

Atividade Penosa: 0	Licenças Descontadas: 0	Bônus: 0
Insalubridade: 0	Licenças Descontadas: 0	Bônus: 0
Irradiação Ionizante: 0	Licenças Descontadas: 0	Bônus: 0
Periculosidade: 0	Licenças Descontadas: 0	Bônus: 0
Raio-X: 0	Licenças Descontadas: 0	Bônus: 0
Todos: 0	Licenças Descontadas: 0	Bônus: 0

ADICIONAIS

Nenhum adicional registrado para este(a) servidor(a).

TOTALIZAÇÃO DOS ADICIONAIS

	Tempo Descrito	
	Total	Bônus
Atividade Penosa:	0 dias (0 dias)	0 dias (0 dias)
Insalubridade:	0 dias (0 dias)	0 dias (0 dias)
Irradiação Ionizante:	0 dias (0 dias)	0 dias (0 dias)
Periculosidade:	0 dias (0 dias)	0 dias (0 dias)
Raio-X:	0 dias (0 dias)	0 dias (0 dias)
Todos:	0 dias (0 dias)	0 dias (0 dias)

LICENÇAS ESPECIAL/PRÊMIO ADQUIRIDAS

Nenhuma licença especial/prêmio adquirida por este(a) servidor(a).

LICENÇAS ESPECIAL/PRÊMIO UTILIZADAS

Nenhuma licença especial/prêmio utilizada por este(a) servidor(a).

TOTALIZAÇÃO DAS LICENÇAS ESPECIAIS/PRÊMIO

	Dias	Tempo Descrito
Adquiridas:	0	0 dias
Utilizadas:	0	0 dias
Não gozadas em dobro:	0	0 dias

AUSÊNCIAS

Nenhuma ausência registrada para este(a) servidor(a).

ANUÊNIOS

	Dias	Tempo Descrito
Tempo líquido na UFERSA	0	0 dias
Averbações federais	0	0 dias
Total de tempo de serviço	0	0 dias

DIAS TRABALHADOS / TEMPO COMUM

	Sem averbação	Com averbação
Até 16/12/1998:	0 dias (0 dias)	2 ano(s), 1 mes(es) e 16 dia(s) (776 dias)
Até 31/12/2003:	0 dias (0 dias)	7 ano(s), 2 mes(es) e 2 dia(s) (2617 dias)
Até 04/11/2019:	2 ano(s), 1 mes(es) e 21 dia(s) (781 dias)	23 ano(s) e 8 dia(s) (8403 dias)

DIAS TRABALHADOS / TEMPO DOCENTE



	Sem averbação	Com averbação
Até 16/12/1998:	0 dias (0 dias)	0 dias (0 dias)
Até 31/12/2003:	0 dias (0 dias)	0 dias (0 dias)
Até 04/11/2019:	2 ano(s), 1 mes(es) e 21 dia(s) (781 dias)	2 ano(s), 1 mes(es) e 21 dia(s) (781 dias)

TEMPO EM ATIVIDADE

	Dias	Descrição
Serviço Público:	781	2 ano(s), 1 mes(es) e 21 dia(s)
Carreira:	781	2 ano(s), 1 mes(es) e 21 dia(s)
Cargo:	781	2 ano(s), 1 mes(es) e 21 dia(s)

DATA DE CONTRIBUIÇÃO

	25 anos	30 anos	35 anos
Tempo Comum:	26/10/2021	25/10/2026	24/10/2031
Tempo Docente:	08/09/2042	07/09/2047	05/09/2052

Regras de Aposentadoria

O servidor não atingiu os requisitos de nenhuma regra de aposentadoria até 04/11/2019.





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
GABINETE DO REITOR

PORTARIA UFERSA/GAB Nº 096/2019, de 20 de fevereiro de 2019.

O Reitor da **Universidade Federal Rural do Semi-Árido**, no uso de suas atribuições conferidas pelo Decreto de 29 de agosto de 2016, publicado no Diário Oficial da União de 30 de agosto de 2016.

CONSIDERANDO o que consta no Processo nº 23091.013092/2018-83;

CONSIDERANDO a Decisão CONSUNIUFERSA nº 003/2019, de 31 de janeiro de 2019;

R E S O L V E:

Art. 1º Autorizar o ajustamento do servidor docente **Kleber Tavares Fernandes**, matrícula SIAPF nº 1292448, Professor do Centro Multidisciplinar de Anápolis, no período de 20 de fevereiro de 2019 a 19 de fevereiro de 2021, com a finalidade de cursar Doutorado em Ciência da Computação, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, em Natal - RN.

Parágrafo único: A autorização de que trata o caput deve ser renovada anualmente, sendo tal renovação submetida à análise do Conselho competente.

Art. 2º Este ato entra em vigor a partir desta data.

José de Arimatéia de Matos
Reitor





Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Centro de Ciências Exatas e da Terra – CCET
Programa de Pós Graduação em Sistemas e Computação – PPgSC



26

TERMO DE DECLARAÇÃO

Assunto: Mudança de orientador.

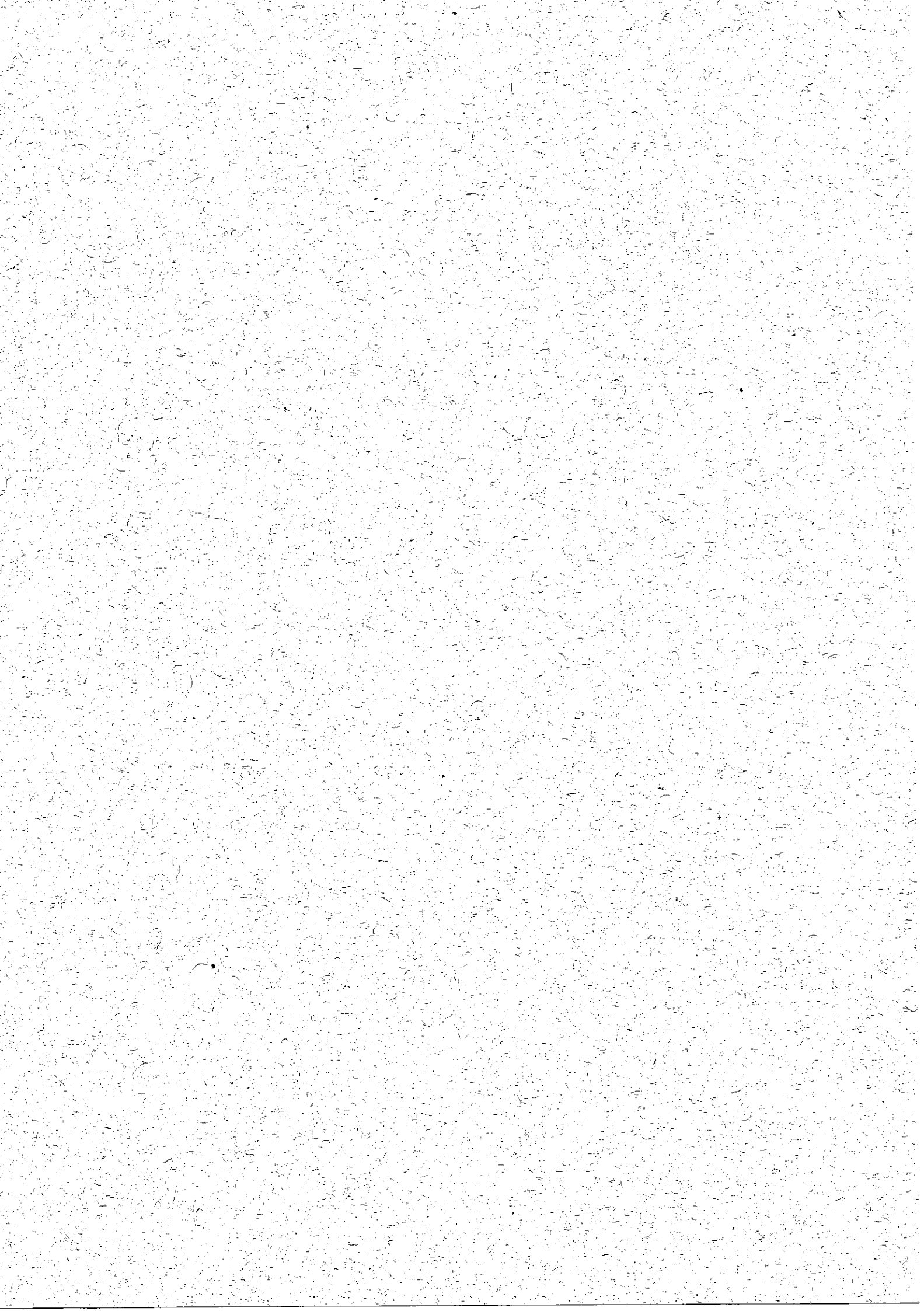
Eu, Kleber Tavares Fernandes, regularmente matriculado no Programa de Pós Graduação em Sistemas e Computação – PPgSC, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, venho através deste documento informar que a partir do mês de outubro de 2019, passei a ser orientado pelo Prof. Dr. Eduardo Henrique da Silva Aranha, no curso de doutorado em Ciência da Computação. A profa Dra. Marcia Lucena passa a ser minha co-orientadora em razão da sua saída do País para realizar seu Pós-doutorado no Canadá.

Natal, 05 de novembro de 2019.

Kleber Tavares Fernandes

UFRN- CCET DIMAp- PPgSC
Programa de Pós-Graduação em
Sistemas e Computação
Av. Senador Salgado Filho, 3000
Lagoa Nova
CEP: 59078-970 - Natal-RN

Daniel Bruno de Melo Oliveira
Secretário do PPgSC/UFRN
Assistente em Administração
Matrícula: 3050521





Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Centro de Ciências Exatas e da Terra – CCET
Programa de Pós Graduação em Sistemas e Computação – PPgSC



**Uma Estratégia de Desenvolvimento do Pensamento Computacional a Partir da
Especificação de *Game Design* utilizando Linguagem Natural Controlada**

Por

**Kleber Tavares Fernandes
Proposta de Doutorado**

Natal/RN
Novembro de 2019

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Centro de Ciências Exatas e da Terra – CCET
Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Computação – PPGSC

Uma estratégia de desenvolvimento do pensamento computacional a partir da
especificação de *game design* utilizando linguagem natural controlada

Proposta de pesquisa submetida à Coordenação
do Programa de Pós Graduação em Sistemas e
Computação do Centro de Ciências Exatas e da
Terra da Universidade Federal do Rio Grande do
Norte, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Doutor em Ciência da Computação.

Orientadora: Marcia Lucena, Dra.
Co-orientador: Eduardo Aranha, Dr.

Natal/RN
Novembro de 2019

Resumo

As iniciativas que promovem o desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica ainda são insuficientes. Historicamente, os resultados das avaliações desse mesmo segmento têm mostrado deficiências na aprendizagem da matemática e da língua portuguesa. Observam-se pesquisas que apresentam soluções tecnológicas que priorizam a resolução dos problemas da matemática. Porém, em se tratando de produção textual (língua portuguesa), poucas são apresentadas. Uma das estratégias que pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional e da capacidade de produzir textos é o uso de jogos digitais. A escolha de metodologias eficientes, como a aprendizagem baseada em jogos apoiada por uma linguagem que suporte a produção do *game design* de jogos no contexto educacional, mostra-se necessária. Este trabalho propõe uma estratégia de especificação de *game design* de jogos digitais por alunos e professores em sala de aula através da produção textual, com a finalidade de promover o desenvolvimento do pensamento computacional. Usa o método hipotético dedutivo, caracterizando-se como de natureza aplicada. Classifica-se ainda como explicativo, já que propõe uma linguagem natural controlada para especificação de *game design* de jogos digitais examinando sua expressividade, completude e benefícios. Os resultados preliminares provenientes dos estudos exploratórios mostram que a estratégia proposta é aplicável ao seu contexto e já apresentam indícios da promoção do pensamento computacional, bem como motiva a produção textual dos alunos.

Lista de figuras

14	Figura 1: Etapas da pesquisa
21	Figura 2: Proficiência média por Estado em língua portuguesa
30	Figura 3a: Perfil produtor <i>game design</i>
30	Figura 3b: Perfil do público alvo dos jogos
30	Figura 4a: Validação das propostas
30	Figura 4b: Estudos inspirados em outras abordagens
38	Figura 5: Área de aplicação das propostas
40	Figura 6: Produto gerado pelas propostas
44	Figura 7: Etapas do estudo exploratório
45	Figura 8: Conhecendo o catálogo de objetos
45	Figura 9: Produção textual
46	Figura 10: Primeira versão de um dos textos produzidos
46	Figura 11: Reescrita do texto
48	Figura 12: Idealizando o jogo
48	Figura 13: Produção textual
51	Figura 14: Etapas do estudo
52	Figura 15: Aluna realizando a atividade
53	Figura 16: Amostra de um texto produzido
54	Figura 17: Tela do jogo Cores em Inglês
55	Figura 18: Você acredita que os textos produzidos ficaram bons?
55	Figura 19: Você considera que as descrições dos jogos podem se transformar em um jogo novamente?
55	Figura 20: Foi difícil identificar os elementos dos jogos?
59	Figura 21: Professoras participantes do estudo
64	Figura 22: Visão geral da estratégia proposta
65	Figura 23(a): Cartão de Objeto
65	Figura 23(b): Catálogo de Imagens do Scratch
68	Figura 24: Modelo de <i>Game Design</i>
72	Figura 25: Listagem das classes e suas hierarquias
72	Figura 26: <i>Object Proper</i>
74	Figura 27: Desenho da ontologia
4	

Figura-28: Exemplo de instâncias	76
Figura 29: Relacionamento entre jogo e tegra	76
Figura 30: Relacionamento entre jogo e trilha_Sonora	76
Figura 31. Relacionamento entre jogo e cenário	77
Figura 32: <i>setScenario</i> : seleção do cenário do jogo.	79
Figura 33: <i>addCharacter</i> : seleção dos personagens do jogo	80
Figura 34: Atividades para processamento do texto	81

Lista de tabelas

25	Tabela 1: Questões de pesquisa (RSL1)
26	Tabela 2: Critérios de inclusão (RSL1)
26	Tabela 3: Critérios de exclusão (RSL1)
27	Tabela 4: Avaliação da qualidade (RSL1)
28	Tabela 5: <i>String</i> de busca (RSL1)
28	Tabela 6: Resultados da avaliação da qualidade (RSL1)
33	Tabela 7: Questões de pesquisa (RSL2)
34	Tabela 8: Critérios de inclusão (RSL2)
34	Tabela 9: Critérios de exclusão (RSL2)
34	Tabela 10: Avaliação da qualidade (RSL2)
35	Tabela 11: <i>String</i> de busca (RSL2)
35	Tabela 12: Listagem dos estudos finais (RSL2)
37	Tabela 13: Resultados da avaliação da qualidade (RSL2)
41	Tabela 14: Estudos no contexto educacional
56	Tabela 15: Frases associadas a especificação do <i>game design</i>
57	Tabela 16: Exemplos de reescrita das frases
59	Tabela 17: Descrição de cenários
61	Tabela 18: Descrição de personagens
61	Tabela 19: Descrição de objetos
62	Tabela 20: Descrição de regras
69	Tabela 21: Documento de especificação de requisitos
71	Tabela 22: Descrição das classes da ontologia
73	Tabela 23: Características das propriedades das classes da ontologia
90	Tabela 24: Cronograma de atividades

Lista de abreviaturas e siglas

ANA	<i>Avaliação Nacional da Aprendizagem</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CE	Critérios de Exclusão
CI	Critérios de Inclusão
CIEB	Centro de Inovação para Educação Brasileira
CSER	<i>Computer Science Education Research Group</i>
CSTA	<i>Computes Science Teachers Association</i>
DSL	<i>Domain Specific Language</i>
ES	Engenharia de <i>Software</i>
EUA	Estados Unidos da América
GDD	<i>Game Design Document</i>
GDL	<i>Game Design Language</i>
GDM	<i>Game Design Model</i>
GDO	<i>Game Design Ontology</i>
IMD	Instituto Metrópole Digital
ISTE	<i>Internacional Society for Technology in Educacion</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
LNC	Linguagem Natural Controlada
NEI	Núcleo de Educação da Infância
NSF	<i>Nacional Science Foudation</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
PISA	<i>Programme for Internacional Student Assessment</i>
RBIE	Revista Brasileira de Informática na Educação
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SAEB	<i>Sistema de Avaliação da Educação Básica</i>
SBGAMES	Simpósio Brasileiro de Computação, Jogos e Entretenimento Digital
SBIE	Simpósio Brasileiro de Informática na Educação
WIE	<i>Workshop de Informática na Escola</i>

Sumário

10	10	Capítulo 1
10	10	1.1. Introdução
12	12	1.2. Problemática
12	12	1.3. Objetivos
12	12	1.4. Questões de pesquisa
13	13	1.5. Metodologia
15	15	1.6. Organização do documento
16	16	2. Capítulo 2
16	16	2.1. Pensamento computacional
18	18	2.2. Aprendizagem baseada em jogos
19	19	2.3. <i>Game design</i>
20	20	2.4. Produção textual e sua relação com a criação de jogos na escola
22	22	2.5. Linguagem Natural Controlada – LNC
23	23	2.6. Ontologia
25	25	3. Capítulo 3
25	25	3.1. Estratégias para elaboração de <i>game design</i> de jogos digitais educativos: uma revisão sistemática
27	27	3.1.1. Análise dos artigos encontrados
32	32	3.1.2. Considerações finais da revisão sistemática
33	33	3.2. Linguagens e modelos de desenvolvimento de <i>game design</i> de jogos digitais no contexto educacional: uma revisão sistemática
35	35	3.2.1. Análise dos artigos encontrados
40	40	3.2.2. Considerações finais da revisão sistemática
41	41	3.3. Conclusões em relação às revisões sistemáticas
44	44	4. Capítulo 4
44	44	4.1. Estudo exploratório 01: Idealização de jogos
44	44	4.1.1. Validação da estratégia
47	47	4.1.2. Oficina de <i>game design</i>
49	49	4.1.3. Análise dos resultados
50	50	4.2. Estudo exploratório 02: Do jogo ao texto
58	58	4.3. Estudo exploratório 03: Análise das expressões que especificam o <i>game design</i>
64	64	5. Capítulo 5
64	64	5.1. Estratégia de especificação de <i>game design</i> de jogos digitais
67	67	5.2. <i>Game Design Model</i> – GDM
68	68	5.3. <i>Game Design Ontology</i> – GDO
77	77	5.4. Visão Geral da <i>Game Design Language</i> - GDL: Uma linguagem natural controlada para especificação de <i>game design</i> de jogos digitais

5.4.1. Protótipo da GDL básica	78
5.4.2. Protótipo da GDL utilizando gramática	81
6. Capítulo 6	88
6.1. Trabalhos relacionados	88
7. Capítulo 7	90
7.1. Conclusões	90
7.2. Cronograma	90
7.3. Trabalhos futuros	92
7.4. Lista de publicações	92
8. Referências	94

Este capítulo introduz o assunto abordado nesta proposta, expõe suas problemática e objetivos. Apresenta quatro questões de pesquisa que serão investigadas, bem como a metodologia que será seguida em seu desenvolvimento. Ao final, apresenta como este documento está organizado.

1.1. Introdução

Várias pesquisas e Organizações Internacionais apresentam diretrizes para apoiar as escolas a incluírem os temas tecnologia e computação em suas práticas pedagógicas, com o objetivo de desenvolver nos alunos competências e habilidades relacionadas à tecnologia e a computação. Um dos temas abordados trata especificamente do pensamento computacional considerado como um dos pilares fundamentais do intelecto humano, junto a leitura, a escrita e a aritmética. Contudo, ainda são insuficientes as iniciativas que promovem o desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica. [CIEB 2018], [Barr 2015], [Grover 2013], [CCSSO and NGA Center 2019] ;

Em paralelo, os resultados de alguns estudos mostram fragilidade na competência de compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética para resolver problemas das diversas áreas, inclusive a educação. Como também evidenciam dificuldades no desenvolvimento de habilidades de leitura e escrita para produção de textos. Historicamente, os resultados das avaliações da educação básica têm mostrado deficiências na aprendizagem da matemática e da língua portuguesa [OCDE 2019], [BRASIL, 2018].

Observam-se pesquisas que apresentam soluções tecnológicas que priorizam a resolução dos problemas da matemática, porém no que se refere à produção textual (língua portuguesa), poucas são apresentadas. Ou seja, existe uma lacuna em relação a estratégias que façam uso da tecnologia e que possam contribuir com a aprendizagem da língua portuguesa, sobretudo da produção textual. [Barcelos e Silveira 2012], [Allan et al. 2010], [Barcelos et al. 2015].

Uma das estratégias que pode contribuir para superar essas dificuldades é o uso de jogos digitais. É sabido que esses jogos envolvem, motivam e despertam a curiosidade dos jogadores. O fato dos jogos fazerem parte do cotidiano de grande parte das crianças e adolescentes pode facilitar seu uso em atividades escolares. Muitos educadores já perceberam que aliar jogos à educação pode ser uma estratégia importante para a aprendizagem [Rebouças et al. 2010], [Marques et al. 2011], [Sá et al. 2007], [Prensky 2010].

Para Marinho et. al. (2011) é possível extrapolar o uso de jogos na educação. Seus estudos mostram que professores e alunos podem se envolver em projetos de produção de jogos na própria escola. Os resultados apontam excelentes ganhos na aprendizagem, desenvolvimento cognitivo, aumento da criatividade e autonomia dos alunos, sem falar que oportuniza conhecer um domínio específico computacional. Segundo Danielle et. al. (2015) professores tornam suas aulas mais interessantes e significativas para os alunos que, motivados em desenvolver seu próprio jogo, aprendem os conteúdos de diversos componentes curriculares envolvidos no projeto, configurando-se como uma atividade interdisciplinar.

Produzir jogos em sala de aula pode favorecer o desenvolvimento do pensamento computacional, pois ao desenvolvê-los o aluno pensa na resolução de uma problemática nele envolvida, sua decomposição, a construção de algoritmos para resolução desse problema e a identificação de características comuns entre os problemas e suas soluções. Além de favorecer o desenvolvimento de habilidades na área da língua portuguesa, também previstas na BNCC (tais como: planejar textos considerando a situação comunicativa, o suporte, a linguagem; compreender e produzir com autonomia textos instrucionais de regras do jogo), mediante o uso da leitura e escrita para produção do *game design* dos jogos. Entretanto, criar jogos exige conhecimentos específicos e uma curva de aprendizado significativa para não desenvolvedores, o que pode ser um grande desafio tanto para professores, como para alunos [Schmitz 2011].

Para minimizar esse desafio, muitas pesquisas propõem o uso de ferramentas mais simples e que utilizam programação visual, como o ¹Scratch e ²Construct [Tang 2008]. Porém, existe uma carência de metodologias específicas para o desenvolvimento de jogos educativos. Poucas são as iniciativas que propõem a especificação do *game design* de jogos por alunos e professores [Fernandes et. al. 2018]. Além disso, segundo Tang e Hanneghan (2011) não há um modelo que possa fornecer uma especificação completa do *game design* de jogos.

De fato, a escolha de estratégias eficientes para suportar a elaboração do *game design* de jogos no contexto educacional mostra-se necessária e pode reduzir a barreira da adoção da aprendizagem baseada em jogos. Estratégias que suportem a geração automática de artefatos de *game design* através de textos podem ser uma das saídas, principalmente para aqueles que têm pouco ou nenhum conhecimento técnico nessa área.

Assim, espera-se que a proposta contida nesse trabalho favoreça o desenvolvimento do pensamento computacional e motive a leitura e escrita dos alunos, em sala de aula, através da especificação textual do *game design* de jogos digitais.

¹ <https://scratch.mit.edu/>
² <https://www.scirra.com/>

- Questão 1: Quais são os métodos trabalhados na literatura para especificação de *game design* de jogos digitais no contexto educacional?
 - Questão 2: Quais as características que uma linguagem deve possuir para especificar *game design* de forma a viabilizar a geração do jogo de maneira automática?
 - Questão 3: A estratégia proposta neste trabalho favorece o desenvolvimento do pensamento computacional?
 - Questão 4: A estratégia proposta neste trabalho motiva a produção textual?
- Este trabalho investiga quatro questões de pesquisa. Os estudos foram conduzidos visando formular respostas mesmo que vinculadas a contextos específicos.

1.4. Questões de Pesquisa

- Conhecer os métodos para especificação de *game design* de jogos digitais no contexto educacional;
- definir uma ontologia para *game design* de jogos digitais;
- construir uma linguagem natural controlada para especificação de *game design* de jogos digitais no contexto educacional;
- permitir que o aluno idealize a atue na construção do seu próprio jogo;
- motivar a produção de textos, no intuito de especificar o *game design* de jogos digitais;
- implantar e avaliar a estratégia proposta através da experimentação por alunos e professores.

Objetivos específicos:

Propor uma estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional de alunos a partir de uma produção textual que especifique o *game design* de jogos digitais.

Objetivo geral:

1.3. Objetivos

Como desenvolver o pensamento computacional e motivar o desenvolvimento das habilidades de leitura e escrita através da especificação do *game design* de jogos digitais?

1.2. Problemática

1.5. Metodologia

Este trabalho usa o método hipotético dedutivo, no qual hipóteses sobre uma linguagem controlada são formuladas e testadas em estudos experimentais. Além disso, caracteriza-se como de natureza aplicada utilizando conceitos já existentes para verificar suas hipóteses. É classificado como explicativo, já que propõe uma linguagem natural controlada para especificação de *game design* de jogos digitais examinando sua expressividade, completude e benefícios quando usados por alunos e professores em sala de aula [Santana 2015], [Gil 2002].

Assim, para atingir os objetivos e responder às questões de pesquisa deste trabalho, foram definidas as seguintes etapas ilustradas na Figura 1:

- a) Realização de pesquisa bibliográfica em busca da fundamentação teórica necessária ao desenvolvimento do trabalho;
- b) realização de uma revisão sistemática a respeito das estratégias que apoiam a especificação de *game design* de jogos no contexto educacional;
- c) realização de uma revisão sistemática a respeito dos modelos de desenvolvimento e linguagens para elaboração de *game design* de jogos;
- d) realização de estudos exploratórios para entender a especificação de *game design* através da produção textual;
- e) definição de uma ontologia para representar os conceitos envolvidos nos documentos de *game design* de jogos digitais e suas relações, especificamente no contexto educacional;
- f) criação de uma linguagem natural controlada – LNC, baseada na ontologia definida para apoiar elaboração do *game design* de jogos digitais por alunos e professores em sala de aula;
- g) apoiar o desenvolvimento de uma ferramenta para interpretar a LNC proposta e geração de jogos a partir das especificações escritas³;
- h) realizar uma intervenção (estudo de caso) com alunos e professores de turmas do ensino básico e técnico para avaliar a estratégia proposta e o uso da linguagem.

