a implementação dos recursos audiovisuais tem potencial para aprimorar também outras diretrizes.

D29: O jogo deve fornecer desafios motivadores, que estimulem o jogador a explorar

Categoria: Lúdico

Análise da diretriz no jogo: Atendida parcialmente

As missões são desafiadoras, mas algumas mecânicas dos minijogos apresentam problemas de usabilidade e nível de dificuldade alto que podem tirar o jogador do fluxo do jogo. Os minijogos e missões não devem ser difíceis, principalmente na primeira fase, o progresso de dificuldade deve acompanhar o desenvolvimento do jogador na história, com o crescimento gradual da dificuldade.

Figura 13 – Minijogo das Eras Geológicas



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

Na figura 15, o jogador pode recorrer a "tentativa e erro" para solucionar o desafio, sabotando a sua situação de aprendizagem e gerando desinteresse dos conteúdos abordados no minijogo. Uma adaptação possível no minijogo das Eras Geológicas é o desenvolvimento de uma narrativa paralela à história original, apresentada ao jogador por vídeos e animações, além da substituição dos textos por imagens, e as caixas, onde são inseridos os textos, por um cenário que represente a era geológica. O jogador pode visualizar uma era geológica por vez, e avançar para a próxima assim que estiver concluído a anterior. Esta proposta torna o minijogo lúdico e motivador.

D30: O jogo deve colocar o jogador em uma situação realística

Categoria: Realismo

Análise da diretriz no jogo: Atendida

O jogo foi inspirado em situações reais de pesquisas brasileiras e projetos de ciência cidadã realizados na Antártica, logo, atende integralmente a diretriz. Ao gerar uma situação realística, não podemos negligenciar a característica lúdica dos jogos, e neste requisito o jogo encontrou uma solução apropriada mesclando personagens com estética de desenho, inspirado no estilo *toy art*¹⁷, com animais realísticos.

D31: O jogo contextualiza o conteúdo com situações reais

Categoria: Realismo

Análise da diretriz no jogo: Atendida parcialmente

O conteúdo dos minijogos estão relacionados a pesquisas brasileiras reais desenvolvidas na Antártica, mas não foi identificado uma demonstração explícita de como estes conteúdos são abordados nessas pesquisas. Mesmo o jogo tratando de projetos reais, os temas dos minijogos podem receber reforços com indicações de como o pesquisador antártico utiliza aquele conhecimento em sua pesquisa, já que a mecânica dos minijogos não é diretamente relacionada com o projeto de ciência cidadã. A inserção de vídeos pode resolver esta lacuna de contextualização proporcionando a construção de significados.

D32: O jogo deve ter objetos do cotidiano com os quais o jogador pode se familiarizar

Categoria: Realismo

Análise da diretriz no jogo: Atendida

Foram identificados objetos comuns do cotidiano, com os quais o jogador pode se identificar. O realismo da ilustração dos animais corrobora com as conexões realizadas pelo jogador na construção de significados. A customização pode ajudar no reconhecimento de

¹⁷ *Toy art* é um conceito atrelado a "brinquedos como arte", geralmente destinados a adultos e jovens com a finalidade de colecionismo ou decoração. O personagem possui uma estética deformada, e na maioria das vezes o desenho da cabeça é metade do tamanho do corpo.

objetos do cotidiano.

A implementação de recursos de customização fornece ferramentas para regionalização do jogo em diversas culturas. Podemos inserir, por exemplo, o chimarrão, bebida característica da região sul, nas mãos de um personagem. Mesmo que algum objeto não possa ser levado ou utilizado na Antártica, estamos gerando uma situação de aprendizagem no contexto sócio-histórico do jogador, onde ele aprende como se comportar como turista na Antártica com elementos da sua rotina.

D33: Os desafios devem ser personalizados de acordo com o desempenho do jogador

Categoria: Personalização

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

Os desafios não foram personalizados de acordo com o desempenho do jogador. Recomendamos a implementação de recursos para ajuste da dificuldade, uma análise e classificação dos minijogos nesse sentido. O ajuste dinâmico da dificuldade (*Dynamic Difficulty Adjustment*), pode ser implementado com algoritmos de Inteligência Artificial (IA), e busca proporcionar desafios equilibrados, evitando a frustração do jogador (Cf. [SILVA, 2015](#)).

D34: Os desafios devem ser personalizados de acordo com as ações do jogador

Categoria: Personalização

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

As ações do jogador também não influenciaram na personalização dos desafios. As recomendações para esta análise acompanham as ideias apresentadas no item anterior [D33], na implementação de níveis de dificuldade e ajuste dinâmico.

D35: O jogo deve permitir que o jogador crie desafios para outros jogadores

Categoria: Personalização

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

Não existem ferramentas para o jogador criar e compartilhar desafios personalizados. A aprendizagem deve considerar o meio social, outros jogadores, e a interferência do estudante como sujeito do processo, associado ao aspecto lúdico dos jogos, este promove a aprendizagem dialógica. Produzir algo para o outro é estabelecer diálogo.

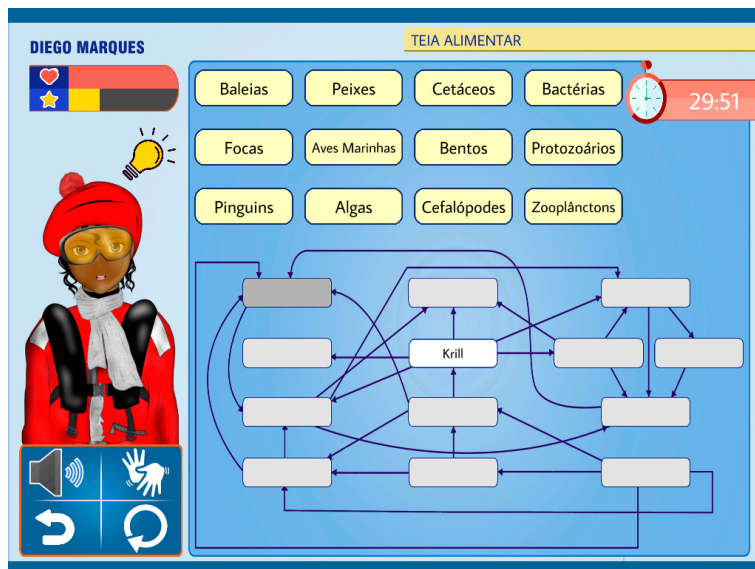
D36: O jogador deve organizar informações

Categoria: Organização

Análise da diretriz no jogo: Atendida

Nos minijogos teia alimentar, processo de pesquisa e eras geológicas, o jogador organiza informações, atendendo a diretriz.

Figura 14 – Minijogo da teia alimentar



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

Ao organizar as informações disponíveis no jogo adequadamente estamos desenvolvendo a memória, uma função mental superior. A memória representa as informações e conteúdos internalizados pelo estudante em seu contexto social, cultural e histórico. No caso das informações coletadas no jogo, a memória desenvolvida é, a princípio, de curto prazo, que posteriormente será significada pelo jogador ocasionando a aprendizagem.

D37: O jogo, suas missões e mini jogos devem apresentar a situação-problema ao jogador de maneira explícita

Categoria: Resolução de problemas

Análise da diretriz no jogo: Atendida

As situações-problema estão aplicadas nas missões e mini-jogos. A zona de desenvolvimento real é o espaço onde estão as atividades que o jogador pode resolver sem ajuda, já a zona de desenvolvimento iminente é o espaço entre a zona de desenvolvimento real e potencial, lugar de atuação das situações-problema produzindo possibilidades de mediação.

D38: O jogo deve fornecer informações escritas ao jogador

Categoria: Linguagem

Análise da diretriz no jogo: Atendida

Observamos a predominância da linguagem escrita no jogo. Vigotski enfatiza a importância do desenvolvimento da linguagem, que transita da oralidade para a escrita. Podemos estender esta análise para a linguagem audiovisual, que era embrionária no início

do século XX quando Vigotski concebeu sua teoria. O desenvolvimento da linguagem pressupõe o amadurecimento das funções mentais superiores, fortalecendo a atenção, memória, lógica e a capacidade de organizar informações fazendo inferências.

D39: O mundo do jogo deve exigir do jogador a percepção de detalhes

Categoria: Atenção

Análise da diretriz no jogo: Não atendida

O universo do jogo (cenários) é rico em detalhes, mas o jogador não necessita de um alto nível de atenção desses detalhes, a movimentação pelos cenários é simples e de fácil compreensão, equiparando-se a mecânicas tradicionais conhecidas dos jogos de RPG (*Role-playing game*).

A necessidade da percepção de detalhes justifica-se por proporcionar o aprendizado pela descoberta. É possível que o jogador perceba que existem pontos não explícitos no ambiente do jogo que podem proporcionar novas informações e recompensas.

D40: O jogo deve viabilizar o aprendizado também pelos erros do jogador com mensagens textuais, sons e animações

Categoria: Aprendizado

Análise da diretriz no jogo: Atendida

O erro, ou a derrota, não é um recurso explorado adequadamente pelo jogo, entende-se necessário aperfeiçoar este mecanismo do jogo com dicas do mentor, vídeos, áudio, simulações e animações com informações complementares ou dicas que ajudem o jogador a alcançar êxito na atividade. Ao perder um minijogo é exibido somente uma tela com uma mensagem de derrota, como demonstrado na figura 15.

O erro deve ser considerado como uma oportunidade de aprendizagem e mediação. Ao errar o jogador demonstra uma limitação temporária, e revela sua zona de desenvolvimento iminente, espaço para atuação do jogo ou do professor que está utilizando-o no processo de mediação da aprendizagem.

O próximo capítulo são apresentadas as considerações finais, limitações da pesquisa e sugestões de trabalhos futuros.

Figura 15 – Tela de derrota do jogador no minijogo Passado Antártico



Fonte: (INTERA *et al.*, 2020)

6 Considerações finais

Vale ressaltar nas conclusões deste trabalho o nosso problema de pesquisa, este situa-se na dificuldade em considerar a teoria de aprendizagem sociointeracionista no desenvolvimento de JEDs, que para serem utilizados com fins pedagógicos necessitam de uma sólida fundamentação em uma abordagem educacional humanista, valorizando a criatividade e a interação, o contexto sócio-histórico do estudante e opondo-se a práticas da aprendizagem behaviorista.

