



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU

AMINADABE DE FARIAS AGUIAR QUEIROZ

**INTERAÇÃO COM JOGOS DIGITAIS DE MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: UM
ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO O TÓPICO DE ÁREA**

SÃO MATEUS-ES

2019

AMINADABE DE FARIAS AGUIAR QUEIROZ

**INTERAÇÃO COM JOGOS DIGITAIS DE MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: UM
ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO O TÓPICO DE ÁREA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica para a obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica.

Orientador: Prof. Dr. Valdinei Cezar Cardoso.

Co-orientador: Prof. Dr. Lúcio Souza Fassarella.

SÃO MATEUS-ES

2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

A282i Aguiar, Aminadabe de Farias, 1981-
Interação com jogos digitais de Matemática no Ensino Médio : um estudo de caso envolvendo o tópico de área / Aminadabe de Farias Aguiar. - 2019.
172 f. : il.

Orientador: Valdinei Cezar Cardoso.

Coorientador: Lúcio Souza Fassarella.

Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Jogos digitais. 2. Geometria. 3. Ensino Médio. 4. Ensino e aprendizagem de Matemática. 5. Interação. I. Cardoso, Valdinei Cezar. II. Fassarella, Lúcio Souza. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. IV. Título.

CDU: 37

AMINADABE DE FARIAS AGUIAR QUEIROZ

Título: “INTERAÇÃO COM JOGOS DIGITAIS DE MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO O TÓPICO DE ÁREA”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica.

Aprovada em 10 de dezembro de 2019.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Valdinei Cezar Cardoso
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. Dr. Lúcio Souza Fassarella
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador



Prof. Dr. Moysés Gonçalves Siqueira Filho
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof.ª Dr.ª Lilian Akemi Kato
Universidade Estadual de Maringá

Ao meu filho Lincoln, fonte de inspiração e razão de todos os meus esforços;

Ao meu pequeno Nicolas (*in memoriam*), parte deste sonho. Que, sem revelar seus motivos, Deus não permitiu viver neste mundo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que esteve sempre comigo. Mesmo nos momentos em que pensei ter me abandonado.

À minha família que me apoiou e me deu força, apesar de minhas renúncias. Em especial ao meu filho Lincoln e ao meu esposo Benedito Genes, pelo incentivo e tolerância nos momentos de estresse e por se manterem fortes em minhas ausências.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Valdinei Cezar Cardoso e Prof. Dr. Lúcio Souza Fassarella, pela paciência, correções e sugestões precisas durante a pesquisa e pela dedicação a este trabalho.

Aos professores e tutores que tive, durante toda a minha vida estudantil, que me impulsionaram para o horizonte. E àqueles, ainda, que me ajudaram a ultrapassá-lo.

Aos amigos, companheiros de turma e/ou da vida, pelo companheirismo e pela torcida, mesmo que silenciosa, que me incentivaram a persistir.

A uma amiga especial, Amanda Bobbio, que me ajudou a levantar em momentos de aflição, resultando na realização deste sonho.

Aos meus alunos que contribuíram, direta ou indiretamente, e para os quais tenho mudado minhas concepções de ensino e de aprendizagem. Tendo grande influência nestas mudanças, as reflexões emergentes nas aulas do mestrado.

Entre dois espíritos iguais, postos nas mesmas condições, aquele que sabe Geometria é superior ao outro e adquire um vigor especial.

Pascal

RESUMO

Este trabalho trata de uma Pesquisa Qualitativa, um Estudo de Caso Etnográfico, com dados coletados durante o primeiro semestre de 2019 e analisados no decorrer do mesmo ano, numa escola estadual de Linhares-ES. Busca responder à Questão de pesquisa: que contribuições os jogos digitais podem proporcionar para o ensino do tópico de área em uma turma da 2ª Série do Ensino Médio? E apresenta discussões sobre as teorias de Borba e Penteado, Prensky, Mattar e Vygotsky, acerca da importância da utilização de recursos tecnológicos digitais no ambiente escolar e da sua relevância para a vivência em sociedade; das múltiplas aprendizagens dos *Nativos digitais* e possíveis melhorias nos índices de aprendizagem com a utilização de jogos digitais; bem como possíveis melhorias no processo de ensino e de aprendizagem por meio da mediação e da interação. O Objetivo Geral foi identificar e analisar as contribuições de jogos digitais para o processo de ensino e aprendizagem do tópico de área em uma turma de 2ª Série do Ensino Médio de uma escola estadual de Linhares – ES. Envolve o conceito de área em regiões planas e superfícies de objetos tridimensionais. Os procedimentos para a coleta de dados foram a aplicação de listas de atividades (pré-teste, teste e pós-teste), a observação e a gravação de áudios durante a interação com os jogos digitais, a aplicação de questionário *on-line* e a observação participante com registros em um diário de campo, objetivando analisar o desempenho dos alunos no desenvolvimento das atividades escritas e durante a interação com os jogos digitais, assim como saber da opinião deles a respeito da utilização dos jogos digitais nas aulas de Matemática no Ensino Médio. Como resultado, constatamos que a interação com jogos digitais interferiu no modo como alguns sujeitos envolvidos se relacionam com a geometria, com situações-problema envolvendo o conceito de área e as suas interpretações. Pois apresentaram ao final da investigação maior percepção, persistência, dedicação e autonomia na tomada de decisões, atingindo o interesse da maioria dos estudantes investigados.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem de Matemática. Jogos digitais. Ensino Médio.

