



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO



NAYLSON FERREIRA DA SILVA ANDRADE

PLATAFORMA DE JOGOS DIGITAIS PARA
CRIANÇAS DIAGNOSTICADAS COM AUTISMO

Mossoró - RN

2021

NAYLSON FERREIRA DA SILVA ANDRADE

**PLATAFORMA DE JOGOS DIGITAIS PARA
CRIANÇAS DIAGNOSTICADAS COM AUTISMO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientadora: Profa. Dra. Angélica Félix De Castro - UFERSA

Coorientador: Prof. Dr. Francisco Milton Mendes Neto - UFERSA

Mossoró - RN

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A553 Andrade, Naylson Ferreira Da Silva.
pp PLATAFORMA DE JOGOS DIGITAIS PARA CRIANÇAS
DIAGNOSTICADAS COM AUTISMO / Naylson Ferreira Da
Silva Andrade. - 2021.
60 f. : il.

Orientadora: Angélica Félix De Castro.
Coorientador: Francisco Milton Mendes Neto.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência da Computação, 2021.

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação. 2. Autismo. 3. Jogos digitais. 4.
Teoria da Complexidade. 5. Ontologia. I. Castro,
Angélica Félix De, orient. II. Neto, Francisco
Milton Mendes, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

NAYLSON FERREIRA DA SILVA ANDRADE

PLATAFORMA DE JOGOS DIGITAIS PARA CRIANÇAS DIAGNOSTICADAS COM
AUTISMO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ciência da Computação para a
obtenção do título de Mestre em Ciência da
Computação.

APROVADA EM: 23 / 08 / 2021.

Angélica Félix de Castro

Prof. Dra. Angélica Félix de Castro
Orientadora e Presidente da Banca

Francisco Milton Mendes Neto

Prof. Dr. Francisco Milton Mendes Neto
Co-orientador – UFERSA

Nize

Prof. Dra. Nize Maria Campos Pellanda
Examinadora Externa – UNISC

BRUNO DE SOUSA

MONTEIRO:0538837

7482

Assinado de forma digital por

BRUNO DE SOUSA

MONTEIRO:05388377482

Dados: 2021.08.23 16:09:49 -03'00'

Prof. Dr. Bruno de Sousa Monteiro
Examinador Interno – UFERSA

*Dedico a minha mãe
Eliza Ferreira Lima*

Agradecimentos

A minha esposa Marília, minha mãe Eliza e minhas irmãs Nadyne e Nagylla. Obrigado por acreditarem em meus sonhos e pelo apoio incondicional.

A minha orientadora Angelica Félix de Casto, meu co-orientador Francisco Milton Mendes Neto e a Prof. Nize Maria Campos Pellanda. Obrigado pelo tempo dedicado ao meu trabalho e por todos os conselhos e direcionamentos.

Aos colegas pesquisadores que contribuíram decisivamente com este trabalho. Welliana Benevides, Karla Rosane, Patrício Alencar, Salatiel Dantas, Washington, Rafael Almeida, Luísa Maria, Alice Petry, Fernanda Luana, Priscilla Simara, Maria de Fátima, Arthur Domingues, Oton Braga e Jesaias Carvalho.

Aos amigos, colegas e professores do PPgCC, pelo clima amistoso e apoio mútuo. Aos companheiros do Laboratório de Engenharia de Software(LES) e a todos que mesmo em silêncio desejaram meu sucesso.

”As convicções são inimigas mais perigosas da verdade do que a mentira”

Friedrich Nietzsche

Resumo

Transtornos do Espectro Autista (TEA) são definidos por transtornos significativos na interação social. O início precoce desse déficit severo pode levar a problemas gerais disseminados na aprendizagem e na adaptação. As características e particularidades atreladas a essa condição têm sido objeto de estudo de pesquisadores e especialistas de diversos ramos (AUTISMO, 2017). Nesta pesquisa foi desenvolvida uma plataforma que utiliza uma Ontologia para organizar jogos digitais para crianças diagnosticadas com autismo com base nas suas potencialidades e habilidades encontrando a correlação entre potencialidades e habilidades e as características de jogos. Esta pesquisa recebeu contribuições de profissionais de diversas áreas como Pedagogia, Psicologia, História, Análise de Sistemas, Ciência da Computação, Marketing e outros. Este trabalho realizado em conjunto com muitos pesquisadores e pais, mostrou-se muito positivo, gerando alguns artefatos tecnológicos como jogos, ontologias, agentes inteligentes e a plataforma de jogos. Os resultados obtidos são importantes para iniciar o próximo ciclo de desenvolvimento.

Palavras-chave: Engenharia de Software, Jogos digitais, Autismo.

Abstract

Autistic Spectrum Disorders (ASD) are defined as significant disturbances in social interaction. The early onset of this severe deficit leads to more widespread general problems in learning and adaptation. The characteristics and particularities linked to this condition have been the object of study for researchers and specialists from different fields (AUTISMO, 2017). In this research, a platform was developed that uses an ontology to organize digital games for children diagnosed with autism based on their potential and abilities, finding the correlation between potential and abilities and as game characteristics. This research contributes from professionals from different areas such as Pedagogy, Psychology, History, Systems Analysis, Area Science, Marketing and others. This work, carried out together with many researchers and parents, is very positive, generating some technological artifacts such as games, ontologies, intelligent agents and a complex platform. In addition to these artifacts, it provided important experiences for all businesses. The initial results obtained from the platform tests are important to start the next development cycle, until it reaches full functioning.

Keywords: Software Engineering, Games, Autism.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Telas do jogo KHunters	18
Figura 2 – Telas do jogo KHunters	19
Figura 3 – Documento de Especificação de Requisitos	22
Figura 4 – Lista de termos da ontologia	25
Figura 5 – Classes Primitivas da ontologia	26
Figura 6 – Classes Definidas da ontologia	26
Figura 7 – Propriedades das classes da ontologia	27
Figura 8 – Instâncias	28
Figura 9 – Hierarquia de classes	29
Figura 10 – Resposta da QC1	30
Figura 11 – Instância da classe jogador — Mateus	30
Figura 12 – Instância da classe jogador — Marcos	31
Figura 13 – Instância da classe jogador — Ana	31
Figura 14 – Instância da classe jogador — Júlia	31
Figura 15 – Resposta da QC2	32
Figura 16 – Resposta da QC3	32
Figura 17 – Visualização da Ontologia no <i>WebVOWL</i>	33
Figura 18 – Arquitetura de integração — PyComplex	34
Figura 19 – Publicando uma ontologia — PyComplex	35
Figura 20 – Verificar a ontologia publicada — PyComplex	36
Figura 21 – /subclasses — PyComplex	36
Figura 22 – /Tree — PyComplex	37
Figura 23 – Listando todas as instâncias — PyComplex	37
Figura 24 – Informações de um Jogador — PyComplex	38
Figura 25 – Criando uma instância — PyComplex	39
Figura 26 – Nova instância — PyComplex	39
Figura 27 – Recomendação de jogos — PyComplex	40
Figura 28 – Pseudocódigo — PyComplex	40
Figura 29 – Tela Inicial — TeaComplex	42
Figura 30 – Tela Menu — TeaComplex	43
Figura 31 – Tela de Perfil — TeaComplex	44
Figura 32 – Tela de Habilidades — TeaComplex	45
Figura 33 – Tela de Login e Cadastro — TeaComplex	46
Figura 34 – Localização dos jogadores — Khunters	48
Figura 35 – Loja de Aplicativos — KHunters	49

Lista de abreviaturas e siglas

APIs	Interface de Programação de Aplicativos
ASD	Autistic Spectrum Disorders
CAPSi	Centro de Atenção Psicossocial Infantil
DSM-5	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais 5º edição
GAIA	Grupo de Ações e Investigações Autopoiéticas
HTTP	Protocolo de Transferência de Hipertexto
IA	Inteligência Artificial
IU	Interface do Usuário
JSON	JavaScript Object Notation
LES	Laboratório de Engenharia de Software
OWL	Web Ontology Language
QC	Questões de Competência
RV	Realidade Virtual
TEA	Transtornos do Espectro Autista
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UNDB	Unidade de Ensino Superior Dom Bosco
UNISC	Universidade em Santa Cruz do Sul

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	CONTEXTO	9
1.2	MOTIVAÇÃO	10
1.3	PROBLEMÁTICA	11
1.4	OBJETIVO DE PESQUISA	12
1.5	METODOLOGIA	12
1.6	ESTRUTURA DO DOCUMENTO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	Transtorno do Espectro Autista (TEA)	13
2.2	Teoria da Complexidade	14
2.2.1	Complexificação pelo Ruído	15
2.2.2	Biologia do conhecer	15
2.3	Auto-organização e Neuroplasticidade	15
2.4	Ontologias	16
2.5	BrainHex	17
2.6	Realidade Virtual	18
2.7	Realidade Aumentada	19
2.8	Gamificação	20
3	ONTOLOGIA BASEADA EM PERFIS DE JOGADORES PARA RE- COMENDAÇÃO DE JOGOS	21
3.1	INTRODUÇÃO	21
3.1.1	Ferramentas e métodos para a concepção da ontologia	21
3.1.2	Documento de especificação de requisitos da ontologia	21
3.2	ONTOLOGIA DESENVOLVIDA	22
3.2.1	Domínio e Escopo	23
3.2.2	Enumeração dos termos	23
3.2.3	Definição das classes Primitivas e Definidas	26
3.2.4	Propriedades das classes	27
3.2.5	Instâncias	27
3.3	VALIDAÇÃO DA ONTOLOGIA	28
3.3.1	Visualização da Ontologia	32
3.4	CONTEXTO DE APLICAÇÃO DA ONTOLOGIA - PyComplex	34
3.4.1	Utilizando o PyComplex	35

4	PLATAFORMA COMPLEXA	41
5	VALIDAÇÃO	47
5.1	Validação da Ontologia	47
5.2	KHunters	47
5.3	PyComplex e TeaComplex	49
6	CONCLUSÃO	51
6.1	Sumário de Pesquisa	51
6.2	Limitações	52
6.3	Trabalhos futuros	53
6.4	Contribuições	53
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Como introdução ao tema deste trabalho, neste capítulo estão apresentados o contexto, a motivação, a problemática, os objetivos e a metodologia de pesquisa para alcançar os objetivos propostos e a estrutura deste documento.

1.1 CONTEXTO

Transtornos do Espectro Autista (TEA) são definidos por transtornos significativos na interação social. O início precoce desse deficit severo leva a mais problemas gerais disseminados na aprendizagem e na adaptação. As características e particularidades atreladas a essa condição têm sido objeto de estudo para pesquisadores e especialistas de diversos ramos (AUTISMO, 2017).

No Brasil, a aprovação da Lei número 12.764, em dezembro de 2012, garantiu os direitos das pessoas com TEA. Segundo a lei, essas pessoas são consideradas pessoas com deficiências, responsabilidade do poder público o tratamento bem como os medicamentos necessários (BRASIL, 2012).

Em números oficiais, um trabalho brasileiro voltado ao estudo de prevalência de autismo foi um estudo piloto em 2011, na cidade de Atibaia no interior de São Paulo, os resultados obtidos mostraram 1 autista para cada 367 crianças. Esse estudo foi elaborado em um bairro de apenas 20 mil habitantes daquela cidade, chefiado pelo médico Marcos Tomanik Mercadante, referência em autismo no país (PAIVA JUNIOR, 2019).

Na área da educação inclusiva, são muitos os benefícios trazidos pela tecnologia e ferramentas digitais, benefícios que têm proporcionado ao educando o desenvolvimento de habilidades como: tomada de decisões, comunicação, memorização, concentração e desenvolvimento motor e cognitivo, percepção visual e sonora. O ambiente lúdico atrai a atenção dos alunos proporcionando um processo de ensino-aprendizado adequado à sua realidade (SILVA *et al.*, 2017).

Entre as ferramentas digitais, os jogos têm ajudado crianças diagnosticadas com autismo como uma forma de tratamento da síndrome. Essa categoria de atividade proporciona o desenvolvimento da capacidade cognitiva, da comunicação e linguagem, elementos cruciais para melhoria do distúrbio e na socialização (SOUZA; RUSCHIVAL, 2015).

Mesmo considerando improvável a recuperação plena de uma pessoa com TEA, é importante explorar a capacidade plástica cerebral, em busca de estudos que tragam melhor compreensão do problema e de mecanismos terapêuticos que possam trazer o

bem-estar. Nesse contexto, explorar a realidade virtual na estimulação cognitiva dessas pessoas é de grande relevância (DRUMMOND *et al.*, 2002).

Os estudos que envolvem as tecnologias que favorecem o desenvolvimento da comunicação alternativa da pessoa com TEA, ainda estão em fase inicial. Para tanto, se faz necessário identificar as necessidades específicas e o desenvolvimento de dispositivos que facilitem essa comunicação, e facultem a inclusão dessas pessoas na sua relação ensino-aprendizagem (CAMINHA *et al.*, 2019).

Aproveitando o fascínio tecnológico dos autistas, é possível interagir com as funções executivas e atenção através de uma ferramenta imersiva como um jogo, possibilitando o aprimoramento de processos e tarefas simples como encontrar a saída de um shopping, ir ao banheiro ou atravessar a rua. Essas atividades podem ser oferecidas de forma segura dentro de um jogo (ATAÍDE; ALVES; MONTEIRO, 2015).

A tecnologia da informação e comunicação, com o acolhimento e compreensão da história de vida de cada pessoa, torna-se um potente recurso que favorece e aumenta as possibilidades de contato com uma pessoa com TEA (CAMINHA; CAMINHA; ALVES, 2016).

1.2 MOTIVAÇÃO

Knowledge-mon-Hunters, ou *KHunters*, é um jogo sério baseado em geolocalização, desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software (LES) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e a Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB), com o objetivo de apoiar a aprendizagem de crianças diagnosticadas com autismo e dificuldades de aprendizado (SILVA *et al.*, 2018).

No desenvolvimento do jogo *KHunters*, foram utilizadas ontologias e agentes inteligentes para recomendação de conteúdo e classificação do nível de autismo dos jogadores, bem como técnicas de realidade virtual e realidade aumentada para imersão dos jogadores no mundo virtual do jogo (SILVA *et al.*, 2018).

HENRIQUE *et al.* (2019) em seu trabalho intitulado "A atenção a si e ao outro na experiência de crianças diagnosticadas com autismo com os jogos desenvolvidos para a saúde mental", documenta uma série de encontros e experimentos com os jogos digitais: *k-Hunters* e A Aventura Espacial. A pesquisa foi realizada no Centro de Atenção Psicossocial Infantil (CAPSi) localizado na cidade de Mossoró — RN.