³ Essa ferramenta será desenvolvida por um aluno de Mestrado que faz parte da equipe de pesquisadores do Laboratório de Pesquisa em Jogos e Educação do Instituto Metrópole Digital da UFRN;

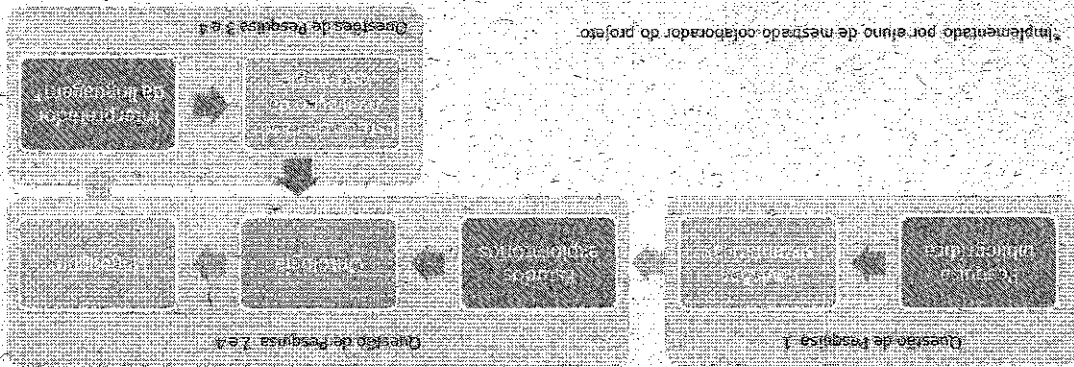
Diante desse contexto, utilizaremos como meios de obtenção de dados a aplicação de instrumentos avaliativos do tipo questionário e observações do uso da estratégia e linguagem em sala de aula, respondendo a questão de pesquisa 4. Os registros serão realizados num diário de bordo. Tomaremos como base para modelagem desses instrumentos e análise dos dados as habilidades denominadas de "Os quatro pilares do

Quando se trata da avaliação da aquisição das habilidades relacionadas ao pensamento computacional de alunos, observa-se a falta de consenso dos pesquisadores da área [Barcelos e Silveira 2012], [Seiter e Foreman 2013] e [Brennan 2011]. Para Brackmann (2017) ainda são escassas as propostas de avaliação do pensamento computacional nesse domínio. Até o momento, não encontramos referências de avaliação do pensamento computacional com ênfase no uso de linguagem natural controlada, mas sim, pesquisas que utilizam linguagem de programação visual como, por exemplo, o Scratch.

Os estudos para avaliação da estratégia proposta neste trabalho serão realizados com alunos do ensino fundamental do Núcleo de Educação da Infância - NEI-CAP/UFRN e alunos do ensino técnico do Instituto Metrópole Digital - IMD/UFRN. Os estudos ocorrerão durante dois semestres letivos de maneira integrada ao planejamento das aulas das turmas participantes. Os alunos vivenciarão a experiência de produzir o seu próprio jogo através da produção textual mediada pelo professor em sala de aula.

A pesquisa bibliográfica e as revisões sistemáticas servirão de subsídio para respondermos a primeira questão de pesquisa. Um dos estudos exploratórios tem como objetivo investigar as expressões comuns utilizadas pelas linguagens de programação visuais que podem ser obtidas através da especificação textual do *game design* de jogos digitais por alunos do ensino fundamental. Juntamente com as etapas de definição da ontologia e linguagem auxiliarão para respondermos a segunda questão de pesquisa.

Figura 1: Etapas da pesquisa



pensamento computacional” sendo eles: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos [Code.org 2019], Liukas [2015] e [BBC Learning 2019].

Os textos (*games design*) produzidos pelos alunos durante a experiência em sala de aula também servirão como instrumento de análise. A partir desses dados, serão avaliados os benefícios da proposta para a aprendizagem em relação ao desenvolvimento do pensamento computacional, respondendo à terceira questão de pesquisa. Também serão avaliadas as características, a expressividade, completude, compreensibilidade, usabilidade e limitações da linguagem proposta.

1.6. Organização do Documento

Este documento está organizado em 7 capítulos. O Capítulo 1 apresenta a problemática, os objetivos, questões de pesquisa e a metodologia utilizada nesta proposta. O Capítulo 2 mostra a base conceitual utilizada para o desenvolvimento do trabalho, incluindo: *game design*, aprendizagem baseada em jogos, pensamento computacional, produção textual e sua relação com a criação de jogos na escola, linguagem natural controlada e ontologia. O Capítulo 3 contém os resultados das revisões sistemáticas da literatura que investigaram as estratégias, modelos e linguagens utilizadas para elaboração de *game design* de jogos digitais. O Capítulo 4 apresenta estudos exploratórios preliminares. O capítulo 5 propõe uma estratégia de especificação de *game design* de jogos digitais. O Capítulo 6 apresenta os trabalhos relacionados ao tema desta proposta de doutorado. O Capítulo 7 relata as considerações finais sobre o atual estágio da pesquisa, descreve as próximas atividades para a concretização e avaliação da abordagem proposta, apresenta os trabalhos futuros e a lista de publicações.

Capítulo 2

Neste capítulo são apresentados os conceitos fundamentais necessários à compreensão da temática proposta neste trabalho. Tais conceitos passam a aprendizagem baseada em jogos, o *game design*, o pensamento computacional, a produção textual e sua relação com a criação de jogos na escola, a linguagem natural controlada e as ontologias.

2.1. Pensamento computacional

Atualmente muito se tem discutido sobre o desenvolvimento do pensamento computacional como uma das habilidades essenciais do mundo moderno. Essa necessidade é decorrente da rápida evolução tecnológica e sua inserção nas diversas áreas do conhecimento. É difícil imaginar uma sociedade sem computadores, dispositivos móveis e suas tecnologias. Assim, o conhecimento em computação deve constituir a formação básica do cidadão.

Originalmente, Wing (2006) conceitua pensamento computacional como uma forma de pensar e encontrar soluções para os problemas cotidianos utilizando, para isso, os fundamentos da computação e da matemática. Segundo a autora, o pensamento computacional é uma habilidade básica, assim como ler, escrever, falar e realizar operações matemáticas.

Segundo Brackmann (2017),

o pensamento computacional é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da computação nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas colaborativamente através de passos claros de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente.

É saber utilizar os conceitos da computação para resolução de problemas do nosso cotidiano.

Para Lukas (2015) o pensamento computacional deve incluir o raciocínio lógico, as habilidades de reconhecimento de padrões, raciocinar através de algoritmos, decompor e abstrair um problema.

O pensamento computacional reúne habilidades comumente utilizadas na criação de programas computacionais para resolver problemas específicos nas mais diversas áreas. [Bundy 2007] e [Nunes 2011].

Uma das maneiras de contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional é incluir no currículo escolar o ensino da computação. Vários pesquisadores nacionais e internacionais já desenvolveram pesquisas sobre essa temática. Porém, se observarmos os últimos anos da educação, percebemos que grande parte das práticas em sala de aula permanecem as mesmas, onde professores apenas transmitem o conhecimento aos alunos. Assim, trabalhar novas maneiras mais significativas de ensinar e aprender, que possam considerar as novas tecnologias computacionais e a necessidade do desenvolvimento de habilidades e conhecimentos que favoreçam o exercício pleno da cidadania, torna-se um grande desafio.

Para superar esse desafio faz-se necessária uma reforma no currículo escolar, um maior investimento na formação dos professores, a modernização dos processos de ensino aprendizagem considerando o uso das tecnologias digitais, a aprendizagem de computação, a melhoria da infraestrutura dos ambientes escolares e políticas educacionais adequadas [França e Tedesco 2015].

O ensino da computação na educação básica, por exemplo, não deve limitar-se apenas a apresentação de *softwares* aplicativos e navegadores da Internet. É importante utilizar a computação como instrumento de aumento do poder cognitivo e operacional humano. É necessário tornar o indivíduo capaz de pensar computacionalmente [Nunes 2010] e [Blikstein 2008].

Assim, como pioneiramente defenderam Papert (1994) e Wing (2006), entendemos o pensamento computacional como uma habilidade para todos, não se constituindo como uma área do conhecimento restrita aos profissionais da computação.

O Centro de Inovação para Educação Brasileira – CIEB apresenta um currículo de referência para tecnologia e computação no ensino fundamental. O documento oferece diretrizes e orientações para apoiar redes de ensino e escolas a incluírem os temas tecnologia e computação em suas propostas curriculares. Um dos seus três eixos trata exclusivamente do pensamento computacional.

Para o CIEB (2018) o pensamento computacional refere-se à capacidade de solucionar problemas a partir de conhecimentos e práticas da computação, englobando sistematizar, representar, analisar e resolver problemas. Envolve as habilidades de abstração, construção de algoritmos, decomposição de problemas e reconhecimento de padrões.

Nos EUA, a *Computes Science Teachers Association – CSTA*, a *Internacional Society for Technology in Education – ISTE* e a *Nacional Science Foudation – NSF* propuseram um conjunto de ferramentas denominadas *Computacional-Thinking Toolkit* que apresentam nove conceitos da computação fundamentais para o desenvolvimento do pensamento computacional na educação primária e secundária. São eles: coleta, análise e representação

Para Prensky (2012) os jogos digitais podem ser uma forma divertida e eficaz para aprender os mais diversos conteúdos. Trata-se de um recurso surpreendente não apenas para a aprendizagem escolar, mas também para diversos tipos de treinamento institucional.

O jogo faz parte do nosso cotidiano. A atividade de jogar é uma alternativa de realização pessoal que possibilita a expressão de sentimentos, de emoção e propicia a aprendizagem de comportamentos adequados e adaptativos. A motivação do aprendiz pode ser impulsionada em consequência da abordagem pedagógica que utiliza a exploração livre e o lúdico. Os jogos educativos digitais aumentam a possibilidade de aprendizagem além de auxiliar na construção da autoconfiança e incrementar a motivação no contexto da aprendizagem [HOPF et al., 2005].

Ao nosso ver, para que a aprendizagem seja mais efetiva e atraente para as gerações atuais, são necessários recursos interativos e engajadores semelhantes aos que os estudantes estão familiarizados em suas rotinas, fazendo com que estes demonstrem maior interesse pelos conteúdos propostos.

Os jogos educativos, sobretudo os digitais, podem ser considerados objetos de aprendizagem que, quando utilizados em sala de aula, permitem ao aluno vivenciar uma experiência imersiva e motivadora. Os jogos digitais, ao permitirem a simulação em ambientes virtuais, proporcionam momentos ricos de exploração de diversos conteúdos e desenvolvimento do pensamento computacional. Esse é um dos motivos que fazem dos jogos digitais educativos um grande sucesso quando utilizados em favor da aprendizagem. Portanto, são recursos didáticos que subsidiam um novo tipo de educação baseada nas tecnologias digitais.

2.2. Aprendizagem baseada em jogos

de aula é através da aprendizagem baseada em jogos cujo conceito será apresentado na seção seguinte.

Portanto, uma das estratégias de trabalhar o pensamento computacional em sala de aula é através da aprendizagem baseada em jogos cujo conceito será apresentado na seção seguinte.

Essas habilidades podem ser observadas, por exemplo, quando trabalhamos o uso de dados, decomposição de problemas, abstração, algoritmos, automação, simulação e o desenvolvimento de jogos digitais em sala de aula. Um jogo digital geralmente propõe a resolução de um problema, que muitas vezes é decomposto em etapas/fases. Produzir esse jogo pode ser uma atividade ainda mais desafiadora quando diversos conceitos computacionais estão envolvidos, fazendo com que os envolvidos desenvolvam as habilidades citadas acima.

de dados, decomposição de problemas, abstração, algoritmos, automação, simulação e paralelismo [CSTA et al. 2010].

Ao pensarmos em novas estratégias de aprendizagem devemos considerar também o desenvolvimento de jogos por alunos e professores em sala de aula. O ato de desenvolver seu próprio jogo possibilita ao aluno adquirir habilidades computacionais e explorar conteúdos de maneira mais significativa. Segundo Nogueira e Galdino (2012), o jogo instiga os alunos a participarem cada vez mais da construção do seu conhecimento, oferecendo a ele a oportunidade de atuarem ativamente no processo de aprendizagem.

Nossas pesquisas têm comprovado os benefícios do uso e desenvolvimento de jogos digitais em sala de aula: Fernandes et al (2018a) relata uma experiência da produção de jogos digitais educativos a partir do *design thinking*. Fernandes et al (2018b) descreve uma experiência na produção de jogos digitais educativos por alunos do ensino superior. Fernandes et al (2018c) apresenta uma revisão sistemática sobre estratégias para elaboração de *game design* de jogos digitais educativos. Tobias et al (2018) apresenta uma pesquisa sobre a produção de jogos digitais no contexto educacional.

Nesse contexto, a aprendizagem baseada em jogos pode ser conceituada como uma estratégia que utiliza o jogo como uma ferramenta para que os estudantes se engajem ao aprendizado enquanto jogam. [Sidhu 2010].

A aprendizagem baseada em jogos digitais é uma tendência que vem sendo incorporada cada vez mais na educação, como aponta Johnson et al. (2012, 2014a, 2014b, 2014c). Segundo Prensky (2012) é eficiente porque está de acordo com o estilo de aprendizagem dos estudantes atuais e futuros; é motivadora, por ser divertida; é bastante versátil porque pode ser adaptada a quase todas as disciplinas e habilidades a serem aprendidas, sendo muito eficaz se for corretamente utilizada.

Sendo assim, os jogos possuem potencial educacional, são engajadores, permitem que os usuários façam testes em um ambiente artificial e despertam nos jogadores o esforço constante para serem melhores [Shaffer, 2006 apud Misfeldt, 2015].

2.3. Game Design

Segundo Chandler (2012), o processo de produção de um jogo inicia com a definição do seu conceito inicial (*game design*) e termina com a criação de uma versão final do jogo, sendo que várias etapas acontecem entre esses dois pontos. É na etapa de elaboração do *game design* que são definidas a ideia central do jogo, seu estilo, público alvo, narrativa, mecânica, personagens, cenários, objetivos, fases, níveis de dificuldade, sonorização, entre outros aspectos.

Game design é o processo de criar o conteúdo e as regras de um jogo, de criar objetivos que o jogador sinta-se motivado a alcançar e regras que este siga como se estivesse tomando decisões significativas para atingir esses propósitos [Brathwaite e Schreiber 2009].

É consenso entre estudiosos do ensino de línguas que a escola deva se constituir num espaço de práticas significativas de leitura e escrita. Conforme Schneuwly e Dolz (2004) "a escola é tomada como autêntico lugar de comunicação, e as situações escolares, como ocasiões de produção/recepção de textos. Os alunos encontram-se, assim, em múltiplas situações em que a escrita se torna possível, em que ela é mesmo necessária".

2.4. Produção textual e sua relação com a criação de jogos na escola

Propor o processo de produção do *game design* de um jogo educativo em sala de aula é imaginar diferentes possibilidades de aprendizagem, considerando que pode envolver diversos conhecimentos que podem estar relacionados aos conteúdos curriculares. Outro aspecto importante é a participação do educador como um articulador e facilitador do desenvolvimento das atividades que estão envolvidas na produção de um jogo educativo. A assimilação das técnicas necessárias para essa produção é possível e necessária em tempos cada vez mais imersos em uma realidade tecnológica que permeia todas as áreas do conhecimento.

Em se tratando de jogos digitais educativos, o *game design* deve levar em conta também os aspectos pedagógicos, tais como: descrição dos conteúdos pedagógicos, definição dos objetivos de aprendizagem, como o jogador será avaliado, quais habilidades desenvolvidas, estilos de aprendizagem, entre outros.

GDD é uma produção textual que serve de referência para todos os envolvidos no desenvolvimento do jogo, mantendo todos ligados aos mesmos objetivos [Pedersen 2003]. Geralmente, possui uma estrutura encadeada de diversos elementos do jogo: conceito do jogo; mecânicas de jogo; interfaces com usuário; elementos gráficos estáticos, animados e de vídeo; descrição de personagens; enredo e história; sons e música; detalhamento de *levels* (fases), entre outros elementos. Através destes elementos é possível descrever o que um jogo deve ter. Em função do volume de informações e nível de detalhamento, o *game design* pode ter de dezenas a centenas de páginas [Ryan 2011].

Durante o *game design* é produzido o *Game Design Document* (GDD) que deveria conter todas as definições, requisitos e regras do jogo. Segundo Peruca et al (2005) o GDD pode ser definido como "um documento que descreve as características" do *game design* "em detalhes".

Podemos compreender o *game design* como um processo complexo, que permite a visualização de todo o conjunto do trabalho a ser desenvolvido pela equipe de produção de jogos [Aruda 2014].

Para Adams e Rollings (2007), *game design* é a essência de um jogo. É nele onde é definido como o jogo funciona e se descreve seus elementos. Geralmente, é elaborado com a participação de diferentes profissionais da equipe que irá produzir o jogo para certo tipo de público de jogadores.

Geraldi (2003) valoriza a atividade de produção de texto na escola como ponto de partida e de chegada do ensino e do aprendizado da língua. Também reforçando a atividade de produção textual, Calkins (1989) propõe que, concluída a elaboração, o autor se torne leitor do próprio texto, compartilhe-o com os colegas, possa revisá-lo e alterá-lo quantas vezes desejar.

Consideramos que a produção textual, motivada pela criação de um jogo, poderá se constituir como uma situação em que a escrita ganha sentido como prática escolar. Ao escrever, ler e compartilhar o texto que narra o seu jogo o aluno terá a oportunidade de aprimorar a sua ideia e o seu registro escrito.

Segundo o último relatório da Avaliação Nacional de Alfabetização (ANA-SAEB), 33% dos estudantes avaliados estão compreendidos entre aqueles que não escrevem palavras convencionalmente e os que produzem textos com limitações que comprometem sua compreensão [Brasil(b) 2018].

As dificuldades em relação à língua portuguesa se intensificam ao final da educação básica. É o que revela o resultado do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) o qual aponta que em 2017 apenas 1,6% dos estudantes brasileiros demonstraram níveis de aprendizado considerados adequados [Brasil(c) 2018].

Resultados do SAEB, referentes ao 9º ano do ensino fundamental, mostram que as médias obtidas pelos estados não chegam a alcançar o nível 4 de desempenho (equivalente à médias maior ou igual à 275 e menor que 300). Conforme a figura 2 a seguir:

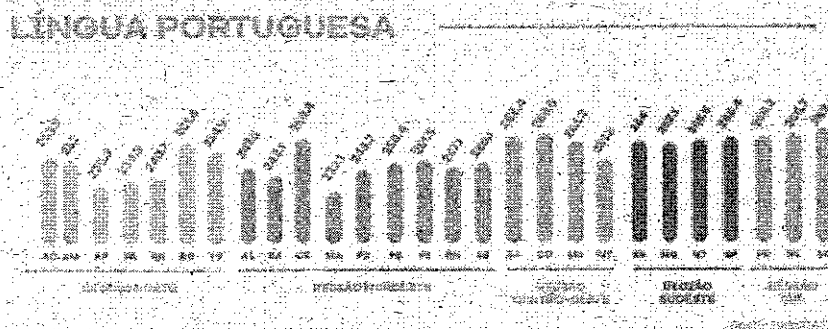


Figura 2: Proficiência média por Estado em língua portuguesa – 9º ano do Ensino Fundamental

Para alcançar o nível 4, os estudantes deveriam demonstrar capacidade para: localizar informações implícitas em artigos ou crônicas; reconhecer opiniões distintas sobre um mesmo assunto em reportagens, contos e enquetes; inferir tema, tese e ideia principal

As linguagens naturais controladas - LNC são um conjunto reduzido das linguagens naturais com o objetivo principal de diminuir sua ambiguidade e complexidade. Em geral, consistem em um conjunto de palavras e regras que definem como essas devem ser utilizadas para formar sentenças válidas de maneira que possa ser mais bem compreendida pelos dispositivos computacionais [Kuhn e Schwitler 2008]. Não devem possuir estruturas muito complexas, aproximando-se das linguagens de programação, o que contraria o objetivo principal da LNC que é ter estrutura linguística livre, de fácil entendimento e de baixa ambiguidade. Ao inseri-las corre-se o risco de deixá-las não mais naturais.

Os avanços tecnológicos, sobretudo na área da computação, trouxeram a preocupação de aproximar as linguagens computacionais (populamente chamadas de linguagens de máquinas), das linguagens utilizadas na comunicação humana (linguagens naturais). Apesar disso, mesmo as linguagens computacionais de alto nível ainda são consideradas distantes das linguagens utilizadas pelos seres humanos. Segundo Lancaster (2003) a linguagem natural é aquela que surge naturalmente no meio social e é através dela que os seres humanos se comunicam. As línguas faladas, escritas e de sinais são exemplos de linguagens naturais. Uma das características dessa linguagem é a ambiguidade, ou seja, uma única expressão pode ter significados diferentes em vários contextos. Por esse motivo, computadores possuem uma grande dificuldade de processá-las.

2.5. Linguagem Natural Controlada - LNC

em contos, letras de música, editoriais, reportagens, crônicas e artigos; entre outras habilidades que se remetem à compreensão do que se lê.

Também são identificadas dificuldades em relação à leitura dos estudantes brasileiros pela avaliação do *Programme for International Student Assessment - PISA* em 2015. O Brasil ocupa a modesta 59ª posição no ranking dos países participantes, estando muito aquém das grandes potências educacionais, como China e Finlândia [OECD 2015].

A necessidade de valorização do texto como centralidade do trabalho, bem como de apropriação dos alunos das tecnologias da informação, é atual e evidenciada pela Base Nacional Comum Curricular - BNCC [Brasil 2018 p.67 e 70]. Propor as crianças que idealizem e escrevam como seria o seu próprio jogo está em consonância com uma das competências específicas elencadas pela BNCC para o ensino fundamental, que consiste em mobilizar práticas da cultura digital, diferentes linguagens, mídias e ferramentas digitais para expandir as formas de produzir sentidos (nos processos de compreensão e produção), aprender e refletir sobre o mundo e realizar diferentes projetos autorais [Brasil 2018 p.87].

As LNC relacionam conceitos limitados em um contexto específico do conhecimento, ou seja, são constituídas especialmente para uma determinada área e assunto como, por exemplo, a especificação de *game design*.

Nas LNC é realizado o controle das palavras utilizadas por meio da padronização do vocabulário. Dessa forma, restringem a forma de expressão dos usuários. O uso de termos controlados reduz o tempo gasto na busca de informações, ou seja, exigem um menor esforço computacional.

A grande vantagem de se usar uma LNC está no fato de que todas as sentenças usadas nesta linguagem estão corretas na linguagem natural (LN) da qual ela faz parte, mas nem todas as sentenças desta LN são permitidas na linguagem controlada, o que possibilita a eliminação das sentenças ambíguas. Assim, um usuário (aluno/professor) terá somente que aprender quais os tipos de sentenças que ele pode e quais ele não pode usar na representação do conhecimento (*game design*), o que se torna uma tarefa bem mais simples do que aprender uma linguagem inteiramente nova.

O uso de uma linguagem natural controlada tem sido explorado em tarefas como a especificação de requisitos, a representação de conhecimento, entre outras, com relativo sucesso. São utilizadas também em domínios onde a documentação é complexa, sem padrão formal ou mal escrita [FUCHS,1996] e [PULMAN,1996].

Devido ser considerada relativamente simples e reduzida, com proximidade à nossa linguagem natural, acreditamos que as LNC possam ser facilmente utilizadas na especificação de *game design* de jogos digitais por professores e alunos.

2.6. Ontologia

Ontologia é um termo que tem sido empregado em vários contextos diferentes, inclusive na ciência da computação. Nessa área, é definida como uma técnica de organização de informações e representação formal de conhecimento. Tem sua estrutura baseada na descrição de conceitos e dos relacionamentos semânticos entre eles gerando uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada [Guarino 1995 e 1998] e [Berners-Lee 2001].

Ontologia em computação é utilizada para entender e modelar uma realidade, ou seja, fornecer uma descrição do que existe e caracterizar entidades nas atividades de modelagem [Wand e Weber 1990] e [Wand et all 1999].

Segundo Staab e Stder (2004) ontologia representa um domínio em uma linguagem de representação computacional. Uma ontologia, nesse caso, consiste de um conjunto de declarações expressas em uma linguagem de representação, que podem ser processados por mecanismos de inferência automatizados.

Gruber (2005) afirma que ontologia é uma especificação de uma conceitualização ou seja, é uma descrição de conceitos e relacionamentos que existem entre estes conceitos. Para Borst (2007), uma ontologia é definida como uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada, onde especificação formal quer dizer algo que é legível para os computadores, explícita são os conceitos, propriedades, relações, funções, restrições e axiomas explicitamente definidos, conceitualização representa um modelo abstrato de algum fenômeno do mundo real e compartilhada significa conhecimento consensual. A ontologia é organizada hierarquicamente em um número específico de termos e especificações de seus significados.

Nesse trabalho, uma ontologia será criada para especificar o *game design* de jogos digitais resolvendo a heterogeneidade dos conceitos envolvidos nessa área.

Capítulo 3

Neste capítulo são apresentados os resultados de duas revisões sistemáticas da literatura: uma a respeito das estratégias para elaboração de *game design* de jogos digitais no âmbito nacional, publicada no Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (2018); e outra sobre modelos de desenvolvimento e linguagens para elaboração de *game design* de jogos digitais no contexto internacional, submetida ao *Journal Information and Software Technology*. Nosso objetivo foi investigar trabalhos científicos relacionados a estratégias, linguagens e modelos utilizados na concepção de *game design* de jogos educativos. Com os resultados, buscamos melhor compreender o que já foi desenvolvido nessa área e se as soluções propostas abrangem as lacunas existentes, bem como responder a questão de pesquisa 1.

3.1. Estratégias para Elaboração de *Game Design* de Jogos Digitais Educativos : uma Revisão Sistemática

Esta sessão do nosso trabalho tem por objetivo investigar, no contexto nacional, trabalhos científicos que apresentem estratégias utilizadas na concepção de *game design* de jogos educativos, no período de 2010 a 31 de dezembro de 2017. A metodologia utilizada baseou-se nas diretrizes propostas por Kitchenham et. al. (2009). Segundo a autora, uma RSL é uma pesquisa em profundidade de um fenômeno de interesse que produz resultados específicos e detalhados por meio da análise de conteúdo e qualidade do material pesquisado. Para esta revisão, as questões de pesquisa que guiaram todo o trabalho são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Questões de Pesquisa (RSL1)

Questões	Descrição
QP1	Quais as estratégias utilizadas na elaboração do <i>game design</i> de jogos educativos?
QP2	Qual o perfil de quem produz o <i>game design</i> dos jogos?
QP3	Qual o público-alvo dos <i>game designs</i> propostos?
QP4	Como as abordagens propostas estão sendo aplicadas e/ou validadas?
QP5	As abordagens propostas são inspiradas em alguma outra?
QP6	Quais são os benefícios apresentados pelas abordagens propostas?
QP7	Quais são as limitações apresentadas pelas abordagens propostas?

Descrição	Critérios
Estudos semelhantes que apresentam a evolução de uma mesma pesquisa e que contêm os mesmos autores. (Excluir as versões mais antigas.)	CE1
Trabalhos fora do período da pesquisa.	CE2
Trabalhos cujos textos completos não estejam disponíveis para acesso gratuito na web.	CE3
Documentos que estão disponíveis na forma de resumos, apresentações ou sistêmicos, etc.)	CE4

Tabela 3: Critérios de Exclusão (RSL1)

Descrição	Critérios
Estudos que apresentem estratégias (línguas, modelos, metodologias e/ou experiências) utilizadas na concepção de <i>game design</i> de jogos sérios.	CI1
Trabalhos nas línguas portuguesa, espanhola e inglesa.	CI2
Trabalhos publicados em conferências e jornais.	CI3

Tabela 2: Critérios de Inclusão (RSL1)

A obtenção dos estudos primários foi realizada através de uma *string* de busca para trazer trabalhos que tratassem de estratégias de *game design*, sendo por isso formulada com as palavras-chave: linguagem, modelo, metodologia, abordagem e *game design*. Optamos por não colocar a palavra "educação". Nesse primeiro momento, nosso intuito era ampliar o número de artigos resultantes da busca e observarmos o que ainda não está sendo aplicado na área de *game design* para jogos educativos.

O procedimento utilizado para busca dos estudos primários compreendeu: (i) utilizar os sistemas de busca dos anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE) e *Workshop* de Informática na Escola (WIE); e (ii) realizar busca manual nos anais do Simpósio Brasileiro de Computação, Jogos e Entretenimento Digital (SBGAMES), que não possuíam, no momento da pesquisa, um sistema de busca próprio.

Os artigos encontrados foram então analisados segundo os critérios de inclusão (CI) e critérios de exclusão (CE) mostrados nas Tabelas 2 e 3. Essa análise foi realizada inicialmente pelo título, resumo e palavras-chave. Em seguida pelas seções de introdução e conclusão. E, finalmente, pela leitura completa dos artigos.