Com o objetivo de definir os requisitos pedagógicos para o desenvolvimento do JED Expedição Antártica e a partir disso propor as diretrizes que tornam as mecânicas do jogo alicerçado na teoria sociointeracionista de Lev Vigotski, elaboramos 40 diretrizes que tiveram seu alicerce na obra de Vigotski, outros autores que fundamentaram suas pesquisas no sociointeracionismo e na análise do JED Expedição Antártica, que foi concebido à luz dessa concepção pedagógica, opondo-se ao behaviorismo, e compreendendo que o processo de aprendizagem deve considerar o contexto histórico-cultural, as relações dialógicas, colocando o estudante no centro do processo de aprendizagem para agir ativamente na construção e reformulação dos objetos do conhecimento.

O estudo da teoria de aprendizagem sociointeracionista, dos aspectos da engenharia de *software* considerados no desenvolvimento de jogos, da *engenharia de requisitos*, do *game design* e da análise do JED Expedição Antártica a luz das diretrizes, contribuíram para a resposta das nossas questões iniciais de pesquisa conforme segue:

[QPI.] Quais requisitos pedagógicos um jogo deve conter para estar alicerçado na teoria de aprendizagem sociointeracionista de Lev Vigotski?

Identificamos 40 requisitos que foram transformados em diretrizes para o desenvolvimento de jogos embasados na teoria de aprendizagem sociointeracionista de Vigotski, como apresentado no capítulo 5 deste trabalho. Estes requisitos alicerçam o desenvolvimento dos JEDs em uma perspectiva que garanta a elaboração de mecânicas que possibilitem a análise de processos, ao invés de objetos, gerando estímulos, lúdicos e significativos, com recursos textuais e audiovisuais, além de incitar a atenção pela percepção de detalhes do universo do jogo. O jogo deve proporcionar a autonomia, medida que insere o jogador no centro do processo de aprendizagem. A interação deve acontecer integralmente com os mecanismos do jogo e com outros jogadores de maneira síncrona e assíncrona. Os objetivos devem estar direcionados para a resolução de problemas reais, concebendo oportunidades de mediação no jogo e fora dele, garantindo a socialização e troca entre pares.

[QPII.] Como traspor esses requisitos pedagógicos sociointeracionistas para

a narrativa, mecânica e *interface* durante o processo de *game design* do jogo?

A proposta de transposição das diretrizes sociointeracionistas, que reflete os requisitos da teoria de aprendizagem de Vigotski, está descrita na seção 5.1. Propor mecânicas fundamentadas nas diretrizes sociointeracionistas é uma ação que demanda da análise interdisciplinar entre as premissas da teoria de aprendizagem elencada, do *game design*, quanto abordagem do desenvolvimento de jogos e da engenharia de *software*, responsável pela criação dos artefatos, demandando um processo de comunicação sem ruídos e interferências. É por essa razão que as diferentes áreas devem se aproximar, atuando na criação do JED sem divisões ou barreiras. Independente da atuação no projeto, todos devem se apropriar do integralmente de uma visão educacional humanista, que valoriza a criatividade, interação, o contexto sócio-histórico e se opõe ao behaviorismo.

Mesmo obtendo os requisitos pedagógicos, e gerando as diretrizes, estas não são suficientes para garantir que o jogo desenvolvido com seus direcionamentos será sociointeracionista, ou permanecerá integralmente alinhado a esta concepção de aprendizagem. Não foi possível concluir se o JED Expedição Antártica é sociointeracionista, talvez esta não seja uma missão possível, ou até mesmo pertinente. Ora, diante disso, não é oportuno classificar o jogo como sociointeracionista, em uma relação binária, seria isso como colocar, além de fazer caber, a teoria de Vigotski em um compartimento, ignorando assim a dinâmica incessante da evolução do conhecimento e a transformação social e histórica dos estudantes. Faz-se por oportuno registrar, que a crítica de Vigotski está nas teorias que separam o desenvolvimento do indivíduo da aprendizagem. O estudante, agente que interage com o JED, é um ser histórico formado por um conjunto de relações sociais únicas. Não obstante, a relevância dessas críticas, ressaltamos que as diretrizes sociointeracionistas contribuem para que o jogo se afaste de uma concepção behaviorista de aprendizagem.

Neste sentido, a *contribuição* desta pesquisa é o mapeamento dos requisitos pedagógicos e a elaboração das diretrizes sociointeracionista para o desenvolvimento de jogos educacionais digitais. As diretrizes podem ser aplicadas na criação de jogos educacionais digitais, apoiando o trabalho dos engenheiros de *software* e gerando um ponto comum na comunicação entre os envolvidos nesse processo.

Reconhecemos nesta pesquisa que os critérios de seleção do jogo analisado deixaram de lado uma abundante base de dados que é merecedora de outros estudos, deixando novos problemas de pesquisa tão relevantes quanto aqueles que motivaram este trabalho.

Apesar de obtida a lista de diretrizes, ela está limitada às mecânicas de jogo encontradas na literatura e àquelas implementadas no analisado, o que pode destoar com a realidade do desenvolvimento de outros jogos educacionais digitais, cabendo a abordagem

do tema em outras pesquisas.

Consideramos que rotular o jogo, classificar as diretrizes e ordená-las, pode distorcer os alicerces da teoria sociointeracionista. Cabe, as equipes de projeto envolvidas na construção de um JED, entender que a proposta das diretrizes transfigura-se para um signo comum de referência da comunicação e um caminho para o distanciamento de abordagens educacionais que não consideram o indivíduo como o centro do processo de aprendizagem.

Enfim, este trabalho gerou novas questões de pesquisa, tão relevantes quanto as que nos motivaram inicialmente. É por essa razão que não temos a pretensão de dar como resolvido o nosso problema norteador, pelo contrário, despertamos aqui assuntos que merecem ser abordados em trabalhos futuros.

Como **trabalhos futuros**, entendemos que novas pesquisas, implementações e estudos de caso podem ser constituídos a partir deste trabalho, dado que novas perguntas surgiram no decorrer do levantamento e análise dos dados.

Novas pesquisas podem buscar a resposta para questões como (1) é possível classificar um jogo educacional digital como sociointeracionista?, (2) um jogo educacional digital, se classificado como sociointeracionista, garante a aprendizagem dos conteúdos abordados?, (3) um jogo deixa de ser sociointeracionista em virtude do seu público e contexto que está inserido? e (4) O jogo é sociointeracionista para todas as pessoas, em diferentes etapas de aprendizagem?. Compete, da mesma forma, discutir aspectos das diretrizes que não estão no JED Expedição Antártica, e que poderiam ser implementadas, propiciando novas pesquisas.

As diretrizes sociointeracionistas podem ser utilizadas na **implementação** de outros jogos, com mecânicas diferentes dos jogos de RPG, como no caso JED Expedição Antártica estudado neste trabalho. Dentre as diversas mecânicas possíveis se destaca os jogos de plataforma, aventura, quebra-cabeça, simulação (veículos, construção, administração e esportes), estratégia baseada em turnos ou tempo real e *online* multijogador massivos.

Alguns **estudos de caso** podem dar continuidade na investigação do problema abordado nesse trabalho, como a investigação do impacto da utilização das diretrizes na qualidade pedagógica dos jogos educacionais digitais, ou, abordando a avaliação da aprendizagem dos jogadores que utilizaram o jogo alicerçado nas diretrizes sociointeracionistas. Pode-se também estudar as oportunidades de mediação, *online* e presenciais, criadas pelo jogo alicerçado nas diretrizes sociointeracionistas. Além, do estudo sobre o impacto das diretrizes sociointeracionistas na comunicação entre membros da equipe de desenvolvimento de jogos educacionais digitais ao elicitar os requisitos pedagógicos.

Referências

- ABREU, F. *et al.* Métodos, técnicas e ferramentas para o desenvolvimento de software educacional: um mapeamento sistemático. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [s.n.], 2012. v. 23, n. 1. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1740>>.
- ABT, C. C. *Serious games*. [S.l.]: University press of America, 1987.
- ALVES, L.; MARTINS, J.; NEVES, I. A crescente presença da narrativa nos jogos eletrônicos. In: *VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment. PUC. Rio de Janeiro*. [S.l.: s.n.], 2009.
- ANNETTA, L. A. *et al.* Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics. *Computers & Education*, Elsevier, Amsterdam, v. 53, n. 1, p. 74–85, 2009.
- BARBOSA, M. W. Uma análise do uso de grounded theory em engenharia de software. *Revista Produção Online*, v. 17, n. 1, p. 26–48, 2017.
- BATTISTELA, P. E.; WANGENHEIM, C. G. v.; FERNANDES, J. M. Como jogos educacionais são desenvolvidos? uma revisão sistemática da literatura. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. *XXII Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2014)*. [S.l.], 2014.
- BOGOST, I. *How to do things with videogames*. [S.l.]: U of Minnesota Press, 2011.
- BOLLER, K. K. S. *Jogar para aprender: Tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes*. São Paulo: Dvs Editora, 2019.
- BOURQUE, P.; FAIRLEY, R. Software engineering body of knowledge (swebok version 3). *IEEE Computer Society*, 2014.
- BRAGA, J. *et al.* *Objetos de Aprendizagem Volume 1: introdução e fundamentos*. Santo André: Editora da UFABC, 2014. (Coleção Intera). Disponível em: <<https://pesquisa.ufabc.edu.br/intera/wp-content/uploads/2015/12/objetos-de-aprendizagem-v1.pdf>>.
- BRAGA, J. *et al.* *Objetos de aprendizagem, volume 2 : metodologia de desenvolvimento*. Santo André: Editora da UFABC, 2015. (Coleção Intera). Disponível em: <<https://pesquisa.ufabc.edu.br/intera/wp-content/uploads/2015/12/objetos-de-aprendizagem-v2.pdf>>.
- BROM, C.; PREUSS, M.; KLEMENT, D. Are educational computer micro-games engaging and effective for knowledge acquisition at high-schools? a quasi-experimental study. *Computers & Education*, Elsevier, Amsterdam, v. 57, n. 3, p. 1971–1988, 2011.
- CARVALHO, A.; LEON, F. d. Ponce de *et al.* Grandes desafios da pesquisa em computação no brasil–2006–2016. *São Paulo: Sociedade Brasileira de Computação*, 2006. Disponível em: <<https://www.gta.ufrj.br/rebu/arquivos/SBC-Grandes.pdf>>.
- CAVALCANTE, B. H. Diretrizes para o desenvolvimento de software em startups. 2018.