Participaram da pesquisa duas crianças diagnosticadas com autismo, que fazem acompanhamento no CAPSi. Um menino de 8 anos e uma menina de 6 anos. Durante os experimentos alguns problemas técnicos e de conteúdo foram identificados como fonte de resistência ao operar com o jogo. Alguns experimentos não puderam ser concluídos devido

a problemas técnicos que fizeram com que o jogo parasse de funcionar (HENRIQUE *et al.*, 2019).

Com esses experimentos foram detectados problemas como:

- as crianças demonstraram pouco interesse em jogar;
- a abordagem baseada apenas no Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) mostrou-se inadequada;
- dificuldade de validação seguindo o modelo de desenvolvimento não iterativo, ou seja, validar o produto somente após concluir todo o desenvolvimento;
- necessidade de maior integração com os especialistas em autismo e com os pais.

Partindo desses fatos, surgiu um grupo de pesquisa transdisciplinar formado por pais de autistas, profissionais da saúde mental, especialistas em autismo com anos de experiência e prática nos centros de tratamentos e profissionais da área da ciência da computação especialistas em engenharia de software e técnicas de IA.

É importante destacar a colaboração da Dra. Nize Maria Campos Pellanda, coordenadora do Grupo de Ações e Investigações Autopoiéticas (GAIA), que prestou um importante trabalho no desenvolvimento desta pesquisa, sobretudo na construção da base teórica e avaliação dos resultados.

1.3 PROBLEMÁTICA

Como verificado por Oliveira *et al.* (2019), a maioria das abordagens do autismo estão apoiadas nas teorias cognitivas e construtivista e até hoje ignoram recentes descobertas das neurociências, biologia, cibernética, epistemologia e outras. Essas abordagens adotam prática behavioristas e comportamentalistas já superadas pelo desenvolvimento de uma ciência complexa.

Este trabalho não tem como foco as deficiências tratadas no DSM-5, mas as potencialidades e habilidades das crianças, ou seja, o objetivo é criar um mecanismo artificial inteligente que associe as habilidades dos jogadores às características de um jogo específico, com ciclos de validação junto aos especialistas, pais e crianças, a cada etapa do desenvolvimento.

Sendo assim, foram identificadas as seguintes questões:

- Como os jogos digitais podem auxiliar crianças diagnosticadas com autismo?
- Quais habilidades podem ser trabalhadas em um jogo digital?
- Como organizar as habilidades de cada criança?

1.4 OBJETIVO DE PESQUISA

O objetivo geral deste trabalho consiste em organizar jogos digitais para crianças diagnosticadas com autismo com base nas suas potencialidades e habilidades. Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos devem ser atingidos:

- Encontrar a correlação entre potencialidades e habilidades e as características de jogos.
- Construir uma Ontologia para organizar os jogos digitais para crianças diagnosticadas com autismo.

1.5 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada com a colaboração de diversos especialistas, e para cada um dos objetivos específicos formou-se um sub-grupo que trabalhou em paralelo com o grupo geral. Foram realizadas reuniões gerais semanalmente, de modo a sintonizar os trabalhos com o objetivo geral. Foram envolvidos nessa pesquisa profissionais de diversas áreas como Pedagogia, Psicologia, História, Análise de Sistemas, Ciência da computação, Marketing e outros.

- O **Grupo 1** é formado por especialistas em autismo. O objetivo desse grupo é construir a base teórica da pesquisa e investigar a correlação entre as potencialidades e habilidades das crianças e as características dos jogos digitais.
- O **Grupo 2** é constituído principalmente por Cientistas da computação e especialistas em ontologias. O objetivo desse grupo é criar uma ontologia capaz de organizar os jogos para crianças diagnosticadas com autismo.
- O **Grupo 3** é formado por um grupo de profissionais da área de saúde mental, com anos de experiência com crianças diagnosticadas com autismo nos centros de tratamento, e diversos trabalhos publicados sobre a intervenção através de jogos. Além disso, esse grupo conta com a participação de alguns pais de crianças diagnosticadas com autismo.

1.6 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente trabalho está organizado conforme a seguinte estrutura: no Capítulo 2, estão apresentados conceitos sobre o referencial teórico; no Capítulo 3, está apresentada uma Ontologia baseada em perfis de jogadores para recomendação de jogos; no Capítulo 4, estão apresentados os resultados desta pesquisa; e, por fim, no Capítulo 5, as conclusões e trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Crianças diagnosticadas com TEA tem curiosidade pelo meio ao seu redor, possivelmente tentam interagir com os outras, mas geralmente não sabem como socializar. Elas têm dificuldades na comunicação não verbal e em interpretar expressões faciais. Definem suas próprias rotinas buscando uma vida previsível, sem novidades e incertezas, pois, são essas coisas que lhes causam ansiedade (FONTES, 2009).

2.1 Transtorno do Espectro Autista (TEA)

Segundo Barbosa (2009) as seguintes características são comuns em pessoas diagnosticadas com autismo.

- Comportamento inapropriado em diferentes situações para a idade;
- Dificuldade de relacionamento com as outras pessoas;
- Riso inapropriado;
- Pouco ou nenhum contato visual;
- Insensibilidade à dor, aparentemente;
- Preferência pela solidão;
- Rotação de objetos;
- Fixação em objetos de forma inapropriada
- Hiperatividade ou inatividade extrema
- Inexistência de resposta aos métodos normais de ensino
- Perseverança pela repetição de movimentos e palavras
- Resistência à mudança de rotinas
- Ausência de medo ao perigo real
- Dificuldade em expressar as suas necessidades
- Irregularidade motora

Varela (1996) define *breakdowns* como aquilo que chamamos processualmente de perturbações. Para esse autor, a cognição é o conjunto de experiências com problemas e *breakdowns*.

As pessoas diagnosticadas com autismo tem maiores dificuldades de aprendizados em suas vidas, mas isso não significa que não possam aprender. Um contexto rico em *breakdowns* oferece um conjunto de situações desafiadoras que estimulam essas pessoas a encontrarem caminhos diferentes em seus cérebros e novas formas conhecer, ser e estar no mundo (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Apostando na Neuroplasticidade, este trabalho pretende desenvolver um módulo complexo inteligente que vai se modificando à medida que as interações acontecem. Mais do que causar ruídos, este módulo estará apto a receber perturbações e modificar-se ao longo do tempo.

2.2 Teoria da Complexidade

Para o filósofo Baruch Espinoza, todas as coisas do universo estão conectadas e constituídas da mesma substância, a **substância única**. Para Espinoza, Conhecer é conectar-se com o universo. A ideia de **substância única** está no centro da teoria da complexidade (PELLANDA, 2009).

O paradigma da complexidade começa a emergir com mais intensidade a partir do movimento da segunda cibernética nos anos 40 e 50. Com um destaque para as teorias da **Complexificação pelo Ruído** e a **Biologia do conhecer**. Essas duas teorias são consideradas complexas, pois estão alinhadas com as ideias centrais da teoria da complexidade, dessa forma, não separam o processo de conhecer do processo de viver (PELLANDA, 2009).

[...] A chave da complexidade é a compreensão e o reconhecimento do sujeito e do objeto, do educador e do educando, do indivíduo e do contexto, contemplando a complementaridade dos processos envolvidos na tentativa de compreender tudo isto da maneira menos redutora possível. Isto porque todo fenômeno complexo é constituído por um conjunto de objetos (aspectos, dimensões) que estão todos relacionados (SILVA; PELLANDA, 2016).

Para Pellanda e Demoly (2014), o corpo não é parte isolada no ser humano, mas sim um instrumento de acoplamento com o mundo. A aprendizagem acontece como resultado desse acoplamento complexo do corpo com a realidade.

Em sintonia com a ideia de **substância única** de Espinosa, e outros filósofos importantes da história como Heráclito, Teilhard de Chardin, passando por Nietzsche e

Bergson, os cientistas H. Atlan, H. Maturana e F. Varela pensaram um modelo biológico cibernético da cognição, composto pelas duas teorias complexas já citadas. Nesse modelo a aprendizagem é pensada como um movimento de acoplamento contínuo entre o corpo e a realidade.

2.2.1 Complexificação pelo Ruído

O ruído surge como um fator de pretexto para perturbar o ser vivo e fazer com que ele cresça qualitativamente e para torná-lo mais complexo do que era antes da perturbação. É importante entender que a transformação do ruído em significação não é resultado de um programa interno do ser (OLIVEIRA, 1999).

Essa transformação de ruído em significância é, na verdade, uma criação, que surge da combinação do estado em que o ser vivo se encontra naquele momento exato, com o material e processos preexistentes que interagem entre si para a produção de si mesmos (OLIVEIRA, 1999).

Na teoria da complexidade, cada parte interfere na construção de todas as outras, na mesma medida que todas as outras estão interagindo e construindo a ela própria. Desta forma também esta pesquisa foi transformada e modificada a cada encontro do grupo de pesquisa, e também transformou cada um dos que participaram dos encontros.

2.2.2 Biologia do conhecer

De acordo com Oliveira (1999), a explicação dos seres vivos deve ser feita em função da lógica de manutenção de seu equilíbrio homeostático e não de seus componentes, pois é essa lógica que leva o ser a produzir os processos necessários para a construção dos componentes necessários ao organismo naquele instante.

Os componentes construídos vão estimular a produção de novos processos ou a continuação de processos já ativos, conforme a necessidade do ser vivo. Essas interações a cada instante de existência do ser têm o propósito de garantir a sobrevivência (OLIVEIRA, 1999).

Diferente dos modelos comportamentalistas, que procuram treinar as pessoas para estarem preparadas a lidar com um mundo, o modelo complexo entende que o mundo responde ao comportamento do seres, de forma que esse treino prepara o ser para algo que já não existe.

2.3 Auto-organização e Neuroplasticidade

As crianças autistas têm dificuldade de autoconstrução, de autonomia e de perceberem a si próprias como autoras, as atividades que permitam a experiência de se

auto-experimentar a partir de seus corpos, são importantes. Uma máquina de Coca-Cola produz algo que difere da própria máquina, mas nós como seres vivos, produzimos a nós mesmos enquanto vivemos (PELLANDA; DEMOLY, 2014).

As pessoas diagnosticadas com autismo tem muita dificuldade em dizer "eu" para si mesmas e narrarem a elas mesmas. As metodologias de trabalho focadas em repetição e reforço tendem a aumentar a estereotipia e ecolalia, bloqueando assim a capacidade neuroplástica (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Esta pesquisa inicialmente partiu de manuais de diagnósticos, de trabalhos baseados em uma classificação de níveis de autismo, bem como de um modelo de trabalho focado nas deficiências e comportamentos apresentados pelas pessoas diagnosticadas com autismo.

Posteriormente com a formação da equipe de trabalho multidisciplinar e com a chegada de profissionais do Grupo de Ações e Intervenções Autopoiéticas (GAIA) da Universidade em Santa Cruz do Sul (UNISC) e do Grupo de pesquisadores especialistas em autismo da UFERSA, fomos convencidos da importância de entender a subjetividade, necessidades e vontades de cada criança.

O modelo atual de trabalho busca valorizar as potencialidades de aprendizagem individuais, acima de qualquer diagnóstico e classificação. Propomos uma ontologia que será um módulo acoplado a uma **Plataforma Complexa** idealizada por Oliveira *et al.* (2019), esse módulo pretende organizar os jogos para maximizar as interações entre as crianças e o dispositivo.

2.4 Ontologias

Para o aristotelismo, ontologia é a parte da filosofia que estuda as propriedades mais gerais do ser, é estudar o ser separado de todas as determinações que ofuscam sua natureza plena e singular. Para o heideggerianismo, ontologia é uma reflexão no sentido mais abrangente do ser, é pensar sobre aquilo que torna possível as múltiplas existências do ser.

A palavra "ontologia" é frequentemente motivo de controvérsia nas discussões sobre Inteligência Artificial (IA). Há muito tempo existe na história da filosofia, em que se refere ao sujeito da existência. Também é frequentemente confundida com epistemologia que é sobre conhecer e conhecimento (GRUBER, 1993).

Ontologia é uma descrição dos conceitos e relacionamentos que podem existir para um agente ou uma comunidade de agentes. É como uma especificação formal de um programa de computador. Esta definição é consistente usando a ontologia como definições de conjuntos de conceitos. E é certamente um sentido diferente da palavra do que seu uso em filosofia (GRUBER, 1993).

Morais e Ambrósio (2007) descrevem as várias áreas da Ciência da Computação em que as ontologias podem ser utilizadas: Recuperação de informações na Internet, Processamento de Linguagem Natural, Gestão do Conhecimento, Web-Semântica, Educação. Além disso, elencam as categorias de ontologias, classificadas segundo seu grau de formalismo, aplicação, conteúdo ou função.

- **Ontologias Genéricas:** São consideradas ontologias “gerais”. Descrevem conceitos mais amplos, como elementos da natureza, espaço, tempo, coisas, estados, eventos, processos ou ações, independente de um problema específico ou domínio particular.
- **Ontologias de Domínio:** Descrevem conceitos e vocabulários relacionados a domínios particulares, tais como medicina ou computação, por exemplo.
- **Ontologias de Tarefas:** Descrevem tarefas ou atividades genéricas, que podem contribuir na resolução de problemas, independente do domínio que ocorrem, por exemplo, processos de vendas ou diagnóstico.
- **Ontologias de Aplicação:** Descrevem conceitos que dependem tanto de um domínio particular quanto de uma tarefa específica.
- **Ontologias de Representação:** Explicam as conceituações que fundamentam os formalismos de representação de conhecimento, procurando tornar claros os compromissos ontológicos embutidos nestes formalismos.

2.5 BrainHex

O BrainHex é um modelo de satisfação do jogador, proposto por Nacke, Bateman e Mandryk (2014), baseado em percepções e descobertas neurobiológicas, bem como nos resultados de modelos de designer de jogos mais antigos. O BrainHex apresenta sete arquétipos diferentes de jogadores: *Seeker*(Explorador), *Survivor*(Sobrevivente), *Daredevil*(Audaz), *Mastermind*(Estrategista), *Conqueror*(Conquistador), *Socialiser*(Socializador) e *Achiever*(Empreendedor).