ABSTRACT

This work deals with a Qualitative Research, an Ethnographic Case Study, with data collected during the first semester of 2019 and analyzed during the same year, in a state school in Linhares-ES. It seeks to answer the research question: what contributions can digital games provide to the teaching of the topic of area in a class of the 2nd Grade of High School? And it presents discussions about the theories of Borba and Penteadó, Prensky, Mattar and Vygotsky, about the importance of using digital technological resources in the school environment and their relevance for living in society; the multiple learnings of digital natives and possible improvements in learning rates with the use of digital games; as well as possible improvements in the teaching and learning process through mediation and interaction. The General Objective was to identify and analyze the contributions of digital games to the process of teaching and learning the topic of area in a class of 2nd Grade of High School of a state school in Linhares - ES. It involves the concept of area in flat regions and surfaces of three-dimensional objects. The procedures for data collection were the application of activity lists (pre-test, test and post-test), the observation and recording of audios during the interaction with digital games, the application of an online questionnaire and the participant observation with records in a field diary, aiming to analyze the performance of students in the development of written activities and during interaction with digital games, as well as to know their opinion regarding the use of digital games in high school math classes . As a result, we found that the interaction with digital games interfered with the way some subjects involved relate to geometry, with problem situations involving the concept of area and its interpretations. Because they presented greater perception, persistence, dedication and autonomy in decision-making at the end of the investigation, reaching the interest of most of the investigated students.

Keywords: Mathematics teaching and learning. Digital games. High school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Interação das ZDP	42
Figura 2. Vista externa da frente e lateral da escola (a) e Vista interna, a partir do piso superior (b)	67
Figura 3. Variação de notas e porcentagem por padrão de desempenho da escola campo, nos últimos seis anos.....	73
Figura 4. Ampliação de parte da imagem anterior.....	73
Figura 5. Apresentação inicial do jogo <i>Construtor de áreas</i> – home.....	86
Figura 6. Tela inicial com os seis níveis do jogo e o término do primeiro nível	87
Figura 7. Apresentação do nível 6 em execução, atividades 2 e 3	88
Figura 8. Equipe de desenvolvedores do jogo <i>Construtor de áreas</i>	88
Figura 9. Telas iniciais do jogo/OA <i>Geometria no meu quarto</i> (1 ^a e 4 ^a telas)	89
Figura 10. Telas do jogo/OA <i>Geometria no meu quarto</i> (5 ^a tela e suas variações).	90
Figura 11. Tela do jogo/OA <i>Geometria no meu quarto</i> (6 ^a tela)	91
Figura 12. Telas do jogo/OA <i>Geometria no meu quarto</i> (7 ^a e 9 ^a telas e variações)	91
Figura 13. Telas do jogo/OA <i>Geometria no meu quarto</i> (16 ^a e 18 ^a e variações)	92
Figura 14. Telas do jogo/OA <i>Geometria no meu quarto</i> (19 ^a e 20 ^a telas)	93
Figura 15. Desenvolvedores do jogo/OA <i>Geometria no meu quarto</i> (21 ^a tela)	93
Figura 16. Resultado da questão 1, no pré-teste, apresentado erroneamente	129
Figura 17. Resultado da questão 1, no pós-teste, apresentando parte correta	129
Figura 18. Resultado da questão 1, no teste, apresentado de forma correta	130
Figura 19. Resultados parciais da questão 2, no pré-teste, teste e pós-teste.....	131
Figura 20. Erros de cálculos na questão 2, no pré-teste, teste e pós-teste	132
Figura 21. Cálculos corretos para a questão 2, no pré-teste e pós-teste.....	132
Figura 22. Cálculos corretos para a questão 3, no pré-teste e pós-teste.....	133
Figura 23. Erros de cálculos na questão 3, no pré-teste, teste e pós-teste.....	134
Figura 24. Erros de cálculos na questão 4 e 5 do pré-teste e 4 do pós-teste.....	136
Figura 25. Outros erros para questão 4 e 5 do pré-teste e 4 do teste.....	136
Figura 26. Resultados razoáveis para a questão 4, no pós-teste	137
Figura 27. Erros de cálculos para a questão 5, no pós-teste.....	138
Figura 28. Cálculos corretos apresentados para a questão 5, no pós-teste	138
Figura 29. Cálculos razoáveis para a questão 6, no teste, pré-teste e pós-teste.....	139
Figura 30. Cálculos errados na questão 6, no teste, pré-teste e pós-teste.....	140

Figura 31. Cálculos errados apresentados à questão 7, no teste e pós-teste.....	141
Figura 32. Cálculos razoáveis apresentados à questão 7, no teste e pós-teste.....	142
Figura 33. Interação durante o jogo <i>Construtor de áreas</i> no LIED	164
Figura 34. Interação durante o jogo <i>Geometria no meu quarto</i> no LIED	165