A qualidade dos estudos encontrados também foi avaliada através dos cinco critérios apresentados na Tabela 4. Esses critérios foram utilizados para determinar o rigor, a análise e a credibilidade dos métodos de pesquisa empregados, bem como a relevância e a qualidade de cada estudo para esta revisão. As respostas para cada questão foram tabuladas e atribuídas um valor de 1 ("Sim"), 0,5 ("parcialmente") ou 0 ("Não").

Tabela 4: Avaliação da Qualidade (RSL1)

Avaliação	Descrição
AV1	Existe uma definição clara dos objetivos da pesquisa?
AV2	Existe uma descrição adequada do contexto em que a pesquisa foi realizada?
AV3	Existe clareza na estratégia descrita na pesquisa?
AV4	Há um processo de avaliação da estratégia descrita na pesquisa?
AV5	O estudo apresenta uma comparação com outras estratégias existentes?

Com o objetivo de testarmos a validade do procedimento de avaliação e a qualidade dos estudos, envolvemos um segundo e terceiro revisor. Foram distribuídas as mesmas amostras dos estudos e aplicados os mesmos critérios de avaliação. A avaliação da qualidade manteve-se coerente entre os participantes desse processo.

Por fim, foram extraídos os seguintes dados a partir dos estudos primários selecionados: dados de identificação do estudo, objetivos, método utilizado, perfil dos participantes, critérios de avaliação da qualidade, resultados, conclusões e dificuldades apresentadas. Esses dados foram coletados por apenas um revisor, enquanto que os demais analisaram o resultado geral dos estudos. Comparado os resultados, percebemos que não existiu incoerência na estratégia de extração dos dados.

3.1.1. Análise dos artigos encontrados

A Tabela 5 apresenta a *string* de busca utilizada, bem como a quantidade de artigos retornados por cada uma das fontes de artigos acessadas. Os resultados apresentados neste processo de busca podem ser visualizados com mais detalhes através do link <https://goo.gl/vEuBfF>.

ESTUDO	AV1	AV2	AV3	AV4	AV5	TOTAL
E1	1	1	1	1	0	4
E2	1	1	1	1	0	4
E3	1	1	1	1	0	4
E4	1	1	1	0	0	3
E5	1	0	1	0	0	2
E6	1	1	1	1	1	5
E7	1	0	1	0	0	2
E8	1	0	1	1	0	3
E9	1	1	1	1	0	4
E10	1	1	1	1	0	4

Tabela 6: Resultados da avaliação da qualidade (RSL1)

A Tabela 6 apresenta os resultados da avaliação da qualidade dos estudos selecionados. Todos os artigos possuem definição clara dos seus objetivos (AV1), o que facilitou o entendimento das suas propostas (AV3): Observamos que apenas 9 estudos apresentaram uma descrição adequada do contexto em que a pesquisa foi realizada (AV2). Dos 16 estudos, 7 não mostram um processo de avaliação da abordagem proposta bem definido, o que compromete a sua efetiva aplicação (AV4). Por fim, somente 4 estudos apresentam uma comparação com outras abordagens existentes (AV5).

responder as questões de pesquisa apresentadas.

Todos os estudos primários recuperados foram analisados com o objetivo de selecionar aqueles que contribuem para responder as questões de pesquisa. Analisamos inicialmente 40 estudos, com a leitura dos títulos, palavras-chaves e resumos. Permaneceram selecionados 22 estudos. Desse total, após leitura das principais seções (introdução, conclusão e elementos gráficos) e nova aplicação dos critérios de análise, restaram 19 estudos para leitura completa. Essa última etapa resultou na exclusão de mais 3 artigos, finalizando o processo com 16 estudos para extração e análise dos dados para

Fonte de Dados				String de busca	
RBIE	WIE	SBIE	SRGAMES	1	2
				7	30
				((linguagem OR modelo OR metodologia OR 1 abordagem) AND game design)	

Tabela 5: String de Busca (RSL1)

E11	1	0	1	0	1	3
E12	1	1	1	1	0	4
E13	1	0	1	0	0	2
E14	1	0	1	0	1	3
E15	1	0	1	0	0	2
E16	1	1	1	1	1	5

Dois dos estudos obtiveram a pontuação máxima de 05 pontos [E6 e E16]. A pontuação mais baixa que os artigos alcançaram foi de 2 pontos [E5, E7, E13 e E15]. A pontuação média em qualidade dos trabalhos incluídos na revisão é de 3.38 pontos numa escala de 0 a 5 pontos. O critério AV5 foi o menos atendido, indicando uma ausência de estudos comparativos em boa parte dos trabalhos encontrados.

A seguir, apresentamos as respostas às questões de pesquisa da revisão sistemática obtidas a partir da análise dos artigos encontrados.

QP1 – Quais as estratégias utilizadas na elaboração do *game design* de jogos educativos?

A primeira questão de pesquisa deste trabalho objetivou identificar as estratégias (abordagens, linguagens, modelos, metodologias e/ou experiências) propostas para a concepção do *game design* de jogos educativos.

Os resultados apontam uma variedade de 15 propostas diferentes: prototipagem [E1 e E6], descrição textual [E2], Scrum4Games [E4], *design* participativo [E5], *Game Componentes Framework* [E6], *RhetorGames* [E7], *Game Design Patterns* [E8], *Blue Ocean Strategy and Personas* [E9], *Game design thinging* [E10], *Game Design Document* [E11 e E13], ViP [12], *Unified Game Canvas* [E15], Interativa e integradora [E16], *Design, Play and Experiencê* e *The learning games design model* [E14]. Apenas duas técnicas (prototipagem e *Game Design Document*) apareceram em mais de um trabalho. Todas são propostas isoladas baseadas ou não em outras estratégias, como veremos mais a seguir.

QP2 – Qual o perfil de quem produz o *game design* dos jogos?

Quando observamos o perfil de quem produz o *game design* dos jogos nos estudos selecionados, *game designers* aparecem na maioria dos trabalhos. Entretanto, conforme ilustrado na Figura 3a, alguns trabalhos envolvem: estudantes de nível superior ou pós-graduação [E1 e E10], estudantes e profissionais da área de jogos [E2 e E12], *game designers* e desenvolvedores [E3, E4 e E16], apenas *game designers* [E6, E7, E8, E11, E14 e E15] e equipe multidisciplinar [E9 e E13]. Um dos estudos não especificou o perfil de quem produz o *game design* dos jogos [E5].

Figura 4a: Validação das propostas

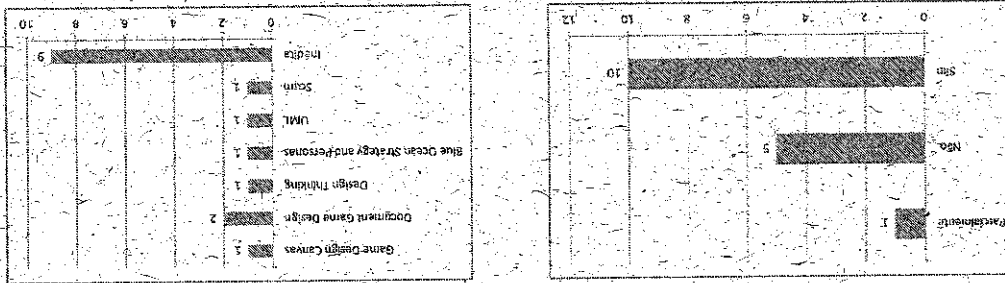
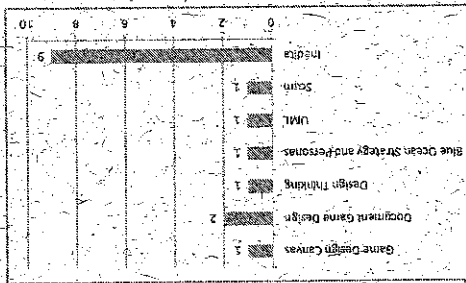


Figura 4b: Estudos inspirados em outras abordagens.



Outra informação bastante importante extraída dos resultados da análise dos estudos é que 63% das estratégias foram aplicadas e validadas [E1, E2, E3, E4, E6, E8, E9, E10, E12, E15]. Isso demonstra que os estudos não ficaram apenas no plano das ideias e provas de conceito, mas passaram por algum processo de experimentação. Percebemos ainda, através da análise dos resultados dos estudos, que a maioria dos trabalhos realiza a aplicação da proposta em cenários simples, necessitando de estudos adicionais para melhor validação das propostas. Além disso, os autores dos trabalhos que não foram validados reconhecem nos artigos que os mesmos necessitam passar por essa etapa [E5, E11, E13, E14 e E16]. A Figura 4a apresenta essas informações de forma gráfica.

QP4 – Como as abordagens propostas estão sendo aplicadas e/ou validadas?

Esse resultado mostra evidências de que não há uma preocupação em saber qual o perfil do jogador para qual o *game design* do jogo será desenvolvido, o que pode comprometer a eficiência do produto final.

Em relação ao público alvo, verificamos que a maioria dos *game designs* desenvolvidos pelos trabalhos analisados não faz essa especificação. Apenas três estudos definiram o perfil como estudantes em geral [E10, E14 e E16], conforme visto na Figura 3b.

QP3 – Qual o público alvo dos *game design* propostos?

Figura 3a: Perfil produtor *game design*

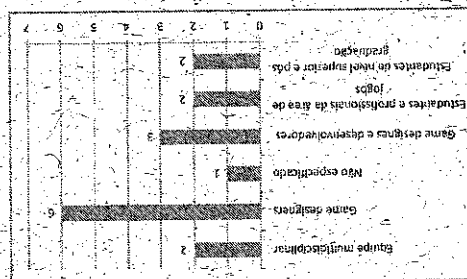
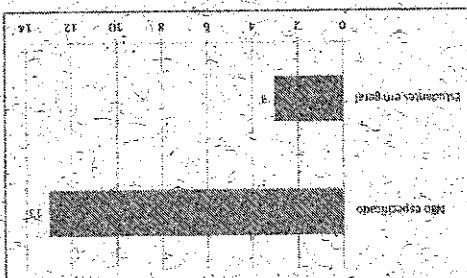


Figura 3b: Perfil do público alvo dos jogos



QP5 – As abordagens propostas são inspiradas em alguma outra?

A análise dos artigos encontrados aponta que as abordagens propostas por esses estudos advêm de métodos bastante reconhecidos na academia, tais como: *Scrum* [E4], UML [E6], *Design Thinking* [E10], *Document Game Design* [E11] e [E13], *Blue Ocean Strategy and Personas* [E9], e *Game Design Canvas* [E15]. Todos os demais não foram inspirados em outras estratégias, conforme ilustrado na Figura 4b.

QP6 – Quais são os benefícios apresentados pelas abordagens propostas?

Após a análise de todos os estudos incluídos na revisão sistemática, foi possível extrair os principais benefícios de cada estratégia reportados pelos seus autores. Tais benefícios são apresentados de forma resumida a seguir: “*Early Game Design Rehearsal with Paper Prototyping*” [E1] - A abordagem permite a apreciação das qualidades, *timing*, complexidade e interesse pelo jogo. Utiliza papel não dependendo de recursos tecnológicos; “*Estudo de Formatos Alternativos para Documentação de Game Design*” [E2] - A descrição do jogo através de imagens apresentou melhor clareza na definição dos requisitos e funcionamento do jogo; “*Game Design e Prototipagem: Conceitos e Aplicações ao Longo do Processo Projetual*” [E3] - Prototipagem permite construir um jogo mais imersivo e funcional com foco no jogador. Permite melhor visualização da ideia do jogo e melhor comunicação entre a equipe. Oferecem redução de tempo e custo; “*Scrum4Games: Uma aplicação do Scrum para projetos de games focada em game design*” [E4] – O trabalho decorreu em uma sistematização e organização das diversas funções presentes na produção de um *game* de acordo com a lógica da metodologia Scrum; “*Um modelo de Game Design orientado à participação*” [E5] – A possibilidade da participação do usuário no processo de desenvolvimento do jogo; “*Towards a Library of Game Components: A Game Design Framework Proposal*” [E6] – Reuso dos componentes da biblioteca; “*Integrating Rhetoric to Game Design*” [E7] – Fácil assimilação; “*Towards a Game Design Patterns Suggestion Tool: The documentation of a computerized textual analysis experimente*” [E8] – Relaciona padrões de *game designs* de jogos; “*Applying Blue Ocean Strategy to Game Design: A Path to Innovation*” [E9] – Facilita o uso no contexto dos jogos pela estratégia original ser conhecida na área da administração; “*Game thinking is not game design thinking!*” [E10] – Melhora a criatividade dos alunos. Propostas mais inovadoras. Melhor visualização das características dos jogos através de *canvas*; “*Criação de um modelo conceitual para documentação de Game Design*” [E11] – Proposta de um GDD unificado que possibilite a documentação das suas ideias de maneira clara e sucinta; “*Estudo comparativo entre diferentes abordagens de game design*” [E12] – As abordagens foram comparadas com resultados equivalentes. A ViP mostrou-se mais adequada ao perfil da indústria; “*Simple Game Design Document Focused on Gameplay Features*” [E13] – Foco no usuário; “*Estudo comparativo entre modelos de game design para jogos educacionais*” [E14] – Ambos possuem objetivos educacionais claros. Consideram equipes multidisciplinares. Representação simplificada; “*Uma Proposta de Game Design Canvas Unificado*” [E15] –

Outro fato que merece atenção é a necessidade de uma sistematização da aplicação, teste e validação das propostas. A maioria delas apresentou ausência ou superficialidade nesse processo. Sugerimos a realização de um maior número de estudos de casos e ou experimentos, em cenários diferentes, bem como a elaboração de critérios rigorosos para melhor avaliação dos resultados.

Nessa etapa da pesquisa, apresentamos uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de conhecer as estratégias (abordagens, modelos, métodos, linguagens e/ou experiências) para elaboração de *game design* de jogos digitais no contexto educacional. Percebemos que no processo de busca dos estudos primários a palavra chave "educação" reduziria muito o número de trabalhos selecionados. Por isso, optamos por retirá-la e analisarmos os aspectos educacionais nas etapas seguintes da revisão, durante a leitura desses artigos. Os resultados mostram que dos 16 estudos selecionados apenas 3 [E10, E14 e E16] apresentam estratégias de criação de *game design* de jogos voltados para educação, o que demonstra uma enorme carência nessa área. Mesmo sendo a maioria dos estudos voltados para o contexto da indústria, a análise dos seus resultados permite refletir sobre as estratégias propostas em outros contextos e de como podem ser utilizadas ou modificadas para o cenário da educação.

3.1.2. Considerações finais da revisão sistemática

Esta etapa da pesquisa analisou as principais limitações reportadas para as propostas apresentadas nos artigos analisados. O estudo [E1] limita-se a fazer o *game design* de projetos iniciais de jogos. A descrição incompleta dos requisitos do jogo e a dificuldade de interpretação de texto foram as limitações do estudo [E2]. Em um caso a prototipação por si só não garantiu o sucesso do jogo [E3]. Os estudos [E4, E5, E7, E10, E11, E1, E14, E15 e E16] apresentam como limitação o processo (ou a falta) de validação por outras equipes de desenvolvimento.

Outras limitações também foram reportadas por outros trabalhos: falta de métricas e indicadores de avaliação da proposta [E16]; modelo cansativo de preencher [E15]; plataforma de distribuição com recursos limitados [E13]; foco em conceitos de alto nível [E10]; falta de maturidade da ferramenta para aplicação na indústria [E8].

QP7 – Quais são as limitações apresentadas pelas abordagens propostas?

Reune os principais elementos de diversos GDC. Modelagem rápida. Cobertura unificada e diferenciada dos fundamentos dos jogos; "Metodologia de Desenvolvimento de Jogos Sérios: especificação de ferramentas de apoio *open source*" [E16] - Criação de um *framework* com metodologia e ferramentas para desenvolvimento de jogos.

Finalmente, os trabalhos analisados indicam que a correta elaboração *do game design* mostra-se determinante para o desenvolvimento de um jogo digital eficaz. Como observado por esta revisão, esse papel geralmente é realizado pelo *game designer*. Porém, no contexto educacional, como mostrado por alguns trabalhos, este trabalho pode ser executado por professores e alunos. Essa pode ser uma excelente estratégia de ensino aprendizagem baseada em jogos.

3.2. Linguagens e modelos de desenvolvimento de *game design* de jogos digitais no contexto educacional: uma revisão sistemática

Esta etapa do trabalho tem por objetivo investigar, no contexto internacional, trabalhos científicos que apresentem estratégias utilizadas na concepção de *game design* de jogos no contexto educacional, no período de 2010 a 2019. A metodologia utilizada neste trabalho foi baseada nas diretrizes propostas por [Kitchenham et al 2009]. Para esta revisão, as questões de pesquisa que guiaram todo o trabalho são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Questões de Pesquisa (RSL2)

Questões	Descrição
QP1	Quais são os modelos de desenvolvimento, linguagens específicas de domínio e/ou linguagens naturais controladas utilizadas na concepção do <i>game design</i> de jogos digitais?
QP2	A solução proposta é apoiada por alguma ferramenta? Qual?
QP3	A solução proposta é aplicada a uma área específica? Qual?
QP4	Quais são os benefícios apresentados pela solução proposta?
QP5	Quais são as limitações apresentadas pela solução proposta?
QP6	Qual o resultado (produto gerado) pela solução proposta?
QP7	Qual o tipo do jogo gerado?

A obtenção dos estudos primários foi realizada através de uma *string* de busca para seleção de trabalhos que tratassem de estratégias de *game design*, sendo por isso formulada com as palavras-chave "*model-driven, domain-specific language, controlled natural language e game design*".

Utilizamos como fonte para busca dos estudos primários a *Database of the Scopus Research* que compreende também as bases de dados da *ACM Digital Library and IEEE Xplore Digital Library*.

Os artigos encontrados foram então analisados segundo os critérios de inclusão (CI) e critérios de exclusão (CE) mostrados nas Tabelas 8 e 9. Essa análise foi realizada inicialmente pelo título, resumo e palavras-chave. Em seguida, pelas seções de introdução e conclusão. E, finalmente, pela leitura completa dos artigos.

Com o objetivo de testarmos a validade do procedimento de avaliação, e a qualidade dos estudos, envolvemos um segundo e terceiro revisor. Foram distribuídas as mesmas amostras dos estudos e aplicados os mesmos critérios de avaliação. A avaliação da qualidade manteve-se coerente entre os participantes desse processo.

Avaliação	Descrição
AV1	Existe uma definição clara dos objetivos da pesquisa?
AV2	O estudo apresenta as técnicas e tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da solução proposta?
AV3	O estudo apresenta a metodologia utilizada para o seu desenvolvimento?
AV4	Há um processo de avaliação da solução proposta?
AV5	O estudo apresenta uma comparação com outras soluções existentes?

Tabela 10. Avaliação da qualidade (RSL2)

A qualidade dos estudos encontrados também foi avaliada através dos cinco critérios apresentados na Tabela 10. Esses critérios foram utilizados para determinar o rigor, a análise e a credibilidade dos métodos de pesquisa empregados, bem como a relevância e a qualidade de cada estudo para esta revisão. As respostas para cada questão foram tabuladas e atribuídas um valor de 1 ("Sim"), 0,5 ("parcialmente") ou 0 ("Não").

Critérios	Descrição
CE1	Estudos semelhantes que apresentem a evolução de uma mesma pesquisa e que contêm os mesmos autores. (Excluir as versões mais antigas.)
CE2	Trabalhos fora do período da pesquisa.
CE3	Trabalhos cujos textos completos não estejam disponíveis para acesso gratuito na web.
CE4	Trabalhos que apresentem apenas modelos de documento de <i>game design</i> , metodologias e ferramentas de desenvolvimento de <i>games</i> .
CE5	Estudos que NÃO apresentem modelos de desenvolvimento, linguagens específicas de domínio e/ou linguagens naturais controladas utilizadas na concepção do <i>game design</i> de jogos digitais.

Tabela 9. Critérios de Exclusão (RSL2)

Critérios	Descrição
CI1	Estudos que apresentem modelos de desenvolvimento, linguagens específicas de domínio e/ou linguagens naturais controladas utilizadas na concepção do <i>game design</i> de jogos digitais.
CI2	Trabalhos escritos na língua inglesa.
CI3	Trabalhos publicados em conferências e jornais.

Tabela 8. Critérios de Inclusão (RSL2)

Por fim, foram extraídos os seguintes dados a partir dos estudos primários selecionados: dados de identificação do estudo, objetivos, método utilizado, critérios de avaliação da qualidade, benefícios e limitações apresentadas. Esses dados foram coletados por apenas um revisor, enquanto que os demais analisaram o resultado geral dos estudos. Comparado os resultados, percebemos que não existiu incoerência na estratégia de extração dos dados.

3.2.1. Análise dos artigos encontrados

A Tabela 11 apresenta a *string* de busca utilizada, bem como a quantidade de artigos retornados pela base de dados utilizada nesta pesquisa.

Tabela 11. *String* de Busca (RSL2)

<i>String</i> de busca	Artigos
((<i>model-driven</i> OR " <i>domain-specific language</i> " OR " <i>controlled natural language</i> ") AND " <i>game design</i> ".)	142 estudos

Todos os estudos primários recuperados foram analisados com o objetivo de selecionar aqueles que contribuem para responder as questões de pesquisa. Analisamos inicialmente 161 estudos, com a leitura dos títulos, palavras-chaves e resumos. Permaneceram selecionados 48 estudos. Desse total, após leitura das principais seções (introdução, conclusão e elementos gráficos) e nova aplicação dos critérios de análise, restaram 27 estudos para leitura completa. Essa última etapa resultou na exclusão de mais 4 artigos, finalizando o processo com 23 estudos para extração e análise dos dados para responder as questões de pesquisa apresentadas. A listagem dos estudos finais é apresentada na Tabela 12.

Tabela 12: Listagem dos estudos finais (RSL2)

Estudo	Título	Ano
E1	<i>Ontology-based domain analysis for model driven pervasive game development.</i>	2018
E2	<i>A model-driven engineering process to support the adaptive generation of learning game scenarios.</i>	2018
E3	<i>Designing educational games: Key elements and methodological approach.</i>	2017
E4	<i>How to integrate domain-specific languages into the game development process.</i>	2011
E5	<i>Engine-cooperative game modeling (ECGM): Bridge model-driven game development and game engine tool-chains.</i>	2016
E6	<i>Towards a design approach for serious games.</i>	2016

Os resultados mostram uma distribuição variável de artigos por ano de publicação com maior número nos anos de 2011 e 2015. Da mesma forma, verificamos diversidade em relação à fonte de publicação. A maioria dos artigos foram publicados em conferências (48%). Apenas 31% das publicações foram em periódicos (*Journal and Magazine*). Os demais foram publicados em *symposium* (8%) e *workshop* (13%).

A Tabela 13 apresenta os resultados da avaliação da qualidade dos estudos selecionados. Todos os artigos possuem definição clara dos seus objetivos (AV1), metodologia (AV3) e apresentam as técnicas utilizadas para o desenvolvimento da solução proposta (AV2). Observamos que apenas 06 estudos apresentam um processo claro de avaliação da proposta e 04 estudos avaliaram parcialmente. Dos 23 estudos, 13 não mostram um processo de avaliação da abordagem proposta bem definido, o que

E7	2015	A Workflow for Model Driven Game Development.
E8	2015	A Flexible Model-Driven Game Development Approach.
E9	2015	Mapping between Pedagogical Design Strategies and Serious Game Narratives.
E10	2015	Building a Game Engine: A Tale of Modern Model-Driven Engineering.
E11	2015	Model-driven serious game development integration of the gamification modeling language GaML with unity.
E12	2015	Realcoins: A case study of enhanced model driven development for pervasive games.
E13	2013	A platform independent game technology model for model driven serious games development.
E14	2013	MDA game design for video game development by genre.
E15	2013	GaML - A modeling language for gamification.
E16	2012	Towards model-driven game engineering for serious educational games: Tailored use cases for game requirements.
E17	2011	A visual language for the creation of narrative educational games.
E18	2011	Fusing games technology and pedagogy for games-based learning through a model driven approach.
E19	2011	Game content model: An ontology for documenting serious game design.
E20	2011	SAGA: A DSL for story management.
E21	2011	Motivation and multimodal interaction in model-driven educational game design.
E22	2010	A model-driven framework to support development of serious games for game-based learning.
E23	2019	Agile development of multiplatform educational video games using a Domain-Specific Language

63

compromete a sua efetiva aplicação (AV4). Por fim, somente 7 estudos apresentam uma comparação com outras abordagens existentes (AV5).

Tabela 13. Resultados da avaliação da qualidade (RSL2)

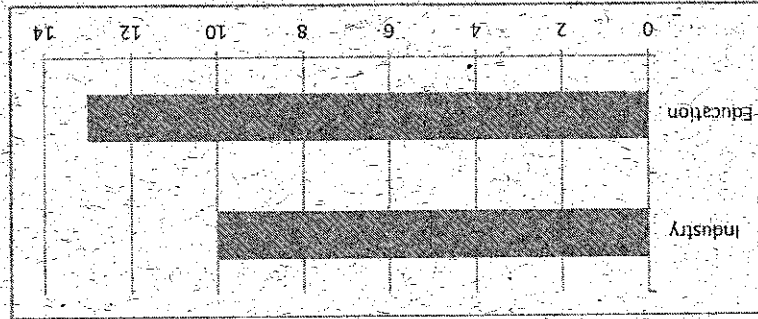
ESTUDO	AV1	AV2	AV3	AV4	AV5	TOTAL
1	1	1	1	1	1	5
2	1	1	1	1	0	4
3	1	1	1	0,5	0	3,5
4	1	1	1	0	1	4
5	1	1	1	0	1	4
6	1	1	1	0,5	0,5	4
7	1	1	1	1	0	4
8	1	1	1	0	0	3
9	1	1	1	0	0	3
10	1	1	1	0	0	3
11	1	1	1	1	0	4
12	1	1	1	1	0	4
13	1	1	1	0	1	4
14	1	1	1	0	0	3
15	1	1	1	0,5	0	3,5
16	1	1	1	0,5	0	3,5
17	1	1	1	0	0	3
18	1	1	1	0	0	3
19	1	1	1	0	1	4
20	1	1	1	0	1	4
21	1	1	1	0	0	3
22	1	1	1	0	1	4
23	1	1	1	1	0	4

Um dos estudos obteve a pontuação máxima de 05 pontos [E1]. A pontuação mais baixa que os artigos alcançaram foi de 3 pontos [E8, E9, E10, E14, E17, E18 e E21]. A pontuação média em qualidade dos trabalhos incluídos na revisão é de 3.52 pontos numa escala de 0 a 5 pontos. O critério AV5 foi o menos atendido, indicando uma ausência de estudos comparativos em boa parte dos trabalhos encontrados.

A seguir, apresentamos as respostas às questões de pesquisa da revisão sistemática obtidas a partir da análise dos artigos encontrados.

QP1 – Quais são os modelos de desenvolvimento, linguagens específicas de domínio e/ou linguagens naturais controladas utilizadas na concepção do *game design* de jogos digitais?

Figura 5: Área de aplicação das propostas



Em relação à aplicação da proposta, verificamos que 13 estudos são aplicados na área da educação [E2, E3, E9, E10, E11, E13, E16, E17, E18, E19, E21, E22 e E23] e 10 são aplicados na indústria [E1, E4, E5, E6, E7, E8, E12, E14, E15, E20], conforme visto na Figura 5.

QP3 – A solução proposta é aplicada a uma área específica? Qual?

A maioria das propostas (15) apresenta uma solução baseada em alguma ferramenta, entre elas: *MDA/MDE Tools* [E1, E8, E18, E22], *Eclipse Modeling Framework* [E2, E11, E12], *UML* [E3, E16, E21], *Xtext Language Framework* [E4], *Segment* [E13], *Mealy Machine* [E17], *Gade4All* [E23] e *JAVA* [E20]. Os estudos E5, E6, E7, E9, E10, E14, E15, e E19 não descreveram o uso de nenhuma ferramenta de apoio ao desenvolvimento da solução proposta.