- CAVALCANTI, L. d. S. Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de vygotsky ao ensino de geografia. *Cad. Cedes, Campinas*, SciELO Brasil, v. 25, n. 66, p. 185–207, 2005.
- CHUANG, T.-Y.; CHEN, W.-F. Effect of computer-based video games on children: An experimental study. In: IEEE. *2007 First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL'07)*. [S.l.], 2007. p. 114–118.
- CONTE, T. Técnica de inspeção de usabilidade baseada em perspectivas de projeto web. *Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE*, 2009.
- CONTE, T.; CABRAL, R.; TRAVASSOS, G. H. Aplicando grounded theory na análise qualitativa de um estudo de observação em engenharia de software—um relato de experiência. In: *V Workshop "Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software" (WOSES 2009)*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 26–37.
- COSTA, D. F.; FAVERO, E. L.; CUNHA, W. P. Baiuka—um jogo educativo infantil usando agentes inteligentes na avaliação das inteligências múltiplas. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. [S.l.: s.n.], 2006. v. 1, n. 1.
- COX, K. K.; BITTENCOURT, R. A. Estudo bibliográfico sobre o processo de construção de jogos digitais: A necessidade de sinergia entre o educar e o divertir. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 25, n. 1, 2017.
- CUNHA, J. *et al.* Melhoria de processos de software sob a perspectiva dos vieses cognitivos: Uma análise de múltiplos casos. In: SBC. *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*. [S.l.], 2015. p. 259–266.
- DAMASCENO, E. *et al.* Prototipação acelerada de jogos digitais com software livre. In: *Workshop de Desenvolvimento Rápido*. [S.l.: s.n.], 2010.
- DELACRUZ, G. C. Games as formative assessment environments: Examining the impact of explanations of scoring and incentives on math learning, game performance, and help seeking. cress report 796. *National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST)*, ERIC, 2011.
- FALKEMBACH, G. A. M. Concepção e desenvolvimento de material educativo digital. *RENTE*, v. 3, n. 1, 2005.
- FERNANDES, E. M.; MAIA, Â. Grounded theory. Universidade do Minho. Centro de Estudos em Educação e Psicologia (CEEP), 2001.
- FERNANDES, J. C. N.; SILVEIRA, I. F. Jogos digitais educacionais, práticas interdisciplinares e pensamento computacional: Relações possíveis. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 10, n. 4, p. 116–136, 2019.
- FIGUEIRA, A. P. C.; CRÓ, M. de L.; LOPES, I. P. *Ferramentas da mente: a perspectiva de Vygotsky sobre a educação de Infância*. [S.l.]: Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press, 2014.
- FILHO, N. F. D.; BARBOSA, E. F. A requirements catalog for mobile learning environments. In: *Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing*. New York, NY, USA: ACM, 2013. (SAC '13), p. 1266–1271. ISBN 978-1-4503-1656-9. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2480362.2480599>>.

- FINO, C. N. Vygotsky e a zona de desenvolvimento proximal (zdp): três implicações pedagógicas. *Revista Portuguesa de educação*, v. 14, p. 273–291, 2001.
- FLEURY, A.; NAKANO, D.; CORDEIRO, J. Mapeamento da indústria brasileira e global de jogos digitais. *São Paulo: GEDIGames/USP*, 2014.
- GEE, J. P. Bons video games e boa aprendizagem. *Perspectiva*, v. 27, n. 1, p. 167–178, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/2175-795X.2009v27n1p167>>.
- GOMES, A. S.; GOMES, C. R. A. Classificação dos tipos de pesquisa em informática na educação. *Jaques, Patrícia Augustin; Pimentel, Mariano; Siqueira; Sean; Bittencourt, Ig.(Org.) Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Concepção da Pesquisa. Porto Alegre: SBC*, 2019.
- GROS, B. The impact of digital games in education. *First Monday*, v. 8, n. 7, p. 6–26, 2003. Disponível em: <https://www.mackenty.org/images/uploads/impact_of_games_in_education.pdf>.
- HENRIQUE, M. S. *et al.* Uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de teorias de aprendizagem em softwares educacionais. *RENOTE*, v. 13, n. 2, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.22456/1679-1916.61434>>.
- HUIZENGA, J. *et al.* Mobile game-based learning in secondary education: engagement, motivation and learning in a mobile city game. *Journal of Computer Assisted Learning*, Wiley Online Library, v. 25, n. 4, p. 332–344, 2009.
- INTERA *et al.* *Expedição Antártica*. 2020. Disponível em: <<https://www.interaufabc.com.br/jogos>>.
- KE, F. Computer games application within alternative classroom goal structures: cognitive, metacognitive, and affective evaluation. *Educational Technology Research and Development*, Springer, v. 56, n. 5-6, p. 539–556, 2008.
- KEBRITCHI, M.; HIRUMI, A.; BAI, H. The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & education*, Elsevier, Amsterdam, v. 55, n. 2, p. 427–443, 2010.
- KOLOVOU, A.; HEUVEL-PANHUIZEN, M. V. D. Online game-generated feedback as a way to support early algebraic reasoning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, Inderscience Publishers, v. 20, n. 2, p. 224–238, 2010.
- KREMER, K. K. A linguagem cinematográfica nos games: do gameplay à cutscene 1. *Estrema-Revista interdisciplinar de Humanidades*, n. 7, p. 22–22, 2015.
- LEFRANÇOIS, G. R. Teorias da aprendizagem: o que o professor disse. *Guy R. Lefrançois*, Cengage Learning, São Paulo, 2016.
- LEITE, P. da S.; MENDONÇA, V. G. de. Diretrizes para game design de jogos educacionais. In: *Proc. SBGames, Art Design Track*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 132–141.
- LEVY, P. *As tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. São Paulo: Editora 34, 1993.

- LIU, C.-C.; CHENG, Y.-B.; HUANG, C.-W. The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education*, Elsevier, Amsterdam, v. 57, n. 3, p. 1907–1918, 2011.
- MARQUES, R. A pedagogia construtivista de lev vygotsky (1896-1934). [http://www.eses.pt/usr/ramiro/docs/etica_pedagogia/A% 20Pedagogia% 20construtivista% 20de% 20Lev% 20Vygotsky. pdf](http://www.eses.pt/usr/ramiro/docs/etica_pedagogia/A%20Pedagogia%20construtivista%20de%20Lev%20Vygotsky.pdf), recuperado a, v. 17, n. 03, p. 2010, 2007.
- MATTAR, J. *Games em educação: como os nativos digitais aprendem*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. ISBN 9788576055624.
- MEDEIROS, A. F. Elicitação de critérios essenciais para a adaptação de uma metodologia ágil para o desenvolvimento de software educativo. 2014.
- MELLE, L. F. de O.; BRAGA, J. C. B.; STIUBIENER, I. Estudo sobre metodologias de desenvolvimento de jogos digitais educacionais: Revisão sistemática da literatura. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2019. v. 30, n. 1, p. 1052.
- MILLER, D. J.; ROBERTSON, D. P. Educational benefits of using game consoles in a primary classroom: A randomised controlled trial. *British Journal of Educational Technology*, Wiley Online Library, v. 42, n. 5, p. 850–864, 2011.
- MONTEIRO, A. C. *et al.* Requisitos não funcionais no desenvolvimento de software educacional: Um estudo utilizando grounded theory. 2013.
- MONTONI, M. *et al.* Uma abordagem para condução de iniciativas de melhoria de processos de software. *Exame de Qualificação (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação) Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro*, 2007.
- MORAIS, D. C. S. de; FALCÃO, T. P. Abordagem participativa de desenvolvimento de jogos digitais educacionais no contexto escolar. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 27, n. 1, 2019.
- MORESI, E. A. D. *et al.* O emprego do aplicativo scihub em projetos de ciência cidadã. *Revista Iberoamericana De Sistemas, Cibernética E Informática*, v. 14, p. 45–52, 2017.
- MUNHOZ, D. R. M.; BATTAIOLA, A. L. *Distinção entre regras e mecânicas de jogo com base na literatura do design de jogos*. [S.l.]: SBGames, 2017.
- MUSTARO, R. L. M. P. N. Elementos imersivos e de narrativa como fatores motivacionais em serious games. SBGames, 2011.
- NOVAK, J. Desenvolvimento de games; tradução conti. *Pedro C., São Paulo, Cengage Learning*, 2010.
- PALANGANA, I. C. *Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vigotski: a relevância do social*. [S.l.]: Summus Editorial, 2015.
- PAPASTERGIOU, M. Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, Elsevier, Amsterdam, v. 52, n. 1, p. 1–12, 2009.

- PERROTTA, C. *et al.* Game-based learning: Latest evidence and future directions. *NFER Research Programme: Innovation in Education. Slough: NFER*, 2013.
- PICANÇO, T. S. d. C. *et al.* Avaliação do ensino de atitudes humanísticas durante a graduação médica: uma experiência pedagógica utilizando filmes. UNIFAP-Universidade Federal do Amapá, 2018.
- PRESSMAN, R. *Engenharia de Software*. Porto Alegre: Grupo A, 2016.
- PRESTES, Z. R. Quando não é a mesma coisa: análise de traduções de lev semionovitch vigotski no brasil: repercussões no campo educacional. 2010.
- RAMOS, D. K.; CRUZ, D. M. *Jogos digitais em contextos educacionais*. EDITORA CRV, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.24824/978854441984.7>>.
- RIBEIRO, E. M. e Luciana de Lima e Melo Júnior e Windson Viana e Rossana Andrade e J. Da elicitação de requisitos ao desenvolvimento de aplicações de mobile learning em matemática. *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, v. 1, n. 1, 2012. ISSN 2316-6533. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1441>>.
- RIBEIRO, R. J. *et al.* Teorias de aprendizagem em jogos digitais educacionais: um panorama brasileiro. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 13, n. 1, 2015.
- ROCHA, R. V. da; BITTENCOURT, I. I.; ISOTANI, S. Análise, projeto, desenvolvimento e avaliação de jogos sérios e afins: uma revisão de desafios e oportunidades. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 692.
- SAKUDA, L. O.; FORTIM, I. Ii censo da indústria brasileira de jogos digitais. *Ministério da Cultura. Brasília*, 2018.
- SAMPAIO, R. D. Linguagem, cognição e cultura: A hipótese de sapir-whorf. *Cadernos do IL*, n. 56, p. 229–240, 2017.
- SANTOS, F.; CONTE, T. Evoluindo um assistente de apoio à inspeção de usabilidade através de estudos experimentais. In: *XIV Conferência Ibero-Americana em Engenharia de Software (CiBSE), Rio de Janeiro, Brasil*. [S.l.: s.n.], 2011.
- SANTOS, V. D. *et al.* Programas de melhoria de processo de software—uma pesquisa sobre a influência dos aspectos humanos. *Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, Curitiba*, 2011.
- SATO, A. K. O.; GAMES, D. de. Game design e prototipagem: conceitos e aplicações ao longo do processo projetual. *Proceedings do SBGames 2010*, p. 74–84, 2010.
- SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. *RENOTE*, v. 6, n. 1, 2008.
- SHELL, J. *Arte de game design: o livro original*. [S.l.]: Crc Press, 2010.
- SFORNI, M. S. de F.; GALUCH, M. T. B. Apropriação de instrumentos simbólicos: implicações para o desenvolvimento humano. *Educação*, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, v. 32, n. 1, p. 79–83, 2009.