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Resumo dos textos analisados na revisão bibliográfica	27
Quadro 2. Descrição geral dos padrões de desempenho apresentados na escala de proficiência do PAEBES.....	74
Quadro 3. Momentos de interação durante as etapas da pesquisa e quantitativo de alunos presentes.....	105
Quadro 4. Resumo das análises dos jogos referentes às Heurísticas de usabilidade de jogos	119
Quadro 5. Resumo das análises dos jogos referentes aos Princípios da TCAM ...	123
Quadro 6. Análise dos testes de acordo com as resoluções de cada aluno	125

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AEE – Atendimento Educação Especializado
- ASE – Auxiliar de Secretaria Escolar
- BDTD – Banco de Teses e Dissertações
- BNCC – Base Nacional Comum Curricular
- CAED – Centro de Políticas Pública e Avaliação da Educação Básica
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CEUNES – Centro Universitário Norte do Espírito Santo
- CNEC – Campanha Nacional de escolas da comunidade
- DSR – *Design Science Research*
- DT – Designação temporária
- EAM – Experiência de Aprendizagem Mediada
- ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
- FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia (Unesp)
- FGV – Fundação Getúlio Vargas
- GBL – *Game Based Learning*
- GDD – *Game Design Document*
- GDDE – *Game Design Document Education*
- GPIMEM – Grupo de Pesquisa em Informática e outras Mídias e Educação Matemática,
- HTML – *Hypertext Markup Language* ou Linguagem de Marcação de Hipertexto
- IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
- IFES – Instituto Federal do Espírito Santo
- LabTEVE – Laboratório de Tecnologias para o Ensino Virtual e Estatística
- LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação
- LEPAC – Laboratório de Estudos e Pesquisa da Aprendizagem Científica
- LIED – Laboratório de Informática Educativa
- MEC – Ministério da Educação e Cultura
- NOAS – Núcleo de Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Significativa
- OA – Objetos Virtuais de Aprendizagem
- PAEBES – Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo

PAEBES TRI – Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo, por Trimestre

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (*Programme for International Student Assessment*)

PUC-SP – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

RIVED – Rede Interativa Virtual de Educação

SEDU-ES – Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo

SEED – Secretaria de Educação a Distância

TCAM – Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

TCC – Teoria dos Campos Conceituais

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNESP – Universidade Estadual Paulista

UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

USP – Universidade de São Paulo

ZDP – Zona de Desenvolvimento Potencial ou Proximal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 POR QUE PESQUISAR SOBRE TECNOLOGIAS DIGITAIS	15
1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA.....	20
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS.....	21
1.4 COMO ESTE TRABALHO ESTÁ DIVIDIDO	23
2 REVISÃO DE LITERATURA	25
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	37
3.1 A INTERAÇÃO SOCIAL DEFENDIDA POR VYGOTSKY	37
3.3 AS MÚLTIPLAS APRENDIZAGENS DOS IMIGRANTES DIGITAIS E A NECESSIDADE DE MUDANÇA E DIVERSIFICAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO	46
4 METODOLOGIA DA PESQUISA	60
4.1 A NATUREZA DO ESTUDO	60
4.2 OS PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS	63
4.2.1 Como os jogos utilizados foram escolhidos	64
4.3 A ESCOLA CAMPO E OS SUJEITOS DA PESQUISA	66
4.3.1 Índices do PAEBES apresentados pela escola campo nos últimos anos..	71
5 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES	75
5.1 ENSINO DE MATEMÁTICA ATRAVÉS DOS TEMPOS.....	75
5.2 AS “OFICINAS” COM JOGOS DIGITAIS.....	78
5.2.1 Classificação de jogos	80
5.2.2 O Projeto RIVED – MEC.....	82
5.2.3 O Projeto PhET Simulações Interativas.....	85
5.3 DESCRIÇÃO DOS JOGOS UTILIZADOS	86
5.3.1 Jogo <i>Construtor de Áreas</i>	86
5.3.2 Jogo <i>Geometria no meu quarto</i>	89

5.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	94
5.4.1 Heurísticas de usabilidade de jogos propostas por Federoff	95
5.4.2 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia - TCAM	99
5.5 OBSERVAÇÕES DURANTE AS INTERAÇÕES COM OS JOGOS E OS TESTES.....	104
5.6 ANÁLISE DOS DADOS E DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	111
5.6.1 Análise do questionário.....	112
5.6.2 Análise dos jogos com base nas Heurísticas de Federoff	114
5.6.3 Análise dos jogos com base nos Princípios da TCAM	120
5.6.4 Análise das atividades (testes).....	124
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	144
REFERÊNCIAS	148
APÊNDICES.....	153
APÊNDICE A – ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE.....	154
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO ON-LINE.....	155
APÊNDICE C – PRÉ-TESTE REALIZADO PELOS SUJEITOS DA PESQUISA .	157
APÊNDICE D – TESTE REALIZADO PELOS SUJEITOS DA PESQUISA	159
APÊNDICE E – PÓS-TESTE REALIZADO PELOS SUJEITOS DA PESQUISA .	161
APÊNDICE F – RESUMO DAS PRINCIPAIS FIGURAS, PLANAS E TRIDIMENSIONAIS, APRESENTADAS AOS ALUNOS.....	163
APÊNDICE G – SALA DE INFORMÁTICA DURANTE OS JOGOS.....	164
ANEXOS	166
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO.....	167