QP2 – A solução proposta é apoiada por alguma ferramenta? Qual?

Os resultados apontam uma variedade de 16 propostas diferentes: *Educational Game Métamodes* [E21], *Story as Acyclic Graph Assembly* [E20], *Model-Driven Serious Game* [E18, E22], *Game Content Model* [E19], *Ontology* [E1], *Model-Driven Engineer* [E2, E12], *Incremental Iterative Model* [E3], *DSL* [E4, E9, E10, E23], *Engine Cooperative Game Modeling* [E5], *Multi-Layer* [E6], *Model-Driven Game Development* [E7, E8], *Gamification Model Language* [E11, E15], *Game Technology Model* [E13], *Simsys* [E16] and *DSVL* [E17]. Apenas cinco técnicas (*Model-Driven Serious Game* [E18, E22], *MDE* [E2, E12, E14], *DSL*, *Model-Driven Game Development* [E4, E9, E10, E23] e *Gamification Model Language* [E11, E15]) apareceram em mais de um trabalho. Todas são propostas isoladas baseadas ou não em outras estratégias, como veremos mais a seguir.

A primeira questão de pesquisa deste trabalho objetivou identificar as estratégias (linguagens, modelos, e/ou métodos) - propostas para a concepção do *game design* de jogos educativos.

65

QP4 – Quais são os benefícios apresentados pela solução proposta?

Após a análise de todos os estudos incluídos na revisão sistemática, foi possível extrair os principais benefícios de cada estratégia reportados pelos seus autores que, de forma resumida, são apresentados nesta sessão.

Os estudos [E1, E5, E8, E14, E18, E21] relataram que a modelagem baseada em modelos acelera o desenvolvimento do jogo, pois o uso destes facilita a compreensão dos requisitos e características do jogo pelos desenvolvedores. Além disso, reduzem o tempo, os erros e o custo do projeto de desenvolvimento do jogo. A definição da ontologia do jogo também ajuda na compreensão dos conceitos nele envolvidos [E1, E12]. Os estudos [E9, E10, E11, E13, E17, E19, E20, E23] apresentam como maior benefício a redução da complexidade técnica do jogo, o que facilita o seu desenvolvimento por não especialistas. Já o estudo [E3] destaca que sua estratégia proporciona um maior equilíbrio entre os aspectos técnicos e pedagógicos. O estudo [E7] se beneficia do conceito de fluxo de trabalho facilitando a produção do jogo. Os trabalhos [E4, E16] apresentam a prototipagem, geração automática de *scripts* e reuso dos artefatos produzidos como maiores benefícios. Além desses, foram ainda citados os seguintes benefícios: maior motivação no processo de produção do jogo [E20], aplicação dos conceitos de gamificação para facilitar a produção do jogo [E15], adaptação do cenário do jogo para pessoas com necessidades especiais [E2], experimentação e *briefing* [E6] e redução do tempo de produção [E23].

QP 5- Quais são as limitações apresentadas pela solução proposta?

Esta questão de pesquisa apresenta as principais limitações das propostas contidas nos artigos analisados. Os estudos [E2, E19, E20] limitam-se a produzir apenas o *game design* de jogos. O que mais chamou a atenção é o fato de que 68,2% das estratégias não foram aplicadas e validadas [E4, E5, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E15, E14, E18, E19, E20, E21, E22], o que pode comprometer a eficiência e eficácia da solução proposta. Apenas 34,8% dos estudos apresentam algum procedimento de teste e validação [E1, E2, E3, E6, E7, E16, E17, E23]. Percebemos ainda que a maioria desses estudos realiza a aplicação da proposta em cenários simples, necessitando de estudos adicionais para melhor validação. Já os estudos [E9, E14 e E15] não relataram suas limitações, o que dificultou a análise dos seus resultados. Alguns estudos [E5, E7, E8, E18, E21] não detalharam a solução proposta o que também dificultou a análise desta questão de pesquisa. Por fim, os estudos [E2, E3, E11, E12, E20 e E2] relatam que as ferramentas utilizadas como apoio da solução proposta são de difícil compreensão por não especialistas.

QP6 – Qual o resultado (produto gerado) pela solução proposta?

A análise dos artigos encontrados aponta que as abordagens propostas por esses estudos geram produtos de dois tipos: o *game design* [E2, E19, E20] ou o próprio jogo digital

Nessa etapa da pesquisa, apresentamos uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de conhecer as estratégias (linguagens, modelos, e/ou métodos) para elaboração de *game design* de jogos digitais no contexto educacional. Percebemos que no processo de busca dos estudos primários a palavra-chave “educação” reduziria muito o número de trabalhos selecionados. Por isso, optamos por retirá-la e analisarmos os aspectos educacionais nas etapas seguintes da revisão, durante a leitura desses artigos. Os resultados mostram que dos 23 estudos selecionados apenas 13 [E2, E3, E9, E10, E11, E13, E16, E17, E18, E19, E21, E22 e E23] apresentam estratégias de criação de *game design* de jogos voltados para educação.

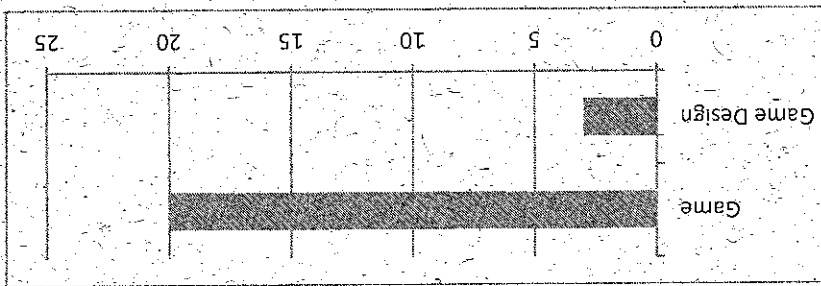
3.2.2. Considerações finais da revisão sistemática

Os resultados obtidos nesta questão de pesquisa apontam os mesmos números da questão 3, onde 23 estudos estão voltados para a produção de jogos ou *game design* de jogos educativos.

QP7 – Qual o tipo de jogo gerado?

O foco desta etapa da pesquisa é encontrar linguagens e modelos de desenvolvimento de *game design* de jogos digitais educativos. Portanto, os estudos que geram o produto *game design* são os mais significativos, apesar de em menor quantidade. Esses dados também apontam para a necessidade de maior investimento em soluções de produção de *game design* para jogos digitais educativos.

Figura 6: Produto gerado pelas propostas



conforme ilustrado na Figura 6:

[E1, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E21, E22, E23].

Foi possível observar que todos os estudos apresentaram uma definição clara dos seus objetivos, metodologia e as técnicas utilizadas para o desenvolvimento da solução proposta. A grande maioria com suporte de ferramentas.

No tocante à aplicação e à validação das propostas, 68,2% não apresentaram nenhum processo dessa natureza, o que mostra uma enorme fragilidade na aplicação das mesmas.

Por fim, acreditamos que o objetivo da revisão sistemática foi atingido e que os estudos selecionados, de fato, apresentam alguma estratégia para concepção de *game design* de jogos digitais, seja no contexto educacional ou da indústria.

3.3. Conclusões em relação às revisões sistemáticas

Esse capítulo apresentou duas revisões sistemáticas da literatura com o objetivo de investigar trabalhos científicos que apresentam abordagens ou metodologias para especificação de *game design* no contexto educacional.

O primeiro estudo teve um olhar no cenário nacional, no período de 2010 a 2017, identificando 40 trabalhos, dos quais 16 respondem a primeira questão de pesquisa desta proposta de doutorado. O segundo estudo observou o cenário internacional no período de 2010 a 2019. Sua *string* de busca trouxe 161 artigos, dos quais 23 respondem à mesma questão de pesquisa. Assim, perfazemos um total de 39 artigos analisados nos dois estudos.

Observamos uma grande variedade de abordagens que utilizam técnicas de prototipagem, *scrum*, *design* participativo, *frameworks* para contextos específicos, *design patterns*, estratégias oriundas da área de administração e gestão de projetos, *design thinking*, GDD, *cânvas*, metamodelos, modelos de *game design* específicos e *gamification*. Todas são propostas isoladas, baseadas ou não em outras estratégias, a maioria focada principalmente na indústria e outras na academia. A Tabela 14 apresenta a listagem dos estudos que apresentam abordagens no contexto educacional.

Tabela 14. Estudos no contexto educacional

Estudo	Descrição
<i>Game thinking is not game design thinking!</i> Uma proposta de metodologia para o projeto de jogos digitais.	Propõe uma metodologia voltada ao projeto e ao desenvolvimento de jogos digitais baseada em <i>design thinking</i> e em conceitos ágeis e enxutos, a partir das experiências dos autores como professores de disciplinas de cursos de graduação e pós-graduação.
Estudo comparativo entre modelos	Estudo comparativo entre os modelos <i>Design</i> , <i>Play</i> ,

de game design para jogos educacionais.	<i>Model, Listou-se um conjunto de contribuições teóricas e práticas para auxiliar os profissionais durante o design de jogos digitais educacionais.</i>
Metodologia de Desenvolvimento de Jogos Sérios: especificação de ferramentas de apoio open source.	Apresenta uma visão geral da metodologia interativa e integradora para desenvolvimento de jogos sérios com foco na descrição de ferramentas de código livre.
<i>A model-driven engineering process to support the adaptive generation of learning game scenarios.</i>	Apresenta um framework baseado num metamodelo que detalha os elementos de um domínio específico de jogos.
<i>Designing educational games: key elements and methodological approach.</i>	Apresenta uma metodologia dividida em cinco fases: <i>startup, design, production, test, and post-production</i> de jogos educativos. Os artefatos são gerados utilizando a notação UML.
<i>Mapping between Pedagogical Design Strategies and Serious Game Narratives.</i>	Apresenta uma linguagem de domínio específico (ATTAC-L) que facilita a comunicação entre a equipe de desenvolvimento de jogos educativos.
<i>Building a Game Engine: A Tale of Modern Model-Driven Engineering.</i>	Propõe uma abordagem de desenvolvimento de jogos orientados por modelo (MDE) e expõe as lições aprendidas no projeto PhysDL-2 (jogo de física).
<i>Model-driven serious game development integration of the gamification modeling language GaML with unity.</i>	Apresenta uma arquitetura baseada em modelos (MDA) para gerar blocos de jogos educativos (GaML). Utiliza conceitos de gamificação.
<i>A platform independent game technology model for model driven serious games development.</i>	Apresenta o <i>Game Technology Model</i> que modela jogos educativos de maneira independente de hardware e sistema operacional. Utiliza técnicas de MDE.
<i>Towards model-driven game engineering for serious educational games: Tailored use cases for game requirements.</i>	Apresenta uma abordagem para modelar jogos educacionais usando casos de uso da UML e MDE.
<i>A visual language for the creation of narrative educational games.</i>	Apresenta um DSL que simplifica o desenvolvimento de jogos educacionais por educadores, que não têm experiência em programação.
<i>Fusing games technology and pedagogy for games-based learning through a model driven approach.</i>	Descreve uma abordagem baseada em modelos, concebida para ajudar não especialistas na produção de jogos educativos.
<i>Game content model: An ontology for documenting serious game design.</i>	Apresenta uma ontologia para documentação de jogos educativos.
<i>Motivation and multimodal interaction in model-driven educational game design.</i>	Apresenta uma abordagem para identificar e construir perfis de interfaces de usuário para jogos educativos.
<i>A model-driven framework to support educational game design.</i>	Apresenta um framework baseado em modelos

<i>development of serious games for game-based learning.</i>	que auxilia no desenvolvimento de jogos por não especialistas.
<i>Agile development of multiplatform educational video games using a Domain-Specific Language.</i>	Apresenta uma linguagem específica de domínio para desenvolvimento de jogos educacionais multiplataforma.

Podemos concluir que a realização das revisões sistemáticas da literatura foi de fundamental importância para conhecermos o cenário do desenvolvimento de *game design* de jogos, auxiliando a respondermos quais os métodos trabalhados na literatura para especificação de *game design* de jogos digitais no contexto educacional.

Os resultados das revisões sistemáticas fundamentaram a elaboração da proposta e dos objetivos deste trabalho que se diferencia dos estudos encontrados, principalmente por tratar-se da especificação do *game design* de jogos através da produção textual de alunos.

Nesta primeira etapa foi realizado todo o planejamento da experiência detalhando o público alvo, materiais utilizados, estratégia de condução e avaliação dos resultados. Essa atividade foi realizada com a professora e o pesquisador participantes.

Em seguida, partimos para a execução do planejamento com os alunos selecionados para essa etapa com o objetivo de testarmos e validarmos a estratégia planejada.

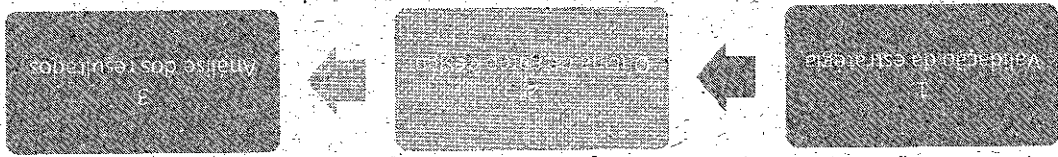
A atividade proposta foi a elaboração do game design de um jogo através da produção textual. Primeiramente, a professora explicou o objetivo da atividade, falou sobre o conceito de jogos digitais e game design, comentando com os participantes quais

4.1.1. Validação da estratégia

O público participante da experiência foi formado por professores, alunos e o pesquisador, assim divididos: na primeira etapa participaram 02 alunos do ensino fundamental (nível 4), 01 professora da educação básica e 01 pesquisador; na segunda etapa participaram 20 alunos do ensino superior de uma Universidade Federal Rural do Semi-Arido (cursos de computação e pedagogia), 02 professores (educação básica e Computação) e 01 pesquisador; na última etapa participaram 01 professora da educação básica do NEI-Cap/UFRN e 01 pesquisador.

A seguir, detalhamos o planejamento e a execução de cada etapa da experiência a ser relatada.

Figura 7. Etapas do estudo exploratório



O estudo exploratório teve o objetivo de verificar a eficiência da estratégia de elaboração do *game design* de jogos através da produção textual. Foi dividido em etapas, conforme a Figura 7.

4.1. Estudo exploratório: Idealização de jogos

Este capítulo relata 03 estudos exploratórios que buscaram compreender o processo de especificação do *game design* de jogos digitais através da produção textual. Esses estudos forneceram indícios para melhor elaborarmos essa proposta de doutorado. Essa experiência nos permitiu entender os fenômenos observados durante a aplicação e resultados das atividades propostas [Wohlin 2012], [Yin 2013].

elementos são indispensáveis para elaboração de um jogo, tais como: história, personagens, cenário, regras, entre outros. A professora demonstrou um catálogo de objetos dispostos na forma de cartões impressos contendo imagens de personagens, objetos, ações e cenários que deveriam ser utilizados na elaboração do game design dos jogos idealizados. Os alunos conheceram e manipularam os cartões como forma de inspiração para estruturação da ideia e os elementos do jogo, conforme ilustrado na Figura 8.



Figura 8. Conhecendo o catálogo de objetos

Os alunos socializaram oralmente a ideia do jogo, na medida em que manipulavam os cartões sob o cenário escolhido, explicitando onde ele se passaria, quais personagens apareciam, quais seriam as suas ações e quais seriam as tarefas/desafios que deveriam ser superados. Em seguida, fizeram o registro escrito do jogo, considerando o que estava estruturado sob a mesa, conforme Figuras 9 e 10.

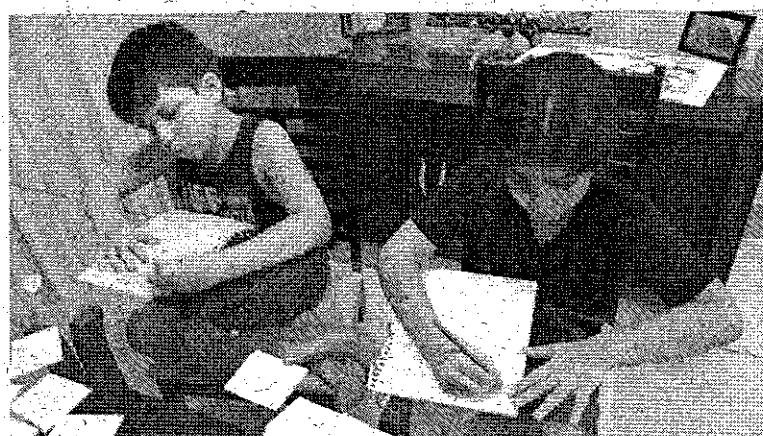
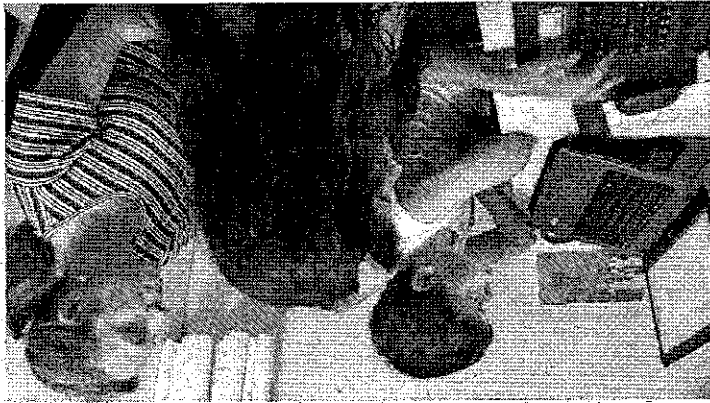


Figura 9. Produção textual

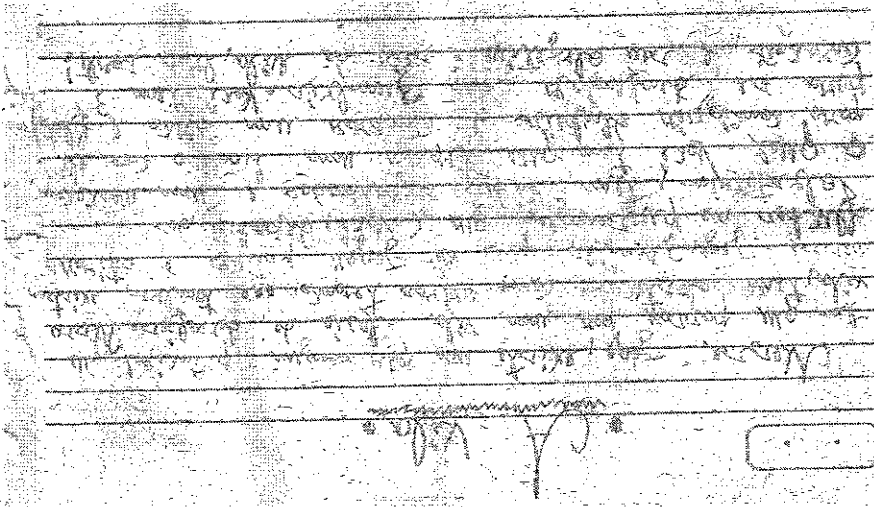
A seguir apresentamos o resultado final das produções textuais dos alunos.

Figura 11. Reescrita do texto



O texto foi revisito em varios momentos com o objetivo de favorecer a clareza do registro quanto ao funcionamento do jogo e adequar a escrita à norma culta. Essa etapa contou com a ajuda da professora que orientou sobre a escrita correta do texto produzido, conforme Figura 11. Com o texto concluído, os alunos identificaram os elementos do game design do jogo idealizado simulando o papel do interpretador (Etapa 3 da figura 22). Ao perceberem a falta de algum elemento, voltavam ao texto para fazerem os ajustes necessários.

Figura 10. Primeira versão de um dos textos produzidos



Mineplay

O boneco Steve tem seu amigo Alex, que pode ser encontrado espalhado em qualquer lugar da planície, como atrás das árvores, em lagos, em cima de porcos e etc. O objetivo do Steve é achar a TNT para mudar de fase e a função de Alex é matar os zumbis porque eles irão atrapalhá-los nessa busca. Alex vai matá-los usando espadas e armaduras. O Creeper vai explodir e se ele explodir você perde o jogo e ele aparece perto da TNT para impedir isso o Steve irá ter que prender o Creeper em uma casa.

No caminho vai ter fogo, placas, lagos, rios, animais, flores e lápis. Os lápis vão ser coletados pelo personagem Steve para ele pintar as flores brancas de roxo. Somente as flores roxas são úteis para conseguir diamantes necessários na compra de armaduras e espadas para Alex (nas lojas que aparecerão sempre que for dado pausa).

As fases do jogo vão ficando mais difíceis: os zumbis e o Creeper vão aparecer mais vezes, a casa para prender o Creeper vai estar mais longe e a TNT vai estar em locais mais escondidas. No início do jogo o Steve vai ter 5 corações, que significam 5 vidas. Cada maçã que ele comer das árvores vai dar para ele 2 vidas. Sempre que o zumbi bater no Steve ele perde um coração.

A VILA

Nesse jogo existe um personagem principal que é um menino que precisa passar por uma vila cheia de desafios. Nessa vila tem obstáculos como pedras e troncos de árvores que o menino tem que pular ou desviar. Existem zumbis que vão atirar flechas no menino. O menino tem que desviar dessas flechas para não morrer. Se ele for atingido perde um coração (vida). No caminho o menino tem que colher bananas para trocar por dinheiro com o macaco. O dinheiro serve para comprar um arco e flecha e matar os zumbis. O menino nasce com 6 corações (vidas) e seu objetivo é fugir da vila.

Ao final da atividade os alunos foram entrevistados pelo pesquisador com o objetivo de perceber se os mesmos sentiram dificuldades ao descrever os elementos do jogo, se sentiram motivados a produzir o texto e se consideraram que a descrição do jogo através do texto pode se transformar num jogo real.

Com base nos resultados obtidos, concluímos que a estratégia atendeu ao seu objetivo inicial, podendo ser aplicada com outros grupos de estudantes e professores.

4.1.2. Oficina de *game design*

Após validada a estratégia, partimos para a execução da segunda etapa do estudo exploratório. Dessa vez, a atividade foi realizada em formato de oficina (com duração de 4 horas), durante a Semana de Ciência e Tecnologia – SECITEC da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA.

Nessa etapa, também foram disponibilizados cartões em branco para atender a necessidade de expansão do catálogo de objetos. Cada grupo elaborou o jogo. Após a estruturação da ideia e elaboração do texto, os grupos socializaram oralmente com o grande grupo, na medida em que demonstravam a execução o jogo através da manipulação dos elementos selecionados no catálogo.

Figura 13. Produção textual

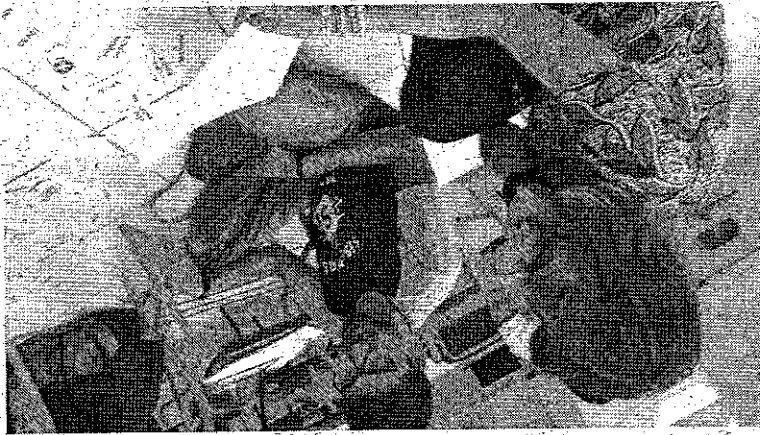
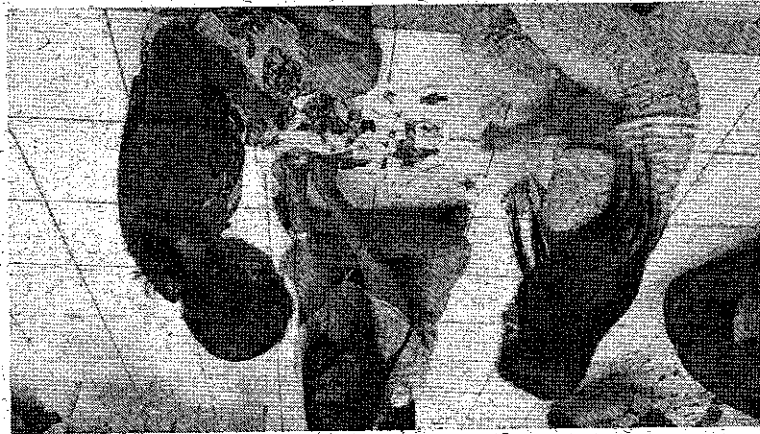


Figura 12. Idealizando o jogo



Da mesma forma, os alunos foram apresentados à proposta, conheceram os conceitos de jogos digitais, game design e o catálogo de objetos. Em seguida, os 20 alunos foram divididos em 5 grupos. Cada grupo recebeu um kit contendo o catálogo de objetos, papel e canetas. Os alunos manipularam o material disponibilizado, idealizaram seus jogos, socializaram a ideia internamente no grupo e iniciaram o registro na forma de texto, conforme ilustrado nas Figuras 12 e 13.

24

4.1.3. Análise dos Resultados

A terceira e última etapa foi a análise dos resultados. Foram considerados os jogos idealizados e a produção textual. Os resultados estão descritos a seguir.

a) Considerações a respeito dos jogos idealizados:

Em relação aos jogos idealizados percebemos que não há limite para imaginação dos participantes. Verificamos o quanto os alunos são familiarizados com jogos digitais, facilitando a elaboração da ideia dos jogos com a identificação de personagens, cenários, regras, mudanças de nível, pontuação e superação de desafios. Os alunos tiveram a oportunidade de fazer uso da sua experiência como usuários de jogos, para propor jogos que eles mesmos tinham interesse em jogar.

Num primeiro momento verificamos que a quantidade de elementos do catálogo de objetos constitui-se como um fator limitante para elaboração dos jogos, porém na 2ª etapa foi dada a oportunidade dos alunos expandirem o catálogo elaborando novos elementos nos cartões em branco.

b) Considerações a respeito da produção textual

O registro da descrição dos elementos e funcionamento dos jogos se constituiu em uma atividade essencial para que os alunos pudessem sistematizar as suas ideias e melhor estruturar seus jogos. Eles colocaram em prática as suas habilidades de escrita, motivadas pelo interesse de criação de um produto digital.

Revisitar o texto verificando sua completude e a ortografia deu a oportunidade aos alunos de conhecerem e aprimorarem os conhecimentos relacionados a produção textual e forma significativa e lúdica.

É perceptível a diferença existente entre a primeira e a segunda versão dos textos. Chamamos a atenção, por exemplo, para o jogo "A vila" (Figura 10 e quadro da página 47). Na primeira versão, não fica claro que o personagem principal é um menino, nem mesmo que ele morre ser for atingido por uma flecha lançada pelo zumbi, nem é dito com quantas vidas o personagem inicia o jogo – informações que ficam claras na segunda versão.

Essa produção textual pode ser considerada como um documento de game design (GDD) elaborado sem tanta complexidade e formalidade como os GDD tradicionais e sem requerer habilidades muito técnicas da área de computação, já que é utilizada a nossa linguagem natural.