- SHAFFER, D. W. *How computer games help children learn*. [S.l.]: Macmillan, 2008.
- SILVA, E. F. d. Multiletramentos: os games como interface para o ensino de língua portuguesa. Universidade Estadual da Paraíba, 2014.
- SILVA, M. P. Inteligência artificial adaptativa para ajuste dinâmico de dificuldade em jogos digitais. Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.
- SILVA, V. do N. Desenvolvimento de agentes inteligentes para jogos moba. Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.
- SILVEIRA, C. F.; BORDIN, A.; TOLFO, C. Uma revisão sistemática sobre a aplicação de grounded theory em engenharia de software. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 7, n. 2, 2016.
- SOMMERVILLE, I. Engenharia de software, 8 edição. *Pearson, Addison Wesley*, v. 8, n. 9, p. 10, 2007.
- SOUTO, M.; SILVA, C. Um catálogo de requisitos pedagógicos para auxiliar o desenvolvimento de softwares educacionais. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [s.n.], 2017. v. 28, n. 1, p. 506. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2017.506>>.
- SOUZA, L. C. P. de; CANIELLO, A. O potencial significativo de games da educação: análise do minecraft. *Comunicação & Educação*, Universidade de São Paulo-USP, v. 20, n. 2, p. 37–46, 2015.
- SOUZA, P.; NERIS, V. Design de jogos digitais terapêuticos por usuários finais com transtornos mentais mediado por agentes inteligentes. In: SBC. *Anais Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*. [S.l.], 2019. p. 158–161.
- SPIRES, H. A. *et al.* Problem solving and game-based learning: Effects of middle grade students' hypothesis testing strategies on learning outcomes. *Journal of Educational Computing Research*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 44, n. 4, p. 453–472, 2011.
- STRAUSS, B. G. G. A. L. *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Aldine. [S.l.]: Aldine Transaction, 1999. ISBN 0202302601,9780202302607.
- VALLE, P. H. D. *et al.* Hedeg-heurísticas para avaliação de jogos educacionais digitais. *Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE*, 2013. Disponível em: <<http://www.tise.cl/volumen9/TISE2013/247-256.pdf>>.
- VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia escolar e educacional*, Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional, v. 7, n. 1, p. 11–19, 2003.
- VIGOTSKI, L. S. *Pensamento e linguagem*. [S.l.]: Martins Fontes, 1987. (Coleção psicologia e pedagogia). ISBN 9788533601925.
- VIGOTSKI, L. *A formação social da mente*. 4ª. ed. São Paulo: Martins Fontes Editora, 1991.

VOLOCHINOV, V. N.; BAKHTIN, M. Marxismo e filosofia da linguagem. *Tradução de Michel Laud e Yara Frateschi Vieira*, v. 8, 2017.

WAZLAWICK, R. *Engenharia de software: conceitos e práticas*. Amsterdam: Elsevier, 2019.

YANG, Y.-T. C. Building virtual cities, inspiring intelligent citizens: Digital games for developing students' problem solving and learning motivation. *Computers & Education*, Elsevier, Amsterdam, v. 59, n. 2, p. 365–377, 2012.

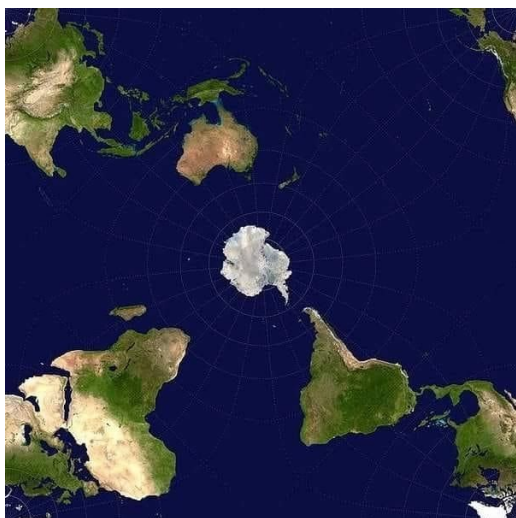
ZANELLA, A. V. Zona de desenvolvimento proximal: análise teórica de um conceito em algumas situações variadas. *Temas em psicologia*, Sociedade Brasileira de Psicologia, v. 2, n. 2, p. 97–110, 1994.

Anexos

ANEXO A – Documento de Game Design

DOCUMENTO DE GAME DESIGN

Nome do Projeto: Expedição Antártica



Tipo: *Serious game* (educacional)

Conteúdos: Aves, Plankton, Baleias, Água, Gelo. Bases e acampamentos de pesquisa – temas selecionados: gelo continental, paleontologia.

Público alvo: Estudantes dos cursos de licenciatura de ambos os gêneros.

Disciplinas: Educação Científica, Ensino de Matemática, Ensino de Biologia, Ensino de Física, Ensino de Química.

Highconcept: Um RPG top-down multiplataforma, onde o jogador experimentará uma desafiadora aventura pela antártica em busca de coletar, analisar e enviar dados para pesquisas de *Citizen Science* (Ciência Cidadã). Um expedicionário sai do Ushuaia, de navio, a caminho da Península Antártica. Sua missão é descobrir que o planeta está em processo acelerado de aquecimento. Para isso terá de resolver desafios, coletar e analisar dados biológicos, químicos e físicos.

Nessa jornada, sob o auxílio da imersão em um ambiente lúdico, o jogador deverá conhecer a importância da formação de uma cultura científica engajada com as novas tendências da popularização da ciência, ambientando-se nas pesquisas antárticas. Realizar as inter-relações entre os conhecimentos escolares e os conhecimentos científicos.

]

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM: Conhecer a importância da formação de uma cultura científica engajada com as novas tendências da popularização da ciência, ambientando-se nas pesquisas antárticas.

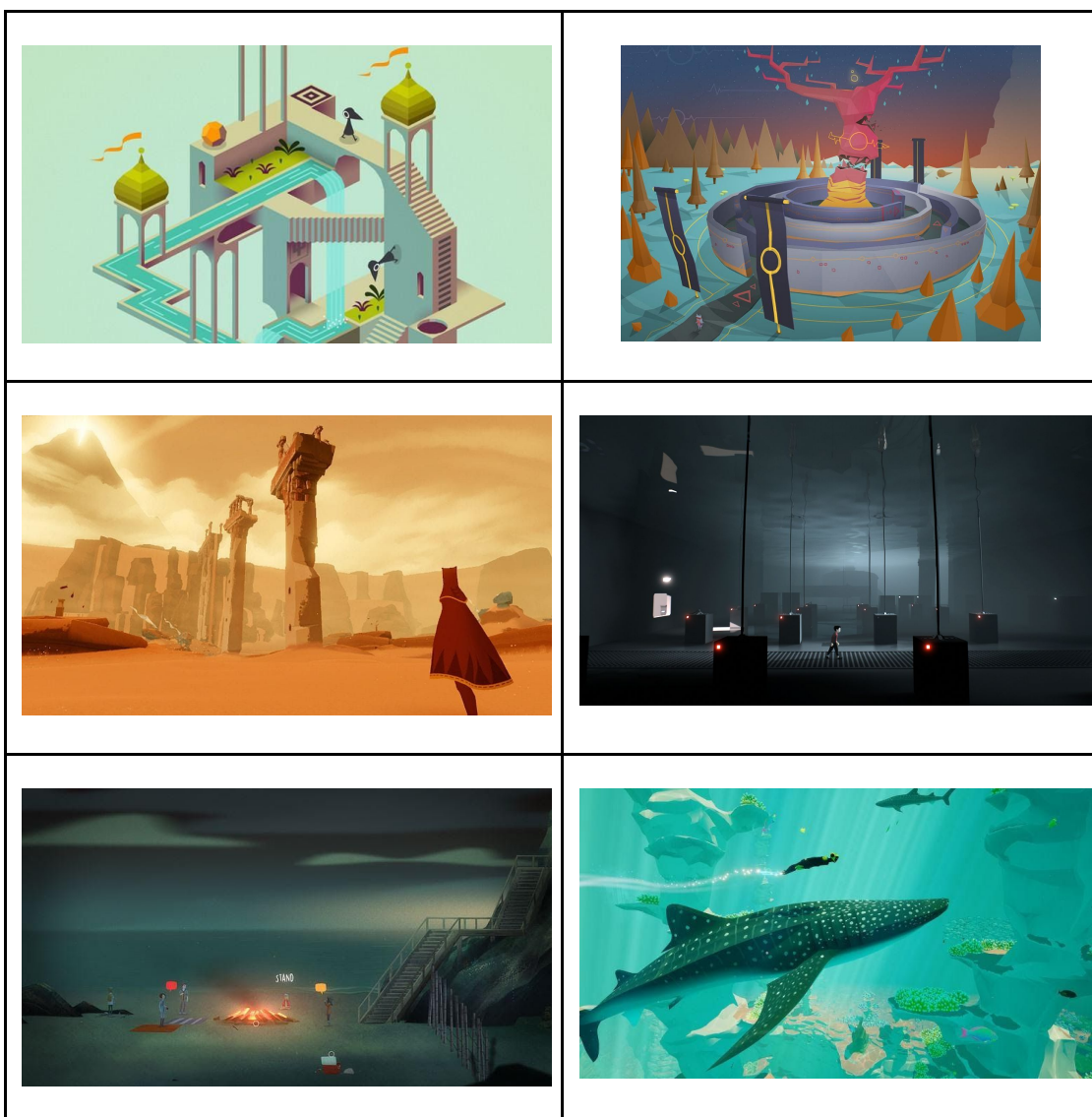
Realizar as inter-relações entre os conhecimentos escolares e os conhecimentos científicos.