1 INTRODUÇÃO

1.1 POR QUE PESQUISAR SOBRE TECNOLOGIAS DIGITAIS

Meu interesse por tecnologia digital iniciou na oitava série, em 1997, quando meu professor de matemática apresentou um computador a alguns alunos. Era um modelo antigo, com interface gráfica pouco amigável, provavelmente com uma das primeiras versões do sistema operacional *Windows*¹, mas a quantidade de botões e a possibilidade de explorar o desconhecido me deixou ávida por manuseá-lo. Em aulas posteriores minha turma escolar visitou a Câmara Municipal e dentre os objetivos da visita estava o de conhecer a funcionalidade dos computadores utilizados naquele ambiente. Eram máquinas mais modernas, com mais opções de cores na interface gráfica, com possibilidade de manipulação de imagens e até protetores de telas (dinâmico e tridimensional – 3D). Características que aguçaram ainda mais minha curiosidade. Nessa época em minha escola, os documentos eram datilografados² e reproduzidos por mimeógrafos³. Nos anos seguintes, a escola em que cursei o Ensino Médio Técnico, de quatro anos, já contava com um computador para a digitação de documentos, mas a reprodução ainda era feita por mimeógrafo.

No início do ano de 2002 tive a oportunidade de frequentar um curso de informática em um projeto social, disponibilizado por um vereador, na cidade de Linhares onde resido. Este curso, que durou cerca de dois meses, com quatro horas semanais de aulas, me possibilitou o acesso e a aprovação, em 2004, ao primeiro concurso público que prestei: o de Auxiliar de Secretaria Escolar (ASE), da Secretaria de Estado da

¹ “[...] Na década de 1990, a Microsoft lançou a versão 3.0 do Windows, baseada no sistema do Macintosh, para microcomputadores que usavam o MS-DOS. Em 1995, a Microsoft lançou o Windows 95 e passou a dominar o mercado de *softwares* [...]” (MATTAR, 2017, p. 131).

² Digitados em máquina datilográfica. A máquina de escrever, máquina datilográfica **ou** máquina de datilografia é um instrumento mecânico, eletromecânico ou eletrônico com teclas que, quando premidas, causam a impressão de caracteres num documento, em geral de papel. Essa máquina marcou um período importantíssimo na história da tecnologia e sua constante evolução. Conforme: <<https://manualdasecretaria.com.br/maquina-de-escrever/>>; <<https://meiobit.com/89483/a-perdida-arte-da-datilografia/>>. Acesso em 06 de mar. 2019.

³ Uma das primeiras máquinas de cópias em série, com baixo custo e sem a necessidade de energia elétrica. Conforme: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/suavoz/0045.html>>; <<https://revistagalileu.globo.com/Caminhos-para-o-futuro/Desenvolvimento/noticia/2016/08/ha-140-anos-thomas-edison-recebia-patente-do-mimeografo.html>>. Acesso em 06 de mar. 2019.

Educação do Espírito Santo (SEDU-ES), que exigia como um dos pré-requisitos certificado de curso de informática com carga horária mínima de 40 horas.

Embora o Curso de Informática fosse uma exigência para o concurso citado, não iniciei as atividades de trabalho nessa área, pois os responsáveis pelo estabelecimento de educação, que escolhi como meu posto de trabalho (na cidade de São Mateus, onde eu morava e cursava a graduação), fizeram um teste rápido de digitação com os ingressantes naquela unidade para saber qual possuía maior habilidade com o computador. Como minha pouca habilidade, naquele momento (fevereiro de 2005), era fruto de atividades desenvolvidas com o computador em aulas do curso de Licenciatura em Matemática, no Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES/UFES), não fui a destinada para o setor de digitação de documentos e passei a realizar outras atividades exigidas aos secretários.

Naquele mesmo ano, ao retornar para a cidade de Linhares, permutei com um colega secretário e este, em seu posto de trabalho, atuava no setor responsável pela digitação de documentos no qual passei a atuar. Me senti realizada. Embora os desafios fossem muitos, pude contar com um colega de trabalho que se manteve disposto a ajudar e me ensinou muitos detalhes sobre Informática, necessários para o bom desempenho da tarefa. A partir de então, meu contato com a Informática só cresceu: comprei meu computador; realizei vários cursos *on-line* e cursei Licenciatura em Informática, à distância, pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), no período 2009-2013.

Essa experiência formativa e profissional me faz concordar com as ideias de Borba e Penteado (2015) quando dizem que os recursos tecnológicos são essenciais para o mercado de trabalho e este não pode ser dissociado da educação. Segundo esses autores, esses recursos devem “ser inseridos, na escola, em atividades essenciais, como ler, escrever, compreender textos, entender gráficos, contar, desenvolver noções espaciais, etc., de modo que o acesso à informática seja visto como parte de um projeto coletivo de democratização de acesso às tecnologias” (BORBA; PENTEADO, 2015, p. 17), para que o aluno adquira habilidades tecnológicas que o auxiliem a ingressar e a permanecer no mercado de trabalho, bem como progredir socialmente.