Observamos que os textos produzidos durante a experiência são incompletos e curtos, provavelmente em função da falta de hábito de organizar e registrar o pensamento por escrito, ou mesmo de revisar o que se escreve. Apesar da incompletude verificada nos textos, foi possível observar a existência da descrição dos principais elementos do game design. Todos conseguiram descrever os cenários e personagens dos jogos. Algumas regras

educativos que encontram-se na seção de destaque desses sites.
 scratchbrasil.net.br. O critério utilizado foi a escolha de pequenos jogos
 • Escolha dos jogos: seleção dos jogos na web site scratch.mit.edu e

As etapas do estudo são apresentadas na Figura 14, que segue:

(computação e Educação).
 O público alvo do estudo foi assim dividido: 02 alunos no ensino fundamental com
 idade de 10 anos, 04 alunos do ensino médio com idade de 16 anos e 02 professores

design de jogos digitais.
 características que uma linguagem deve possuir para especificar satisfatoriamente o *game*
 jogos digitais por alunos do ensino fundamental. Procuramos verificar quais as
 programação visuais que podem ser obtidas através da produção textual do *game design* de
 Esse estudo investigou as expressões comuns utilizadas pelas linguagens de

4.2. Estudo exploratório 02: Do jogo ao texto

de aula com professores e alunos, conforme já mencionado.
 propostas neste trabalho. Porém, há previsão de intervenções mais sistematizadas em sala
 continuar essa experiência inicial como forma de experimentar a estratégia e ferramentas
 da linguagem e construção do protótipo de uma ferramenta de apoio. Pretendemos
 Os próximos passos ainda não foram realizados, pois dependem do aprimoramento
 bastante motivada a produzir o texto.

maioria dos alunos não sentiu dificuldades ao descrever os elementos do jogo e se sentiu
 Através dos questionamentos realizados no final de cada etapa constatamos que a
 lúdica e significativa para o desenvolvimento dessas habilidades.
 elaboração do *game design* dos jogos. Constitui-se como uma atividade prática, motivadora,
 especificamente de produção textual, a medida em que usa a leitura e escrita para
 A estratégia favorece o desenvolvimento das habilidades da língua portuguesa,
 regras, mudança de fases e superação de desafios.

os alunos pensam na problemática do jogo, sua decomposição, nos algoritmos com as
 As habilidades do pensamento computacional são trabalhadas no momento em que
 habilidades de escrita.
 aprendizagem baseada em jogos, desenvolvimento do pensamento computacional e das
 criação de jogos a partir da linguagem natural e, de fato, uma alternativa para adoção da
 Após realizada a experiência aqui relatada, pudemos constatar que a estratégia de

c) Considerações a respeito da estratégia proposta

foram também apresentadas. Assim, acreditamos ser possível extrair características
 principais do *game design*, porém a incompletude dos textos dificulta essa atividade.

- Jogar: esta etapa consiste na experimentação do jogo, ou seja, jogá-lo observando seu objetivo, elementos de *game design* e funcionalidades.
- Descrever elementos de *game design*: consiste na descrição textual dos principais elementos de *game design* observada na etapa anterior. O aluno deverá produzir um texto sobre o jogo.
- Avaliar: avaliação da atividade realizada através da aplicação de um questionário e análise dos textos produzidos.



Figura 14: Etapas do estudo

O questionário foi composto por 7 questões fechadas e 01 aberta descritas a seguir. As respostas para as questões fechadas são baseadas na Escala de Likert, onde os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação [Likert 1932].

- Você conseguiu entender o objetivo dos jogos?
- Foi difícil identificar os elementos dos jogos?
- Você conseguiu descrever todos os elementos dos jogos?
- Quais as dificuldades encontradas?
- Você acredita que os textos produzidos ficaram bons?
- Você considera que as descrições dos jogos podem se transformar em um jogo novamente?
- Você se sentiu motivado a realizar a atividade?
- Você conseguiu aprender algo ao descrever os jogos?

Como avaliação da atividade, além do questionário, foi necessário analisar os seguintes aspectos da produção textual dos alunos pelo pesquisador:

- Os elementos descritos no texto são suficientes para desenvolver o mesmo jogo novamente?
- É possível extrair características principais do *game design* a partir dessa experiência?
- O quão diferente são as especificações de *game design* dos jogos realizados por pessoas diferentes?
- Existem padrões de estruturas textuais para descrever o *game design*? Quais?

A avaliação foi realizada em duas fases: aplicação de um questionário com os participantes e análise dos textos produzidos. Os textos produzidos foram analisados pelo pesquisador, cujos resultados são apresentados na próxima seção. A Figura 16 apresenta um dos textos produzidos pelos alunos (grupo I).

Figura 15: Aluna realizando a atividade



A figura 15 representa uma das alunas na etapa de produção do texto após ter experimentado um dos jogos (grupo I).

A atividade foi realizada em 3 momentos distintos por três diferentes grupos: Um grupo (I) composto pelos alunos do ensino fundamental, outro grupo (II) com os alunos do ensino médio e outro grupo (III) com professores. Inicialmente, foi apresentada a metodologia a ser seguida, explicando as etapas da atividade e os conceitos fundamentais sobre os principais componentes dos jogos, tais como: cenário, personagens, objetos, ações, sons e controles. Os jogos selecionados previamente pelo pesquisador foram disponibilizados por cerca de 15 minutos para serem explorados. Na terceira etapa, cada pessoa elaborou um texto descrevendo os elementos do *game design* de cada jogo, incluindo: cenários, objetos, personagens, regras, comandos, entre outros. A ideia foi realizar uma espécie de engenharia reversa dos jogos onde o produto final foi a sua descrição textual. A última etapa foi a avaliação da atividade realizada.

- Como esses padrões se relacionam com funcionalidades existentes em ambientes de programação visual que trabalham o pensamento computacional?

[]

Caminda da lua

No jogo, vai até uma mesa onde há uma série de cartões com um desenho, cada cartão tem um círculo de múltiplas cores e as tabuletas vão ficando até que cada jogador não perde e se não vencer, vai continuar até chegar a hora que o jogo acaba. Os cartões com as respostas, para o círculo a resposta está lá. O jogo dura mais tempo, um ponto tem uma resposta mais.

Figura 16: Amostra de um texto produzido

Cada grupo realizou a atividade em locais diferentes fazendo o uso de computador, da ferramenta Scratch, papel e caneta. Alguns preferiram digitar o texto num editor de texto e enviar a sua produção por e-mail. Outros entregaram os textos na forma manuscrita. O quadro a seguir apresenta a descrição do jogo *Cores em inglês*, realizada por um professor do grupo (iii), ilustrado na figura 17, disponível no link <http://www.scratchbrasil.net.br/index.php/jogo/110-jogo-cores.html>.

Jogo cores em inglês

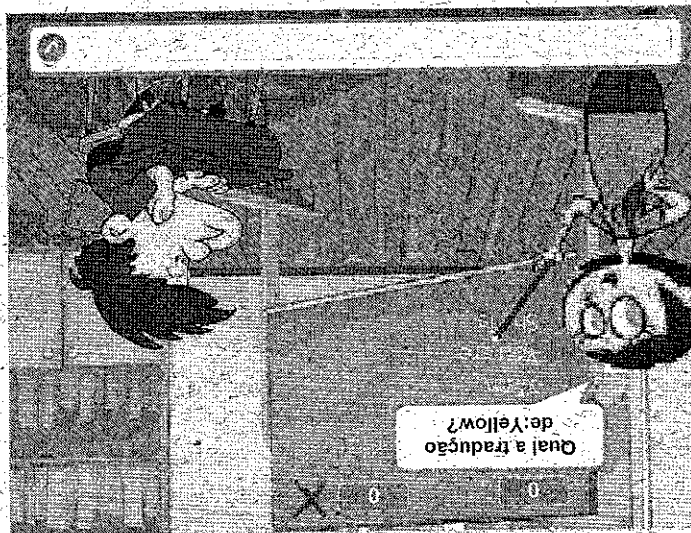
O jogo apresenta um cenário de sala de aula onde o personagem aluno responde a uma prova sobre o nome das cores em inglês. O aluno está sentado em sua carteira de trabalho de frente para um quadro negro. O aluno fala: "Olá! Hoje vou ter uma prova de inglês". Em seguida pergunta: "Você pode me ajudar?" Se o jogador responder "sim" o jogo continua. Se não o jogo é encerrado. A personagem professora faz perguntas dialogando com o aluno. A professora está em pé ao lado do quadro negro da sala. A professora pergunta faz uma série de pergunta sobre a tradução das cores em inglês/português. As respostas são digitadas numa caixa de texto. Após clicar no botão confirma, o jogo interpreta a resposta digitada comparando com a opção correta. Se a resposta estiver correta o jogo incrementa 1 ponto no painel de acertos, apresenta o objeto bola com a cor equivalente com a resposta, apresenta o texto "Você acertou" e toca um som de prato. Se não, incrementa 1 ponto no painel de erros e toca um som de piano. São 12 questões no total. O jogador assume o papel do aluno. Para ganhar o jogo você deve contabilizar um número maior de acertos. Se acertos for maior do que erros então o jogador vence a partida e o jogo apresenta o texto "Parabéns! Você acertou mais do que errou". Se não o jogo apresenta o texto "Você perdeu!".

Questionados sobre quais as dificuldades encontradas durante a produção textual, tivemos como respostas: "nenhuma", "não gosto de escrever", "nunca fiz um jogo" e "jogos com erros".

- Todos os envolvidos (100%) compreenderam os objetivos dos jogos.
- 65,5% discordaram totalmente e 25% discordaram que foi difícil identificar os elementos dos jogos. Já 12,5% concordaram totalmente sobre essa dificuldade (Figura 20).
- 25% concordaram totalmente e 75% concordaram que conseguiram descrever todos os elementos dos jogos.
- 12,5% dos participantes concordaram totalmente e 62,5% concordaram que os textos produzidos ficaram com boa qualidade. Apenas 25% nem concordaram nem discordaram com essa questão (Figura 18).
- Quando questionados se as descrições dos jogos podem se transformar em um jogo novamente, o resultado apresenta 25% concordaram totalmente, 62,5% concordaram e 12,5% nem concordaram nem discordaram (Figura 19).
- Sobre a motivação em realizar a atividade, os resultados mostram que 50% concordaram totalmente, 25% concordaram e 25% discordaram.
- 50% concordaram totalmente que aprenderam algo ao descrever os jogos. Porém, 25% discordaram totalmente, 12,5% discordaram e 12,5% nem concordaram nem discordaram com essa questão.

De acordo com as respostas ao questionário aplicado com os alunos, verificamos que:

Figura 17: Tela do jogo *Cores em Inglês*



Os gráficos apresentados nas figuras 18, 19 e 20 apresentam o percentual de respostas com base na escala de Likert, onde 1 representa discordo totalmente, 2 discordo, 3 não concordo nem discordo, 4 de acordo e 5 totalmente de acordo [Likert 1932].

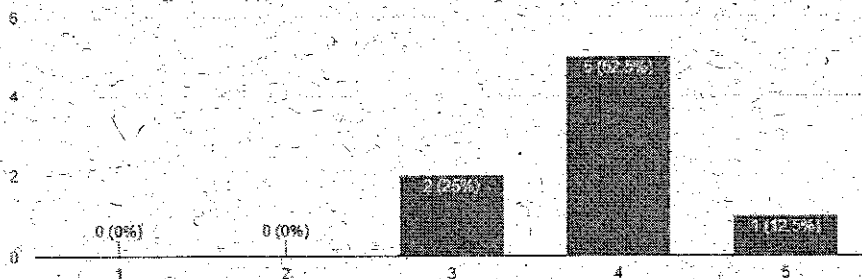


Figura 18: Você acredita que os textos produzidos ficaram bons?

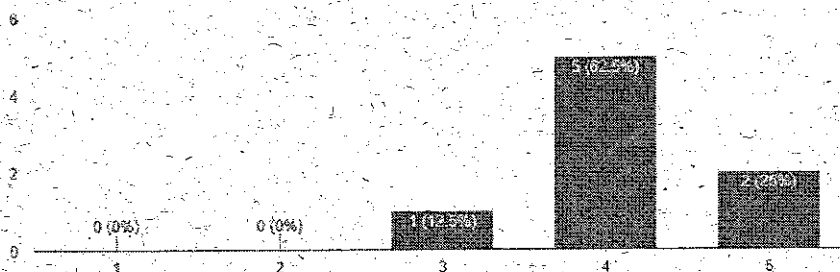


Figura 19: Você considera que as descrições dos jogos podem se transformar em um jogo novamente?

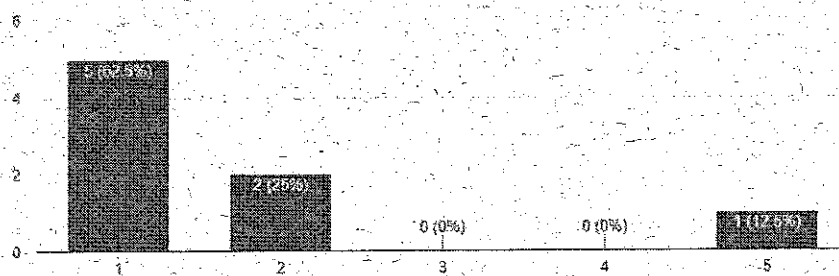


Figura 20. Foi difícil identificar os elementos dos jogos?

Além dos questionários, avaliamos os aspectos relacionados à produção textual:

Questão 1: Os elementos descritos no texto são suficientes para desenvolver o mesmo jogo novamente?

Percebemos que os textos são semelhantes entre os grupos de mesmo nível escolar. Ou seja, a qualidade da escrita está diretamente relacionada ao nível das habilidades de escrita dos participantes. Com relação à quantidade e clareza na descrição dos elementos de *game design*, observamos que os textos do grupo (iii) são mais completos e mais específicos, possibilitando uma maior compreensão do jogo.

Questão 3: O que é diferente nas especificações de *game design* dos jogos realizados por pessoas diferentes?

Frases	Especificação do <i>game design</i>
<p>"O jogo apresenta um cenário de sala de aula onde o personagem aluno responde a uma prova sobre o nome das cores em inglês".</p>	<pre>setCenario ('sala de aula'); addPersonagem ('aluno');</pre>
<p>"No jogo você está em uma nave, no espaço, até que uma chuva de meteoros em em sua direção..."</p>	<pre>setCenario ('espaço'); addPersonagem ('nave'); addObject ('meteoro');</pre>
<p>"Ao final do jogo, caso o número de acertos seja maior do que o de erros, o jogador ganha".</p>	<pre>If acertos > erros then say ('Parabéns! Você acertou mais do que errou') else say ('Você perdeu!') end</pre>

Tabela 15: Frases associadas à especificação do *game design*

Mesmo estando incompletos foi possível observar a existência da descrição de alguns elementos do *game design*. Todos conseguiram descrever os cenários e personagens dos jogos. Algumas regras foram também apresentadas. Assim, acreditamos ser possível extrair características principais do *game design*, apesar da incompletude dos textos dificultar essa atividade. A tabela 15 associa algumas frases dos textos a possíveis especificações do *game design* dos jogos.

Questão 2: É possível extrair características principais do *game design* a partir dessa experiência?

Observamos que os textos são muito curtos e incompletos. Não é possível identificar todos os elementos do *game design* dos jogos: o que pode comprometer o seu desenvolvimento por outra pessoa a partir do texto. De uma maneira geral, os textos representam apenas a ideia principal do jogo, sendo insuficientes para produção dos mesmos, por falta de características essenciais de *game design*. Um exemplo dessa análise pode ser vista na Figura 20.

Questão 4: Existem padrões de estruturas textuais para descrever o *game design*? Quais?

Não identificamos um padrão na escrita para descrição dos elementos de *game design* dos jogos. Cada texto produzido, independente do nível de maturidade dos envolvidos, possui uma forma particular de escrita. A Tabela 1 mostra exemplos diferentes na especificação de cenários e personagens. Essa característica foi encontrada em todos os textos analisados.

Questão 5: Como esses padrões se relacionam com funcionalidades existentes em ambientes de programação visual que trabalham o pensamento computacional?

Como não identificamos padrões na escrita ao especificar o *game design* de jogos, não conseguimos responder a essa questão. Como dito anteriormente, cada participante descreveu os jogos de maneira diferente. Observamos várias maneiras de descrever os mesmos elementos. Essa é uma das características que faz do processamento de linguagem natural um desafio.

Para responder quais as características que uma linguagem deve possuir para especificar satisfatoriamente o *game design* de jogos digitais, além da avaliação descrita até agora, melhoramos a associação das frases à especificação do *game design*, apresentadas na Tabela 15. Acrescentamos um elemento intermediário como possível esboço de uma linguagem natural controlada utilizada para essa finalidade. Tomamos como exemplo partes do texto *Jogo Cores em Inglês*:

Tabela 16: Exemplos de reescrita das frases

Frase original	Frase reescrita	Comando	Parâmetro
"O jogo apresenta um cenário de sala de aula..."	O cenário é uma sala de aula.	setCenário	'Sala de aula'
"...o personagem aluno responde a uma prova ..."	O personagem é um aluno.	addPersonagem	'Aluno'
O aluno fala: "Olá! Hoje vou ter uma prova de inglês".	O aluno fala "Olá! Hoje vou ter uma prova de inglês".	say	'Aluno' 'Olá! Hoje vou ter uma prova de inglês'
A personagem professora faz perguntas dialogando com o aluno.	A personagem é uma professora.	addPersonagem	'Professora'
"...e toca um som de piano".	Tocar som de piano.	playsound	'piano'

A etapa (i) consistiu na capacitação das professoras sobre os conceitos básicos de *game design*. O pesquisador apresentou, além desses conceitos, o modelo de *game design* utilizado nessa proposta de doutorado. Como exercício, foi demonstrado um jogo educativo

As etapas do estudo foram: (i) capacitação sobre *game design*, (ii) análise das produções textuais e (iii) elaboração de expressões que especificam o *game design*.

O terceiro estudo exploratório foi realizado com 02 professoras do ensino fundamental do Núcleo de Educação da Infância – NEI/CAP – UFRN. Teve como objetivo investigar como descrever um mesmo elemento de *game design* (como o cenário, por exemplo) utilizando expressões diferentes.

Game Design

4.3. Estudo exploratório 03: Análise das expressões que especificam o

A experiência aqui relatada apresenta algumas ameaças à sua validade. O questionário utilizado para coleta de dados fornece uma noção do envolvimento dos alunos com a atividade. Entendemos que outras questões podem ser incluídas para fornecer mais detalhes sobre a experiência. A análise dos textos foi realizada pelo próprio pesquisador e pode estar sujeito a vieses. A quantidade de participantes pode ter sido insuficiente para respondermos as questões de pesquisa aqui elencadas.

A estratégia utilizada nessa experiência pode constituir-se com uma atividade voltada para o ensino de computação, mais especificamente do desenvolvimento de jogos e pensamento computacional. Além disso, pode ser aplicada na prática de produção textual. Ao fazer a engenharia reversa dos jogos, descrevendo seus elementos num texto, os alunos têm a oportunidade de aprender sobre a especificação dos requisitos de *game design*. Como também a especificação dos objetivos, da problemática, dos elementos, regras e controles dos jogos implica na aprendizagem e no desenvolvimento do pensamento computacional. A própria construção textual pode promover a melhoria das habilidades de escrita em linguagem natural.

Nossa hipótese é que, a partir da escrita natural (frase original), seja possível transformar o texto em linguagem natural controlada (frase reescrita), para que o computador possa processar as especificações do *game design* e gerar automaticamente o jogo (comandos e parâmetros). Para Brennan e Resnick (2012) o processo de melhoria do texto original e reescrita em linguagem controlada pode favorecer o aperfeiçoamento da habilidade de escrita, como também estimular o desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional dos alunos, já que trabalha conceitos, práticas e perspectivas computacionais [20].

onde as professoras identificaram os personagens, cenário, objetos, sons e as regras do jogo.

A etapa seguinte (ii) foi a análise das produções textuais realizadas pelos alunos participantes dos 02 primeiros estudos relatados anteriormente. Nessa oportunidade, as professoras verificaram as diferentes formas utilizadas pelos alunos para especificar o *game design* dos jogos.

Na última etapa (iii) as professoras participaram do exercício de escrever diferentes maneiras para descrever um mesmo elemento do *game design*. A questão norteadora dessa etapa foi: quais expressões podem ser utilizadas para descrever um personagem (por exemplo)? A figura 21 mostra as professoras no momento da atividade.



Figura 21: Professoras participantes do estudo

Nas etapas (ii) e (iii) não houve interferência do pesquisador para não enviesar o estudo. A seguir, é apresentado o material produzido pelas professoras nessa atividade.

A tabela 17 apresenta diferentes maneiras de descrever cenários, utilizando como exemplo o cenário floresta.

Tabela 17: Descrição de cenários

1	<ul style="list-style-type: none"> • O cenário é uma floresta <ul style="list-style-type: none"> ○ Verbo = presente, passado, futuro ○ 2º Artigo = um, uma, o, a
2	<ul style="list-style-type: none"> • A história acontece em uma floresta <ul style="list-style-type: none"> ○ acontece = se passa ○ história = jogo ou aventura ○ em uma = na, no, num, numa

A tabela 18 abaixo apresenta diferentes maneiras de descrever personagens, utilizando como exemplo o personagem menino:

A análise das demais frases escritas na tabela acima e nas que seguem acompanham o mesmo raciocínio, acrescentando a substituição de palavras por sinônimos, substantivos, verbos e adjetivos diferentes sem alterar a estrutura básica da especificação do elemento de *game design*.

- O cenário é o mar.
- O cenário é a praia.
- O cenário é um navio.

Nesse caso, o 2º artigo da frase poderá ser um, uma, o, a. Por exemplo:

A palavra "floresta" pode ser substituída por outra que identifique outro cenário.

- O cenário é uma floresta.
- O cenário será uma floresta.
- O cenário foi uma floresta.

mesmo cenário "floresta". Por exemplo:

Na frase "O cenário é uma floresta" o verbo pode ser conjugado no presente, passado e futuro. Assim, é possível criamos várias expressões diferentes que especificam o

3	<ul style="list-style-type: none"> • Era uma vez uma floresta
4	<ul style="list-style-type: none"> • Certa vez numa floresta <ul style="list-style-type: none"> ○ Certa = certo ○ Vel = dia ○ Numa = em uma, em um, na, no, num
5	<ul style="list-style-type: none"> • Numa floresta distante <ul style="list-style-type: none"> ○ Numa = num ○ Adjetivos do cenário = encantado (a), bonito(a), feio (a), assustador (a), mágico (a), grande, pequeno, distante, perto, longe, sombrio (a)
6	<ul style="list-style-type: none"> • Numa manhã a floresta estava <ul style="list-style-type: none"> ○ Manhã = tarde, noite e madrugada ○ Adjetivos de manhã = ensolarada, chuvosa, ensolarada, nublada
7	<ul style="list-style-type: none"> • O menino chegou na floresta <ul style="list-style-type: none"> ○ Artigos = o, a, os, as, um, uma, uns, umas ○ Chegou = passou, entrou, apareceu, surgiu ■ Variação do tempo verbal (passado, presente e futuro) <ul style="list-style-type: none"> ○ Na = em uma, em um, no
8	<ul style="list-style-type: none"> • E um jogo de uma floresta <ul style="list-style-type: none"> ○ Jogo = história, aventura
9	<ul style="list-style-type: none"> • Na floresta <ul style="list-style-type: none"> ○ Na = no

Tabela 18: Descrição de personagens

1	<ul style="list-style-type: none"> • O personagem é um menino <ul style="list-style-type: none"> ○ Verbo = presente, passado, futuro ○ 2º Artigo = um, uma, o, a
2	<ul style="list-style-type: none"> • O menino aparece em uma floresta <ul style="list-style-type: none"> ○ O = a, os, as, um, uma, uns, umas ○ Menino = menina, meninos, meninas ○ Aparece = chega, passa, surge, caminha, anda, corre, ○ Variações verbais = presente, passado, futuro ○ em uma = na, no, num, numa
3	<ul style="list-style-type: none"> • Era uma vez um menino <ul style="list-style-type: none"> ○ Um = uma, uns, umas
4	<ul style="list-style-type: none"> • Certa vez um menino <ul style="list-style-type: none"> ○ Certa = certo ○ Vez = dia ○ Numa = em uma, em um, na, no, num
5	<ul style="list-style-type: none"> • O menino esperto <ul style="list-style-type: none"> ○ O = a, os, as, um, uns, uma, umas ○ Adjetivos do personagem = encantado (a), bonito (a), feio (a), assustador (a), mágico (a), grande, pequeno, gordo (a), magro (a), alto (a), baixo (a), moderno (a), vaidoso (a), inteligente, sabido (a), aventureiro (a), mimado (a), atrapalhado (a), extrovertido (a), tímido (a), perigoso (a), feroz, valente, briguento (a), alegre, triste, sonhador (a)
6	<ul style="list-style-type: none"> • É um menino que... <ul style="list-style-type: none"> ○ É um = é uma

A tabela 19 abaixo apresenta diferentes maneiras de descrever objetos, utilizando como exemplo o objeto pedra:

Tabela 19: Descrição de objetos

1	<ul style="list-style-type: none"> • Havia uma pedra no caminho <ul style="list-style-type: none"> ○ Havia = tinha, existia, estava ○ Variação do tempo verbal (presente, passado, futuro) ○ Uma = um
2	<ul style="list-style-type: none"> • De repente apareceu uma pedra <ul style="list-style-type: none"> ○ De repente = rapidamente, lentamente, inesperadamente, ○ Apareceu = chegou, surgiu, caiu, voou, arremessou, lançou, pegou, pulou ○ Variação verbal = tempo (presente, passado e futuro), número (singular e plural) ○ Uma = umas, um, uns, a, as, o, os
3	<ul style="list-style-type: none"> • O menino pegou uma pedra <ul style="list-style-type: none"> ○ O = a, os, as, um, uma, uns, umas

Além das expressões, as professoras relacionaram verbos que geralmente são utilizados para especificação ações em jogos: correr, nadar, pular, saltar, rolar, caminhar, arremessar, atrair, fugir, comer, dormir, trocar, matar, cair, levantar, comprar, parar, subir, descer, dar a volta, eliminar, explodir, voar, aterrissar, mergulhar, quebrar, montar, cavar, construir, matar, derrotar, eliminar, ganhar, perder, achar, localizar, encontrar, esconder, procurar, enterrar, lançar, desviar, mudar, transformar, evoluir, mirar, acertar, errar, perguntar, responder, etc.

1	<ul style="list-style-type: none"> • Se aparecer uma pedra, atire ○ Aparecer = banco de ações ○ Uma = umas, um, uns, o, os, a, as ○ Pedra = banco de objetos ○ Atire = banco de ações (podendo reunir várias, ex.: pegue e atire) 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Se acertar, ganha ○ Se acertar = se acertar mais, se acertar menos ○ Ganha = ganha o jogo, ganha vidas, ganha pontos, ganha força, ganha imunidade ○ Acertar = variação do banco de ações 	3	<ul style="list-style-type: none"> • O menino pegou uma pedra ○ O = a, os, as, um, uma, uns, umas ○ Menino = banco de personagens ○ Pegou = banco de ações ○ Pedra = banco de objetos 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Se errar, perde ○ Se errar = se errar mais, se errar menos ○ Perde = perde o jogo, perde vidas, perde pontos, perde força, perde imunidade ○ Errar = variação do banco de ações
---	--	---	--	---	--	---	--

Tabela 20: Descrição de regras

A tabela 20 abaixo apresenta diferentes maneiras de descrever regras utilizando uma condição.

4	<ul style="list-style-type: none"> • A pedra caiu ○ O = a, os, as, um, uma, uns, umas ○ Pedra = banco de objetos ○ Caiu = banco de ações ○ Variação do tempo verbal (presente, passado, futuro), número (singular e plural) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Menino = banco de personagens ○ Pegou = banco de ações ○ Pedra = banco de objetos
---	--	---

As professoras relataram que, num primeiro momento, tiveram dificuldades para compreender os conceitos de *game design*, em virtude de geralmente não serem utilizados em suas atividades com os alunos. Em suas práticas, os jogos são utilizados apenas como ferramentas didáticas para aprender algum conteúdo.