Cada categoria dentro do BrainHex deve ser entendida como um arquétipo destinado a descrever a experiência de um jogador em particular, experiência que pode ser entendida como uma apresentação qualitativa de uma estrutura implícita que junta as descrições combinando expressões hipotéticas de pesquisa neurobiológica com estudos de caso observacionais de jogadores (NACKE; BATEMAN; MANDRYK, 2014).

2.6 Realidade Virtual

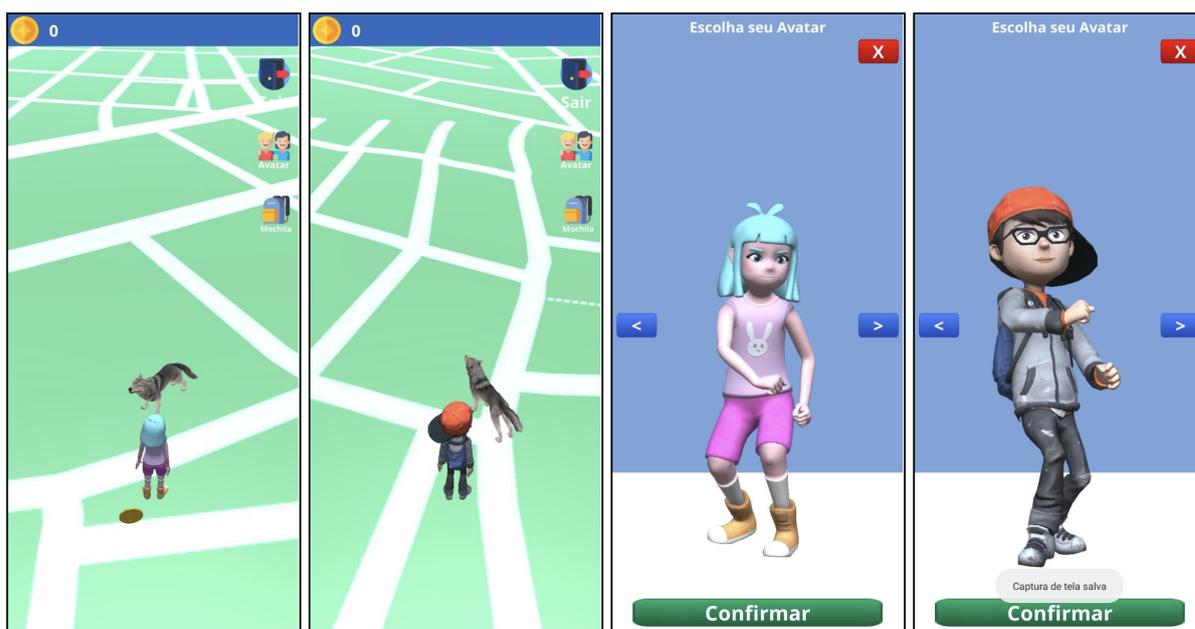
Segundo Latta e Oberg (1994), a Realidade Virtual (RV) pode ser descrita como uma interface homem-máquina avançada, cujo objetivo é simular um ambiente do mundo real de forma realística. Este ambiente permite que ocorram interações entre o homem e os objetos nele inseridos, para que as sensações que estão associadas ao mundo real sejam sentidas pelo usuário de forma virtual.

Para Earnshaw (2014), Realidade Virtual é caracterizada como uma ilusão de participação em um ambiente sintético, apresentada na forma tridimensional. Algumas das formas de interação se dão através de displays para a cabeça, aparelhos para mãos ou corpo e elementos sonoros. No mais, RV possibilita uma experiência imersiva e multissensorial.

A Realidade Virtual mexe muito com a criança. Nosso objetivo é não informar, mas sim provocar e perturbar, para que ela se reconheça, para que o cérebro se configure. A ideia é disparar os mecanismos neurofisiológicos, focando nos trabalhos internos da criança. Nosso papel é só provocar, desencadear processos (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Este projeto utiliza a Realidade Virtual por meio do jogo KHunters para dispositivos móveis. Nesse jogo os jogadores podem personalizar e controlar um personagem no mundo virtual, dessa forma podem realizar atividades e resolver desafios que estimulam seus processos internos. A **Figura 1** representa as telas do jogo KHunters com um exemplo de Realidade Virtual no jogo KHunters.

Figura 1 – Telas do jogo KHunters



Fonte: Autoria Própria(2020).

2.7 Realidade Aumentada

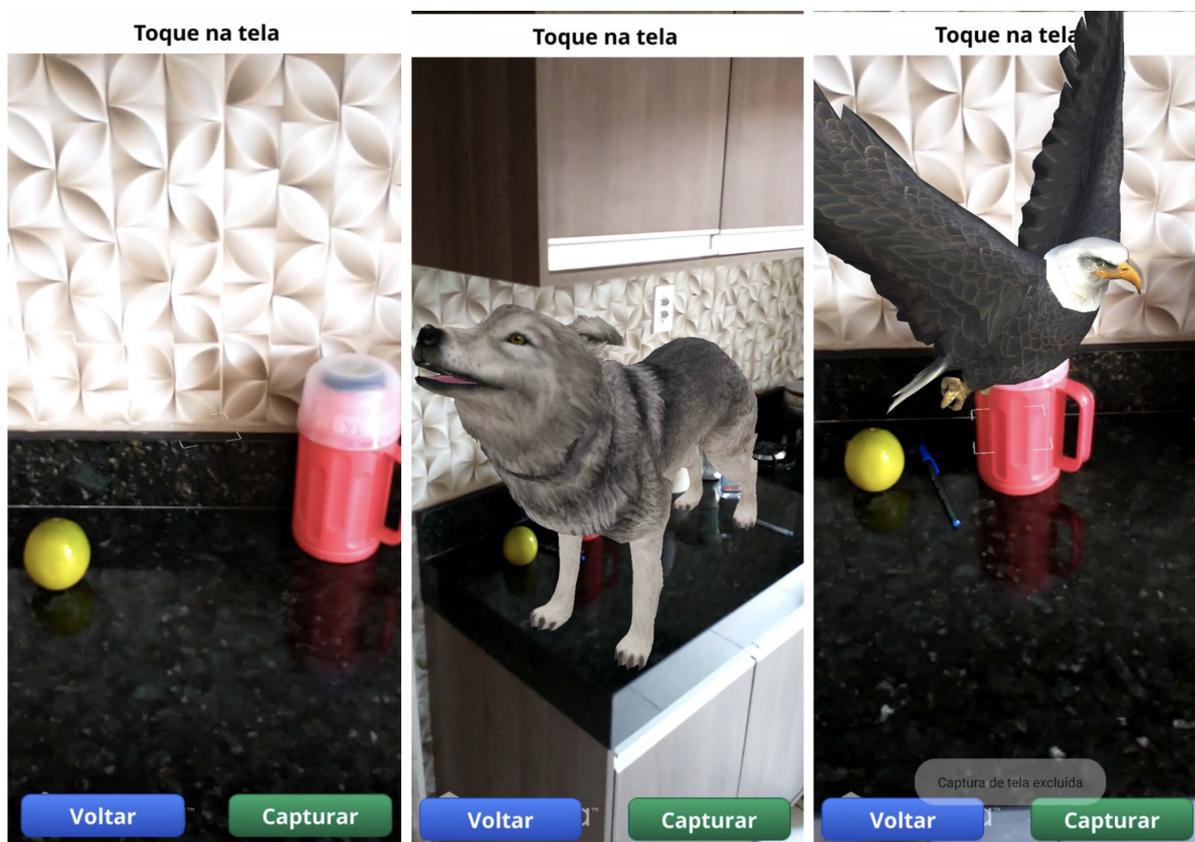
Azuma *et al.* (2001) classifica Realidade Aumentada como um sistema que complementa o mundo real com objetos virtuais sintéticos, dando a impressão de coexistência no mesmo ambiente. Suas principais características são apresentadas nos seguintes pontos:

- Combina objetos reais e virtuais no ambiente real
- Executa interativamente em tempo real
- Alinha objetos reais e virtuais entre si
- Aplica-se a diversos sentidos como audição, tato, entre outros

Esta tecnologia pode proporcionar grande impacto na forma de comunicação, visualização e percepção do mundo ao redor do usuário. Pode acrescentar informações em ambientes puramente estáticos, adicionando assim objetos virtuais para prover maior interação, comunicação e conhecimento para as pessoas.

No jogo KHunters foram utilizados modelos de animais em 3D para os jogadores interagirem. Na **Figura 2** algumas imagens de como a Realidade Aumentada está implementada no jogo.

Figura 2 – Telas do jogo KHunters



Fonte: Autoria Própria(2020).

2.8 Gamificação

Para Fardo (2013), a gameificação é um sistema, composto por elementos interconectados que, ao agregarem-se em um todo, resulta em um fenômeno que é maior que a soma de suas partes. Assim a gameificação, de certa forma, pode ser considerada um sistema complexo.

A gameificação é um fenômeno emergente com um potencial para aplicação em diversos campos, com a linguagem e metodologia bastante populares e eficazes na resolução de problemas. As atuais gerações aceitam naturalmente, pois cresceram interagindo com essa categoria de entretenimento, a gameificação, que se justifica a partir de uma perspectiva sociocultural (FARDO, 2013).

Segundo Simões, Redondo e Vilas (2013), aqueles que pretendem utilizar a gameificação com propósitos educacionais devem considerar as diretrizes a seguir, que não são obrigatórias, mas importantes.

- permitir diferentes experimentação;
- inclua ciclos rápidos de *feedback*;
- adapte as tarefas aos níveis de habilidade;
- aumente a dificuldade das tarefas à medida que as habilidades melhoram;
- divida tarefas complexas em sub-tarefas mais curtas e simples;
- permitir diferentes caminhos para o sucesso;
- permitir reconhecimento pelas atividades realizadas corretamente.

A utilização de elementos da gamificação como avatares e sistemas de *feedback* melhora significativamente o engajamento e a qualidade das respostas de crianças com distúrbios de atenção e outros (REIMERINGER, 2016).

A gamificação é muito importante, pois auxilia a criança a dizer “eu” para si mesma. As crianças diagnosticadas com TEA têm muita dificuldade em subjetivar, em ser autônoma. Os avatares e a realidade aumentada proporcionam que as crianças se identifiquem com aquela pessoa, ajudando com a autoridade, isto é, pensar em si mesmo como autor (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

3 ONTOLOGIA BASEADA EM PERFIS DE JOGADORES PARA RECOMENDAÇÃO DE JOGOS

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada uma ontologia baseada em perfis de jogadores para recomendação de jogos. A ontologia foi construída a partir de documentos e discussões do grupo de pesquisa apresentado na seção da metodologia no capítulo 1. O ponto principal da ontologia são as relações entre os jogos e as habilidades dos jogadores.

3.1.1 Ferramentas e métodos para a concepção da ontologia

A linguagem utilizada para a formalização da ontologia foi a *Web Ontology Language* (OWL). A ferramenta *Protégé* foi usada para essa etapa do processo. O *Protégé* é dedicado para a construção de ontologias e possui os motores de inferência que podem ser usados para a verificação da ontologia bem como para realizar as consultas escritas em *SPARQL*.

Para Noy, McGuinness *et al.* (2001), os seguintes passos devem ser considerados no processo de construção de uma ontologia:

- determinar o domínio e o escopo da ontologia;
- enumerar os termos importantes na ontologia;
- definir as classes e suas hierarquias;
- definir as propriedades das classes;
- definir características das propriedades; e
- criação de instâncias.

Mais a frente está apresentado o objetivo geral da ontologia bem como as questões de competência que devem ser respondidas pela ontologia. Serão apresentadas as classes, propriedades e indivíduos com mais detalhes.

3.1.2 Documento de especificação de requisitos da ontologia

Na **Figura 3** está apresentado o documento de especificação de requisitos da ontologia. Estas informações são o resultado da atividade de especificação de requisitos.

O modelo gerado contém o objetivo, escopo, a linguagem de implementação, os usuários finais previstos e usuários pretendidos.

Figura 3 – Documento de Especificação de Requisitos

Documento de Especificação de Requisitos
Objetivo
O objetivo é construir uma Ontologia baseada nas relações entre as habilidades dos jogadores e os jogos, para a recomendação de jogos para perfis de jogadores. O modelo deve ser capaz de recomendar um jogo a um perfil de jogador.
Escopo
A ontologia concentra-se apenas no relacionamento de funcionalidades de jogos e habilidades de jogadores. O nível de granularidade está diretamente relacionado às questões de competência e termos identificados.
Linguagem de Implementação
A ontologia deve ser especificada em OWL.
Usuários Finais Pretendidos
Desenvolvedores de jogos digitais.
Usuários Finais
Cientistas da Computação e Desenvolvedores de jogos digitais.
Requisitos da Ontologia
A terminologia utilizada na ontologia deve ser retirada de documentos compartilhados pelo grupo de pesquisa apresentado no Capítulo 1.
Questões de Competência
<ol style="list-style-type: none"> 1. Quais habilidades estão relacionadas a quais funcionalidades dos jogos? 2. Dado as habilidades de um jogador específico a quais perfis ele está relacionado? e quais funcionalidades estão relacionadas a esses perfis? 3. É possível relacionar uma lista de jogos a um jogador, levando em consideração suas habilidades?

Fonte: Autoria Própria(2020).

3.2 ONTOLOGIA DESENVOLVIDA

Considerando os trabalhos de Silva *et al.* (2018), HENRIQUE *et al.* (2019), as discussões onlines por vários meses, e os documentos compartilhados pelo grupo de pesquisa apresentados no Capítulo 1, esta Ontologia foi desenvolvida.

3.2.1 Domínio e Escopo

O escopo desta ontologia trata-se de uma lista de jogos e habilidades elencadas pelo Grupo 1, apresentados na metodologia deste trabalho. A coleta dos dados se deu através de um levantamento rápido dos jogos atualmente instalados nos dispositivos móveis, disponíveis para as crianças do projeto nos centros de tratamento. Esta ontologia trata apenas o domínio tecnológico.

O contexto de utilização desta ontologia é uma plataforma, ainda em construção, que entre outras atividades e funcionalidades, terá uma coleção de jogos para dispositivos móveis, que ficarão disponíveis para acesso das crianças diagnosticadas com autismo. Cada jogo da coleção disponível na plataforma estará na filosofia de trabalho do grupo de pesquisa.

As questões de competência (QC) elaboradas para esta ontologia são:

- **QC1:** Quais habilidades estão relacionadas a quais funcionalidades dos jogos?
- **QC2:** Dadas as habilidades de um jogador específico, a quais perfis ele está relacionado? E quais funcionalidades estão relacionadas a esses perfis?
- **QC3:** É possível relacionar uma lista de jogos a um jogador, considerando suas habilidades?