Vale lembrar que ainda em 2007 deixei o serviço de ASE e passei a atuar como professora da disciplina de matemática em escolas públicas estaduais, no município de Linhares, me efetivando no ano de 2008 por meio de outro concurso público. Comecei a perceber, nessa época, o quanto a Matemática e a Informática podem ser aliadas nos processos de ensino e de aprendizagem⁴. Concordando com Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014, p. 17) que enfatizam a importância de explorar recursos inovadores da tecnologia educacional e suas potencialidades, com o propósito de minimizar o abismo existente entre as práticas escolares e os acontecimentos sociais extraescolares. Para eles, “as dimensões da inovação tecnológica permitem a exploração e o surgimento de cenários alternativos para a educação, e em especial, para o ensino e aprendizagem de matemática”.

Considerando o fato de que as tecnologias digitais estão modificando a noção do “que é ser humano”, pois, “as possibilidades de conhecimento, feito socialmente por coletivos” de seres-humanos-com-mídia⁵ “se alteram com diferentes humanos e diferentes tecnologias” (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014, p. 133), alterando normas e valores associados a determinadas ações, o professor pode utilizar essas tecnologias para auxiliar suas atividades de sala de aula e instigar os alunos a aprenderem com elas.

Considerando, ainda, que a aprendizagem se processa no meio social, com alunos interagindo uns com os outros, simultaneamente numa construção autônoma, onde

⁴ O termo “ensino e aprendizagem” foi utilizado nesse trabalho de acordo com a visão de Borba e Penteado (2015, p. 66): “possibilidades para desenvolvimento do aluno, desenvolvimento do professor, desenvolvimento das situações de ensino e aprendizagem”, decorrentes da incerteza e imprevisibilidade, geradas num ambiente informatizado. Acreditamos que tanto o professor quanto o aluno aprendem quando interagem entre si. Ou seja, é possível aprender ao ensinar.

Para Libâneo (2013, p. 86) “A tarefa principal do professor é garantir a unidade didática entre ensino e aprendizagem, por meio do processo de ensino”. Mas acrescenta que ensino e aprendizagem são duas facetas de um mesmo processo, em que o professor planeja e controla o processo de ensino visando estimular o aluno para a aprendizagem. Segundo ele, a unicidade se destaca na relação recíproca que existe entre “o papel dirigente do professor e as atividades dos alunos (LIBANEO, 2013, p. 97).

⁵ A expressão “seres-humanos-com-mídias” foi criada como uma metáfora, tendo como embasamento teórico as noções de ‘tecnologias da inteligência e coletivos pensantes’ de Lévy (1993). O uso de hifens que conecta os atores humanos e não-humanos, “busca enfatizar que tecnologias não são neutras ao pensamento, que a produção de conhecimento matemático é condicionada pela mídia utilizada”. “[...] os coletivos pensantes são formados por amálgamas do tipo humanos-tecnologias, humanos-com-mídias, seres-humanos-com-tecnologias ou, como temos utilizado, seres-humanos-com-mídias” (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014, p. 40-41).

as transformações ocorrem dentro do próprio sujeito, é necessário permitir a esse sujeito usufruir de sua autonomia para que se processe a aprendizagem (MATTAR, 2017). Conforme Arruda (2011), Prensky (2010, 2012), Alves e Coutinho (2016) e Mattar (2010, 2017) é possível alcançar tal êxito por meio da utilização de jogos digitais, uma Metodologia Ativa⁶ em que cada aluno é motivado a construir seu próprio conhecimento (MATTAR, 2017).

Para os autores citados, quando se trata de tecnologias e inovação, os alunos acompanham as mudanças significativas que ocorrem na sociedade, interagindo com as várias Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) existentes nesse meio, pois têm afinidade natural para lidar com elas. Segundo estes autores, a escola não pode ficar distante dessa inovação, pois fomenta o processo de ensino. Devendo os professores orientarem os alunos a usarem estas ferramentas tecnológicas de forma construtiva, sejam elas voltadas para a comunicação, para boas práticas no mercado de trabalho, ou mesmo para o processo de ensino.

Gostaria de mencionar que foi no início de minha carreira como professora que, ao conhecer na escola o jogo de xadrez, meu encanto por jogos surgiu. Até aquele momento eu conhecia o jogo de baralho, o de vôlei, costumava jogar futebol, pular amarelinha, corda e elástico. Mas não tinha contato com os jogos de tabuleiro ou digitais. Então, ao conhecer as regras do jogo de xadrez e suas potencialidades para o estímulo da concentração e para o desenvolvimento do raciocínio (FREITAS, 2017), despertou em mim a curiosidade para outros jogos com potencial para o estímulo da aprendizagem. E posteriormente os digitais, visto que estes podem ser analisados por múltiplas perspectivas, pois são multidimensionais⁷, permitindo muitas maneiras de abordá-los.

⁶ O conceito de Metodologias Ativas pode ser concebido como uma educação que pressuponha atividades contrárias à passividade dos alunos (MATTAR, 2017).

⁷ Um jogo pode ser analisado por muitos aspectos, como oportunidade de entretenimento, laser e escoamento de tensões; associação emocional e cultural com a temática ou o conteúdo do jogo; e oportunidade de autodescoberta e de aprimoramento de habilidades. Entretanto, um jogo digital pode ir além: ele recebe de “outras áreas da cultura elementos que são incorporados e modificados de acordo com as características e possibilidades do seu meio digital interativo” (ALVES; COUTINHO, 2016, p. 33); pode ser adaptável ao jogador de acordo com suas habilidades, além de poder ser jogado por jovens de todas as idades e grupos sociais, de forma individual (contra a máquina) ou em grupos conectados de qualquer lugar do mundo (PRENSKY, 2010).