Mesmo acostumadas a orientar a produção de texto, pensar frases que especificam o *game design* de jogos com suas regras, etapas e elementos foi uma tarefa difícil. Isso porque, imaginar as inúmeras possibilidades dos alunos especificarem um jogo através de texto, considerando sua criatividade, é algo complexo.

Verificamos que, num primeiro momento, pode haver certo limite de expressões. É importante definir o que é necessário ter na estrutura de um texto para que seja possível elaborar um jogo como produto final.

Diante da amplitude de possibilidades, ter uma estrutura previa definida facilita a ação do professor em conduzir o trabalho com seus alunos em sala de aula.

No momento da produção textual pelos alunos, as professoras podem utilizar “chaves de correção” para orientá-los a escrever expressões que possam ser compreendidas pelo computador. Ou seja, orientá-los a especificarem o *game design* dos jogos utilizando as diversas expressões previamente definidas nas tabelas acima. Assim, pode ser minimizado o uso de termos inadequados à produção textual e à especificação do *game design*, de forma compreensível pelo computador. Consideramos que, quanto maior a oferta de expressões predefinidas, menor o limite de criatividade dos alunos. Com uma mesma oferta imagina-se ser possível a produção de uma grande diversidade de textos.

As professoras relataram ser possível propor atividades de desenvolvimento de jogos a partir da produção textual, desde que seja mediada pelo professor. Elas acreditam que o fato dos alunos idealizarem seu jogo pode motivá-los a realizar a atividade de escrita. É possível trabalhar de forma lúdica, tanto os conteúdos relacionados à produção textual (língua portuguesa), como os conceitos de *game design*.

Esse estudo foi importante para compreendermos as diferentes formas de escrever e especificar um mesmo elemento de *game design* de jogos, contribuindo para elaborarmos uma linguagem natural controlada que cumpra com o objetivo de produzir jogos a partir de um texto.

Este capítulo apresenta a estratégia desenvolvida para especificação de *game design* de jogos digitais, incluindo um modelo de *game design*, uma ontologia que define os itens desse modelo e uma linguagem natural controlada. A estratégia suporta inicialmente a geração de jogos de ensino de programação.

5.1. Estratégia de especificação de *game design* de jogos digitais

A estratégia proposta neste trabalho tem por objetivo promover o desenvolvimento do pensamento computacional de alunos através da produção textual e da especificação de *game design* de jogos digitais. Basicamente é composta por 3 etapas principais, conforme ilustrado na Figura 22.

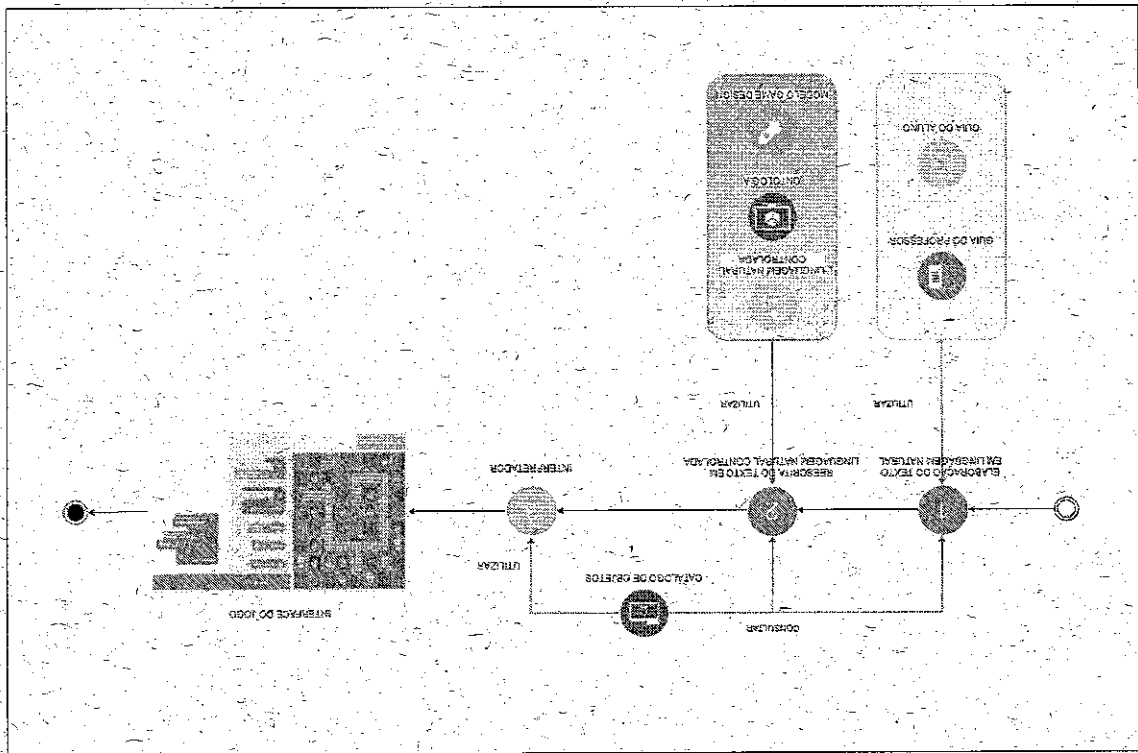


Figura 22. Visão geral da estratégia proposta

Inicialmente os alunos idealizarão um jogo a partir dos elementos disponibilizados no catálogo (personagens, cenários, ações...). Em seguida, produzirão um texto para registro da ideia do jogo, em linguagem natural (1). Acreditamos que nessa etapa os alunos terão a oportunidade de utilizar/desenvolver a capacidade de expressar ideias com clareza, numa

situação de escrita lúdica e prazerosa. Acreditamos que a idealização do seu próprio jogo pode configurar-se como um fator motivacional para a sua produção textual.

O texto deve apresentar a história, o cenário, os personagens, as regras e demais elementos do jogo, de acordo com o modelo de *game design* que será apresentado mais à frente. Esses são os elementos comuns presentes na maioria dos documentos de *game design* utilizados na indústria e na academia [Hira et. al 2016], [Maiasch e Silva 2016], [Cezarotto e Battaiola 2017], [Leite e Mendonça 2013], [Motta e Junior 2013], [Sarinho 2017], [Mishra e Koehler 2006], [Win 2009].

Como já mencionado, será utilizado um catálogo de objetos, como forma de estimular a criatividade dos alunos. Esse catálogo irá conter imagens variadas de elementos que deverão compor o jogo (cenários, personagens, objetos). Nessa primeira versão, o catálogo conterà poucos objetos para limitar o escopo do trabalho e diminuir a complexidade da linguagem proposta. Esse tipo de catálogo já é utilizado em outras abordagens, como por exemplo, o Scratch Object Model [Maloney et al 2010]. A versão preliminar do catálogo pode ser visualizada em <https://kleber763.wixsite.com/catalogo>.

A figura 23(a) mostra um exemplo de cartão com os dados de uma imagem, do tipo personagem, contida no catálogo de objetos. A figura 23(b) mostra o catálogo de objetos da ferramenta *Scratch*, como exemplo.

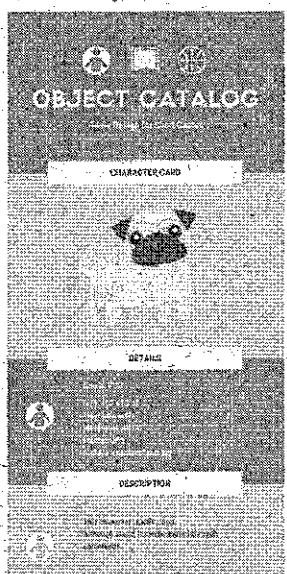


Figura 23(a). Cartão de objeto

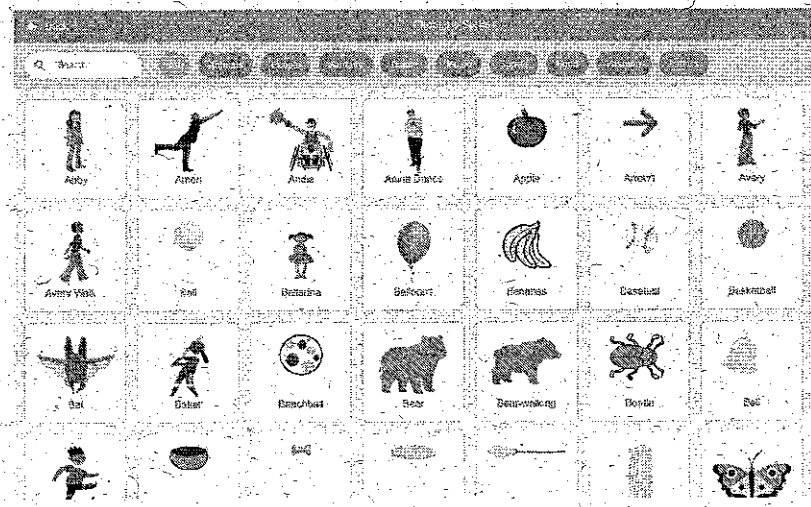


Figura 23(b). Catálogo de imagens do Scratch

Poderão ser utilizados os guias do professor e do aluno que conterão orientações para produção de um jogo específico. Esses guias constituirão um material orientativo com

O desenvolvimento da ferramenta GDMaker, bem como escolha da técnica utilizada para o processamento da linguagem será realizada por um aluno da equipe do Laboratório de Games e Educação da UFRN, como objeto de estudo de seu mestrado. Esta proposta de doutorado limita-se até a elaboração da linguagem.

O mecanismo interpretador do texto e gerador do jogo contido no GDMaker, aqui chamado interpretador, poderá utilizar diversas técnicas de processamento de linguagem já disponíveis na literatura. Mais à frente, nas seções 5.4.1 e 5.4.2, demonstraremos 02 abordagens que podem ser utilizadas pelo interpretador.

A próxima etapa (3) é a interpretação do texto e a geração do jogo. Esse procedimento será feito pela ferramenta GDMaker que realizará o processamento do texto, digitado em LNC pelo aluno, gerando em seguida os artefatos componentes do *game design* do jogo especificados no texto. A partir desse momento, o aluno terá à disposição a *interface* do seu próprio jogo pronta para ser jogada em uma plataforma de execução como, por exemplo: o Scratch, Code.org, Blockly ou o próprio GDMaker.

Acreditamos que a reescrita do texto possa favorecer o desenvolvimento do pensamento computacional dos alunos, considerando que é necessário entender e empregar a linguagem para que o computador possa interpretar o que está escrito de maneira satisfatória. Seria como uma "linguagem de programação" bem próxima à nossa linguagem natural (o que facilita à sua compreensão). O aluno tem a oportunidade de utilizar a linguagem, desenvolver o seu raciocínio lógico, elaborar uma problemática e uma proposta de resolução desta através do jogo.

Nessa etapa, o processo de reescrita será realizado de maneira não automatizada. Ou seja, o aluno digitará o texto utilizando a linguagem natural controlada proposta neste trabalho, fazendo uso de uma ferramenta que dará suporte a essa atividade, aqui denominada de GDMaker.

A etapa seguinte (2) consiste na reescrita do texto em linguagem natural controlada (LNC). Essa linguagem será concebida com base na ontologia que específica o *game design* de jogos digitais que será apresentada nas próximas sessões. Utilizaremos uma LNC para facilitar a interpretação do texto pelo computador, pois sabemos que o processamento de linguagem natural é ainda um grande desafio [Vieira e Lopes 2010], [Liddy 2003] e [Ladeira 2010].

Outros exemplos de produção de jogos específicos utilizando a estratégia proposta. Outras metodologias também utilizam o suporte de guias⁴.

93

A proposta aqui especificada diferencia-se das abordagens apresentadas nos resultados das duas revisões sistemáticas no capítulo 3, bem como dos trabalhos relacionados no capítulo 6, em virtude de oportunizar ao aluno construir o seu jogo a partir da sua produção textual e não apenas utilizar os modelos pré-concebidos existentes na maioria das plataformas disponíveis no mercado, como por exemplo, o Code.org. Dessa forma, ele passa de consumidor de modelos de jogos já existentes para produtor do seu próprio jogo, utilizando uma linguagem textual próxima da sua linguagem natural.

5.2. *Game design* Model - GDM

Analisamos, de maneira geral, alguns modelos disponíveis na literatura a fim de elaborar um modelo simplificado de *game design* de jogos digitais para ser utilizado nessa proposta. Nosso modelo foi desenvolvido com base em nossos estudos, compreensão do *design* e desenvolvimento de jogos e nas experiências desenvolvidas no Laboratório de Games e Educação da UFRN, localizado no Instituto Metrópole Digital - IMD.

Partimos do levantamento realizado por Hira et al (2016) que apresenta os elementos comuns entre os modelos estudados com base na mecânica, estética e história dos jogos. Em seguida, nos debruçamos na análise de modelos de documentos de *game design* e proposta de padrão unificado realizada por Maiasch e Silva (2016). Passamos ainda pelos trabalhos de Cezarotto e Battaiola (2017); Leite e Mendonça (2013); Motta e Junior (2013); Sarinho (2017); Mishra e Koehler(2006); e Win(2009). Finalmente, resgatamos os resultados da experiência na criação de *game design* de jogos digitais que realizamos em 2018 [Fernandes, Lucena e Aranha 2018]. Segundo esses autores, seus modelos necessitam ainda de aprimoramentos. Percebemos que alguns modelos são aplicados à gêneros específicos, outros são muito detalhados, outros considerados incompletos, outros difíceis de entender.

Diante dessa diversidade de propostas, decidimos elaborar um modelo de *game design* simplificado baseado nas características comuns dos modelos estudados e nas necessidades do projeto de jogos digitais, foco do nosso trabalho. Essa técnica consiste na transformação de modelos já existentes em outro que melhor direciona ou simplifica o entendimento conceitual da nova proposta [OMG MDA Guide 2003].

O modelo, ilustrado na Figura 24, apresenta 4 grupos de características relacionadas ao *game design* de jogos digitais: (i)*game*, (ii)*interface elements*, (iii)*gameplay* e (iv) *áudio*.

Seguiremos essas etapas para especificarmos a ontologia para representação do *game design* de jogos digitais, denominada GDO. Utilizaremos a linguagem OWL (*Web*

- i. Determinar o domínio e o escopo da ontologia;
- ii. considerar a possibilidade de reuso de ontologias existentes;
- iii. listar termos importantes;
- iv. definir as classes e suas hierarquias;
- v. definir as propriedades das classes;
- vi. definir as restrições das propriedades; e
- vii. criar instâncias.

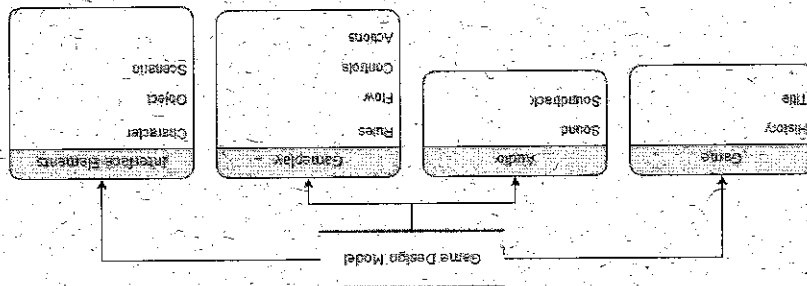
A elaboração de uma ontologia de domínio envolve a escolha de uma metodologia, uma linguagem e uma ferramenta para sua especificação. Para a elaboração da ontologia utilizada nesse trabalho, escolhemos a metodologia *Ontology Development 101*, de Noy e McGuinness (2001) que especifica o processo de construção de ontologias em 7 etapas:

5.3. Game Design Ontology - GDO

Nossa intenção foi padronizar um modelo próprio para orientação da produção dos jogos através da abordagem proposta nesse trabalho. O modelo apresentado é simplificado para facilitar o entendimento por parte do nosso público alvo. Focamos nos itens que geralmente aparecem em textos produzidos por esses alunos, excluindo os aspectos mais técnicos como: tipo de plataforma, gênero, comunicação, linguagem, etc.

- i. *Game* representa um jogo. Possui os atributos, história e título do jogo.
- ii. *Interface Elements* representa os elementos da interface de um jogo, tais como: cenário, objetos, personagens e blocos de ações.
- iii. *Gameplay* representa os aspectos mecânicos e de jogabilidade do jogo, entre eles: fluxo, controles, regras e ações.
- iv. *Audio* representa a trilha sonora e sons do jogo.

Figura 24. Modelo de Game Design



pb

Ontology Language) no ambiente ⁵Protégé 5.0.0. A escolha da metodologia e da ferramenta justifica-se pela simplicidade de uso, por conter funcionalidades adequadas para o desenvolvimento da ontologia e ser bastante consolidada na academia e indústria.

i. Determinar o domínio e o escopo da ontologia

O domínio de conhecimento que a ontologia cobre é a representação do *game design* de jogos digitais, baseada no modelo especificado na seção 5.1.1. A ontologia será utilizada por alunos e professores envolvidos na produção de jogos digitais, em ambientes escolares, para representar os atributos e requisitos do seu *game design*.

Para esclarecer as funcionalidades da ontologia, elaboramos um Documento de especificação de requisitos da ontologia, baseado na metodologia de Suárez-Figueroa, Gómez-Pérez e Villazón-Terrazas (2009), conforme Tabela 21.

Tabela 21: Documento de especificação de requisitos

Documento de especificação de requisitos da GDO	
1. Objetivo	Representar os principais conceitos envolvidos na especificação do <i>game design</i> de jogos digitais.
2. Escopo	A ontologia concentra-se apenas no domínio de especificação dos requisitos de <i>game design</i> de jogos digitais por alunos e professores em sala de aula.
3. Linguagem de implementação	<i>Web Ontology Language, Description Logic 2 – OWL-DL 2</i>
4. Usuários finais previstos	Professores e alunos dos anos iniciais do ensino fundamental
5. Casos de uso	UC1 - Auxiliar na especificação de <i>game design</i> de jogos digitais
6. Requisitos	
a) Não funcionais	RNF1 – A terminologia utilizada na ontologia deve ser retirada do domínio encontrado no contexto do <i>game design</i> de jogos digitais.
b) Funcionais. Responder as seguintes questões de competência:	
QC1 – Qual a classificação dos valores referentes aos áudios?	Os áudios podem ser classificados em: <i>Sound</i> e <i>TrackSound</i> .

⁵ Editor de ontologias *open source* desenvolvido pelos pesquisadores Noy e McGuinness da Universidade de Stanford.

Noy e McGuinness (2001) indicam que essa listagem deve ser formada por termos relevantes e os conceitos do domínio de conhecimento que a ontologia representará. Não é necessário preocupar-se com as relações e propriedades dos termos.

- *Game*
- *Interface*
- *Elements*
- *Actions*
- *Audio*
- *Controls*
- *Flow*
- *Gameplay*
- *Player*
- *Rules*
- *Sound*
- *Sound Track*
- *School Level*
- *Character*
- *Object*
- *Scenario*

O terceiro passo - consiste na listagem dos termos essenciais para o desenvolvimento da ontologia. Alguns termos importantes relacionados ao domínio de *game design* de jogos digitais são aqui listados.

!!!. Listar termos importantes

Segundo a Metodologia 101, deve-se considerar a reutilização de ontologias já existentes para o seu desenvolvimento. Apesar de termos encontrado ontologias para especificação de jogos digitais, conforme mostrado nos resultados das revisões sistemáticas presentes no Capítulo 3, nenhuma delas especifica o *game design* de jogos digitais como um procedimento realizado por alunos em professores (instrumento de ensino e aprendizagem).

!!.. Considerar a possibilidade de reuso de ontologias existentes

Essas perguntas não cobrem todas as questões que uma base de conhecimento baseada na ontologia proposta poderia responder. Segundo Noy e McGuinness (2001) a lista de perguntas não precisa ser exaustiva, pois serve para validar e refinar a ontologia posteriormente.

- QC2 – Qual a classificação dos valores referentes aos elementos da *interface* do jogo?
- Os elementos da *interface* podem ser classificados em: *Scenario*, *Object* e *Character*.
- QC3 – Quais os elementos que fazem parte do *Gameplay* de um jogo?
- Os elementos podem ser: *Actions*, *Controls*, *Flow* e *Rules*.
- QC4 – Qual a história do jogo?
- QC5 – A que público o jogo se destina?

iv. Definir as classes e suas hierarquias

A seguir, definiremos as classes da nossa ontologia tendo como base a listagem dos termos importantes da seção anterior e no modelo apresentado na seção 5.1.1. Seguindo a abordagem *top-down*, foram definidas 13 classes para a GDO.

A Tabela 22 apresenta a definição das classes que são necessárias para representar os conceitos fundamentais do *game design* de jogos digitais.

Tabela 22: Descrição das classes da ontologia

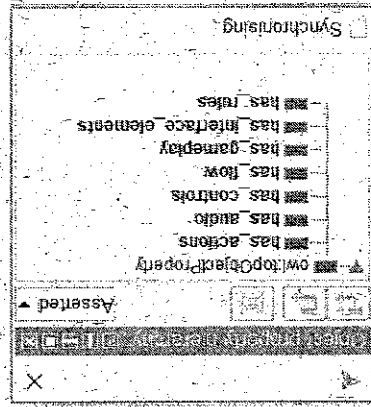
Classe	Descrição
<i>Game</i>	Representa o jogo digital em si.
<i>Interface_Elements</i>	Representa os elementos que compõem a interface de um jogo.
<i>Scenario</i>	Representa o cenário do jogo. Compõe a classe <i>Interface_Elements</i> .
<i>Character</i>	Representa os personagens do jogo. Compõe a classe <i>Interface_Elements</i> .
<i>Object</i>	Representa os objetos interativos ou não interativos do jogo. Compõe a classe <i>Interface_Elements</i> .
<i>Actions</i>	Representa as ações realizadas pelo jogo, objetos e seus personagens.
<i>Controls</i>	Representa os controles de movimentação no jogo.
<i>Flow</i>	Representa o fluxo do jogo.
<i>Rules</i>	Representa as regras do jogo.
<i>Audio</i>	Representa os aspectos relacionados à sonoplastia do jogo.
<i>Soundtrack</i>	Música relativa à trilha sonora do jogo. Compõe a classe <i>Audio</i> .
<i>Sound</i>	Sons emitidos pelos objetos e personagens do jogo. Compõe a classe <i>Audio</i> .
<i>Gameplay</i>	Representa os aspectos de jogabilidade do jogo.

A Figura 25, extraída do Editor de Ontologias ⁶*Protégé*, apresenta uma melhor visualização da lista de classes e suas hierarquias.

⁶ <https://protege.stanford.edu/>

De acordo com a definição das classes e propriedades da ontologia pudemos estabelecer os seguintes relacionamentos:

Figura 26. Object Property

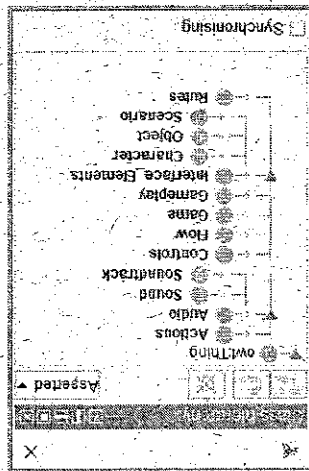


Para relacionar as classes da GDO foram definidas 8 propriedades do tipo *Object Property*, conforme ilustrado na Figura 26.

A metodologia 101 orienta que sejam definidas as propriedades das classes da ontologia. As propriedades são estruturas internas das classes. A listagem de termos importantes, apresentada anteriormente, serve como base para a definição das classes e suas propriedades.

v. Definir as propriedades das classes

Figura 25. Listagem das classes e suas hierarquias



98

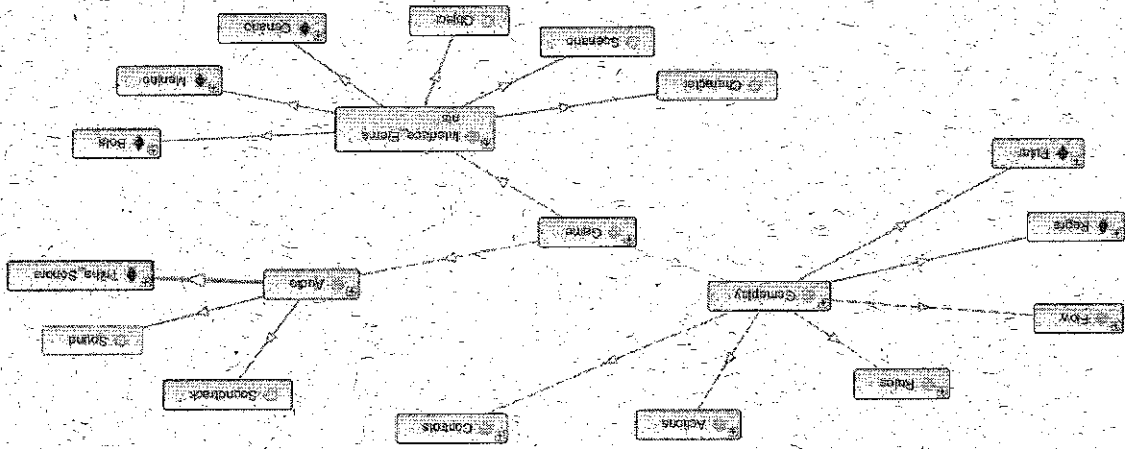
- a) Um jogo (*game*) se relaciona com áudio (*audio*) através da propriedade *has_audio*.
- b) Um jogo (*game*) se relaciona com os elementos da interface (*Interface_Elements*) através da propriedade *has_interface_elements*.
- c) Um jogo (*game*) se relaciona com o *Gameplay* (*Gameplay*) através da propriedade *has_gameplay*.
- d) O *Gameplay* (*Gameplay*) se relaciona com as ações do jogo (*Actions*) através da propriedade *has_actions*.
- e) O *Gameplay* (*Gameplay*) se relaciona com os controles do jogo (*Controls*) através da propriedade *has_controls*.
- f) O *Gameplay* (*Gameplay*) se relaciona com o fluxo do jogo (*Flow*) através da propriedade *has_flow*.
- g) O *Gameplay* (*Gameplay*) se relaciona com as regras do jogo (*Rules*) através da propriedade *has_rules*.

Para instanciar as classes da GDO, definimos 20 propriedades do tipo *Data Property*, conforme apresentado na Tabela 23.

Tabela 23: Características das propriedades das classes da ontologia

Propriedade	Descrição	Classe	Tipo
<i>has_Description</i>	Super propriedade das propriedades descritivas.	?	<i>String</i>
<i>has_Description_Action</i>	Refere-se à descrição de uma ação.	<i>Action</i>	<i>String</i>
<i>has_ID_Action</i>	Indica o número de identificação de um arquivo de ação.	<i>Action</i>	<i>Integer</i>
<i>has_Name_Action</i>	Indica o nome de uma ação.	<i>Action</i>	<i>String</i>
<i>Has_File_Action</i>	Refere-se ao arquivo de ação.	<i>Action</i>	<i>File</i>
<i>has_File_Audio</i>	Refere-se ao arquivo de áudio do jogo. Pode ser um som ou uma trilha sonora.	<i>Audio</i>	<i>File</i>
<i>has_ID_Audio</i>	Indica o número de identificação de um arquivo de áudio.	<i>Audio</i>	<i>Integer</i>
<i>has_Description_Character</i>	Refere-se à descrição de um personagem.	<i>Character</i>	<i>String</i>
<i>has_Description_Control</i>	Refere-se à descrição de um controle.	<i>Control</i>	<i>String</i>
<i>has_Type_Control</i>	Refere-se ao tipo de	<i>Control</i>	<i>String</i>

Figura 27: Desenho da ontologia



A estrutura da final da ontologia após a definição das suas classes e propriedades é apresentada na Figura 27.