3.2.2 Enumeração dos termos

Com objetivo de esclarecer quais serão as classes e propriedades da ontologia, elencamos um conjunto de cláusulas com as regras de negócio gerais, sendo:

- os jogadores têm perfis;
- os perfis têm habilidades;
- os jogos têm funcionalidades;
- um jogador pode ter mais de um perfil;
- uma habilidade pode pertencer à mais de um perfil;
- cada habilidade relaciona-se a pelo menos uma funcionalidade.

Nacke, Bateman e Mandryk (2014) descrevem os sete tipos dentro do BrainHex e como os jogadores podem ser organizados. A lista a seguir trata-se das características de cada um desses tipos.

- **Explorador:** jogador curioso que gosta de passar por momentos de maravilha e encontrar coisas novas.
- **Sobrevivente:** gosta de experiências fortes e intensas nas atividades do jogo, como velocidade e ação.
- **Audaz:** jogador aventureiro, que gosta da emoção da perseguição e adrenalina, correr em alta velocidade enquanto ainda está no controle.
- **Estrategista:** resolver quebra-cabeças e planejar estratégias, além de se concentrar em tomar as decisões mais eficientes é o que esse perfil de jogador gosta.
- **Conquistador:** Alguns jogadores não se contentam em ganhar facilmente, eles gostam de derrotar adversários impossivelmente difíceis, lutar até alcançar a vitória e derrotar outros jogadores.
- **Socializador:** gostam de falar, ajudar e andar com pessoas em quem confiam. Preferem atividades em grupo.
- **Empreendedor:** semelhante ao perfil conquistador, geralmente apresenta um foco obsessivo em completar a brincadeira. Mas diferente dos conquistadores, são motivados por realizações de longo prazo. Preferem jogos passíveis de conclusão.

Os tipos de jogadores Explorador, Sobrevivente, Socializador e Empreendedor mostram maiores preferências por sentimentos e comparação aos outros perfis. Os tipos Conquistador, Estrategista e Audaz estão inclinados fortemente a intensidade e dificuldade do jogo (NACKE; BATEMAN; MANDRYK, 2014).

Por outro lado, os Exploradores, Sobreviventes e Socializadores são entendidos como tipos estéticos. O Explorador diz respeito à estética da maravilha, O Sobrevivente a estética do perigo e o Socializador a estética das relações interpessoais. O Empreendedor não tem a estética, a intensidade e dificuldade do jogo como foco (NACKE; BATEMAN; MANDRYK, 2014).

Inicialmente os jogos foram listados em um documento com uma descrição geral, um conjunto de recomendações para qual diagnóstico de autismo o jogo é mais adequado e uma lista de habilidades utilizadas no jogo.

Na etapa seguinte foi realizado um tratamento dessas informações retirando os dados redundantes e sinônimos. Por fim, a listagem dos jogos, funcionalidades de jogos e habilidades mencionadas no documento. Todos os jogos levantados estão apresentados na **Figura 4**. Posteriormente o jogo KHunters foi adicionado na lista de aplicativos.

Figura 4 – Lista de termos da ontologia

Aplicativos	Funcionalidades	Habilidades
1010	Alfabetizar	Autoconstrução
Alfabeto ABC	Arrastar e soltar	Concentração
Alfabeto Melado	Atividades Domésticas	Criatividade
Angry Birds	Clique certo	Destreza em associação
Aprender a ler e escrever	Clique rápido	Destreza fonética
Banana Kong	Criar formas	Destreza visual
Câmera	Criar sons	Discernimento de cores
Colorir e Aprender	Cuidar de Pessoas	Discernimento de formas
Dancing Road	Cuidar de Pets	Empatia
Estacionamento	Encaixar partes	Habilidades domésticas
Fruit Ninja	Matemática	Habilidades motoras
Meu Talking TOM	Memorizar	Memorização
Minha Talking Angela	Movimentos rápidos	Noções de espaço
Minion Rush	Múltiplos jogadores	Noções de movimento
Piano Kids	Mundo 3D	Noções de tempo
Piano Tiles	Ouvir músicas	Noções de velocidade
Sonic Dash	Personalizar Avatar	Raciocínio lógico
Subway Surfers	Pesquisar conteúdo	Sensibilidade musical

Fonte: Autoria Própria(2020).

3.2.3 Definição das classes Primitivas e Definidas

As classes conhecidas como primitivas, são as que tenham apenas condições necessárias, já as classes que tenham pelo menos um conjunto de condições necessárias e suficiente serão consideradas definidas. Na **Figura 5** estão apresentadas as classes primitivas desta ontologia.

Figura 5 – Classes Primitivas da ontologia

Classes Primitivas	Representação
Habilidade	Representa as habilidades dos jogadores
Jogador	Representa um jogador que possui algum perfil
Jogo	Representa um jogo digital para dispositivos móveis
Sujeito	Representa uma parte do jogo que pode interagir com o jogador. Está sujeito a receber uma ação do jogador.

Fonte: Autoria Própria(2020).

As classes definidas (**Figura 6**), correspondem aos perfis de jogadores que possuem determinadas habilidades, mas não exclui a possibilidade de um jogador possuir um ou mais perfis. Esses perfis serão usados apenas para organizar os dados armazenados na plataforma.

Figura 6 – Classes Definidas da ontologia

Classes Definidas	Representação
Explorador	Jogador com o perfil de explorador
Sobrevivente	Jogador com o perfil de sobrevivente
Audaz	Jogador com o perfil de audaz
Estrategista	Jogador com o perfil de estrategista
Conquistador	Jogador com o perfil de conquistador
Socializador	Jogador com o perfil de socializador
Empreendedor	Jogador com o perfil de empreendedor

Fonte: Autoria Própria(2020).

3.2.4 Propriedades das classes

Na **Figura 7**, estão apresentadas as propriedades com seus respectivos domínios e imagens.

Figura 7 – Propriedades das classes da ontologia

Domínio	Propriedade	Imagem
Habilidade	Interage_com	Sujeito
Jogador	Tem_habilidade	Habilidade
Jogo	Tem_sujeito	Sujeito
Habilidade	É_habilidade_do	Jogador

Fonte: Autoria Própria(2020).

É importante entender que uma funcionalidade do jogo é definida pela interação do jogador com um objeto do jogo através de uma habilidade. Desta forma, as funcionalidades foram divididas em uma classe chamada **sujeito** e a propriedade **interage com**.

A propriedade **interage com** representa todas as ações possíveis entre a habilidade de um jogador e um sujeito do jogo. Um jogador pode utilizar uma habilidade para interagir com um sujeito do jogo executando as seguintes ações: Arrastar, Clicar, Conversar, Criar, Cuidar, Encaixar, Explorar, Memorizar, Mover, Ouvir, Personalizar, Pesquisar, Pintar, Realizar, Soltar, Usar, Ver.

3.2.5 Instâncias

Na ontologia, as instâncias são os indivíduos pertencentes a uma classe. Um indivíduo pode pertencer a uma ou várias classes, os indivíduos devem ser criados com características no escopo da ontologia. Na **Figura 8** estão apresentadas as instâncias dessa ontologia, são os jogos levantados pela equipe e quatro jogadores hipotéticos.

Figura 8 – Instâncias

Jogos	Jogadores
1010	Ana
Alfabeto ABC	Julia
Alfabeto Melado	Mateus
Angry Birds	Marcos
Aprender a ler e escrever	
Banana Kong	
Câmera	
Colorir e Aprender	
Dancing Road	
Estacionamento	
Fruit Ninja	
Meu Talking TOM	
Minha Talking Angela	
Minion Rush	
Piano Kids	
Piano Tiles	
Sonic Dash	
Subway Surfers	

Fonte: Autoria Própria(2020).

3.3 VALIDAÇÃO DA ONTOLOGIA

Segundo Vrandečić (2009), a validação é uma tarefa necessária para mensurar a qualidade de uma ontologia. Esta seção descreve o processo de validação da ontologia. Os critérios para a avaliação e validação são: corretude, completude e consistência (CORCHO; FERNANDEZ-LOPEZ; GOMEZ-PEREZ, 2007).

Para verificar a consistência e a classificação interna inferida foi utilizado o *Reasoner Hermit*. As questões de competência definidas no Documento de Especificação de Requisitos serviram para verificar a corretude e completude através de consultas SPARQL.

Uma ontologia é consistente quando suas definições são semanticamente precisas. Verifica-se a corretude da ontologia quando ela não apresenta definições desnecessárias ou inúteis e não possui redundâncias. O último passo é verificar sua completude, para isto, deve ser analisado se a ontologia indica ou infere o que propôs inicialmente e conferir se todas as definições estão completas (CORCHO; FERNANDEZ-LOPEZ; GOMEZ-PEREZ,

2007).

Na **Figura 9** estão apresentadas a hierarquia de classes inferida e a hierarquia afirmativa.

Figura 9 – Hierarquia de classes



Fonte: Autoria Própria(2020).

Na segunda etapa de validação, verifica-se se a ontologia responde às questões de competência listadas no Documento de Especificação de Requisitos. Para isso, as questões de competência são escritas na linguagem SPARQL.

Para responder a primeira questão de competência **QC1**, executa-se a consulta SPARQL (**Figura 10**) abaixo, que busca uma lista de funcionalidades associadas a uma habilidade específica. Para efeito de exemplo, a consulta busca as funcionalidades relacionadas à habilidade de concentração do jogador.

Figura 10 – Resposta da QC1

```

SPARQL query:
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX pps: <http://www.semanticweb.org/naylsonferreira/ontologies/2020/10/PlayerProfile#>

SELECT ?Funcionalidades ?Sujeitos
  WHERE {
    pps:Concentração rdfs:subClassOf ?Funcionalidades.
    ?Funcionalidades owl:someValuesFrom ?Sujeitos
  }
    
```

Fonte: Autoria Própria(2020).

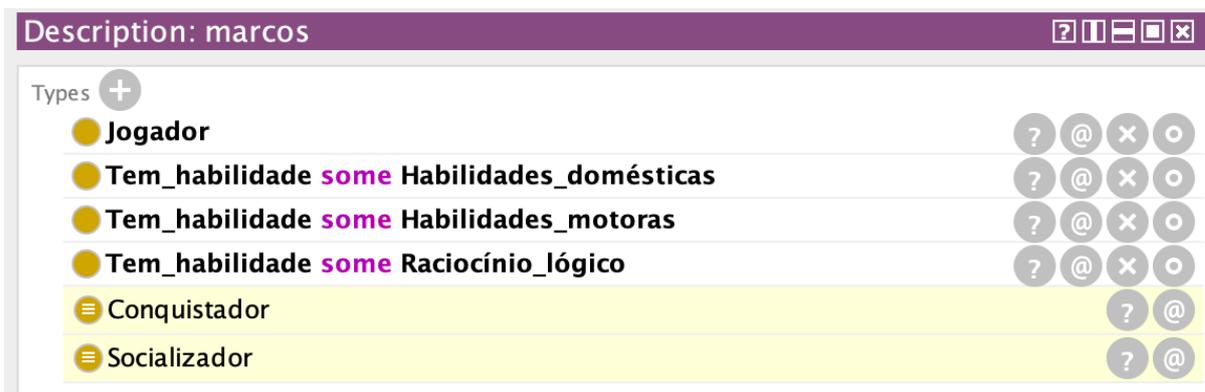
Nas **Figuras 11, 12, 13 e 14** estão apresentadas a primeira parte da resposta da **QC2**. A ontologia infere os perfis relacionados ao jogador com base em suas habilidades. Para exemplificar esse comportamento, foram criadas quatro instâncias da classe jogador sendo adicionadas habilidades aleatórias em cada uma delas.

Figura 11 – Instância da classe jogador — Mateus

Description: mateus	
Types +	
● Jogador	? @ X ○
● Tem_habilidade some Autoconstrução	? @ X ○
● Tem_habilidade some Criatividade	? @ X ○
● Tem_habilidade some Empatia	? @ X ○
● Tem_habilidade some Sensibilidade_musical	? @ X ○
☰ Conquistador	? @
☰ Explorador	? @
☰ Socializador	? @

Fonte: Autoria Própria(2020).

Figura 12 – Instância da classe jogador — Marcos



Fonte: Autoria Própria(2020).

Figura 13 – Instância da classe jogador — Ana



Fonte: Autoria Própria(2020).

Figura 14 – Instância da classe jogador — Júlia



Fonte: Autoria Própria(2020).

Para responder a segunda parte da **QC2** deve ser executada a seguinte consulta SPARQL. A consulta vista na **Figura 15**, tem como resultado as funcionalidades relacionadas a cada perfil.

Figura 15 – Resposta da QC2

```

SPARQL query:
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX pps: <http://www.semanticweb.org/naylsonferreira/ontologies/2020/10/PlayerProfile#>

SELECT ?Perfil ?Habilidades
WHERE {
  ?Perfil owl:equivalentClass ?Definicao.
  ?Definicao owl:intersectionOf ?ListaClausulas.
  ?ListaClausulas rdf:rest/rdf:first ?Clausula2.
  ?Clausula2 owl:someValuesFrom ?ListaHabilidades.
  ?ListaHabilidades owl:unionOf ?UniaoHabilidades.
  ?UniaoHabilidades rdf:rest*/rdf:first ?Habilidades
}
    
```

Fonte: Aatoria Própria(2020).

Para listar os jogos relacionados a um jogador específico com base nas suas habilidades deve ser executada uma consulta conforme a **Figura 16** . A **Figura 16** responde a **QC3**.