No ano de 2012 realizei um curso *on-line* intitulado Materiais Virtuais Interativos para o Ensino de Matemática, fornecido pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) e coordenado pela prof^a. Ms. Tânia Michel Pereira. Na ocasião desenvolvi um dominó virtual, um simulador para resolução de equações do segundo grau, dentre outras atividades, utilizando JavaScript e html. Levei muito tempo acertando e refazendo o trabalho para que os materiais virtuais funcionassem, pois uma letra ou símbolo mal localizado no código não permite seu funcionamento. Toda essa dificuldade me despertou para o mundo de possibilidades e inovações que as TIC proporcionam e creio que foi nesta época, ao instigar tanto a imaginação, que minha paixão pelo meio digital se ampliou. Em consequência desenvolvi o gosto por jogos digitais, e encontrei no mestrado, em parceria com os professores orientadores, a oportunidade para o aprofundamento do tema.

Concordamos com Vigotsky⁸ (2010) ao defender que no jogo há imaginação e regras e estas contribuem para a ação numa esfera cognitiva. Para ele, ao propor uma atividade lúdica, com situação imaginária, haverá regras de comportamento que influenciarão os alunos em suas decisões e comportamentos na vida adulta. Muniz (2014, p. 12) também compartilha dessa opinião, quando diz que,

A observação e a análise dos jogos oferecidos às crianças pela sociedade nos mostram o quanto essas atividades são ricas em quantidades numéricas, em situações operatórias, em conhecimentos topológicos e geométricos, de noção de orientação e de deslocamento, de representação simbólica. Esta oferta não é, em absoluto, neutra em relação às expectativas dos adultos, em especial, do educador, sobre as atividades matemáticas que a criança pode realizar a partir da estrutura lúdica.

Embora Muniz (2014) faça referência às crianças, os jogos, tomados por ele como “instrumentos pedagógicos” (até então não digitais), podem ser utilizados em qualquer fase escolar, ou mesmo por adultos, visto que é possível identificar nos jogos “representações sociais da Matemática presente no mundo adulto” (MUNIZ, 2014, p. 13). Ou ainda, que “[...] o jogo é visto como um instrumento de aquisição da cultura

⁸ O idioma russo possui um alfabeto distinto do nosso e por isso o nome desse autor tem sido escrito de muitas formas com o alfabeto ocidental. “Os americanos e os ingleses, adotam a grafia Vygotsky” (DUARTE, 2000, p. 2), por exemplo, assim como edições de outros idiomas que resultam de traduções de edições norte-americanas. Encontramos também na literatura a grafia Vygotski (espanhol), Wygotski (alemão) e Vigotski (soviético e brasileiro), mas utilizaremos em nosso texto a grafia Vygotsky. Preservaremos nas referências bibliográficas a grafia utilizada em cada edição, o que nos impedirá de padronizar a grafia do nome desse autor.

do seu contexto social, cultural, que engloba conhecimentos e representação acerca da Matemática: seus valores, sua aprendizagem, seus poderes” (MUNIZ, 2014, p. 14). Fatos que podem ser observados na atualidade, com a evolução tecnológica e o desenvolvimento de jogos digitais.

1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Jogos Matemáticos e Tecnologias fazem parte das Tendências em Educação Matemática propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), as quais afirmam que os jogos favorecem a construção de conhecimentos, induzindo o aluno ao raciocínio lógico, à criatividade, à intuição e à capacidade de análise crítica (BRASIL, 1997, 2000). Como os jogos digitais envolvendo conceitos matemáticos são, geralmente, voltados para o Ensino Fundamental (PAULO, 2017), nos propusemos a investigar que contribuições estes jogos podem proporcionar quando aplicados em turmas do Ensino Médio. Se configurando como o diferencial de nossa pesquisa, após analisarmos as publicações descritas no Capítulo 2, pois embora alguns trabalhos tenham foco no Ensino Médio, não foram colocados em prática nesse nível de ensino.

Limitamo-nos ao assunto de geometria envolvendo o tópico de área, considerando que, mesmo sendo um conteúdo revisto ao longo dos anos – o ensino dos conceitos de Geometria Plana é iniciado ainda no Ensino Fundamental e aprofundado a cada série e nível de ensino, como pode ser observado nas Matrizes de Referências do PAEBES⁹ (Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo) –, os alunos, de modo geral, apresentam poucas habilidades no sentido de estabelecer relações entre o que estudam e o que vivenciam no cotidiano, dificultando o êxito nos processos de ensino e de aprendizagem. Considerando, ainda, que alguns alunos chegam ao Ensino Médio sem ter estudado esses conceitos (SILVA; SIQUEIRA FILHO, 2011). Para estes alunos nossa pesquisa se configurará como ensino, e para os demais será uma oportunidade de consolidar os conceitos estudados em séries anteriores, melhorando a aprendizagem.

⁹ Disponível em: <<http://www.paebes.caedufjf.net/avaliacao-educacional/matriz-de-referencia/> e <http://paebestri.caedufjf.net/avaliacao-educacional/matrizes-de-referencia/>>. Acesso em 06 de mar. 2019.