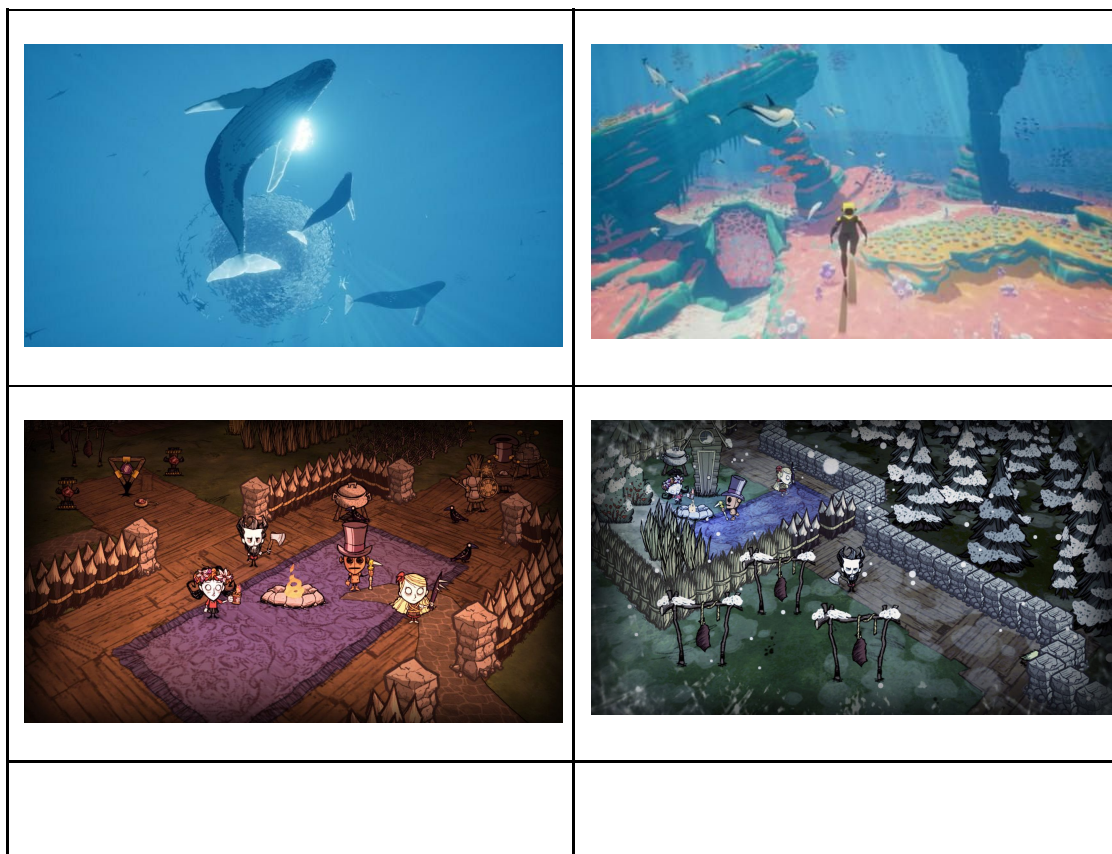
Desenvolver estratégias para aplicar em sala de aula que levem à formação da cultura científica a partir da compreensão dos processos científicos e da desmistificação da atividade dos cientistas e do papel da ciência na sociedade.

GAMEPLAY E ENREDO

Gênero: RPG, Puzzle.

Estilo Gráfico: 2D.





Plataformas: Multiplataforma.

Modos de Jogo: Missões.

Modo Jogador: Monojogador.

Modo de interatividade: Jogador-Game.

Ferramenta de desenvolvimento: Unity3D.

Tipos de desafios: Explícito e implícito (administração dos recursos do game) com informações incompletas, o jogador recebe apenas frações das informações necessárias para tomar decisões. O conhecimento para a resolução dos desafios pode ser intrínseco, obtido dentro do mundo do game, ou extrínseco adquirido fora do mundo do game e aplicado a ele. O jogador deve ter a percepção espacial da península antártica e gerenciar os seus recursos para realizar a coleta e análise de dados.

Referências de Jogos: Lighthouse: The Dark Being (1996)

Don't Starve Together

<https://www.youtube.com/watch?v=R8eZLDI4S0Q>

Enredo: Um turista aventureiro procura lugares exóticos para visitar. Ele já visitou inúmeros lugares da Terra e agora quer fazer um passeio que ofereça algo muito diferente e desafiador e

que poucas pessoas tenham visitado. É assim que encontra informações sobre um continente inóspito ainda pouco explorado pelo homem, coberto de gelo e com cachoeiras de água vermelha como sangue. O lugar mais frio da Terra está localizado em um alto cume neste lugar, onde as temperaturas podem ficar abaixo dos 93 °C negativos. O lugar mais seco da Terra, com amplos desertos, e, ao mesmo, tempo onde há a maior concentração água doce do mundo. Um continente que não tem governo, nem pertence a ninguém, mas onde todos podem atuar de forma colaborativa para promover a ciência e a paz. Em suas pesquisas, descobre que a Antártica é um regulador do clima no planeta, mas que está sofrendo mudanças climáticas que irão alterar a vida na Terra. O jovem fica impressionado com tudo o que encontrou e resolve ir ver de perto o que está acontecendo: por que o continente está “degelando”? então, o aquecimento global é real? é possível interromper esse processo? Há algo que se possa fazer?

Sua primeira missão: explorar o cenário, encontrar e conversar com um guia de expedições para a Antártica que lhe oferecerá alguns desafios (*Puzzles*) cuja superação permitirá coletar itens necessários (roupas apropriadas, óculos escuros, filtro solar etc.) para embarcar em um navio rumo à Península Antártica.

Gameplay: O gameplay será composto de missões com o objetivo de buscar recursos e ferramentas para a coleta e análise de dados para pesquisas científicas, seja para colaborar com projetos *Citizen Science* (Ciência Cidadã), seja para colaborar com grupos de pesquisa de outras áreas. na Antártica. Para cumprir as missões propostas, o jogador deverá gerenciar os itens do inventário, interagir com os mentores dispersos no cenário em busca de informações, coletar dados, analisar e enviar os resultados.

PERSONAGENS E CENÁRIOS

Vidas: O jogador terá uma quantidade de vidas infinita mas deverá resolver as missões dentro do tempo previsto. Se o jogador não resolver a missão dentro do tempo terá que recomeçar a fase atual.

Obstáculos: Os obstáculos são os enigmas de cada missão e os perigos naturais da antártica como frio, vento, nevascas, mudanças imprevistas do clima, animais, icebergs e barreiras de gelo e terreno acidentado.

Pontuação e Progresso: A cada missão resolvida o jogador ganha pontos de experiência que podem variar de acordo com o tempo de resolução, quanto mais rápido ele resolver maior a pontuação. O desbloqueio da missão seguinte acontece em função da resolução efetiva da missão anterior. Ao término de cada missão o jogador receberá um emblema que sinaliza o progresso no jogo e ficará disponível no inventário.

Cenários:

1. Ushuaia - Cidade na Argentina
2. Navio de expedição: Parte interna e externa.
3. Passagem de Drake
4. Península Antártica
5. Base de pesquisa: EACM
6. Acampamento na praia

Itens:

1. Roupa apropriada, óculos de sol, colete salva vidas, protetor solar, galocha e luvas para desembarque na Antártica.
2. Zodiac: Barco inflável, capaz de suportar até 16 pessoas ao mesmo tempo, utilizado para sair do navio. O zodiac deve ser tripulado por um piloto experiente.
3. Navegador GPS.
4. Densímetro: instrumento utilizado para inferir propriedades dos líquidos através da inspeção de sua massa específica, principalmente quando os líquidos são misturas de substâncias.
5. Recipiente de coleta.
6. Cabo/corda para amarrar o recipiente.
7. Prancheta, folhas e lápis para anotação dos dados.
8. Binóculos.
9. Carta de aves da antártica.
10. Mochila.
11. Barraca, saco de dormir
12. Câmera fotográfica.
13. Lente com zoom para a câmera fotográfica.
14. Log Book

Personagens:

Personagem do jogador

1. Turista expedicionário ou expedicionária: Homem ou mulher (adulto) uma pessoa comum que assume o papel de um turista expedicionário. O jogador pode customizar algumas características do avatar, mas de forma geral usa uma roupa laranja e preta com capuz, possui uma mochila e óculos de sol.

Ações do personagem do jogador: Movimentação em 8 direções, coleta de itens, interação com o cenário, interação com os mentores, consulta ao inventário e consulta as missões.

Recursos do jogador: saúde, pontuação de experiência, emblemas de conquista que geram novas habilidades, inventário com itens e painel de missões.