Figura 16 – Resposta da QC3

```

SPARQL query:
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX pps: <http://www.semanticweb.org/naylsonferreira/ontologies/2020/10/PlayerProfile#>

SELECT DISTINCT ?TodosJogos ?SujeitosJogos ?SujeitosJogador ?a ?b ?c
WHERE {
  pps:julia rdf:type ?tipos.
  ?tipos owl:someValuesFrom ?JuliaHabilidades.
  ?JuliaHabilidades rdfs:subClassOf ?funcionalidadesJulia.
  ?funcionalidadesJulia owl:someValuesFrom ?SujeitosJogador.

  ?TodosJogos rdf:type pps:Jogo.
  ?TodosJogos rdf:type ?funcionalidadesJogos.
  ?funcionalidadesJogos owl:someValuesFrom ?SujeitosJogos.

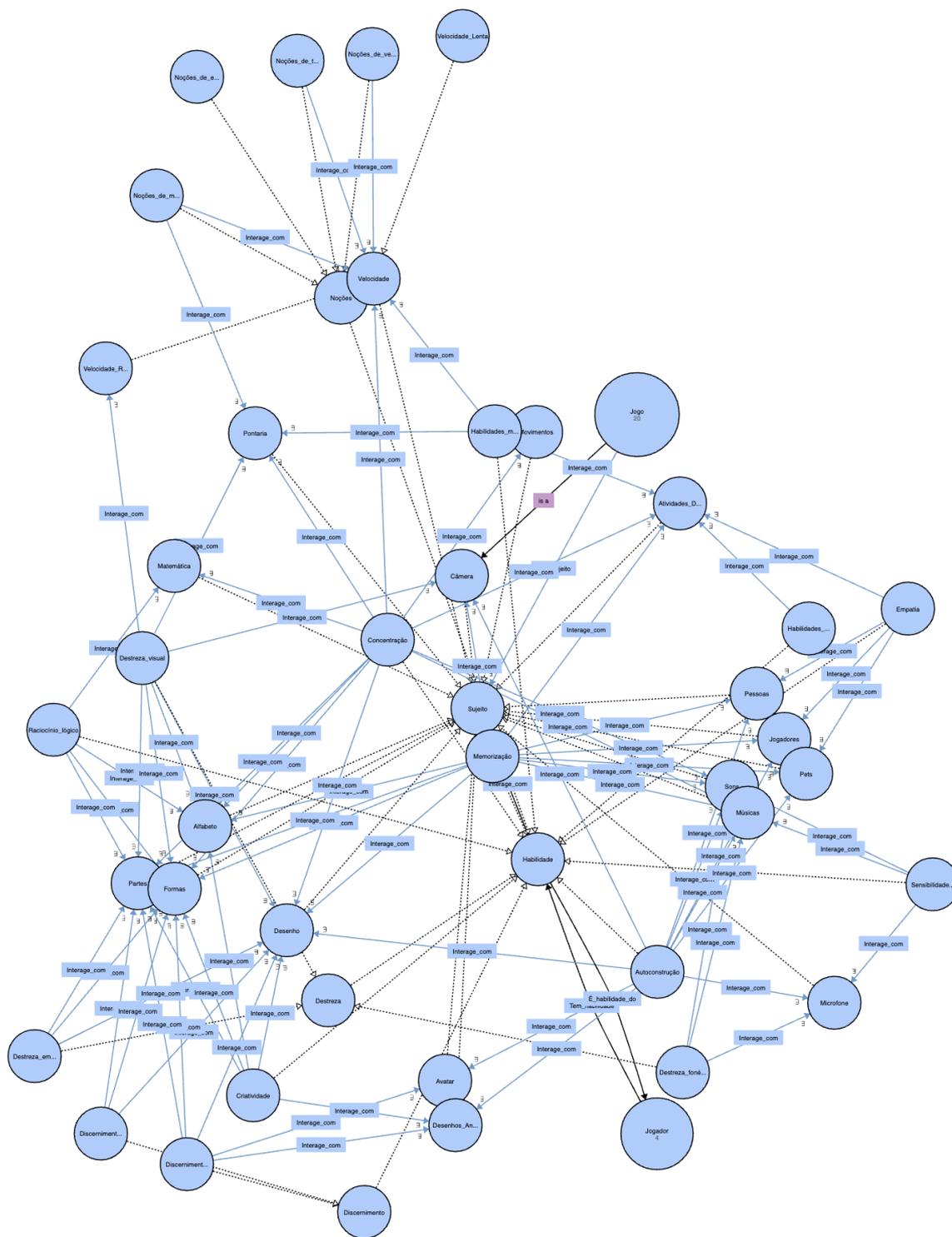
  FILTER(?SujeitosJogos = ?SujeitosJogador)
}
    
```

Fonte: Aatoria Própria(2020).

3.3.1 Visualização da Ontologia

Na **Figura 17** está o modelo gráfico da ontologia, gerado na ferramenta *Web VOWL*. É possível notar que todos os vértices estão interligados e assim verificar que esta ontologia trata-se de uma ontologia considerada conectada. Para visualizar a ontologia online basta acessar o link: <http://www.visualdataweb.de/webvowl/#iri=https://overloadlab.com.br/ontologies/PlayerProfile.owl>.

Figura 17 – Visualização da Ontologia no WebVOWL



Fonte: Autoria Própria(2020).

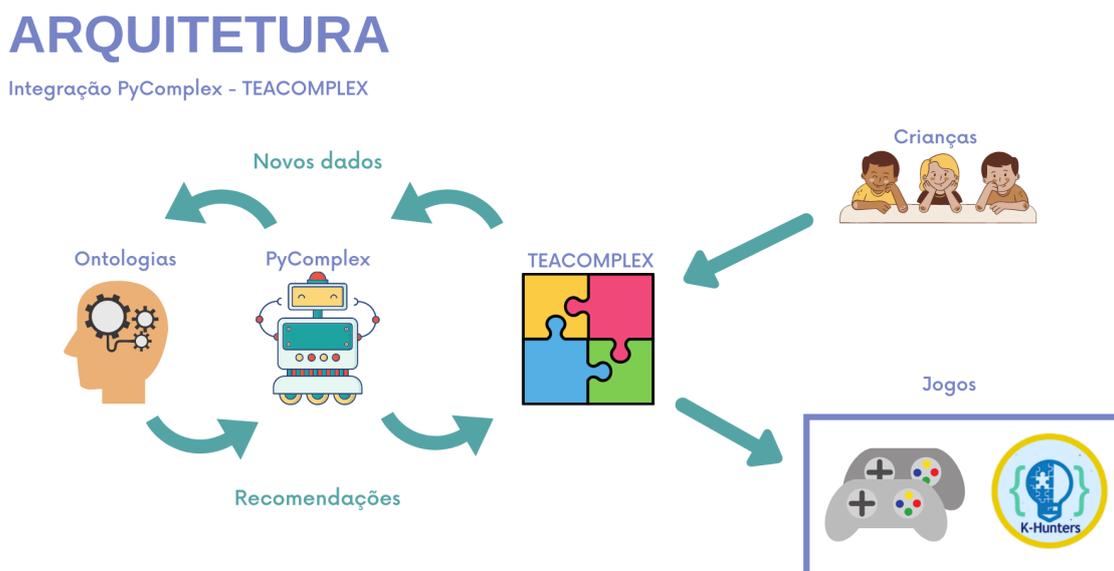
3.4 CONTEXTO DE APLICAÇÃO DA ONTOLOGIA - PyComplex

A ontologia será utilizada no contexto da plataforma de jogos para crianças diagnosticadas com autismo. A comunicação entre a ontologia e a plataforma acontece através de um módulo chamado PyComplex. O PyComplex é um módulo online independente, para lidar com ontologias. Esse módulo possibilita a publicação de ontologias na internet, que após publicada é possível acessar seus recursos no formato *JavaScript Object Notation*(JSON).

O módulo PyComplex foi desenvolvido durante esta pesquisa, utilizando a linguagem de programação Python, por meio do *Framework Django* e a biblioteca *Owlready2*. Esse módulo permite que o usuário envie uma ontologia em formato *Web Ontology Language*(OWL) e posteriormente acesse as informações contidas nela, em formato de JSON. O código-fonte está disponível na plataforma de compartilhamento de código **GitHub** no seguinte endereço: <<https://github.com/NaylsonFerreira/pcomplex>>.

Na **Figura 18** está descrita a arquitetura de integração do módulo PyComplex no formato de micro-serviço, o que possibilita que a plataforma consiga inserir novos dados e busque as recomendações inferidas na ontologia. Esse módulo foi projetado para trabalhar com múltiplas ontologias e o responsável por fazer as ontologias realizarem novas inferências sempre que um novo dado é inserido.

Figura 18 – Arquitetura de integração — PyComplex



Fonte: Autoria Própria(2020).

A plataforma deve enviar para o módulo, as informações sobre as crianças, a descrição do conteúdo de cada jogo e as atividades desenvolvidas nos jogos. O módulo no

que lhe concerne, envia as informações para a ontologia, solicita à ontologia uma nova inferência, considerando os dados atuais e os novos, e assim produz novas recomendações de jogos para cada criança.

3.4.1 Utilizando o PyComplex

O primeiro passo é acessar o módulo no seguinte endereço: <<https://pcomplex.herokuapp.com>>. Na página inicial contém um breve tutorial informando como utilizar o módulo. Na tela inicial há a opção 'Publicar uma ontologia' onde é possível enviar uma ontologia.

No formulário, conforme é mostrado na **Figura 19**, para enviar uma ontologia basta anexar o arquivo no formato OWL e indicar um nome. Esse formulário está disponível no seguinte endereço: <<https://pcomplex.herokuapp.com/ontology/add/>>.

Figura 19 – Publicando uma ontologia — PyComplex

O formulário, intitulado "Publicar nova Ontologia", contém os seguintes elementos:

- Um campo de texto rotulado "Name:" para o nome da ontologia.
- Um campo de upload rotulado "Arquivo:" com o botão "Escolher arquivo" e o texto "Nenhum arquivo selecionado".
- Um botão azul rotulado "Salvar" para submeter o formulário.

Fonte: Autoria Própria(2020).

No segundo passo, é necessário visitar a página com a lista de ontologias publicadas. Nessa página estará o nome inserido no passo anterior. Ao clicar na ontologia **PlayProfile** o usuário será levado para a página de detalhes com os links para acessar os recursos em formato JSON.

- **/subclasses:** O *endpoint/subclasses* retorna um *array* com as subclasses de uma classe específica;
- **/tree:** O *endpoint/tree* retorna um *array* com a árvore de uma classe;
- **/instances:** O *endpoint/instances* retorna um *array* com as instâncias de uma classe específica;
- **/instance:** O *endpoint/instance* retorna um *array* com os *Types* e *Properties* de uma instância específica

Na **Figura 20** está exibida a página de detalhes da ontologia publicada. Acessível em: <<https://pcomplex.herokuapp.com/ontology/1/>>.

Figura 20 – Verificar a ontologia publicada — PyComplex

Ontologias publicadas

PlayProfile

- subclasses
</subclasses/PlayProfile/ClassName/>
- tree
</tree/PlayProfile/ClassName/>
- instances
</instances/PlayProfile/ClassName/>
- instance
</instance/PlayProfile/InstanceName/>

Fonte: Autoria Própria(2020).

Na **Figura 21** está exibido o resultado de uma consulta que busca todas as subclasses da classe Jogador na ontologia **PlayProfile**.

Figura 21 – /subclasses — PyComplex

```
Body Cookies Headers (7) Test Results
Pretty Raw Preview Visualize JSON ↕
1 [
2   .... "Jogador",
3   .... "Explorador",
4   .... "Sobrevivente",
5   .... "Empreendedor",
6   .... "Conquistador",
7   .... "Audaz",
8   .... "Estrategista",
9   .... "Socializador"
10 ]
```

Fonte: Autoria Própria(2020).

Na **Figura 22** está exibido o resultado de uma consulta que busca a árvore de subclasses da classe Jogador na ontologia **PlayProfile**.

Figura 22 – /Tree — PyComplex

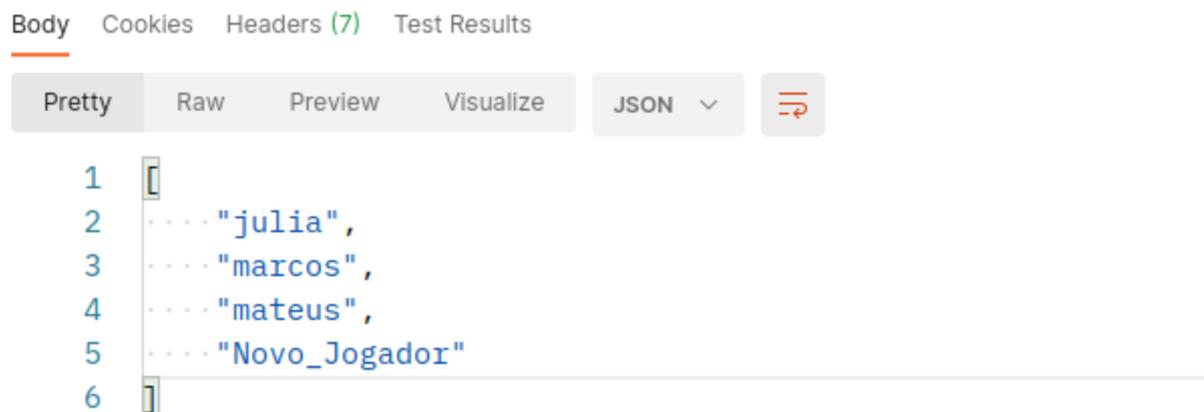


```
1 [{"Jogador": [
2   "Jogador",
3   "Explorador",
4   "Sobrevivente",
5   "Empreendedor",
6   "Conquistador",
7   "Audaz",
8   "Estrategista",
9   "Socializador"
10 ]},
11 {"Explorador": [
12   "Explorador"
13 ]},
14 {"Sobrevivente": [
15   "Sobrevivente",
16   "Empreendedor",
17   "Conquistador",
18   "Audaz",
19   "Estrategista"
20 ]},
21 {"Empreendedor": [
22   "Empreendedor",
23   "Conquistador",
24   "Audaz"
25 ]},
26 {"Conquistador": [
27   "Conquistador",
28   "Audaz"
29 ]},
30 ]}
```

Fonte: Autoria Própria(2020).

Na **Figura 23** está exibido o resultado de uma consulta que busca todas as instâncias da classe Jogador na ontologia **PlayProfile**.

Figura 23 – Listando todas as instâncias — PyComplex



```
1 [
2   "julia",
3   "marcos",
4   "mateus",
5   "Novo_Jogador"
6 ]
```

Fonte: Autoria Própria(2020).

Na **Figura 23** está exibido o resultado de uma consulta que busca todos os detalhes sobre um jogador específico da ontologia **PlayProfile**, inclusive as informações inferidas.