Como professores da disciplina de matemática, nos inquietamos e concordamos com Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014) quando afirmam que os avanços tecnológicos: afetam a vida individual e social influenciando nas atividades escolares; despertam considerável interesse dos alunos por tecnologias e jogos digitais; influenciam na dificuldade de concentração dos alunos durante as aulas por estarem, geralmente, conectados a essas tecnologias digitais; e que há necessidade de expansão das concepções de sala de aula, de modo a tornar as atividades escolares atraentes para os alunos. Buscamos, então, com esse trabalho, conciliar Matemática e Tecnologias por meio dos Jogos Digitais envolvendo conceitos de Geometria.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

Melo e Silva (2011) afirmam que o ensino da Matemática deve proporcionar aspectos como relacionar observações do mundo real com representações (esquemas, tabelas, figuras) e relacionar essas representações com princípios e conceitos matemáticos estudados. Pois, para eles, a aprendizagem em Matemática está ligada à compreensão de significados. Sendo importante a mudança de postura dos professores em relação às metodologias adotadas, como por exemplo reduzir as aulas expositivas e evitar o uso excessivo do livro didático.

Santos e Alves (2016) evidenciam a grande defasagem em que se encontram os alunos brasileiros quanto a aprendizagem matemática¹⁰. E citando as tentativas de outros países para reverter quadros similares, defendem o investimento em novas práticas e recursos didáticos, inclusive por meio de jogos digitais. Segundo eles os jogos digitais podem ser utilizados diretamente no processo de ensino e de aprendizagem trazendo importantes contribuições. Pois, “ao interagir com jogos eletrônicos, as funções cognitivas são intensificadas, permitindo a descoberta de novas formas de conhecimento” (SANTOS; ALVES, 2016, pág. 03).

¹⁰ Estes dados podem ser verificados nos sites do MEC e INEP, referentes ao Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014, que projeta metas para os próximos dez anos, mais especificamente a meta 7: <<http://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>>; <http://fne.mec.gov.br/images/RESUMO_RELATORIO_INEP_-_PNE_2018_-_PRINCIPAIS_CONCLUSOES_.pdf>. Acesso em 10 de jan. 2020.

Diante da necessidade de diversificar os métodos de ensino e alcançar melhores resultados de aprendizagem em Matemática optamos pela utilização dos jogos digitais, por acreditarmos no potencial destes jogos e no fato de que “ensinar é dar condições para que o aluno construa seu próprio conhecimento” (LORENZATO, 2010, p. 16). Desse modo surge o nosso problema a ser investigado: **que contribuições os jogos digitais podem proporcionar para o ensino do tópico de área em uma turma da 2ª Série do Ensino Médio?**

Delimitar o problema não foi uma tarefa fácil, uma vez que observamos baixo rendimento dos alunos em vários conteúdos no decorrer do ano letivo e vários trabalhos sobre jogos digitais vieram ao nosso conhecimento, desde que iniciamos a investigação, principalmente por meio da revisão de literatura descritos no capítulo 2. Contudo, a ideia de abordar geometria se dá pelo fato de esse ser um conteúdo aplicado no cotidiano, em construções e objetos de utilização diária (BRASIL, 1997; 2000). E ainda ser comum encontrar nas escolas públicas estaduais de Ensino Médio, “alunos que não tiveram oportunidade de estudar algum conteúdo de geometria” durante seu percurso escolar (SILVA; SIQUEIRA FILHO, 2011, p. 53).

Lorenzato (1995, p. 6-7) discute a importância do ensino da geometria nas escolas, afirmando que “a Geometria é a mais eficiente conexão didático-pedagógica que a matemática possui” e que a criança precisa desse conhecimento para ter maior compreensão do mundo e resolver situações da vida que forem geometrizadas, como o cálculo de área de superfícies e volumes de objetos, por exemplo.

‘A Geometria está por toda parte’, desde antes de Cristo, mas é preciso conseguir enxergá-la... mesmo não querendo, lidamos em nosso cotidiano com as ideias de paralelismo, perpendicularismo, congruência, semelhança, proporcionalidade, medição (comprimento, área, volume), simetria: seja pelo visual (formas), seja pelo uso no lazer, na profissão, na comunicação oral, cotidianamente estamos envolvidos com a Geometria (LORENZATO, 1995, p. 5).

Desse modo, o Objetivo Geral dessa pesquisa é *identificar e analisar as contribuições de jogos digitais para o processo de ensino e aprendizagem do tópico de área em uma turma de 2ª Série do Ensino Médio de uma escola estadual de Linhares – ES*. Para buscar atender este objetivo e responder nossa problemática, seremos conduzidos por nossos Objetivos Específicos que são: identificar características de usabilidade de alguns jogos digitais; avaliar o aprendizado do conceito de área por

estudantes da 2ª Série do Ensino Médio durante a interação com jogos digitais educativos.

1.4 COMO ESTE TRABALHO ESTÁ DIVIDIDO

Nossa pesquisa está dividida em seis capítulos: Introdução, Revisão de Literatura, Fundamentação Teórica, Metodologia da Pesquisa, Desenvolvimento das atividades e Considerações Finais.

No primeiro capítulo apresentamos o tema, a motivação pessoal e uma descrição da pesquisa. Apresentamos ainda, nossa questão de pesquisa, a justificativa e os objetivos que nortearam o desenvolvimento investigativo.