Nome		
Tipo de Personagem	[X] Player Character [] Non-player Character	
Arquétipo	Protagonista	
Aspectos Fisiológicos	Dimensão Sociológica	Dimensão Psicológica
Características físicas	Contexto Social	Personalidade
Roupas: Laranja e Vermelho		

Lista de Emoções/Expressões padrão para os personagens

Mentores - Personagem não jogável/manipulável (non-player character ou NPC)

1. Guia turístico

Nome	Mariela	
Tipo de Personagem	[] Player Character [X] Non-player Character	
Arquétipo	Mentor	
Aspectos Fisiológicos	Dimensão Sociológica	Dimensão Psicológica
Características físicas	Contexto Social	Personalidade
Mulher 40 anos de idade Referência da Mariela amiga da Silvia Dotta também é Piloto do Zodiac		

2. Matemático

Nome	Ailton	
Tipo de Personagem	[] Player Character [X] Non-player Character	
Arquétipo	Mentor	
Aspectos Fisiológicos	Dimensão Sociológica	Dimensão Psicológica
Características físicas	Contexto Social	Personalidade
Prof. Ailton		

3. Naturalista 1 (Física)

Nome	Marina	
Tipo de Personagem	[] Player Character [X] Non-player Character	
Arquétipo	Mentor	
Aspectos Fisiológicos	Dimensão Sociológica	Dimensão Psicológica
Características físicas	Contexto Social	Personalidade
Profa. Marina		

4. Naturalista 2 (Química)

Nome	Gustavo	
Tipo de Personagem	[] Player Character [X] Non-player Character	
Arquétipo	Mentor	
Aspectos Fisiológicos	Dimensão Sociológica	Dimensão Psicológica
Características físicas	Contexto Social	Personalidade

5. Naturalista 3 (Biologia)

Nome		
Tipo de Personagem	[] Player Character [X] Non-player Character	
Arquétipo	Mentor	
Aspectos Fisiológicos	Dimensão Sociológica	Dimensão Psicológica
Características físicas	Contexto Social	Personalidade

--	--	--

6. Mergulhador

Nome	Silvia	
Tipo de Personagem	[] Player Character [X] Non-player Character	
Arquétipo	Mentor	
Aspectos Fisiológicos	Dimensão Sociológica	Dimensão Psicológica
Características físicas	Contexto Social	Personalidade
Profa. Silvia Dotta		

7. Clau (mulher)

Nome	Clau	
Tipo de Personagem	[] Player Character [X] Non-player Character	
Arquétipo	Mentor (Agente pedagógico)	
Aspectos Fisiológicos	Dimensão Sociológica	Dimensão Psicológica
Características físicas	Contexto Social	Personalidade
Profa. Claudianeia		

Pergunta: Como entregar as animações

Personagens sem interação

1. Petrel Gigante - Southern Giant Petrel
2. Petrel Gigante - Northern Giant Petrel
3. Albatroz
4. Skua
5. Pinguim-de-Adélia [<https://scratch.mit.edu/projects/244074896/>]
6. Pinguim Antártico [<https://scratch.mit.edu/projects/244074896/>]
7. Pinguim Papua [<https://scratch.mit.edu/projects/244074896/>]
8. Baleia Jubarte
9. Baleia Minke
10. Orca (golfinho)
11. Foca caranguejeira
12. Lobo Marinho
13. Navio Japonês caçando baleias
14. Navio do Greenpeace

Missões:Referência dos desafios: <https://www.youtube.com/watch?v=PrmNgq9EUtY&t=1006s>

1. Mapa da Antártica


Nome da Missão	Mapa da Antártica
Objetivo	O jogador deve interagir com os mentores, encontrar as partes perdidas e montar o mapa da antártica.
Local	Ushuaia
Itens	Nenhum
Condição de Vitória	Encontrar as três partes perdidas do mapa da antártica
Descrição	<p>O jogador deve explorar o cenário da cidade do Ushuaia, interagir com os mentores e resolver os puzzles para receber as partes do mapa da antártica. O jogador poderá interagir com outros personagens do cenário para obter dicas na resolução dos enigmas matemáticos.</p> <p>No puzzle 1 o jogador deve resolver um problema matemático determinando quantos viajantes desembarcam em gelo firme na antártica.</p> <p>No puzzle 2 o jogador deve calcular a área aproximada do Brasil em relação aos dados apresentados do continente antártico e suas ilhas.</p> <p>No puzzle 4 o jogador deve calcular a área aproximada dos oceanos com base em dados apresentados do Oceano antártico.</p>
Recompensa	Emblema de expedicionário e abertura do painel de missões.
Objetivos de Aprendizagem	Utilizar os conceitos matemáticos de quantização, comparação e porcentagens. Conhecer o mapa da antártica.
Mapa Conceitual	
Ações erradas que o jogador poderá cometer e o resultado destes erros	<p>"A teoria de modos de erros humanos (Hollnagel, 2012; Hollnagel et al., 2011) possibilita identificar o desempenho ineficaz (erros). Esta teoria descreve oito dimensões de erros:</p> <p>(1) Tempo: ação realizada cedo ou tarde demais, ou omitida;</p> <p>(2) Duração: ação foi curta ou longa demais;</p> <p>(3) Distância: objeto ou controle foi movido para perto ou longe demais;</p> <p>(4) Direção: ação foi realizada na direção errada;</p> <p>(5) Velocidade: ação foi realizada devagar ou rápida demais;</p> <p>(6) Força e pressão: ação foi realizada com pouca ou muita força ou pressão;</p> <p>(7) Objeto: ação foi realizada com objeto errado, no objeto errado (parte ou todo), ou o objeto pode estar perto, ser similar ou não; e</p> <p>(8) Sequência: erros na ordem das ações que podem variar: (a) Repetição: uma parte da sequência é repetida por erro; (b) Omissão</p>

	e esquecimento: uma parte da sequência foi esquecida ou pulada; (c) Inversão: duas partes da sequência são trocadas; e (d) Ações erradas: ações feitas são irrelevantes ou incorretas. " (Rocha, 2014)
--	--

2. Organizar os itens necessários para a viagem de navio para a antártica.

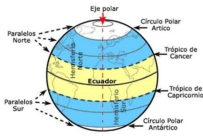

Nome da Missão	Itens para a viagem
Objetivo	Organizar os outros itens necessários da viagem para antártica
Local	Ushuaia
Itens	Nenhum
Condição de Vitória	Encontrar todos os itens e preencher o inventário
Descrição	<p>O jogador deve explorar o cenário da cidade do Ushuaia, interagir com os mentores para encontrar os itens necessários para a viagem. É necessário encontrar a roupa apropriada, óculos de sol, colete salva vidas, protetor solar, galocha e luvas para desembarque na Antártica.</p> <p>Baú (Hidden Object Game)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Roupa apropriada (segunda pele, fleece e impermeável, meia térmica, touca, cachecol, luva) 2. Óculos de sol 3. Colete salva vidas 4. Protetor solar 5. Galocha de borracha 6. Luvas <p>Desafio de Lógica</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mochila 2. Barraca 3. Saco de dormir
Recompensa	Passagem de embarque para o Navio.
Objetivos de Aprendizagem	
Mapa Conceitual	
Ações erradas que o jogador poderá cometer e o resultado destes erros	

3. Realizar duas coletas de água e interpretar os dados para identificar quando se chegou à Antártica.

Nome da Missão	Oceano Austral – Dados da Água (CC)
Objetivo	Identificação do ingresso na Antártica (Cruzar a Convergência , Oceano Austral). Reconhecimento da queda da temperatura do ar e da água. Processo de coleta e análise da composição da água.
Local	Navio no oceano (Passagem de Drake) a caminho da Antártica.
Itens	Oferecidos pelo guia: GPS, Densímetro, Recipiente, Cabo para amarrar ao recipiente. Do jogador: Prancheta e folha para anotação dos dados (temperatura, densidade).  Prancheta subaquática
Condição de Vitória	Identificar a entrada no oceano austral antes de chegar na antártica.
Descrição	1ª coleta: antes de cruzar a convergência antártica. Após completar esta etapa o jogador ganha um binóculo. 2ª coleta: após cruzar a convergência antártica. Após completar esta etapa o jogador ganha a carta de aves.
Recompensa	Binóculos e Carta de aves.
Objetivos de Aprendizagem	Ao fim deste puzzle, o jogador terá noções de como é o processo de entrada na Antártica e quais as mudanças que ocorrem em seu entorno.
Mapa Conceitual	
Tipos de erro, consequências e comunicação	

4. O batismo de Netuno

Nome da Missão	O batismo de Netuno
Objetivo	Acertar três desafios de matemática.
Local	Navio no oceano (Passagem de Drake) a caminho da Antártica.

	<p style="text-align: center;">Trópicos e círculos</p>  <p style="text-align: center;"><small>Fig. 7.2.2 - Paralelos terrestres.</small></p> <ul style="list-style-type: none"> □ TROPICO DE CÂNCER é o paralelo de 23°27' de latitude norte, correspondente à declinação máxima alcançada pelo Sol no Hemisfério Norte, no solstício de verão, que ocorre a 21 de junho de cada ano. □ TROPICO DE CAPRICÓRNIO é o paralelo de 23°27' de latitude sul, correspondente à declinação máxima alcançada pelo Sol no Hemisfério Sul, no solstício de inverno (para o Hemisfério Norte), que ocorre a 21 de dezembro de cada ano. □ CÍRCULO POLAR ÁRTICO E CÍRCULO POLAR ANTÁRTICO são os paralelos de 66°33' de latitudes norte e sul, respectivamente, que contêm os polos da eclíptica.
Itens	Nenhum
Condição de Vitória	Responder os desafios corretamente.
Descrição	<p>O batismo de netuno é um rito de passagem do jogador pelo círculo polar antártico. Após realizar 3 missões o jogador receberá um banho de óleo de peixe e será conduzido pela tripulação para o altar de netuno na popa do navio e deverá responder corretamente três desafios de matemática. Após cumprir a missão o batismo é realizado com a purificação e limpeza do personagem.</p> 
Recompensa	Badge (certificado) com o nome de batismo.
Objetivos de Aprendizagem	
Mapa Conceitual	
Ações erradas que o jogador poderá cometer e o resultado destes erros	

5. CC Identificar as aves pelo formato de algumas características como o bico, olho, penas, tamanho, cores e realizar a contagem (anotação).

- Puzzle Aves Austrais CC + Puzzle matemática

Nome da Missão	Aves Austrais
Objetivo	O jogador deve utilizar o binóculos e a carta de aves para identificar corretamente e catalogar no inventário as aves austrais observadas.
Local	Navio no oceano a caminho da Antártica.