Figura 24 – Informações de um Jogador — PyComplex

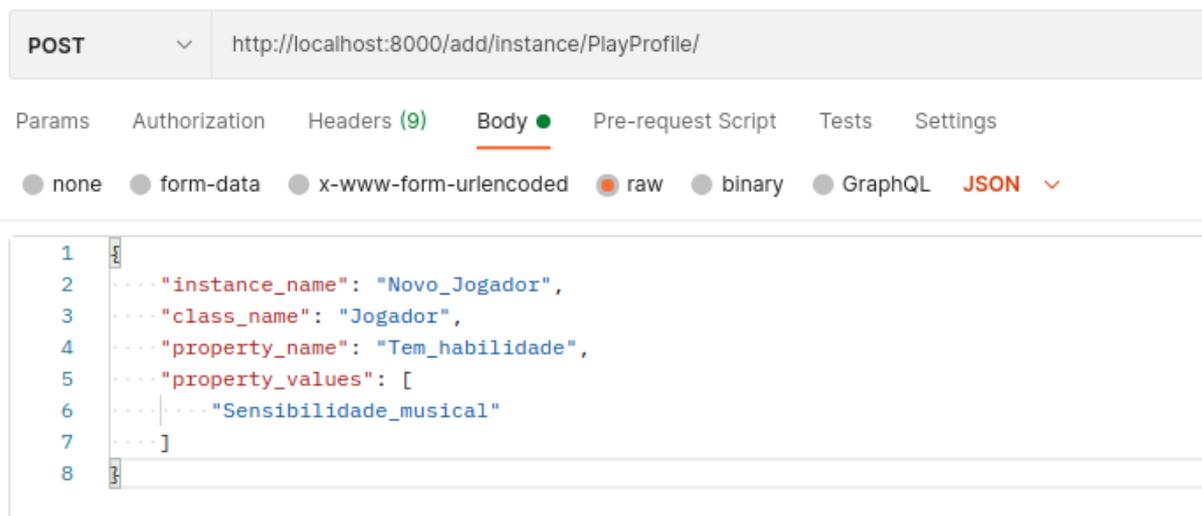
```

1  {
2  ...  "classes": [
3  ...    "Jogador",
4  ...    "Audaz",
5  ...    "Explorador"
6  ...  ],
7  ...  "properties": [
8  ...    "Tem_habilidade Criatividade",
9  ...    "Tem_habilidade Discernimento",
10 ...    "Tem_habilidade Noções",
11 ...    "Tem_habilidade Raciocínio_lógico"
12 ...  ],
13 ...  "games": [
14 ...    "Câmera",
15 ...    "Alfabeto_ABC",
16 ...    "Alfabeto_Melado",
17 ...    "Angry_Birds",
18 ...    "Aprender_a_ler_e_escrever",
19 ...    "Banana_Kong",
20 ...    "Colorir_e_Aprender",
21 ...    "Dancing_Road",
22 ...    "Estacionamento",
23 ...    "Fruit_Ninja",
24 ...    "YouTube",
25 ...    "1010"
26 ...  ]
27 }
    
```

Fonte: Autoria Própria(2020).

Na **Figura 25** é mostrado um exemplo de como criar uma instância na ontologia **PlayProfile**. O módulo PyComplex espera uma requisição com o Protocolo de Transferência de Hipertexto (HTTP) contendo um JSON como exibido abaixo.

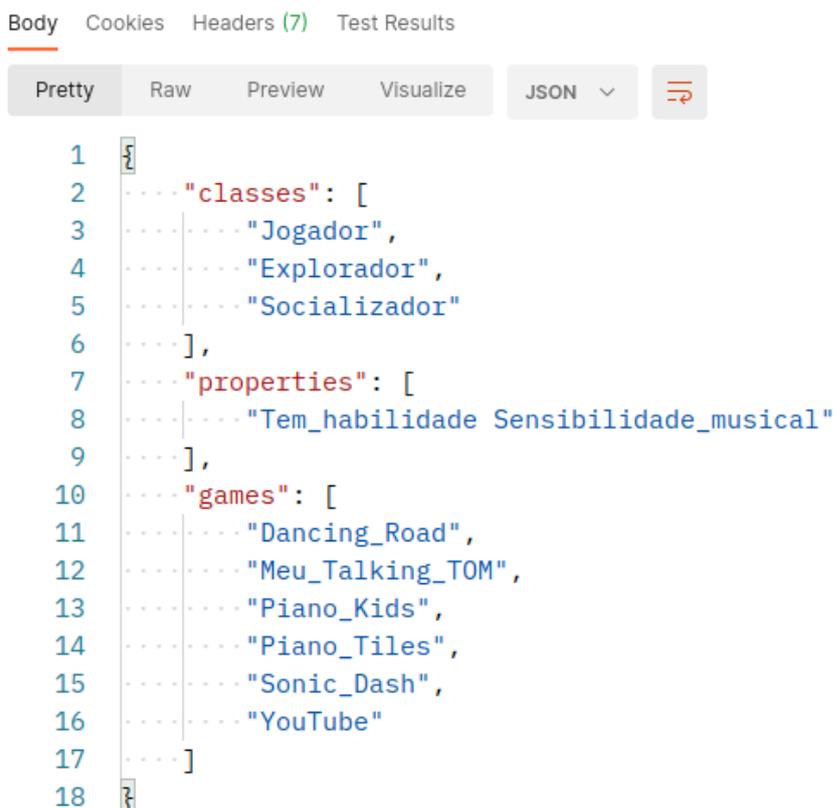
Figura 25 – Criando uma instância — PyComplex



Fonte: Autoria Própria(2020).

O resultado da requisição HTTP de criação de nova instância deve ser como na **Figura 26**. Importante observar que o resultado da requisição traz além das informações enviadas, as informações inferidas instantaneamente pela ontologia, que neste caso, inferiu que o jogador recém-cadastrado se encaixa nos perfis de Explorador e Socializador.

Figura 26 – Nova instância — PyComplex



Fonte: Autoria Própria(2020).

Na **Figura 27** é mostrada a principal consulta à ontologia, essa consulta mostra os jogos recomendados para uma criança específica cadastrada na plataforma e instanciada na ontologia.

Figura 27 – Recomendação de jogos — PyComplex

```

SPARQL query:
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX myOnt: <http://www.semanticweb.org/naylsonferreira/ontologies/PlayerProfile#>

SELECT DISTINCT ?games
WHERE {
  myOnt:julia rdf:type ?all_types .
  ?all_types owl:someValuesFrom ?habilidades .

  ?habilidades rdfs:subClassOf myOnt:Habilidade .
  ?habilidades rdfs:subClassOf ?Habtypes .
  ?Habtypes owl:someValuesFrom ?sujeitos .

  ?games rdf:type myOnt:Jogo .
  ?games rdf:type owl:NamedIndividual .
  ?games rdf:type ?gamesTypes .
  ?gamesTypes owl:someValuesFrom ?sujeitos .
}
    
```

Fonte: Aatoria Própria(2020).

Na **Figura 28** é mostrado um pseudocódigo que equivalente à consulta SPARQL na **Figura 27**. A consulta busca os jogos recomendados para o jogador considerando as habilidades e o conteúdo dos jogos.

Figura 28 – Pseudocódigo — PyComplex

```

1  Busque os jogos
2  |   onde
3  |     habilidades <= habilidades do jogador
4  |
5  |     sujeitos <= todos_os_sujeitos relacionados as habilidades
6  |
7  |     jogos <= todos_os_jogos relacionados aos sujeitos
8  |
9  |   mostre os jogos
10
    
```

Fonte: Aatoria Própria(2020).

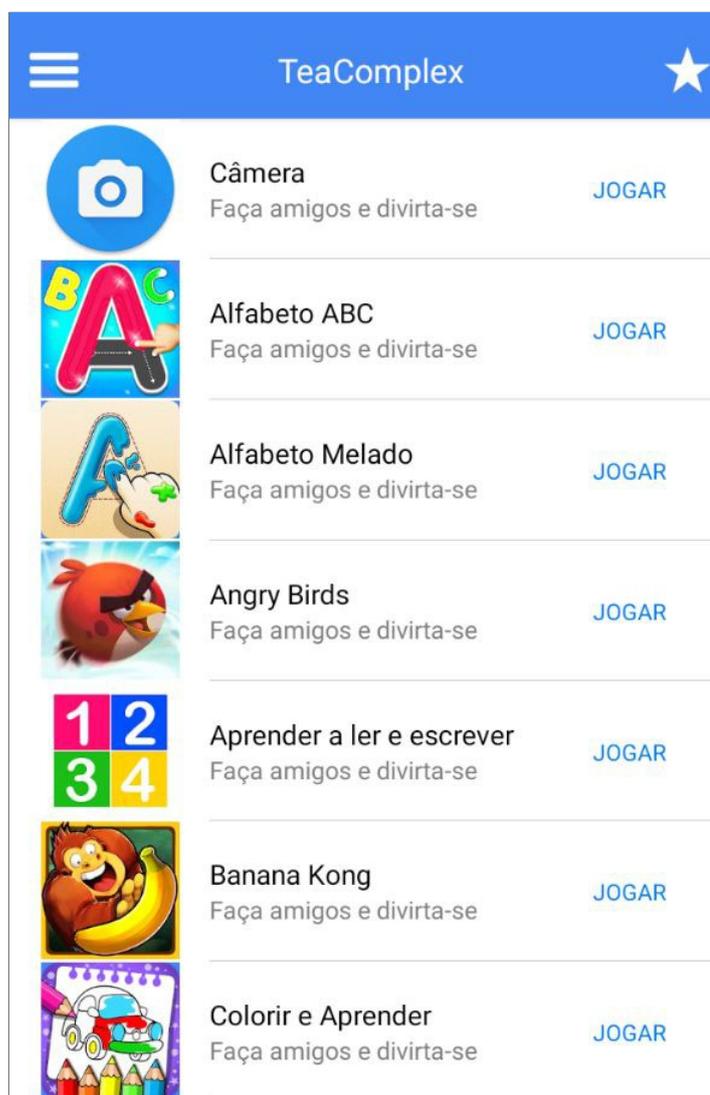
A construção da ontologia foi indispensável para as etapas posteriores, pois funciona como o principal elemento no processo de recomendação. No próximo capítulo está descrita a Plataforma Complexa e como essa plataforma se integra com a ontologia para que as recomendações cheguem até o usuário.

4 Plataforma Complexa

As atividades deste trabalho deram origem à vários artefatos tecnológicos e experiências que foram depositados na fundação da Plataforma. A Plataforma Complexa (TeaComplex), idealizada por Oliveira *et al.* (2019), trata-se de um ambiente virtual que, entre outros objetivos, contribuirá para o bem-estar das crianças diagnosticadas com autismo.

A plataforma, disponível para dispositivos móveis, foi construída com tecnologias atuais e técnicas de inteligência artificial. Seu modelo de trabalho valoriza as potencialidades individuais de aprendizagem. Na **Figura 29** é exibida a tela inicial da plataforma, nesta tela estão os jogos recomendados para uma criança específica cadastrada na plataforma e instanciada na ontologia.

Figura 29 – Tela Inicial — TeaComplex



Fonte: Autoria Própria(2020).

Na **Figura 30** está o *menu* de opções onde o jogador pode usar para acessar outras telas da plataforma. Este *menu* possui os botões que levam para a tela inicial, o perfil do jogador e uma tela onde o jogador pode editar suas habilidades. Nas próximas versões será possível inserir uma foto do jogador que aparecerá na parte superior do *menu*, onde atualmente é a logo da plataforma.

Figura 30 – Tela Menu — TeaComplex



Fonte: Autoria Própria(2020).

Na **Figura 31** é mostrada a tela de perfil do jogador onde o jogador pode usar para personalizar suas informações pessoais e contato. Atualmente o jogador pode personalizar as seguintes informações: Nome, Idade, *Whatsapp*, *Instagram*, uma breve biografia e o gênero. Estas informações poderão ser utilizadas para melhorar a inteligência da plataforma no futuro.

Figura 31 – Tela de Perfil — TeaComplex



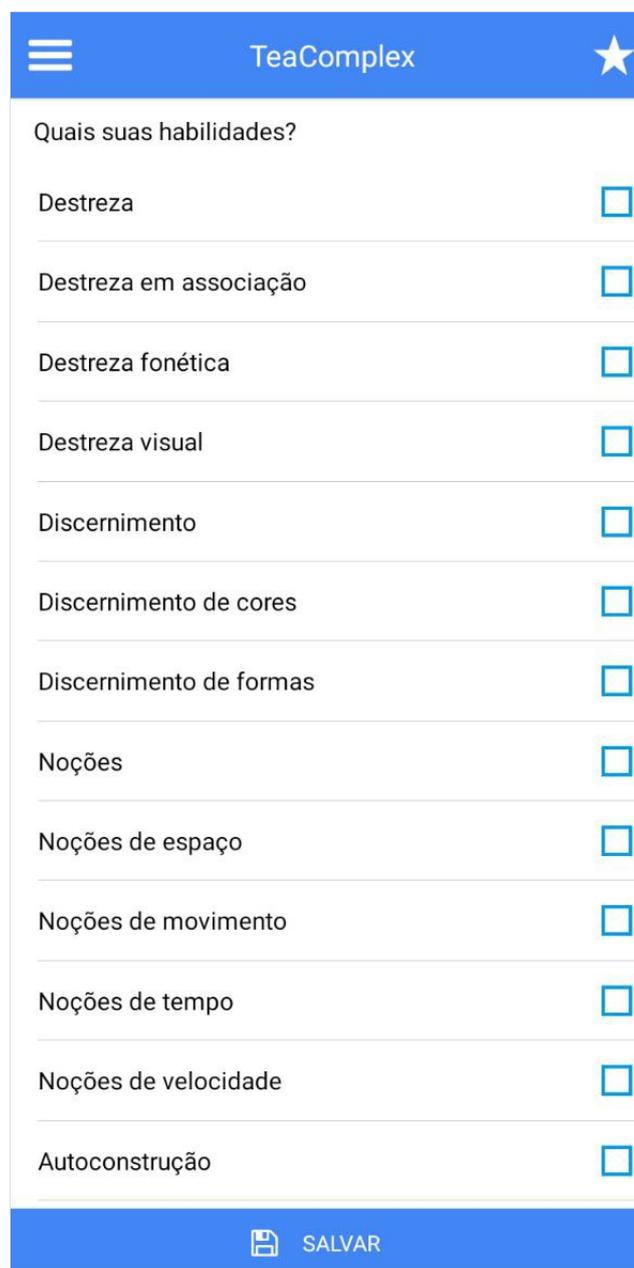
The screenshot shows a mobile application interface for a user profile. At the top, there is a blue header bar with a back arrow on the left and a star icon on the right. Below the header, the profile information is displayed in a white box with horizontal dividers. The fields are: 'Nome' with the value 'Temple Grandin', 'Idade' with the value '18', 'Whatsapp', 'Instagram', and 'Escreva algo sobre você'. Below these fields is a 'Genero' section with two radio buttons: 'Sou um menino' (unselected) and 'Sou uma menina' (selected). At the bottom of the profile box is a blue button with a save icon and the text 'SALVAR'.