<i>has_Description_Flow</i>	Referê-se à descrição do fluxo do jogo.	<i>Flow</i>	<i>String</i>
<i>has_Image_Flow</i>	Referê-se ao arquivo de fluxo do jogo.	<i>Flow</i>	<i>File</i>
<i>has_History_Game</i>	Referê-se à história do jogo.	<i>Game</i>	<i>String</i>
<i>has_Title_Game</i>	Indica o título do jogo.	<i>Game</i>	<i>String</i>
<i>has_File_Interface</i>	Referê-se ao arquivo de interface do jogo. Pode ser personagem, objeto ou cenário.	<i>Interface_B</i>	<i>File</i>
<i>has_ID_Interface</i>	Indica o número de identificação de um arquivo de interface.	<i>Interface_B</i>	<i>Integer</i>
<i>has_Name_Interface</i>	Indica o nome de um elemento de interface. Pode ser um personagem, objeto e cenário.	<i>Interface_B</i>	<i>String</i>
<i>has_Description_Object</i>	Referê-se à descrição de um objeto.	<i>Object</i>	<i>String</i>
<i>has_Description_Rule</i>	Referê-se à descrição de uma regra do jogo.	<i>Rule</i>	<i>String</i>
<i>has_Description_Scenario</i>	Referê-se à descrição do cenário do jogo.	<i>Scenario</i>	<i>String</i>

i. Definir as restrições das propriedades

Após todas as definições das classes, sua hierarquia, as propriedades e suas características, foram definidos os axiomas de cada classe da ontologia.

O código abaixo apresenta os axiomas da classe *Sound*. Para que uma instância referente a áudio seja membro dessa classe, é obrigatório que essa instância possua um arquivo de áudio (*has_File_Audio*) e um identificador (*has_ID_Audio*).

```
[1] Audio
[2] (has_File_Audio some owl:file)
[3] and (has_ID_Audio some xsd:integer)
```

Seguindo o mesmo raciocínio, o mesmo código estabelece os axiomas necessários e suficientes para que uma instância seja membro também da classe *Soundtrack*.

O código abaixo apresenta os axiomas da classe *Character*. Para que uma instância referente aos elementos de interface do jogo seja membro dessa classe, é obrigatório que essa instância possua um arquivo de interface (*has_File_Interface*), um identificador (*has_ID_Interface*) e um nome (*has_Name_Interface*). Da mesma forma para as classes *Object* e *Scenario*.

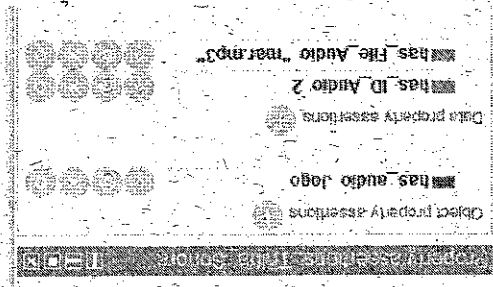
```
[1] Interface_Elements
[2] (has_File_Interface some owl:file)
[3] and (has_ID_Interface some xsd:integer)
[4] and (has_Name_Interface some xsd:string)
```

ii. Criar instâncias

A metodologia 101, em sua última etapa, sugere escolhermos uma classe e preencheremos os valores das suas propriedades. Assim, estaremos criando uma instância dessa classe.

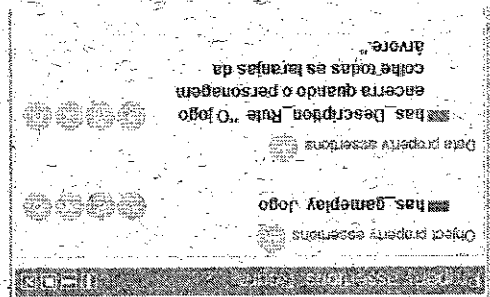
A Figura 28 apresenta a criação de 9 instâncias no Protégé. A instância "Jogo" é do tipo *Game*, a instância "Trilha_Sonora" é do tipo *Audio*, a instância "Som" é do tipo *Audio*, a instância "Pular" é do tipo *Gameplay*, a instância "Regra" é do tipo *Gameplay*, a instância "Bola" é do tipo *Interface_Elements* e a instância "Cenário" é do tipo *Interface_Elements*.

Figura 30. Relacionamento entre jogo e trilha sonora



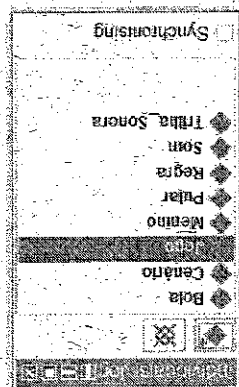
A Figura 29 mostra que uma "Regra" faz parte (`has_Gameplay`) de um "jogo". Ela possui apenas uma descrição (`has_Description_Rule`).

Figura 29. Relacionamento entre jogo e regra



Os relacionamentos entre as instâncias criadas são apresentadas nas figuras a seguir:

Figura 28. Exemplo de instâncias



A Figura 30 mostra que a “Trilha_Sonora” faz parte (*has_audio*) de um “Jogo”. Ela possui um elemento identificador “2” (*has_ID_Audio*) e um arquivo de áudio (*has_File_audio*) “mar.mp3”.

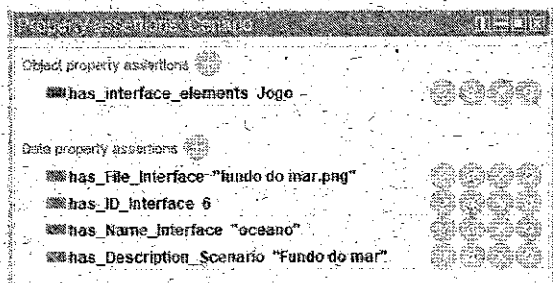


Figura 31. Relacionamento entre jogo e cenário

A Figura 31 mostra que o “Cenário” faz parte (*has_interface_elements*) de um “Jogo”. Ele possui um elemento identificador “6” (*has_ID_Interface*), um arquivo de imagem (*has_File_interface*) “fundo do mar.png”, um nome (*has_Name_Interface*) “oceano” e uma descrição (*has_description_Scenario*) “Fundo do mar”.

Segundo os 7 passos da metodologia 101, descrevemos todos os elementos da nossa ontologia. Definimos as classes, suas propriedades, restrições e instâncias que representam o *game design* de um jogo digital. A GDO pode ser baixada através do link encurtador.com.br/agkK2 e visualizada no Prótege.

5.4. Visão geral da *Game Design Language* - GDL: Uma linguagem natural controlada para especificação de *game design* de jogos digitais

A especificação do *game design* de jogos digitais é geralmente registrada nos documentos de *game design document* – GDD. Esses documentos são escritos muitas vezes em linguagem natural, baseados ou não em diversos modelos e não possuem um padrão estabelecido na comunidade de desenvolvedores de jogos. Por consequência, são muitas vezes difíceis de serem entendidos, faltam informações, são inconsistentes, ambíguos e imprecisos. Isso compromete as fases do desenvolvimento dos jogos, sobretudo quando realizadas por não especialistas.

É possível reconhecer os principais elementos de *game design* do jogo através do texto:

"O cenário é um labirinto na floresta. Os personagens são um menino e um leão. O menino anda. Se o menino chegar no leão então fim do jogo. Se o menino chegar na saída então fim do jogo. Enquanto o menino não chega no fim nem chega no leão então toque aventura".

A reescrita utilizando as expressões reconhecidas pelo interpretador (LNC) poderia ser da seguinte forma:

"O jogo chama-se perigo na floresta. Um menino anda num labirinto na floresta até encontrar a saída. No caminho existem leões famintos impedindo a passagem do menino. Ele deve desviar dos leões para não ser comido. Ao encontrar a saída o jogo é encerrado. Enquanto isso o jogo toca uma música de aventura".

Para exemplificar essa etapa, imagine que o aluno escreve o texto abaixo:

Na primeira abordagem o aluno produz um texto utilizando expressões (palavras-chaves) reconhecidas pelo interpretador para especificar os principais elementos do jogo (*game design*).

5.4.1. Protótipo da GDL básica

Apresentamos aqui duas visões parciais do que consistirá a GDL, uma linguagem natural controlada para especificação de *game design* de jogos digitais.

Como será utilizada por professores e alunos brasileiros, numa primeira versão, a GDL terá como língua base a língua portuguesa. Num segundo momento, pretendemos disponibilizar uma versão em língua inglesa.

desenvolvimento do pensamento computacional. *design* de jogos digitais por alunos e professores em sala de aula, como também auxiliar o [Schwiter 2011]. Entendemos que o uso de LNC possa facilitar a especificação de *game* linguagem natural existente que usa uma gramática restrita e um vocabulário pré-definido. Como já mencionado anteriormente, uma LNC é um subconjunto de uma

- Cenário = labirinto_floresta
- Personagens = leão e menino
- Trilha sonora = aventura
- Ação = andar
- Regra 1 = Se o menino chegar no leão, então fim do jogo.
- Regra 2 = Se o menino chegar na saída, então fim do jogo.
- Regra 3 = Enquanto o menino não chega no fim, nem chega no leão, então toque aventura.

Observe os trechos a seguir marcados por palavras chaves:

O <#cenário> é um <@labirinto_floresta>.

Os <#personagens> são um <@menino> e um <@leão>.

A marcação <#> identifica um elemento de interface (*InterfaceElements*), uma regra, fluxo, controle, ação (*Gameplay*) ou áudio (*Audio*). A marcação <@> representa um elemento do catálogo de objetos (*CatalogList*). As demais palavras são ignoradas pelo interpretador.

Na frase "O <#cenário> é um <@labirinto_floresta>", o elemento de interface (*InterfaceElements*) definido é o cenário (*scenario*), cuja imagem contida no catálogo de objetos (*CatalogList*) é o labirinto_floresta.

Essa expressão pode ser associada, por exemplo, a uma função *setScenario('labirinto_floresta')*, em linguagem de programação, que tem como objetivo selecionar a imagem labirinto_floresta.jpg, no catálogo de objetos, e apresentar na tela o cenário do jogo, conforme ilustrado na Figura 32.

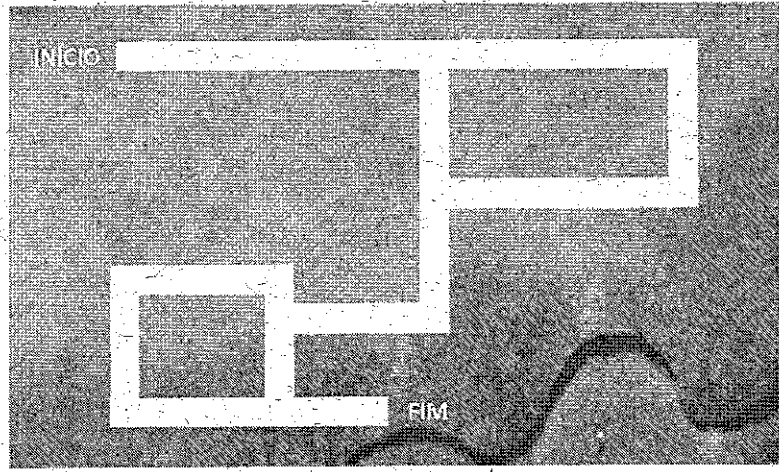


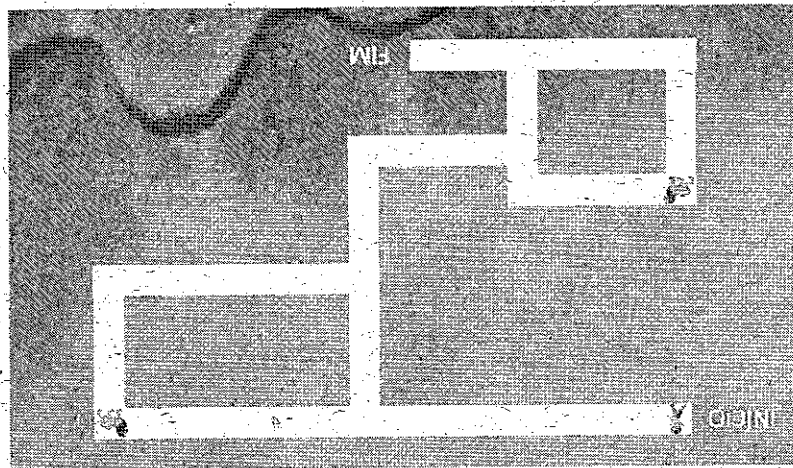
Figura 32. *setScenario*: seleção do cenário do jogo

Essa abordagem basicamente faz o reconhecimento de palavras chaves no texto e as associa a uma função, conforme já mencionado na tabela 16.

Da mesma forma, expressões não reconhecidas pela linguagem poderiam ser "ensinadas" ao interpretador através de um mecanismo de cadastro de novas expressões associadas a uma função já definida. Por exemplo: a expressão "O cenário é um labirinto na floresta" já é reconhecida pelo interpretador que associa a função `setScenário`. O aluno poderia acrescentar a expressão "O jogo se passa num labirinto na floresta" que também remete a mesma função de selecionar o cenário `labirinto_floresta`.

As informações sobre o posicionamento dos personagens não foram escritas no texto original. Nesse caso, o interpretador pode identificar essa necessidade solicitando ao aluno que a insira no texto.

Figura 33. `addCharacter`: seleção dos personagens do jogo



Seria necessário definir a posição dos personagens complementando a função `addCharacter` com a escala X/Y da tela. Por exemplo: `addCharacter('menino', 20, 5)`, `addCharacter('leão', 200, 5)` e `addCharacter('leão', 20, 48)`, ou seja, adicione o menino na posição [20][5] e os leões nas posições [200][5] e [20][48].

Neste caso, a expressão pode ser associada, por exemplo, a uma função `addCharacter('menino', 'leão')`, em linguagem de programação, que tem como objetivo selecionar as imagens `menino.jpg` e `leão.jpg`, no catálogo de objetos e apresentar na tela o cenário do jogo, conforme ilustrado na Figura 33.

Na frase "Os <#personagens> são um <@menino> e um <@leão>", os elementos de interface (`interfacelements`) definidos são os personagens (`character`), cujas imagens contidas no catálogo de objetos (`CatalogList`) são `menino` e `leão`.

Como forma de ampliar a interpretação do texto, podem ser utilizadas algumas técnicas de processamento de linguagem natural – PNL, conforme exemplificado na Figura 34.

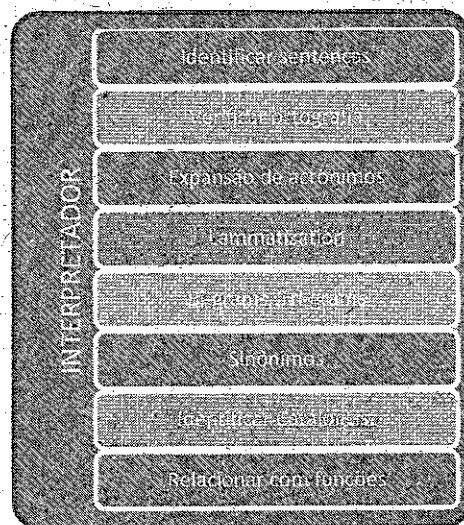


Figura 34. Atividades para processamento do texto

O interpretador inicialmente pode identificar as sentenças principais do texto, verificar a ortografia (caso seja necessário), expandir os acrônimos, realizar a *lemmatization* (que reduz uma palavra a sua estrutura primitiva retirando flexões, plural, etc para que seja analisada como um único item), identificar os *bi-grams/tri-grams* (expressões/palavras compostas), identificar os sinônimos dos termos, identificar os elementos do catálogo de objetos descritos no texto e associar as expressões conhecidas/processadas à funções que terão uma ação real na produção do jogo.

Os exemplos do funcionamento da linguagem e seu interpretador, demonstrados nesta seção, inicialmente, são bastante simples. Certamente, serão tratados os sinônimos, variação de expressões e demais necessidades do interpretador em relação à linguagem. Porém, como dito anteriormente, a primeira versão da linguagem suportará a geração de jogos de programação com limitação aos objetos contidos no catálogo de objetos. Assim, será mais fácil para os alunos e os professores assimilarem a linguagem e a estratégia aqui proposta, como também diminui o nível de complexidade do processamento da linguagem pelo interpretador.

5.4.2. Protótipo da GDL utilizando gramática

Outra abordagem que pode ser adotada é o uso de um vocabulário específico (Léxico) e uma gramática restrita, os quais suportarão a construção das expressões que definirão o *game design* de um jogo.

De acordo com a ucsncl de Hori (2010), a linguagem não deve permitir pronomes pessoais e dêiticos ("este", "aquele", etc), para evitar a ocorrência de anáforas, ou seja, expressões que fazem referência a nomes da mesma frase. Assim, estaremos limitando a complexidade das sentenças e reduzindo as ambiguidades. Para a autora, é importante restringir também a variedade de composições de frases e a combinação de termos. A GDL segue essas mesmas recomendações.

Contudo, existe a necessidade de atualização do vocabulário de acordo com o surgimento de novos termos e a necessidade do usuário. Assim, este poderá inserir novos termos apenas nas classes substantivos, verbos e adjetivos. Os substantivos devem ser informados no singular e plural. Os verbos devem ser incluídos nos tempos presente, passado e futuro.

Determinantes, preposições e conjunções são classes de palavras fechadas, ou seja, possuem um conjunto fixo de palavras que não dependem do domínio de jogos. Os termos pertencentes a essas classes serão fornecidas pela GDL. Esse vocabulário inicial não poderá ser alterado pelo usuário, a fim de evitar erros.

Os substantivos representam as entidades no domínio ("personagem", "cenário", "objeto", "áudio", etc). Os verbos representam um evento ou ação que possa ocorrer no jogo ("pular", "iniciar", "parar", "andar", "correr", "tocar", "lançar", etc). Os determinantes representam a quantidade de uma entidade e são compostos por artigos ou advérbios de quantidade ("o", "a", "alguns", "todos", "muito", "pouco", "mais", "menos", etc). Os adjetivos modificam um substantivo e sempre o acompanham ("novo", "velho", "forte", "fraco", "rápido", "lento", etc). Já os advérbios modificam os verbos, adjetivos ou outros advérbios ("rapidamente", "corretamente", "unicamente", "primeiramente", etc). As preposições expressam a relação temporal, espacial ou lógica entre os termos de uma sentença ("após", "até", "contra", "de", "desde", "em", "entre", "na", etc). As conjunções criam uma dependência entre termos semelhantes numa oração ("e", "também", "bem como", "mas", "porém", "enquanto", etc).

O vocabulário específico da GDL englobará os principais termos utilizados nos modelos e documentos de *game design* de jogos levantados nesta pesquisa e que constituem o modelo de *game design* proposto neste trabalho. Os termos do vocabulário serão agrupados nas seguintes classes gramaticais: substantivo, verbo, determinante, adjetivo, advérbio, preposição e conjunção.

a) Vocabulário específico (Léxico)

Como referência para especificação da GDL, utilizaremos o trabalho desenvolvido por Hori (2010) que apresenta uma linguagem natural controlada para especificação de caso de uso – ucsncl.

b) A gramática

A gramática tem como principal função regular a linguagem e estabelecer padrões de escrita, assim como definir os elementos de uma língua e suas combinações. Uma sentença (S) pode ser analisada gramaticalmente como uma combinação de partes chamadas de constituintes imediatos (SN/SV/SP). Esses constituintes podem ser divididos em partes menores até alcançar constituintes irredutíveis. Por exemplo:

- <S> = <SN> <SV> <SP>
- <SN> = <A> | <P> <N>
- <V> = verbo
- <A> = artigo
- <P> = preposição
- <N> = substantivo

A gramática construída para a GDL segue esse mesmo raciocínio. Com base no MGD e na OGD a sintaxe da GDL é especificada em partes: *elements interface*, *gameplay* e *áudio*. Assim, serão criadas uma gramática para cada parte com o objetivo de simplificar o processo de análise das sentenças. Todas as gramáticas possuem um constituinte principal chamado de sentença (S) e os demais constituintes a partir dele.

a) Gramática para *elements interface*:

A gramática que especifica os elementos da interface do jogo é definida pela sentença [1]. O sintagma nominal 1 é formado por um artigo ou preposição e pelo elemento de interface a ser definido que, segundo a ontologia, pode ser um personagem, um objeto ou um cenário [2]. Os verbos <V> especificados podem estar no presente, passado ou futuro, bem como no singular ou plural. O sintagma nominal 2 é formado por um artigo ou preposição e por um ou mais objetos disponíveis no catálogo de objetos [7]. O caractere “?” indica que a expressão é opcional.

- [1] <S> = <SN1> <V> <SN2>
- [2] <SN1> = <A|P> <InterfaceElements>
- [3] <A> = o | a | os | as | um | uma | uns | umas
- [4] <P> = no | na | nos | nas | num | nuns | numa | numas
- [5] <InterfaceElements> = *scenário* | *character* | *object*
- [6] <V> = é | acontece | se passa | tem | aparece
- [7] <SN2> = <A|P> <CatalogList> <andCatalogList>?
- [8] <CatalogList> = catálogo de objetos
- [9] <andCatalogList> = 'e' <A|P> <CatalogList>

Considere o mesmo texto descrito anteriormente em linguagem natural a seguir:

Neste exemplo, os elementos de interface (*InterfaceElements*) definidos são os personagens (*character*), cujas imagens contidas no catálogo de objetos (*CatalogList*) são

```
<S>
  <SN1>
    <V>
      <A|P> <InterfaceElements> 'são' <A|P> <CatalogList>
        <andCatalogList?>
          Os personagens são um leão e um menino
```

O exemplo, a seguir, especifica os personagens do jogo:

Na frase acima, o elemento de interface (*InterfaceElements*) definido é o cenário (*scenario*), cuja imagem contida no catálogo de objetos (*CatalogList*) é o *Labirinto_floresta*. Nesse momento, por exemplo, o interpretador pode associar o processamento dessa frase a uma função *setScenario('labirinto_floresta')*, em linguagem de programação, que tem como objetivo selecionar a imagem *labirinto_floresta.jpg*, no catálogo de objetos, e apresentar na tela como cenário do jogo, conforme ilustrado na figura 32.

```
<S>
  <SN1>
    <V>
      <A|P> <InterfaceElements>
        O cenário é um Labirinto_floresta
        <A|P> <CatalogList>
```

Vejamos um exemplo de uma sentença que especifica o cenário do jogo:

- O cenário é um *labirinto na floresta*.
- Os personagens são um *leão* e um *menino*.
- O menino está na posição [5][5].
- O leão está na posição [5][200] e [150][50].
- O menino anda.
- Se o menino parar na frente do leão *então* o jogo é encerrado e o menino perde o jogo.
- Se o menino encontrar a saída *então* o jogo encerra.
- A trilha sonora é *aventura*.

Agora vamos reescrever com mais detalhes as expressões do texto.

“O jogo chama-se perigo na floresta. Um menino anda num labirinto na floresta até encontrar a saída. No caminho existem leões famintos impedindo a passagem do menino. Este deve desviar dos leões para não ser comido. Ao encontrar a saída o jogo é encerrado. Ao fundo toca uma música de aventura”

leão e menino. Neste caso, o interpretador pode associar o processamento dessa frase às funções *addCharacter('leão')* e *addCharacter('menino')*, em linguagem de programação, que tem como objetivo selecionar as imagens leão.jpg e menino.jpg, no catálogo de objetos, e apresentar na tela como personagens do jogo, conforme ilustrado na Figura 33.

O posicionamento dos personagens poderá ser representado passando os parâmetros de linha e coluna da tela, por exemplo: *addCharacter('leão', 5, 200)* e *addCharacter('menino', 5, 5)*.

b) Gramática para áudio:

Seguindo o mesmo raciocínio anterior, a seguir, demonstramos a gramática que especifica o áudio de um jogo.

- [1] <S> = <SN1> <V> <SN2>
- [2] <SN1> = <A> <Audio>
- [3] <A> = o | a | os | as
- [4] <Audio> = sound | soundtrack
- [5] <V> = 'é' | 'são'
- [6] <SN2> = <CatalogList> <andCatalogList>?
- [7] <CatalogList> = catálogo de objetos
- [8] <andCatalogList> = 'e' <CatalogList>

Veamos um exemplo de uma sentença que especifica a trilha sonora do jogo:

<S>			
<A>	<SN1>	<V>	<SN2>
A	<Audio> trilha sonora	'é' é	<CatalogList> aventura.

Neste exemplo, o áudio (aventura) referente à trilha sonora (soundtrack) é selecionado no catálogo de objetos (*CatalogList*). Neste caso, o interpretador pode associar o processamento dessa frase à função *addAudio('aventura')*.

c) Gramática para gameplay:

Apresentamos, a seguir, a gramática específica que define as ações de um personagem:

- [1] <S> = <SN1> <V> <SN2>?
- [2] <SN1> = <A> <InterfaceElements>
- [3] <V> = <Actions>

<A>	<Character>	anda	anda
<SN1>	<V>	<SN2?>	
<S>			

A expressão, a seguir, especifica uma ação do personagem do jogo:

- [4] <Ações> = corre | pula | salta | abaixa | anda | vira esquerda | vira direita | sobe | desce | para cima | para baixo | explode | rola | arremessa | atira | vai | volta | voa | nada | quebra.
- [5] <SN2> = <interfacelements> <andinterfacelements?>
- [6] <interfacelements> = character | objects
- [7] <andinterfacelements> = 'e' <interfacelements>
- [8] <A> = o | a | os | as

a) Enquanto:

- [1] <S> = <Conjunção> <SN1> <V> <SN2>
- [2] <Conjunção> = enquanto
- [3] <SN1> = expressão lógica
- [4] <V> = 'faça'
- [5] <SN2> = <Ações> = Ações

b) Para:

- [1] <S> = <Preposição1> <SN1> <Preposição2> <SN2> <V> <SN3>
- [2] <Preposição1> = 'para'
- [3] <SN1> = variável com valor inicial
- [4] <Preposição2> = 'até'
- [5] <SN2> = variável com valor limite
- [6] <V> = 'faça'
- [7] <SN3> = <Ações> = Ações

Nesta frase, a ação "andar" relacionada ao personagem "menino" é selecionado no catálogo de objetos (*Cataloglist*). Neste caso, o interpretador pode associar o processamento dessa frase à função `setActionAndar('menino')`.

As regras de um jogo podem ser definidas de várias formas. Vejamos exemplos de gramáticas para estruturas de repetição e condicionais:

c) Repita:

- [1] <S> = <V> <SN1> <Preposição2> <SN2>
- [2] <V> = 'repita'
- [3] <SN1> = <Actions> = Ações
- [4] <Preposição2> = 'até'
- [5] <SN2> = expressão lógica

d) Se:

- [1] <S> = <Conjunção> <SN1> <Advérbio1> <SN2> <Advérbio2>? <SN3>?
- [2] <Conjunção> = 'se'
- [3] <SN1> = expressão condicional
- [4] <Advérbio1> = 'então'
- [5] <SN2> = <Actions> = Ações
- [6] <Advérbio2> = 'senão'
- [7] <SN3> = <Actions> = Ações

As estruturas apresentadas acima são versões simplificadas da gramática GDL. É preciso ainda estudar todas as formações sintáticas e regras possíveis dentro do escopo da linguagem.

Este capítulo apresenta os trabalhos relacionados ao tema desta proposta de doutorado.

6.1. Trabalhos relacionados

Fernandes et. al (2018) apresentam uma experiência na criação de *game design* de jogos digitais educativos a partir do *design thinking*. São apresentadas 4 fases do processo: imersão, ideação, concepção e validação. A estratégia proposta evidencia a capacidade criativa dos alunos e estimula o desenvolvimento do pensamento computacional. Apresenta-se como uma proposta inovadora e significativa na formação dos alunos. Os resultados demonstram que, mesmo sem ter o conhecimento específico sobre a criação de jogos, os alunos conseguem conceber o *game design* em curto prazo, de maneira criativa e colaborativa.