Itens	Binóculos e carta de aves.																																																																																																																																												
Condição de Vitória	<p>Preencher o inventário com 6 aves austrais.</p> <table border="1"> <tr> <td>Magellanic Penguin</td> <td><i>Spheniscus magellanicus</i></td> <td>x</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Albatrosses</td> </tr> <tr> <td>Wandering Albatross</td> <td><i>Diomedea exulans</i></td> <td></td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>Southern Royal Albatross</td> <td><i>Diomedea epomophora</i></td> <td></td> <td>x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Black-browed Albatross</td> <td><i>Diomedea melanophris</i></td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>Grey-headed Albatross</td> <td><i>Thalassarche chrysostoma</i></td> <td></td> <td>x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Light-mantled Sooty Albatross</td> <td><i>Phoebastria palpebrata</i></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Petrels, Shearwaters</td> </tr> <tr> <td>Northern Giant Petrel</td> <td><i>Macronectes halli</i></td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>Southern Giant Petrel</td> <td><i>Macronectes giganteus</i></td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>Southern Fulmar</td> <td><i>Fulmarus glacialis</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Antarctic Petrel</td> <td><i>Thalassolca antarctica</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cape Petrel</td> <td><i>Daption capense</i></td> <td></td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>Snow Petrel</td> <td><i>Pagodroma nivea</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Blue Petrel</td> <td><i>Halobaena caerulea</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Soft-plumaged Petrel</td> <td><i>Pterodroma mollis</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Antarctic Prion</td> <td><i>Pachyptila desolata</i></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>Thin-Billed Prion</td> <td><i>Pachyptila becheri</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fairy Prion</td> <td><i>Pachyptila turtur</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sooty Shearwater</td> <td><i>Puffinus griseus</i></td> <td></td> <td>x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Great Shearwater</td> <td><i>Puffinus gravis</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>White-chinned Petrel</td> <td><i>Procellaria aequinoctialis</i></td> <td></td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Storm Petrels, Diving Petrels</td> </tr> <tr> <td>Wilson's Storm-Petrel</td> <td><i>Oceanites oceanicus</i></td> <td></td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>Black-bellied Storm-Petrel</td> <td><i>Fregatta tropica</i></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>Common Diving Petrel</td> <td><i>Pelecanoides urinatrix</i></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Skuas</td> </tr> <tr> <td>Polar Skua</td> <td><i>Catharacta (St.)maccormicki</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Magellanic Penguin	<i>Spheniscus magellanicus</i>	x			Albatrosses					Wandering Albatross	<i>Diomedea exulans</i>		x	x	Southern Royal Albatross	<i>Diomedea epomophora</i>		x		Black-browed Albatross	<i>Diomedea melanophris</i>	x	x	x	Grey-headed Albatross	<i>Thalassarche chrysostoma</i>		x		Light-mantled Sooty Albatross	<i>Phoebastria palpebrata</i>			x	Petrels, Shearwaters					Northern Giant Petrel	<i>Macronectes halli</i>	x	x	x	Southern Giant Petrel	<i>Macronectes giganteus</i>	x	x	x	Southern Fulmar	<i>Fulmarus glacialis</i>				Antarctic Petrel	<i>Thalassolca antarctica</i>				Cape Petrel	<i>Daption capense</i>		x	x	Snow Petrel	<i>Pagodroma nivea</i>				Blue Petrel	<i>Halobaena caerulea</i>				Soft-plumaged Petrel	<i>Pterodroma mollis</i>				Antarctic Prion	<i>Pachyptila desolata</i>			x	Thin-Billed Prion	<i>Pachyptila becheri</i>				Fairy Prion	<i>Pachyptila turtur</i>				Sooty Shearwater	<i>Puffinus griseus</i>		x		Great Shearwater	<i>Puffinus gravis</i>				White-chinned Petrel	<i>Procellaria aequinoctialis</i>		x	x	Storm Petrels, Diving Petrels					Wilson's Storm-Petrel	<i>Oceanites oceanicus</i>		x	x	Black-bellied Storm-Petrel	<i>Fregatta tropica</i>			x	Common Diving Petrel	<i>Pelecanoides urinatrix</i>			x	Skuas					Polar Skua	<i>Catharacta (St.)maccormicki</i>			
Magellanic Penguin	<i>Spheniscus magellanicus</i>	x																																																																																																																																											
Albatrosses																																																																																																																																													
Wandering Albatross	<i>Diomedea exulans</i>		x	x																																																																																																																																									
Southern Royal Albatross	<i>Diomedea epomophora</i>		x																																																																																																																																										
Black-browed Albatross	<i>Diomedea melanophris</i>	x	x	x																																																																																																																																									
Grey-headed Albatross	<i>Thalassarche chrysostoma</i>		x																																																																																																																																										
Light-mantled Sooty Albatross	<i>Phoebastria palpebrata</i>			x																																																																																																																																									
Petrels, Shearwaters																																																																																																																																													
Northern Giant Petrel	<i>Macronectes halli</i>	x	x	x																																																																																																																																									
Southern Giant Petrel	<i>Macronectes giganteus</i>	x	x	x																																																																																																																																									
Southern Fulmar	<i>Fulmarus glacialis</i>																																																																																																																																												
Antarctic Petrel	<i>Thalassolca antarctica</i>																																																																																																																																												
Cape Petrel	<i>Daption capense</i>		x	x																																																																																																																																									
Snow Petrel	<i>Pagodroma nivea</i>																																																																																																																																												
Blue Petrel	<i>Halobaena caerulea</i>																																																																																																																																												
Soft-plumaged Petrel	<i>Pterodroma mollis</i>																																																																																																																																												
Antarctic Prion	<i>Pachyptila desolata</i>			x																																																																																																																																									
Thin-Billed Prion	<i>Pachyptila becheri</i>																																																																																																																																												
Fairy Prion	<i>Pachyptila turtur</i>																																																																																																																																												
Sooty Shearwater	<i>Puffinus griseus</i>		x																																																																																																																																										
Great Shearwater	<i>Puffinus gravis</i>																																																																																																																																												
White-chinned Petrel	<i>Procellaria aequinoctialis</i>		x	x																																																																																																																																									
Storm Petrels, Diving Petrels																																																																																																																																													
Wilson's Storm-Petrel	<i>Oceanites oceanicus</i>		x	x																																																																																																																																									
Black-bellied Storm-Petrel	<i>Fregatta tropica</i>			x																																																																																																																																									
Common Diving Petrel	<i>Pelecanoides urinatrix</i>			x																																																																																																																																									
Skuas																																																																																																																																													
Polar Skua	<i>Catharacta (St.)maccormicki</i>																																																																																																																																												
Descrição	O jogador vai receber notificações aleatórias na interface do jogo direcionando a observação das aves. Ele deve identificar e preencher o inventário com 6 aves austrais para liberar a recompensa. O registro deve conter Horário, Geolocalização, Diversidade e Quantidade.																																																																																																																																												
Recompensa	Instrumentos para coleta e análise de plankton.																																																																																																																																												
Objetivos de Aprendizagem	Participar de como funciona o processo de registro e observação de aves. Identificar espécies presentes na fauna.																																																																																																																																												
Mapa Conceitual																																																																																																																																													
Ações erradas que o jogador poderá cometer e o resultado destes erros																																																																																																																																													

6. CC Identificar plâncton

Nome da Missão	CC Identificar plâncton
Objetivo	Coletar e identificar os planktons.
Local	Península Antártica
Itens	Instrumentos para coleta e análise de plâncton.
Condição de Vitória	Coletar e enviar 4 análises de plâncton para o CC e resolver os Puzzle 16, 17, 18, 19 de matemática. (criar novos puzzles)

Descrição	O jogador embarcar em um zodiac deve utilizar os instrumentos para coletar e analisar os dados da coleta de plânctons e enviar para o CC.
Recompensa	Câmera fotográfica básica e Lente ZOOM para câmera fotográfica.
Objetivos de Aprendizagem	Utilizar os conceitos matemáticos de probabilidade e distribuição normal.
Mapa Conceitual	
Ações erradas que o jogador poderá cometer e o resultado destes erros	

7. CC Identificar baleias

Nome da Missão	Baleias
Objetivo	Identificar 3 baleias jubarte diferentes, verificar se elas já foram identificadas por outras pessoas, senão , atribuir um nome para elas e resolver o puzzle 3 de matemática.
Local	Península Antártica
Itens	Câmera fotográfica básica e Lente ZOOM para câmera fotográfica.
Condição de Vitória	Identificar 3 baleias ainda não catalogadas e resolver corretamente o puzzle de matemática.
Descrição	<p>O jogador deve observar as baleias, fotografar a cauda e identificar as aquelas que ainda não foram catalogadas pelo desenho da cauda. O dados analisados devem ser enviados para um CC.</p> 
Recompensa	Emblema da baleia e pontos de experiência.
Objetivos de Aprendizagem	Coletar a imagem das baleias e comparar com os indivíduos já catalogados. Verificar se já são animais registrados.
Mapa Conceitual	
Ações erradas que o	

jogador poderá cometer e o resultado destes erros	
--	--

8. CC As cores do gelo

- Puzzle Ice color (CC)

Nome da Missão	As cores do gelo
Objetivo	Mapear a presença de microorganismos na costa da Antártida. Para isso o jogador deve fotografar a neve à beira-mar, com a ajuda de GPS, cujas áreas, cores e extensões são ocupadas por algas e bactérias. Registrar as cores de gelo, tipos de gelo (glaciar, marinho), formatos de gelo e a ocorrência ou não de outros animais (aves, mamíferos) na área de coleta, para conhecer a ocorrência ou não de interações entre essas algas e animais.
Local	Península Antártica
Itens	Câmera fotográfica básica e Lente ZOOM para câmera fotográfica.
Condição de Vitória	Identificar, registrar e enviar dados CC do gelo azul, verde, preto, vermelho e amarelo.
Descrição	O jogador deve explorar as trilhas permitidas identificar e coletar registros fotográficos das cores do gelo e preencher o inventário da missão. A cada registro correto direciona o jogador para uma cinemática (cutscene) com a duração média de 5 segundos onde a personagem Dora expõe de forma lúdica as características e informações relevantes de cada cor de gelo e pesquisa.
Recompensa	Ferramentas de paleontologia
Objetivos de Aprendizagem	Ao fim desta missão será aprendido a identificar o que cada cor de gelo indica. O conhecimento relacionado será mostrado com auxílio da breve cinemática de 5 segundos (funcionando como objeto aprendizagem).
Mapa Conceitual	
Ações erradas que o jogador poderá cometer e o resultado destes erros	

9. História da Antártica – Puzzle Acampamento – Paleontologia Antártica

Nome da Missão	Paleontologia subzero
-----------------------	-----------------------

Objetivo	
Local	Península Antártica
Itens	
Condição de Vitória	
Descrição	
Recompensa	
Objetivos de Aprendizagem	
Mapa Conceitual	
Ações erradas que o jogador poderá cometer e o resultado destes erros	

Regras de Interação e Pontuação

Pontos de Vida (HP)	
Ganhar Pontos +	Perder Pontos -
	Tocar no animais
	Entrar na água sem o equipamento apropriado

Pontos de Experiência (XP)	
Ganhar Pontos +	Perder Pontos -
Andar nas trilhas	Andar fora da trilha
Manter distância dos animais	Ficar perto dos animais
	Pisar nas rochas com vegetação
Jogar lixo	Recolher lixo

Emblemas de Conquista			
Nome	Ação	HP	XP

Cena final:

O jogo não tem uma proposta de cena final, a ideia é que as missões possam ser inseridas durante outras fases de desenvolvimento. Ao finalizar todas as missões disponíveis para este nível o jogador registra o seu *nickname* (apelido) no ranking internacional do jogo.