Fonte: Autoria Própria(2020).

Na **Figura 32** é mostrada a tela de habilidades, onde o jogador pode selecionar as habilidades que achar mais adequadas. Este conjunto de habilidades escolhidas serão enviadas para o módulo PyComplex que no que lhe concerne enviará à ontologia. A ontologia por meio destas informações conseguirá determinar quais jogos estão relacionados e enviará a recomendação ao jogador.

Essa lista de habilidades foi adquirida através de levantamento do grupo especialista, e pode sofrer mudanças conforme a plataforma necessitar. Esta tela foi projetada para consumir e atualizar-se conforme a ontologia, ou seja, uma nova habilidade inserida na ontologia ficará disponível instantaneamente nesta tela da plataforma.

Figura 32 – Tela de Habilidades — TeaComplex



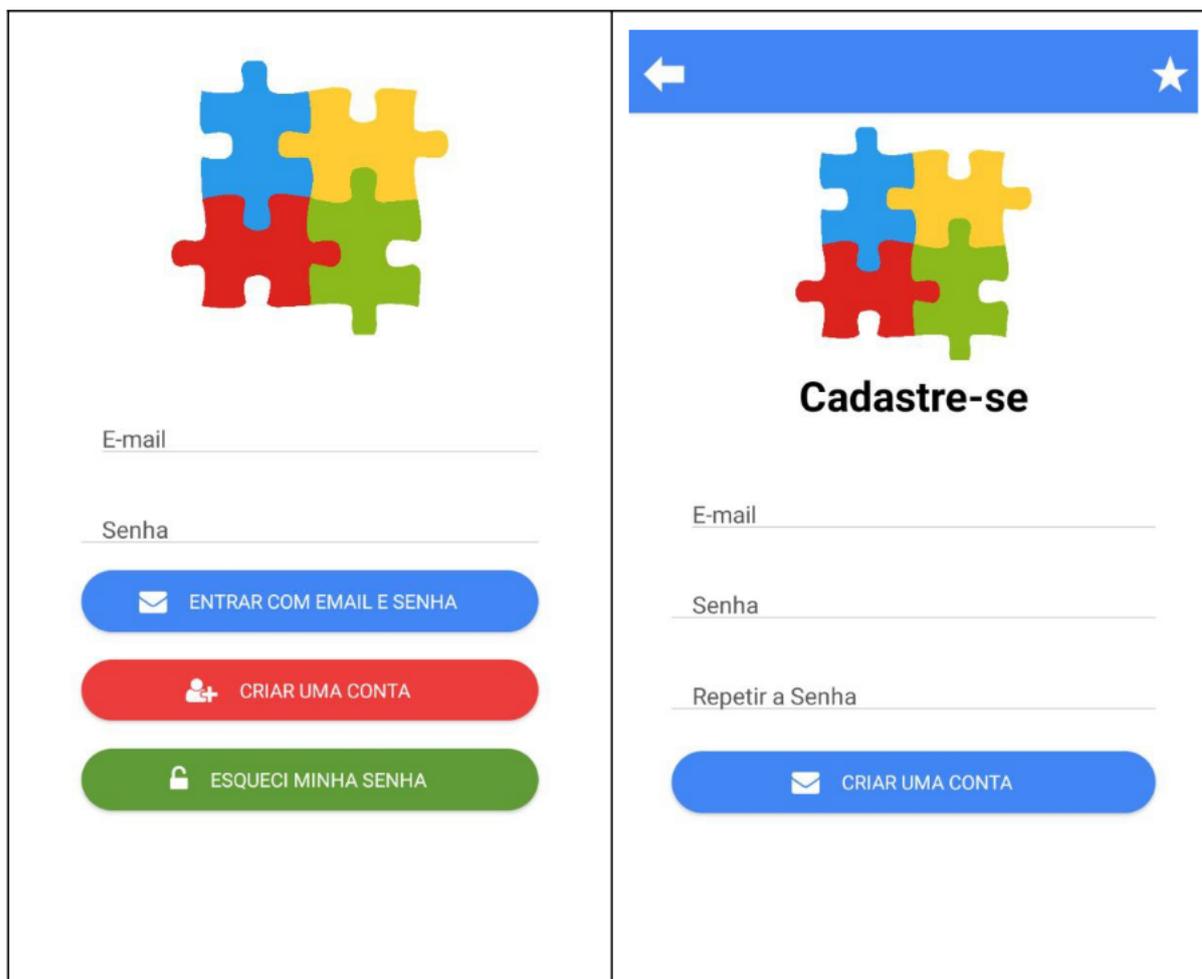
The screenshot shows a mobile application interface for 'TeaComplex'. At the top, there is a blue header bar with a hamburger menu icon on the left, the text 'TeaComplex' in the center, and a white star icon on the right. Below the header, the main content area is white and contains the question 'Quais suas habilidades?' followed by a list of 14 skills, each with an unchecked checkbox to its right. The skills listed are: Destreza, Destreza em associação, Destreza fonética, Destreza visual, Discernimento, Discernimento de cores, Discernimento de formas, Noções, Noções de espaço, Noções de movimento, Noções de tempo, Noções de velocidade, and Autoconstrução. At the bottom of the screen, there is a blue bar with a white save icon and the text 'SALVAR'.

Habilidade	Seleção
Destreza	<input type="checkbox"/>
Destreza em associação	<input type="checkbox"/>
Destreza fonética	<input type="checkbox"/>
Destreza visual	<input type="checkbox"/>
Discernimento	<input type="checkbox"/>
Discernimento de cores	<input type="checkbox"/>
Discernimento de formas	<input type="checkbox"/>
Noções	<input type="checkbox"/>
Noções de espaço	<input type="checkbox"/>
Noções de movimento	<input type="checkbox"/>
Noções de tempo	<input type="checkbox"/>
Noções de velocidade	<input type="checkbox"/>
Autoconstrução	<input type="checkbox"/>

Fonte: Autoria Própria(2020).

Na **Figura 33** são mostradas a tela de *login* e cadastro. Para que a plataforma recomende os jogos, assertivamente, é necessário a identificação do jogador. Nessas telas é possível criar uma conta ou entrar com uma conta existente, além disso, qualquer pessoa pode cadastrar-se e utilizar a plataforma.

Figura 33 – Tela de Login e Cadastro — TeaComplex



Fonte: Autoria Própria(2020).

O aplicativo foi desenvolvido com o *React-Native Framework*. O código-fonte é público e está disponível no repositório de código GitHub, no seguinte endereço: <<https://github.com/NaylsonFerreira/teacomplex>>

O *React-Native* é escrito em *JavaScript* e renderiza um código nativo. O código em *React* é renderizado para a Interface do Usuário (IU) da plataforma nativa, o que significa que seu aplicativo usa a mesma Interface de Programação de Aplicativos (APIs) da plataforma nativa que outros aplicativos usam. É possível criar aplicativos nativos para Android e iOS. *React-Native* combina as melhores partes do desenvolvimento nativo com *React*, a melhor biblioteca *JavaScript* da classe para construir interfaces de usuário. (NATIVE, 2021)

5 Validação

5.1 Validação da Ontologia

O primeiro objetivo específico deste trabalho "Encontrar a correlação entre potencialidades e habilidades e as características de jogos", foi debatido amplamente em 5 reuniões com o grupo geral que aconteceram ao longo dos anos de 2020 e 2021. Estas reuniões *onlines* foram gravadas e tinham duração de cerca de uma hora e meia, com um número de participantes variando entre 4 e 8 pessoas.

Estas reuniões geraram questionamentos e reflexos a cerca das possibilidades de permitir uma maior integração entre pessoas diagnosticadas com autismo e a tecnologia da informação. Nestas, discutimos histórias reais vivenciadas pelos especialistas da área e os pais presentes, que culminaram em uma ideia do que seria essa correlação e uma lista com jogos e habilidades a serem exploradas na ontologia.

Como verificado no Capítulo 3 a ontologia desenvolvida mostrou-se válida segundo os critérios para a avaliação e validação que são: corretude, completude e consistência. A ontologia foi desenvolvida junto a equipe de especialista em ontologias (Grupo 2) citado na seção de metodologia deste trabalho. As discussões foram importantes para alinhar o desenvolvimento da ontologia com a filosofia de trabalho do grupo geral. Com isso, foi alcançado o objetivo de construir uma Ontologia para organizar os jogos digitais para crianças diagnosticadas com autismo.

5.2 KHunters

A seguir, está apresentada uma lista de problemas detectados por (HENRIQUE *et al.*, 2019) no jogo KHunters, explorados e parcialmente resolvidos durante esta pesquisa.

- as crianças demonstraram pouco interesse em jogar;
- a abordagem baseada apenas no Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) mostrou-se inadequada;
- dificuldade de validação seguindo o modelo de desenvolvimento não iterativo, ou seja, validar o produto somente após concluir todo o desenvolvimento;
- necessidade de maior integração com os especialistas em autismo e com os pais.

Em decorrência da pandemia de Covid-19 durante quase todo período de pesquisa, foi impossível realizar a experiência com crianças. Visto que o jogo KHunters tem como

um dos principais objetivos minimizar o tempo de isolamento social, fica evidente que tal objetivo vai contra todas as recomendações sanitárias do atual momento, em que a ciência recomenda justamente o contrário.

Entretanto, o grupo de trabalho envolvido e comprometido com esta pesquisa trabalhou para alcançar todos os objetivos possíveis, como, por exemplo, a mudança na abordagem do autismo. O foco na complexidade e a multidisciplinaridade produziu um modelo de trabalho mais humano, entendendo a aprendizagem como um processo interno, contínuo e pessoal.

O jogo KHunters foi cadastrado junto aos jogos disponíveis na Plataforma Complexa, e será uma recomendação para os jogadores com perfil explorador. Foi hospedado em um servidor mais robusto e isso cessou os problemas com travamentos. Os personagens foram atualizados para animações mais vivas e também foi acrescentada a possibilidade do jogador escolher entre um avatar feminino ou masculino, como é possível observar na **Figura 1**. Foi adicionada uma tela no ambiente de administração que permite observar a localização dos jogadores em tempo real, como exibido na **Figura 34**. Por motivos de privacidade nesta tela não será possível identificar a qual jogador se refere a localização.

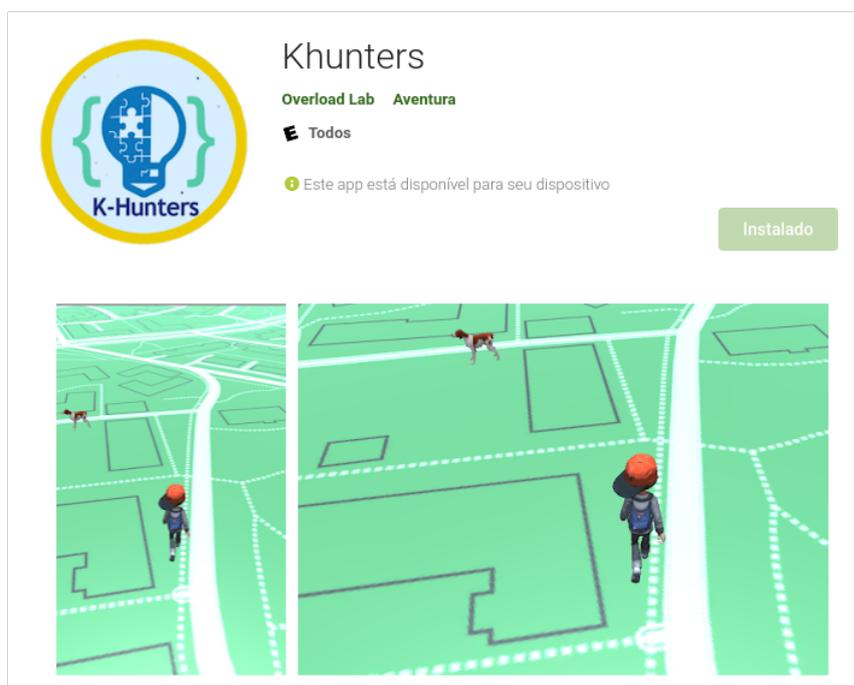
Figura 34 – Localização dos jogadores — Khunters



Fonte: Autoria Própria(2021).

O jogo está disponível, gratuitamente, para *download* na loja de aplicativos para dispositivos android no seguinte endereço: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.UFERSA.Khuntersworld>>, como é mostrado na **Figura 35**.

Figura 35 – Loja de Aplicativos — KHunters



Fonte: Autoria Própria(2021).

5.3 PyComplex e TeaComplex

Na etapa de validação, verificou-se tanto o módulo PyComplex como a plataforma TeaComplex, já que o módulo é parte contida na plataforma. A plataforma foi utilizada por 2 crianças diagnosticadas com autismo leve, neste trabalho foram nomeadas de Júnior, o menino de 5 anos e Bia a menina de 6 anos. Devido às limitações de interações pessoais em decorrência da pandemia de Covid-19, a parte prática do experimento foi realizada pelas próprias mães, que residem na cidade de Mossoró-RN. O arquivo com o instalador do *software* foi enviado via internet. O seguinte roteiro foi observado no processo de verificação:

- instalar o aplicativo da Plataforma Complexa em um dispositivo móvel;
- utiliza a plataforma para cadastrar a criança;
- acessa a página de perfil e preenche as informações pessoais da criança;
- acessa a página de habilidades e marca as habilidades que desejar;
- por fim, entrega o aparelho para criança e a observa enquanto joga.

Neste experimento cada criança jogou em média uma hora, essa atividade alcançou vários objetivos, como, por exemplo, verificar se o *software* funciona propriamente, sem

travamentos. Foi possível analisar a experiência do usuário, atestando se o *software* é de fácil utilização e dispensa treinamento ou tutorial.

Para a mãe de Júnior não foi necessário nenhum treinamento relacionado a *interface*, como botoes e *menu* de opções. Conseguiu rapidamente instalar e utilizar o *software*. Ela afirma que os jogos recomendados possuem relação com as habilidades marcadas na plataforma. Entretanto, relata que a lista de habilidades disponíveis é extensa e que há a possibilidade de refatoração e melhoria. Para ela, o número de recomendações pode ser menor e relata que Júnior se interessou por pouco mais da metade. Um fato observado é que cada recomendação é um jogo de terceiros, e deve ser baixado da loja de aplicativos para ser utilizado, portanto, há uma espera no *download* e a limitação de memória do aparelho.