Motta e Junior (2013) demonstram a aplicação de uma ferramenta textual-teórica que faz parte do processo de desenvolvimento de jogos de pequeno porte. O documento descreve de forma sintética o enredo, as características e o conteúdo de um jogo num texto corrido. Esses elementos são identificados no texto através de cores de fontes diferentes e em seguidas agrupados em uma lista de arte, interface, música e programação. Os benefícios relatados pelos autores são: liberdade criativa, rápida produção do *game design*, fácil identificação dos elementos do jogo e desenvolvimento das habilidades de escrita. A desvantagem é que não foi pensado numa ferramenta que interprete o texto e gere automaticamente o jogo proposto.

Tang (2013) em sua tese de doutorado investiga modelos e tecnologias para desenvolvimento de jogos digitais por não especialistas. Apresenta um framework com um modelo de conteúdo de jogos digitais educativos que pode auxiliar designers a especificar e documentar jogos. Sua proposta utiliza as técnicas de *Model Driven Engineering* e define uma ontologia para documentação de *serious game*. O modelo fornece uma definição mais completa e formalizada de *game design*, o que pode dificultar sua implementação por alunos e professores em ambientes escolares.

Bidarra e Andrade (2016) apresentam uma revisão sistemática da literatura com trabalhos que utilizam o *Storytelling* como estratégia para descrever um jogo. Foi possível constatar que essa técnica promove a aprendizagem e desenvolvimento de um conjunto de habilidades cognitivas, comunicacionais e de personalidade, em vários níveis de ensino.

Observa-se, ainda, alguns trabalhos que apresentam jogos que auxiliam no tratamento e desenvolvimento da escrita dos alunos. Porém, nenhum relaciona o

desenvolvimento dessa habilidade através da produção do *game design* de jogos [Coelho et. al 2016], [Santos 2018], [Aguiar 2017], [Tan et. al 2019], [Hao 2019].

Outros trabalhos relacionados foram apresentados no capítulo 3 como resultado das revisões sistemáticas realizadas para essa proposta de doutorado.

Apesar dos trabalhos apresentados neste capítulo, percebemos ainda uma carência de estratégias que promovam de maneira efetiva o desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional, leitura e escrita dos alunos através da especificação do *game design* de jogos digitais.

Capítulo 7

Este capítulo apresenta as conclusões, o cronograma de atividades propostas e a lista de publicações do autor relacionadas a esta pesquisa.

7.1. Conclusões

Várias pesquisas têm evidenciado experiências positivas de aprendizagem baseada em jogos. No entanto, poucas são as estratégias de desenvolvimento de jogos por não especialistas. Acreditamos que as estratégias apoiadas por Linguagem Natural Controlada - LNC podem contribuir para a especificação de *game design* de jogos educativos de maneira fácil e rápida.

A proposta aqui apresentada encapsula os aspectos técnicos do *design* de jogos, tornando o processo de desenvolvimento mais natural para professores e alunos em sala de aula (assim contribuindo para a adoção de aprendizagem baseada em jogos). Esta solução pode colaborar para que os alunos adquiram conhecimentos escolares essenciais, e desenvolvam habilidades de tecnologia e de computação necessárias para a formação do pensamento computacional, bem como habilidades de leitura e escrita em linguagem natural.

As próximas etapas da pesquisa são listadas na sessão seguinte, que apresenta o cronograma das atividades.

7.2. Cronograma

Nesta seção apresentamos o cronograma de atividades, baseado na metodologia desta pesquisa.

Tabela 24: Cronograma de atividades

Atividade	2019.1	2019.2	2020.1	2020.2
Realização de pesquisa bibliográfica em busca da fundamentação teórica necessária ao desenvolvimento do trabalho.	Feito			
Realização de uma revisão sistemática a respeito das estratégias que apoiam a especificação de <i>game design</i> de jogos educativos.	Feito			
Realização de uma revisão sistemática a respeito dos modelos de desenvolvimento e linguagens para elaboração de <i>game design</i> de jogos educativos.	Feito			

Realização de um estudo exploratório sobre expressões comuns utilizadas na especificação de <i>game design</i> .	Feito			
Definição de uma ontologia para <i>game design</i> de jogos digitais educativos.	Feito			
Criação de uma Linguagem Natural Controlada – LNC, baseada na ontologia definida para apoiar elaboração do <i>game design</i> de jogos digitais por alunos e professores em sala de aula.		Fazendo		
Apoio ao desenvolvimento de uma ferramenta para interpretar a LNC proposta e apoiar a geração parcial de jogos a partir das especificações escritas.	Feito	Fazendo		
Qualificar proposta de doutorado.		X		
Realização de uma intervenção em turmas do ensino básico e técnico na qual os alunos experimentarão a estratégia proposta para elaboração de <i>game design</i> de jogos educativos.			X	
Realização de entrevistas com professores e alunos a fim de avaliar os benefícios da proposta para a aprendizagem (pensamento computacional e habilidades de leitura e escrita).			X	
Avaliar a expressividade, completude, compreensibilidade, usabilidade e limitações da linguagem proposta por meio de entrevistas com professores e alunos e a análise do <i>game design</i> produzido.			X	X
Escrever a tese			X	X
Defender a tese				X

As atividades realizadas até o momento, atenderam à resolução das questões de pesquisa 1 e 2. Até o início do ano letivo de 2020, pretendemos finalizar a produção da primeira versão da linguagem, dos guias, do catálogo de objetos e do protótipo do GDMaker. Assim, teremos condições de realizar o estudo de caso com os alunos do 5º ano do ensino fundamental e a consequente avaliação da estratégia, respondendo assim às questões de pesquisa 3 e 4. O estudo de caso oportunizará os alunos fazerem uso da estratégia dentro do planejamento das suas aulas, com mediação do professor responsável e acompanhamento do pesquisador. Os dados coletados durante a realização do estudo servirão de insumos para avaliar se a estratégia favorece o desenvolvimento do pensamento computacional e se motiva os alunos a produzirem textos. O estudo será realizado durante o semestre 2020.1.

- Elaboração de *Game Design* de Jogos Digitais Educativos: uma Revisão
- d) Fernandes, Kleber; Aranha, Eduardo; Lucena, Márcia. Estratégias para em Sala de Aula. Submetido ao *Computer on The Beach 2020*.
- e) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo; Souza, Gilene. Estratégia Para Especificação de Game Design a Partir da Produção Textual. *Technology*, 2019.
- f) Fernandes, Kleber. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- g) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- h) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- i) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- j) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- k) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- l) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- m) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- n) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- o) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- p) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- q) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- r) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- s) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- t) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- u) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- v) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- w) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- x) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- y) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.
- z) Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. *Controlled Natural Languages and Game Design Models of Serious Game: A systematic literature review*. Submetida ao *Journal Information and Software Literature review*.

desenvolvimento desta pesquisa:

Nessa seção apresentamos nossas principais publicações que dão suporte ao

7.4. Lista de publicações

- Propomos uma linguagem natural controlada limitada pelo tamanho dos jogos, pelo contexto educacional e pelo modelo de *game design* definido. Consequentemente, as expressões dessa linguagem são também limitadas. Outro trabalho futuro pode ter o objetivo de expandir a linguagem proposta para que atenda jogos de outro contexto e/ou mais complexos. Tal expansão pode ser realizada pelo professor ou pelo aluno, porém outra abordagem seria ensinar ao computador, utilizando técnicas de aprendizagem de máquina, realizar sozinho essa tarefa.
- Utilizamos um modelo e uma ontologia que definem o *game design* de jogos no contexto educacional. É possível, como trabalho futuro, expandir o modelo e a ontologia para que atendam jogos mais complexos.
- Propomos uma linguagem natural controlada limitada pelo tamanho dos jogos, pelo contexto educacional e pelo modelo de *game design* definido. Consequentemente, as expressões dessa linguagem são também limitadas. Outro trabalho futuro pode ter o objetivo de expandir a linguagem proposta para que atenda jogos de outro contexto e/ou mais complexos. Tal expansão pode ser realizada pelo professor ou pelo aluno, porém outra abordagem seria ensinar ao computador, utilizando técnicas de aprendizagem de máquina, realizar sozinho essa tarefa.

A proposta aqui apresentada permite a realização de alguns trabalhos futuros:

7.3. Trabalhos Futuros

- 119
- Sistemática. In: XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (Brazilian Symposium on Computers in Education), 2018, Fortaleza, 2018.
- e) Rocha, Tobias ; Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo; Nunes, Isabel. Produção de Jogos Digitais Educacionais: Um *Survey* Sobre a Prática no Contexto Educacional. In: XIII *Latin American Conference on Learning Technologies* - LACLO, 2018, São Paulo. Anais do XIII *Latin American Conference on Learning Technologies*, 2018.
- f) Fernandes, Kleber; Aranha, Eduardo; Lucena, Márcia. Produção de jogos digitais educacionais por alunos do ensino superior: um relato de experiência.. In: 26º *Workshop* sobre Educação em Computação (WEI) - CSBC 2018, 2018, Natal. Anais do 26º *Workshop* sobre Educação em Computação (WEI), 2018.
- g) Fernandes, Kleber; Aranha, Eduardo; Lucena, Márcia. Uma Experiência na Criação de *Game design* de Jogos Digitais Educativos a Partir do *Design Thinking*. REVISTA NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, v. 16, p. 36, 2018.

Destacamos que a publicação "a" trata da apresentação da proposta deste trabalho aprovado para o *Doctoral Consortium* do IEEE/ICALT 2019. Na oportunidade, discutimos a proposta com professores pesquisadores da área de tecnologias avançadas de aprendizagem.

Referências

ADAMS, Ernest; ROLLINGS, Andrew. "Fundamental of Game Design". New Jersey: Pearson Prentice Hall. 2007.

Aguar, Andrea. "O jogo digital como recurso para o ensino de língua portuguesa". Revista Percursos Linguísticos, v.7, n.17, disponível em <http://www.portaldepublicacoes.ufes.br/percursos/article/view/17848>. 2017.

Allan, V. et al. "Computational thinking in high school courses". In: Proceedings of the 41st SIGCSE, p. 390-391. 2010.

Almeida, M. S.O.; Silva, F. S.C. "Requirements for game design tools: a systematic survey". In: XII SBGames, São Paulo/SP, Proceedings Art & Design track, p.277-284, 2013.

ARRUDA, Eucídio Pimenta. "Fundamentos para o desenvolvimento de jogos digitais". Porto Alegre: Bookman. 2014.

BARCELOS, T. S.; SILVEIRA, I. F. Teaching Computational Thinking in initial series: An analysis of the confluence among mathematics and Computer Sciences in elementary education and its implications for higher education. p.1-8, 2012. IEEE. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6427135/>. Acesso em: 29/6/2017.

Barcelos, T.; Muñoz, R.; Villarroel R.; Silveira, I. "Relações entre o Pensamento Computacional e a Matemática: uma Revisão Sistemática da Literatura". Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2015.

Barr, Valerie; Stephenson, Chris. "Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community?". Acm Inroads. 2015.

BBC LEARNING, B. What is computational thinking? , 2015. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>. Acesso em: junho 2019.

BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J. O, L. "The semantic web. Scientific American", 05 2001.

Bidarra, Iris Daniela; Andrade, Antonio. "Sotorytelling como componente do jogo": Veritati - Repositório institucional da universidade Católica Portuguesa. Porto 2016.

Blikstein, Paulo. "O Pensamento Computacional e a Reinvenção do Computador na Educação". 2008. Disponível em: <http://bit.ly/1XlbnN>. Acesso em: 27 de jan. 2019.

BORST, W. "Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse". PhD thesis, University of Twente, P.O. Box 217 - 7500 AE Enschede - The Netherlands, 1997.

120

BRACKMANN, Christian. "Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas na Educação Básica". Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/172208>. 2017.

BRASIL "Base Nacional Comum Curricular" Ministério da Educação – MEC. Brasília/DF. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>, Acessado em 11 de dezembro de 2018.

BRASIL(b) "Relatório da Avaliação Nacional da Aprendizagem". Brasília: INEP. Disponível em <http://ana.inep.gov.br/ANA/> Acessado em junho de 2019.

BRASIL(c) "Resultado do Sistema de Avaliação da Educação Básica". Brasília: INEP. Disponível em http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/saeb-2017-revela-que-apenas-1-6-dos-estudantes-brasileiros-do-ensino-medio-demonstraram-niveis-de-aprendizagem-considerados-adequados-em-lingua-portug/21206 . Acessado em junho de 2019.

BRATHWAITE, Brenda; SCHREIBER, Iran. "Challenges for Game Designers: non-digital exercises for video game designers". Boston: Cengage Learning. 2009.

BRENNAN, K. Scratch Curriculum Guide Draft. ScratchEd, nov. 2011. Disponível em: <<http://scratched.gse.harvard.edu/resources/scratch-curriculum-guide-draft>> .

Brennan, K., & Resnick, M. "New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking". In: Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada, p. 1-25.

BUNDY, A. "Computational Thinking is Pervasive". Journal of Scientific and Practical Computing, v. 1, p. 67–69, 2007.

CALKINS, Lucy McCormick. "A arte de ensinar a escrever – o desenvolvimento do discurso escrito". Porto Alegre: Artes Médicas, 1989.

CCSSO and NGA Center. "Common Core State Standards Initiative" Council of Chief State School Officers and National Governors Association Center for Best Practices. Disponível em: <http://www.corestandards.org/>. Acessado em: 01/05/2019.

Cezarotto, Matheus Araujo; Battaïola, André Luiz "Estudo comparativo entre modelos de game design para jogos educacionais", in Simpósio Brasileiro de Jogos – SBGAMES, 2017.

CHANDLER, H. M. "Manual de Produção de Jogos Digitais". Porto Alegre – RS: Bookman. 2012.

CIEB. Currículo de referência em Tecnologia e Computação. Centro de Inovação para a Educação Brasileira – CIEB. Disponível em <http://curriculo.cieb.net.br>. Acesso em 20/11/2018.

CODE.ORG. Instructor Handbook - Code Studio Lesson Plans for Courses One, Two, and Three. CODE.ORG, 2015.

CODE.ORG. Where computer science counts. Disponível em: <<https://code.org/action>>. Acesso em: junho/2019.

Coelho, P.; Santos, C.; Aragão, A.; Silva, J.; Santos, M. "Ensino e Jogos Digitais: uma breve análise do game produções de texto: trabalhando com pontuação como recurso didático". Revista Tecnologia Educacional, Agosto de 2016.

CSTA, ISTE, and NSF. "Computational thinking leadership toolkit". 2010. Disponível em: <http://www.csta.acm.org/Curriculum/sub/CompThinking.html>. Acesso: agosto/2018.

Czarnecki, K. "Overview of generative software development. Lecture notes in Computer Science", v. 3566, p. 326-341, 2005.

Danielle, N. Gomes, Araújo, Luiz, Machado, Thiago, Filho, Angelo, Souza, Silvana. "Ensino e Aprendizagem Através de Desenvolvimento de Jogos". In: Simposio Brasileiro de Jogos e SBGames, 2015.

FERNANDES, KLEBER, ARANHA, EDUARDO; LUCENA, MÁRCIA. "Estratégias para Elaboração de Game-Design de Jogos Digitais Educativos: uma Revisão Sistemática". In: XIX Simposio Brasileiro de Informática na Educação (Brazilian Symposium on Computers in Education), 2018, Fortaleza, 2018. p. 585.

Fernandes, Kleber, Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. "Produção de Jogos Digitais Educativos por Alunos do Ensino Superior: Um Relatório da Experiência" 26º Workshop sobre Educação em Computação - WEI. XXXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - CSBC 2018.

Fernandes, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo. "Uma Experiência na Criação de Game Design de Jogos Digitais Educativos a partir do Design Thinking". Revista Novas Tecnologias na Educação. V.16, n.2, 2018.

França, Rozelma Soares de; Tedesco, Patricia. "Desafios e oportunidades ao ensino do pensamento computacional na educação básica no Brasil". Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE, 2015.

FUCHS, N.E., SCHWITTER, R., AND SCHWERTEL, U., "Attempto Controlled English (ACE) Language Manual", Institut für Informatik der Universität of Zürich, August 1999.

GERALDI, João Wanderley. "Portos de passagem". 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

Gil, A. C. "Como elaborar projetos de pesquisa". São Paulo: Atlas, 4ed, 2002.

122

Grover, Shuchi; Pea, Roy. "Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field". *Educational Researcher*. 42. 2013.

GRÜBER, T. "What is an ontology". Disponível em: <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>. Acesso em jan/2019.

GUARINO, N. "Formal ontology in information systems". In: IOS Press, A, editor, FOIS'98, TRENTO, ITALY, p. 3-15, 06 1998.

GUARINO, N. "Formal ontology, conceptual analysis and knowledge representation". *International Journal of Human and Computer Studies*, 43(5/6):625-640, 1995.

Hao, Y., Lee, K.S., Chen, S.-T., Sim, S.C. "An evaluative study of a mobile application for middle school students struggling with English vocabulary learning". *Computers in Human Behavior* 95, pp. 208-216. 2019.

Hira, Willian; Marinho, Marcos; Pereira, Felipe; Barboza, Alcides "Criação de um modelo conceitual para documentação de game design", in *Simpósio Brasileiro de Games – SBGAMES*. São Paulo-SP. 2016.

HOPF, T. et al. "O uso da tecnologia X3D para o desenvolvimento de jogos educacionais". *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 5, n. 2. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

HORI, Érica-A. A. "ucsCNL – A Controlled Natural Language for Use Case Specifications". Dissertação de Mestrado. Pós Graduação em Ciência da Computação. Centro de Informática. UFPE. 2010

JOHNSON, L. et al. "NMC Technology Outlook for Brazilian Universities: A Horizon Project Regional Report". Austin, Texas: New Media Consortium, 2014-a. Disponível em: <http://cdn.nmc.org/media/2014-nmc-technology-outlook-brazilian-universities-PT.pdf>. Acesso em: set 2018.

JOHNSON, L. et al. "Technology Outlook for Brazilian Primary and Secondary Education 2012-2017: An NMC Horizon Project Regional Analysis". Austin, Texas: The New Media Consortium, 2012. Disponível em: <http://www.nmc.org/pdf/2012-technology-outlook-brazilian-primary-and-secondary-education.pdf>. Acesso em: outubro/2018.

Kitchenham, B.; Brereton, P.; Budgen, D.; Turner, M.; Bailey, J.; Linkman, S. "Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review". In: *Information and Software Technology*, v.51, p.7-15, 2009.

Kleppe, A. G., Warmer, J. B., & Bast, W. "MDA Explained: The Model driven Architecture: practice and promises"; Addison-Wesley, 2003.

Kuhn, T. e Schwitter, R. "Writing Support for Controlled Natural Languages". In: Powers, D., Stockes, N. (eds.) *Proceedings of ALTA*, pp. 46-54. 2008.

- Ladeira, Lídia. "Processamento de linguagem natural: caracterização da produção científica dos pesquisadores brasileiros" Tese de doutorado. Biblioteca Digital da UFMG. Disponível em <http://hdl.handle.net/1843/ECID-8B3Q6C>.
- Lancaster, F. W. "Índexação e resumos: teoria e prática". Brasília. Briquet de Lemos. 2003.
- Leite, Patrícia da Silva; Mendonça, Vinícius Godoy de "Diretrizes para Game Design de Jogos Educacionais" in Simposio Brasileiro de Jogos – SBGAMES, 2013.
- LIDDY, E. D. Natural Language Processing. In: Encyclopedia of Library and Information Science, 2nd ed. New York: Marcel Dekker, Inc; 2003.
- Likert, Rensis. "A Technique for the Measurement of Attitudes". Archives of Psychology, 140:1-55, 1932.
- LIUKAS, L. "Hello Ruby: adventures in coding". Feiwel & Friends, 2015.
- Maloney, J.; Resnick M.; Rusk N.; Silverman B.; Eastmond E. "The Scratch Programming Language and Environment" ACM Trans. Comput. Educ. 10, 4, Article 16 (November 2010), 15 pages. DOI = 10.1145/1868358.1868363. <http://doi.acm.org/10.1145/1868358.1868363>.
- Mariensch, Steven; Silva, Luciano "Análise de modelos de documentos de game design e proposta de padrão unificado" in Simposio Brasileiro de Jogos – SBGAMES, 2017.
- Marinho, F. C. V., Giannella, T. R. and Struchiner, M. "Estudantes do Ensino Básico Como Desenvolvedores de Jogos Digitais: Contextos Autênticos de Aprendizagem para Educação em Ciências e Matemática". In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas, São Paulo, 2011.
- Marques, D. L.; Costa, L. F. S.; Silva, M. A. A.; Rebouças, A. D. D. S. "Atraindo Alunos do Ensino Médio para a Computação: Uma Experiência Prática de Introdução a Programação utilizando Jogos e Python". In: Simposio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE, Aracaju – SE, 2011.
- MISHRA, PUNYA; KOEHLER, MATTHEW J. "Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge" in Teachers College Record 108:1017-105, 2006.
- Motta, Rodrigo L.; Junior, José Trigueiro "Short game design document (SGDD) Documento de game design aplicado a jogos de pequeno porte e advergames: Um estudo de caso do advergame Rockergirl BikeWay. in Simposio Brasileiro de Jogos – SBGAMES, 2013.
- Motta, Rodrigo; Junior, José T. "Short game design document: documento de game design aplicado a jogos de pequeno porte e advergames". In Art & Design Track – SBGAMES 2013.
- NOGUEIRA, A. S.; GALDINO, A. L. "Games como agentes motivadores na educação". In: VIII Seminário Jogos eletrônicos, Educação e Comunicação. Salvador/BA. 2012.

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 Stanford medical informatics technical report SMI-2001-0880, Stanford, CA, 2001.

NUNES, D. J. "Ciência da Computação na Educação Básica". ADUFRGS - Sindical, 6. jun. 2011. Disponível em: <<http://www.adufrgs.org.br/artigos/ciencia-da-computacao-na-educacao-basica/>>. Acesso em: outubro/2018.

OCDE. "Programme for International Student Assessment - PISA. Organisation for Economic Co-operation and Development. <http://www.oecd.org/pisa/>. accessed in 01/07/2019.

P APÉRT, S. "A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática". Trad. Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

Pedersen, R. "Game design foundations". 1.ED. Sudbury: Wordware publishing, INC. 2003

Perucia, A. S., A. C. Berthém, G. L. Bertschinger e R. R. C. Menezes. "Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos: teoria e prática". São Paulo: Novatec Editora, 2005.

Prensky, M. "Não me atrapalhe, mãe – eu estou aprendendo". São Paulo: Phorte, 2010.

PRENSKY, Marc. "Aprendizagem baseada em jogos digitais". São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

PULMAN, S.G., "Controlled Language and Knowledge Representation". In Proceedings of the First International Workshop on Controlled Language Applications, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, March 1996, pg. 233-242.

R. Schwitter, "Controlled natural language," Disponível em: <http://sites.google.com/site/controllednaturallanguage/>, Acessado em: novembro/2018.

Rebouças, A. D. D. S.; Marques, D. L.; Costa, L. F. S.; Silva, M. A. A. "Aprendendo a Ensinar Programação Combinando Jogos e Python". In: XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE, 2010.

Rocha, Tobias; Fernandés, Kleber; Lucena, Márcia; Aranha, Eduardo; Nunes, Isabel. "Educação Digital Game Production: A Survey on Practice in the Educational Context". XIII Conferência Latino Americana de Tecnologias de Aprendizagem – LACLO 2018.

Ryan, T. "Learning the Ways of the Game Development Wiki". Disponível em: http://www.gamasutra.com/view/feature/4094/learning_the_ways_of_the_game.php?page=. 2011.

Sá, E. J. V; Teixeira, J. S. F; Fernandes, C. T. "Design de atividades de aprendizagem que usam Jogos como princípio para Cooperação". In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE, 2007.

Salen, K.; Zimmerman, E. "The game design reader: A rules of play anthology". MIT press, 2006.

Santana, A. "Análise do Processo Metodológico de Montagem de um Brinquedo de Programar". Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Itajaí. 2015, 93p.

Santos, Fernanda Maria. "A produção de textos em ambientes digitais: possíveis caminhos para o ensino da escrita". Revista Língua e Linguística, editorarevistas.mackenzie.br. 2018.

Sarinho, Victor Travassos "Uma Proposta de Game Design Canvas Unificado" in Simposio Brasileiro de Jogos – SBGAMES, 2017.

Schmidt, D. C. " Guest Editor's Introduction: Model-Driven Engineering". Computer, 39(2), 25-21, 2006.

Schmitz, B., Czaderma, A., Klemke, R. and Specht, M. "Game based learning for computer science education", Proceedings of Computer Science Education Research Conference, Heerlen, The Netherlands, pp.81-88, 2011.

SCHNEUWLY, Bernard; DOLZ, Joaquin "Gêneros orais e escritos na escola". Campinas/SP: Mercado de Letras, 2004.

Schwitler, Rolf. "Controlled Natural Language". Disponível em <http://sites.google.com/site/controllednaturalanguage/> Acesso em fevereiro de 2019.

SEITER, L.; FOREMAN, B. Modeling the learning progressions of computational thinking of primary grade students. p.59, 2013. ACM Press. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2493394.2493403>>. Acesso em: 21/1/2016.

SHAFFER, D.W. "Epistemic frames for epistemic games". Computers & Education, 46, 2006- b. pp.223-234.

SHAFFER, David Williamson. "How Computer Games Help Children Learn". New York: Palgrave MacMillian, 2006.

SIDHU, M. S. "Technology-assisted problem solving for engineering education: interactive multimedia applications". Hershey: Engineering Science Reference, 2010.

STAB, S.; STUDER, R. "Handbook on Ontologies". Berlin: Springer, 2004.

SUÁREZ-FIGUEROA, M. C.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; VILLAZÓN-TERRAZAS, B. "How to write and use the ontology requirements specification document". In: SPRINGER. [S.l.], 2009. p. 966-982.

Tan, D.A.L, Lee, B.C, Ganapathy, M., Kasuma, S.A.A. "Language learning in the 21st century: Malaysian ESL students' perceptions of Kahoot!" International Journal of Virtual and Personal Learning Environments 9(2), pp. 55-71. 2019.

Tang, S. and M. Hanneghan. "State-of-the-Art Model Driven Game Development: A Survey of Technological Solutions for Game-Based Learning", *Journal of Interactive Learning Research*, in print 2011.

Tang, Stephen Kelang, Hanneghan, Martin. "Towards a Domain Specific Modelling Language for Serious Game Design" In: 6th International Game Design and Technology Workshop - GDTW, 2008.

Tang, Stephen. "A model-driven framework to support games development: an application to serious games". Tese de Doutorado. Liverpool John Moores University. 2013.

Tang, Stephen; Hanneghan, Martin; Carter, Christopher. "A Platform Independent Game Technology Model for Model Driven Serious Games Development". Academic Publishing International Ltd. 2013.

Tobias, S., Fletcher, J. D., Bediou, B., Wind, A. P., & Chen, F. "Multimedia learning from computer games". In R. E. Mayer, Ed. *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 2nd ed., New York, NY: Cambridge University Press, pp. 762–784. 2014.

Vieira, Renata; Lopes, Lucelene "Processamento de Linguagem Natural e o Tratamento Computacional de Linguagens Científicas" *Linguagens Especializadas em Corpora*. EdIPUCRS, Porto Alegre, 2010.

WAND, Y.; STOREY, V. C.; WEBER, R. "An ontological analysis of the relationship construct in conceptual modeling". *ACM Transactions on Database Systems*, New York, v. 24, n. 4, p. 494-528, 1999.

WAND, Y.; WEBER, R. Mário. "Bunge's ontology as a formal foundation for information systems concept's". In: WEINGARTNER, P.; DORN, J. W. G.(Ed.). *Studies on Mario Bunge's treatise*. Amsterdam: Rodopi, 1990.p:123-153.

WING, J. "Computational Thinking". In: *COMMUNICATIONS OF THE ACM*. 49, New York, 2006. p. 33-35.

Winn, Brian M. "The Design, Play, and Experience Framework" In book: *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education*, pp.1010-1024. 2009.

Wohlin, C. "Experimentation in Software Engineering". Springer Verlag, 2012.

Yin, R. K. "Case Study Research: Design and Methods" SAGE Publications, Inc; 5. Edição, 2013.