Anexo

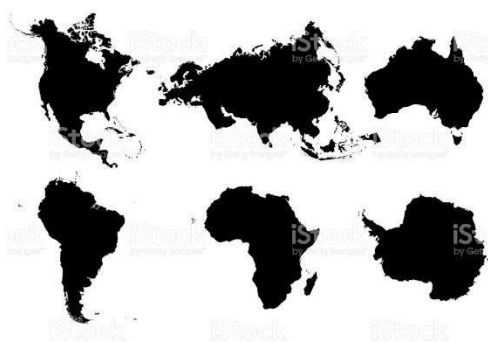
Puzzle 1

Considere que a cada verão aproximadamente 46 mil viajantes visitam a Antártida utilizando uma empresa filiada à Associação Internacional de Operadores de Turismo Antártico (Iaato) e apenas dois terços desembarcam em terra firme (ou gelo firme). Determine uma aproximação de quantos viajantes desembarcam em gelo firme.

Resposta:

$$46000 \times \frac{2}{3} \approx 30667 \text{ viajantes desembarcam em gelo firme.}$$

Puzzle 2



A Antártica é o quinto continente em extensão e o único sem divisão geopolítica. O continente antártico e as ilhas que o cercam perfazem uma área aproximada de 14 milhões km², 1,6 vezes a área do Brasil – cerca de 10% da superfície da Terra. Qual é a área aproximada do Brasil?

Resposta

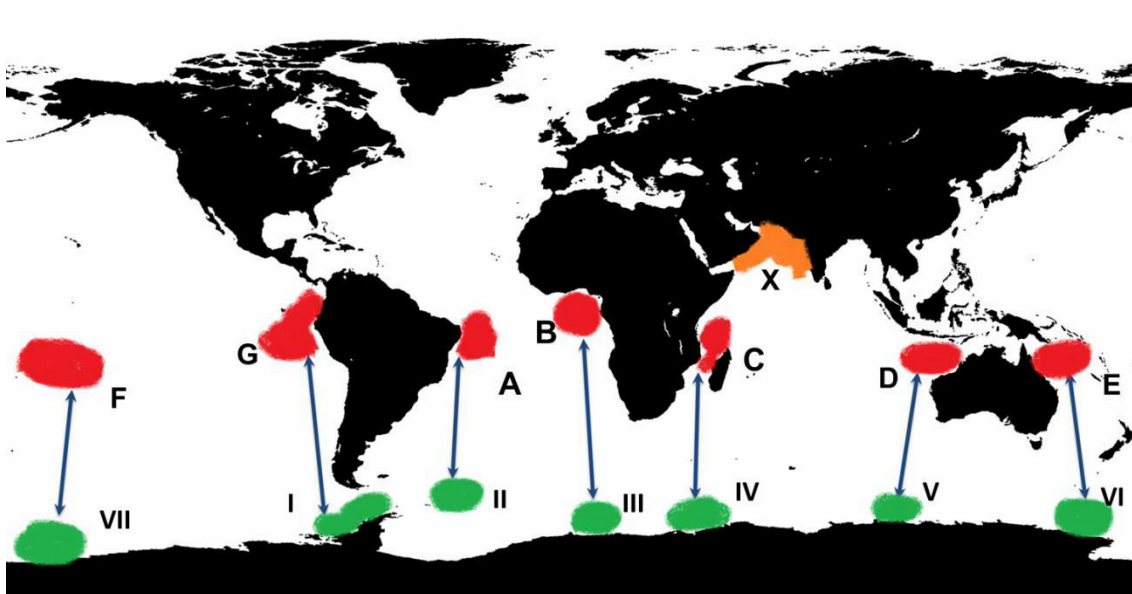
$$\text{Área do Brasil} = \frac{14 \text{ milhões Km}^2}{1,6} \approx 8,75 \text{ milhões Km}^2$$

Puzzle 3

A Comissão Baleeira Internacional (IWC – *International Whaling Commission*) designou áreas de manejo das populações de baleias-jubarte no hemisfério sul e reconhece seis áreas de alimentação onde ocorrem os principais estoques nas águas antárticas durante o verão (Áreas I a VI) e sete estoques reprodutivos (*breeding stocks* – A a G) (CLAPHAM; MEAD, 1999; IWC, 1998; STEVICK *et al.*, 2004; STEVICK *et al.*, 2006) (figura 2).

As baleias-jubarte que frequentam a costa brasileira são as do estoque reprodutivo A e se alimentam na área II da Antártica (IWC, 1998). As baleias jubarte brasileiras são fiéis às áreas de reprodução e alimentação (BARACHO-NETO *et al.*, 2012).

Figura 2 – Mapa de distribuição das baleias-jubarte no Hemisfério Sul. Áreas de reprodução (A a G) nas regiões tropicais em vermelho, áreas de alimentação (I a VII) nas regiões polares em verde, e população não migratória (X) em laranja. Fonte: IWC, 1998.



Puzzle 4

O continente antártico está centrado no Pólo Sul Geográfico, sendo inteiramente circundado pelo Oceano Antártico ou Austral, cuja área, de cerca de 36 milhões de km², representa aproximadamente 10% de todos os oceanos. Qual é a área aproximada dos oceanos do Planeta Terra?

Resposta

$$\text{Área dos Oceanos do Planeta Terra} = \frac{36 \text{ milhões } \text{Km}^2}{0,1} \approx 360 \text{ milhões } \text{Km}^2$$

Puzzle 5

Considere que a probabilidade de que sejam observados albatrozes por viajantes que visitam a Antártida utilizando uma empresa filiada à Associação Internacional de Operadores de Turismo Antártico (Iaato), sejam;

$$P(\text{Avistar Wandering Albatross}) = 28,57\%$$

$$P(\text{Avistar Southern Royal Albatross}) = 14,29\%$$

Considerando que foram avistados dois albatrozes, qual a probabilidade de os dois sejam Avistar Wandering Albatross?

Resposta

$$P(\text{Avistar Wandering Albatross Avistar Wandering Albatross}) = 0,2857 * 0,2857 = 0,0816 =$$

Puzzle 16

O krill é o mais importante elo da cadeia alimentar na Antártida. Sem ele, boa parte dos animais do continente não viveria por lá. Muito parecido com um camarão, ele mede em torno de 6 centímetros e vive cerca de cinco anos.

Foi realizada uma pesquisa na Antártica após a coleta de um grande número de krill e observou-se que estes medem, em média 5,8 cm e desvio-padrão de 0,25 cm. Assumindo que as medidas sejam normalmente distribuídas, encontre a probabilidade de selecionar aleatoriamente um krill cuja medida esteja entre 6,1 e 6,2 cm.

Resposta

$$Z_1 = \frac{6,1-5,8}{0,25} = 1,2 \text{ e } Z_2 = \frac{6,2-5,8}{0,25} = 1,6$$

Buscando os valores na Tabela da distribuição Normal Padrão – N(0,1), temos que:

$$P(6,1 < X < 6,2) = 0,4641 - 0,3849 = 0,0792$$

Puzzle 17

O krill é o mais importante elo da cadeia alimentar na Antártida. Sem ele, boa parte dos animais do continente não viveria por lá. Muito parecido com um camarão, ele mede em torno de 6 centímetros e vive cerca de cinco anos.

Foi realizada uma pesquisa na Antártica após a coleta de um grande número de krill e observou-se que estes medem, em média 5,8 cm e desvio-padrão de 0,25 cm. Assumindo que as medidas sejam normalmente distribuídas, encontre a probabilidade de selecionar aleatoriamente um krill cuja medida esteja entre 5,7 e 6,0 cm.

Resposta

$$Z1 = \frac{5,7-5,8}{0,25} = 0,4 \text{ e } Z1 = \frac{6,0-5,8}{0,25} = 0,8$$

Buscando os valores na Tabela da distribuição Normal Padrão – $N(0,1)$, temos que:

$$P(5,7 < X < 6,0) = 0,1554 + 0,2881 = 0,4435$$

Puzzle 18

O krill é o mais importante elo da cadeia alimentar na Antártida. Sem ele, boa parte dos animais do continente não viveria por lá. Muito parecido com um camarão, ele mede em torno de 6 centímetros e vive cerca de cinco anos.

Foi realizada uma pesquisa na Antártica após a coleta de um grande número de krill e observou-se que estes medem, em média 5,8 cm e desvio-padrão de 0,25 cm. Assumindo que as medidas sejam normalmente distribuídas, encontre a probabilidade de selecionar aleatoriamente um krill cuja medida seja maior do que 6,3 cm.

Resposta

$$Z1 = \frac{6,3-5,8}{0,25} = 2$$

Buscando os valores na Tabela da distribuição Normal Padrão – $N(0,1)$, temos que:

$$P(X < 6,3) = 0,5 - 0,4772 = 0,0228$$

Puzzle 19

O krill é o mais importante elo da cadeia alimentar na Antártida. Sem ele, boa parte dos animais do continente não viveria por lá. Muito parecido com um camarão, ele mede em torno de 6 centímetros e vive cerca de cinco anos.

Foi realizada uma pesquisa na Antártica após a coleta de um grande número de krill e observou-se que estes medem, em média 5,8 cm e desvio-padrão de 0,25 cm. Assumindo que as medidas sejam normalmente distribuídas, encontre a probabilidade de selecionar aleatoriamente um krill cuja medida seja maior do que 5,85 cm.

Resposta

$$Z1 = \frac{5,85-5,8}{0,25} = 0,2$$

Buscando os valores na Tabela da distribuição Normal Padrão – $N(0,1)$, temos que:

$$P(X > 5,85) = 0,5 + 0,0793 = 0,5793$$