Enquanto observava Júnior utilizando a plataforma TeaComplex, percebeu que ele demonstrou mais interesse pelos jogos que já conhecia e por jogos que de alguma forma eram familiares. Recomenda que a plataforma tenha a possibilidade de receber além das habilidades, também as áreas de interesse da criança. Desta forma, as recomendações seriam mais assertivas.

No caso de Bia, a mãe teve algumas dificuldades. Inicialmente precisou apagar alguns jogos do celular antes de instalar as recomendações. Também precisou de ajuda para instalar a plataforma, pois o arquivo de instalação foi enviado por uma rede social, mas ela estava acostumada a instalar jogos a partir da loja de aplicativo, finalmente com um pouco de esforço conseguiu completar a instalação.

Bia jogou por quase uma hora, principalmente os jogos que lhe eram mais familiares. Nestes momentos mostrou-se importante o trabalho em conjunto com os especialistas, pois a pesar de nem todos os jogos serem interessantes as crianças, todas se identificaram com pelo menos alguns destes, levantados pela equipe de especialistas em autismo. Bia utilizou a maior parte do tempo em 3 jogos com a temática de números. Ela mesma enviou uma mensagem a equipe falando quais jogos achou mais legais.

6 Conclusão

Neste capítulo estão apresentadas as conclusões desta pesquisa, as limitações observadas, as pesquisas futuras e as respostas para as questões de pesquisa que guiaram este trabalho. Inicialmente a discussão a cerca das questões de pesquisa, em seguida, algumas limitações observadas na excursão do trabalho, posteriormente os trabalhos futuros e por fim as conclusões.

6.1 Sumário de Pesquisa

As questões de pesquisa foram discutidas nas reuniões gerais e em reuniões com os especialistas em autismos, grupo 1.

- **Como os jogos digitais podem auxiliar crianças diagnosticadas com autismo?**

Opinião de uma especialista do grupo — "A gamificação é muito importante, pois auxilia a criança a dizer "eu" para si mesma. As crianças com TEA têm muita dificuldade em subjetivar, em ser autônoma".

Outra especialista comenta — "Os avatares e a realidade aumentada proporciona que as crianças se identifiquem com aquela pessoa, ajudando com a autoridade, isto é, pensar em si mesmo como autor".

Ainda na conversa, a primeira comenta — "A realidade virtual mexe muito com a criança. Nosso objetivo não é informar, mas sim provocar e perturbar, para que ela se reconheça, para que o cérebro se configure." e continua — "A ideia é disparar os mecanismos neurofisiológicos, focando nos trabalhos internos da criança. Nosso papel é só provocar, desencadear processos".

Por fim, conclui — "O desenvolvimento de objetos e brincadeira que tratam do tato, que ainda é pouco estudado, mas muito importante no 'start' de processos internos que ainda não conhecemos completamente".

- **Quais habilidades podem ser trabalhadas em um jogo digital?**

O Grupo de Ações e Investigações Autopoiéticas (GAIA), já citado anteriormente, através de sua coordenadora Dra. Nize Maria Campos Pellanda, cedeu gentilmente um relatório com os jogos atualmente utilizados em suas atividades com crianças diagnosticadas com autismo. Nesse relatório há uma lista de habilidades relacionadas a cada jogo, que podem ser utilizadas pelas crianças durante a brincadeira. A lista

de habilidades trabalhadas na ontologia foi retirada deste relatório ofertado pelo grupo GAIA.

Trecho do relatório sobre a utilização do celular como instrumento de apoio: "O uso de um objeto técnico e, no caso um dispositivo digital como um celular, um iPad ou um computador envolvendo jogos, pode disparar no usuário processos de transformação significativos que tenham implicações cognitivas e ontogênicas. Assim, o ambiente virtual que daí emerge, o toque, o deslocamento do olhar e as escolhas a serem feitas pelo jogador mobilizam-no de tal forma que desencadeiam mudanças efetivas nos sujeitos em termos orgânicos [...], subjetivos [...] e cognitivos..."

- **Como organizar as habilidades de cada criança?**

Esta questão foi discutida pelo grupo 3 em um grupo fechado em uma rede social. O grupo de especialistas em ontologias é formado principalmente por Mestres e Doutores em Ciência da computação. A principal questão do grupo foi evitar qualquer tipo de classificação das crianças. A ideia era organizar as habilidades em grupos.

Um participante sugere — "Eles podem participar de múltiplos contextos definidos pelas classes que representam as categorias de jogadores. Haverá crianças que estarão em 3, 4, N grupos. [...] Quanto mais habilidades ela desenvolver, maiores serão as possibilidades de que ela se enquadre em outros contextos, em outros perfis de jogo [...] vai ampliando o escopo dela".

Um segundo participante replica — "Acredito que criar perfis de jogadores explicitamente não vai ajudar diretamente no nosso problema. Uma vez que qualquer relação de "classificar" a criança não é bem vista. E pelo que já vimos nesse contexto autista, não é fácil dizer que uma criança possui certo perfil de jogador. O que podemos ter é essa classificação implícita e deixar a cargo das potencialidades".

Finalmente após uma longa argumentação destes e outros 4 participantes, durante várias semanas, o grupo decide organizar as habilidades em perfis de jogadores. Estes perfis estão organizados na ontologia de modo que um jogador pode apresentar características de qualquer número de perfis.

6.2 Limitações

Devido ao isolamento necessário na época em que essa pesquisa aconteceu, algumas dificuldades não foram superadas como esperado. A principal dificuldade a ser destacada foi a impossibilidade de utilizar o desenvolvimento incremental de forma completa. A plataforma foi validada incrementalmente do ponto de vista do planejamento e filosofia de trabalho, ou seja, todos os artefatos desenvolvidos correspondem com a teoria da complexidade e cada ponto foi repensado inúmeras vezes para esta conforme o modelo.

Porém, as crianças não utilizaram varias versões do *software* conforme o desenvolvimento avançava.

Os erros de desempenho do Jogo KHunters foram resolvidos, em laboratório o jogo se mostrou pronto para ser usado como foi projetado, mas os testes de campo utilizando o gps foram suspensos. É necessário os testes de carga com maior número de jogadores simultâneos e um investimento em servidores a depender da demanda.

A plataforma TeaComplex tem como limitação a quantidade de dispositivos compatíveis. Para que venha a ser disponibilizada para todas as categorias de dispositivos moveis, será necessário um bom investimento financeiro e de tempo de desenvolvimento. O protótipo inicial que foi utilizado na validação é uma prova do conceito e a materialização da ideia, mas ainda há muito o que ser feito.

6.3 Trabalhos futuros

Conforme aconteciam as reuniões de planejamento e as discussões com os pais e especialistas, foi possível verificar as inúmeras demandas das crianças autistas e as pessoas que as cercam. Partindo dos resultados e experiencias obtidos nesta pesquisa, é possível observar possibilidade de trabalhos para aprimoramento tanto dos *softwares* como do modelo de trabalho.

Uma das principais demandas para o futuro é o desenvolvimento de todas as funcionalidades levantadas pelo grupo de especialista em autismo, de modo a completar o desenvolvimento da plataforma. Desenvolver um modulo de relatórios para os profissionais e pais, desenvolver os mini-jogos na plataforma, colocar a plataforma a disposição nas lojas de aplicativos entre outras. Também como trabalho futuro pesquisar e traça um paralelo entre a engenharia de *software* e a teoria da complexidade.

6.4 Contribuições

O trabalho que foi realizado nesta pesquisa em conjunto com muitos outros pesquisadores da área de autismo, mostro-se muito positivo, gerando alguns artefatos tecnológicos como jogos, ontologias, agentes inteligentes e a plataforma. Além desses artefatos, proporcionou experiencias importantes para todos envolvidos. Os resultados iniciais da plataforma são importantes para iniciar o próximo ciclo de desenvolvimento, até alcançar o funcionamento pleno.

Referências

- ATAÍDE, R.; ALVES, L.; MONTEIRO, R. Desenvolvimento de ferramenta imersiva e ambiente virtual para estimulação de funções executivas em crianças com transtorno autista. In: *Workshop de Gestão, Tecnologia Industrial e Modelagem Computacional*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 1, n. 1. Citado na página 10.
- AUTISMO, A. D. do. *Autismo*. [S.l.]: Obtido de [http://www. fpda. pt/autismo](http://www.fpda.pt/autismo), 2017. Citado 3 vezes nas páginas 3, 4 e 9.
- AZUMA, R. *et al.* Recent advances in augmented reality. *IEEE computer graphics and applications*, IEEE, v. 21, n. 6, p. 34–47, 2001. Citado na página 19.
- BARBOSA, H. F. A. *Análise do recurso a novas tecnologias no ensino de autistas*. Tese (Doutorado) — Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2009. Citado na página 13.
- BRASIL. *Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista*. [S.l.]: Diário Oficial da União Brasília, 2012. Citado na página 9.
- CAMINHA, V. L. *et al.* Tecnologia assistiva e seus recursos no trabalho com crianças com transtornos do espectro do autismo (tea) no projeto adaca. *Revista Iberoamericana de Psicología*, v. 11, n. 3, p. 93–102, 2019. Citado na página 10.
- CAMINHA, V. L. P. dos S.; CAMINHA, A. de O.; ALVES, P. P. Ambiente digital de aprendizagem para crianças autistas (adaca). *AUTISMO: VIVÊNCIAS E CAMINHOS*, p. 123, 2016. Citado na página 10.
- CORCHO, O.; FERNANDEZ-LOPEZ, M.; GOMEZ-PEREZ, A. Ontological engineering: what are ontologies and how can we build them? In: *Semantic web services: Theory, tools and applications*. [S.l.]: IGI Global, 2007. p. 44–70. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 29.
- DRUMMOND, R. *et al.* A estimulação cognitiva de pessoas com transtorno autista através de ambientes virtuais. *Cadernos do IME-Série Informática*, v. 13, p. 63–68, 2002. Citado na página 10.
- EARNSHAW, R. A. *Virtual reality systems*. [S.l.]: Academic press, 2014. Citado na página 18.
- FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 11, n. 1, 2013. Citado na página 20.
- FONTES, R. M. D. S. F. *Aspectos da pragmática da comunicação em crianças com Síndrome de Asperger*. Tese (Doutorado) — Universidade do Minho, 2009. Citado na página 13.
- GRUBER, T. R. Knowledge acquisition. *A translation approach to portable ontology specifications*, v. 5, n. 199-220, p. 10–1006, 1993. Citado na página 16.

- HENRIQUE, J. R. *et al.* A atenção a si e ao outro na experiência de crianças autistas com os jogos desenvolvidos para a saúde mental. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019. Citado 4 vezes nas páginas 10, 11, 22 e 47.
- LATTA, J. N.; OBERG, D. J. A conceptual virtual reality model. *IEEE Computer Graphics and Applications*, IEEE, v. 14, n. 1, p. 23–29, 1994. Citado na página 18.
- MORAIS, E. A. M.; AMBRÓSIO, A. P. L. Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens. *Relatório Técnico–RT-INF-001/07*, dez, 2007. Citado na página 17.
- NACKE, L. E.; BATEMAN, C.; MANDRYK, R. L. Brainhex: A neurobiological gamer typology survey. *Entertainment computing*, Elsevier, v. 5, n. 1, p. 55–62, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 17, 23 e 24.
- NATIVE, R. *Aprenda uma vez, escreva em qualquer lugar*. 2021. Disponível em: <<https://reactnative.dev/>>. Acesso em: 07 Abril 2021. Citado na página 46.
- NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. *et al.* *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. [S.l.]: Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01-05 and . . . , 2001. Citado na página 21.
- OLIVEIRA, C. C. *A Educação como processo auto-organizativo*. [S.l.]: Instituto Piaget, 1999. Citado na página 15.
- OLIVEIRA, L. R. *et al.* TEAComplex: plataforma digital tãtil para sujeitos com transtorno autístico, baseada na perspectiva da complexidade. *Psicologia Clínica*, scieloapsic, v. 31, p. 303 – 322, 08 2019. ISSN 0103-5665. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-56652019000200006&nrm=iso>. Citado 6 vezes nas páginas 11, 14, 16, 18, 20 e 41.
- PAIVA JUNIOR, F. *Quantos autistas há no Brasil?* 2019. Disponível em: <<https://www.revistaautismo.com.br/noticias/quantos-autistas-ha-no-brasil>>. Acesso em: 03 nov. 2019. Citado na página 9.
- PELLANDA, N. M. C. Reflexões sobre cognição/subjetivação no ciberespaço na perspectiva da complexidade. *Informática na educação: teoria & prática*, v. 12, n. 2, 2009. Citado na página 14.
- PELLANDA, N. M. C.; DEMOLY, K. R. d. A. As tecnologias touch: corpo, cognição e subjetividade. *Psicologia Clínica*, SciELO Brasil, v. 26, n. 1, p. 69–89, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 16.
- REIMERINGER, M. J. *Gamification: a tool to enhance response quality in lean market research*. Dissertação (B.S. thesis) — University of Twente, 2016. Citado na página 20.
- SILVA, L. *et al.* A utilização do edlim como ferramenta pedagógica para alunos com tea (transtornos do espectro autista). In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 23, n. 1, p. 1208. Citado na página 9.
- SILVA, L. E. C. da; PELLANDA, N. M. C. A ontoepistemogenese de crianças autistas através da utilização de tecnologias touch. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 5, n. 1, p. 1384. Citado na página 14.

SILVA, S. D. *et al.* Knowledgemon hunters: um jogo sério com geolocalização para apoiar a aprendizagem de crianças com autismo e dificuldades de aprendizado. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 22.

SIMÕES, J.; REDONDO, R. D.; VILAS, A. F. A social gamification framework for a k-6 learning platform. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, v. 29, n. 2, p. 345–353, 2013. Citado na página 20.

SOUZA, A. O.; RUSCHIVAL, C. Autismo e educação: jogo digital estimulador da comunicação e da linguagem em crianças autistas. *Latin American Journal of Science Education*, v. 1, n. 12124, p. 1–16, 2015. Citado na página 9.

VARELA, F. *Eticay accion*. 1996. Citado na página 14.

VRANDEČIĆ, D. Ontology evaluation. In: *Handbook on ontologies*. [S.l.]: Springer, 2009. p. 293–313. Citado na página 28.