No segundo capítulo analisamos algumas pesquisas acadêmicas sobre o ensino de matemática com o auxílio de jogos digitais. Pesquisas que se assemelham ou contribuíram significativamente com o desenvolvimento de nossa pesquisa.

O terceiro capítulo, da Fundamentação Teórica, trata dos principais autores relacionados a jogos digitais e tecnologias e de temas relevantes que merecem destaque, como a mediação e interação no processo de ensino e de aprendizagem, propostas por Vigotsky (2010); a importância da utilização de recursos tecnológicos nas escolas, proposta por Borba e Penteado (2015); as múltiplas aprendizagens dos *Nativos digitais*, defendidas por Mattar (2010) e Prensky (2010, 2012), bem como a diversificação dos processos de ensino e de aprendizagem com a utilização de jogos digitais.

No quarto capítulo delineamos a metodologia e os procedimentos metodológicos, descrevendo as estratégias de coletas de dados e como ocorreu o processo de escolha dos jogos utilizados. Descrevemos, ainda, o perfil da escola e dos sujeitos envolvidos na pesquisa, acrescentando os índices de rendimento, da escola campo, apresentados no PAEBES nos últimos seis anos.

O quinto capítulo foi destinado à descrição das Heurísticas de usabilidade de jogos e dos Princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), bem como, da sequência de atividades desenvolvidas e da análise dos dados: como os alunos

reagiram à proposta da sequência de atividades, envolvendo resolução de questões escritas, e a interação com os jogos (*Construtor de Áreas* e *Geometria no Quarto*). Apresentamos, também, uma análise dos jogos utilizados com base nas Heurísticas de usabilidade de Jogos e nos Princípios da TCAM.

No sexto e último capítulo tecemos as considerações finais, descrevendo os pontos fracos e fortes do desenvolvimento da pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Apresentamos a seguir uma revisão bibliográfica acerca de pesquisas que versam a respeito do uso de jogos digitais para o ensino de Matemática. Analisamos em cada trabalho, como e qual jogo foi utilizado, a questão de pesquisa, o objetivo matemático trabalhado, o público-alvo, o recurso tecnológico empregado (computadores, *tablets*, *smartphones*, entre outros), contribuições e resultados observados. Descrevemos, ainda, o processo de localização de tais pesquisas.

No *Google Acadêmico*¹¹, realizamos uma busca pelo seguinte grupo de palavras-chave: “jogo” “ensino” “matemática” “digital”, obtendo como retorno aproximadamente 6220 trabalhos, envolvendo principalmente artigos. Observamos, que embora houvesse muitos trabalhos divulgados sobre tecnologias, ainda eram poucos os que abordavam jogos digitais; e que os artigos estrangeiros sobre esse assunto se sobressaíram em quantidade quando comparados aos artigos nacionais. Dentre os vários títulos que chamaram nossa atenção, selecionamos dez a partir da análise dos resumos. Contudo, ao verificá-los com mais detalhes identificamos que alguns apresentavam estudos menos recentes (com mais de dez anos) e geralmente voltados para as Séries Iniciais e Ensino Fundamental ou não abordavam tópicos de Matemática, indicando a necessidade de nova busca, considerando nosso foco no Ensino Médio e na disciplina de Matemática.

Com intuito de coletar informações referentes a pesquisas desenvolvidas em nível de mestrado e doutorado, realizamos busca no Banco de Teses e Dissertações da Biblioteca Digital Brasileira¹² (BDTD), com a palavra-chave “jogos digitais de matemática”. Nesta busca apareceram cinco trabalhos, nos fazendo pensar que esse é um assunto pouco explorado em pesquisas, evidenciando a relevância desse tema e a importância de uma análise mais detalhada sobre os jogos digitais e suas contribuições para o processo de ensino e de aprendizagem de Matemática.

Não satisfeitos com os resultados encontrados, buscamos novamente pela palavra-chave “jogos digitais de matemática”, dessa vez no Catálogo de Teses e Dissertações

¹¹ Disponível em: <<https://scholar.google.com.br/>>. Acesso em 06 de Mar. 2019.

¹² Disponível em: <<http://bdtd.ibict.br/vufind/>>. Acesso em 06 Mar. 2019.

da CAPES¹³ (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). A busca retornou diversos trabalhos, dos mais variados assuntos, mostrando que as áreas de conhecimentos têm se mobilizado na produção de pesquisas referentes aos jogos. Restringimos, então, a busca: optamos pelo período 2015-2017¹⁴ e pela palavra-chave “jogos digitais”, aparecendo novamente muitos trabalhos que abordavam recursos de jogos, não necessariamente digitais. Após aplicar vários filtros (Área de conhecimento: Educação e Ciências da computação e Ensino de Ciências e Matemática; Área de concentração: Educação Matemática e Ensino de Ciências e Matemática), a busca resultou num total de 135 trabalhos, dos quais analisamos os títulos e os resumos escolhendo cinco para análise detalhada, por envolver produção ou aplicação e análise de jogos durante o processo investigativo. Ficou evidente também nessa busca que muitas das pesquisas desenvolvidas sobre jogos digitais são para as Séries Iniciais e Ensino Fundamental, instigando o desenvolvimento e a utilização deste recurso para o Ensino Médio.

Posteriormente, enquanto pesquisávamos na *Web* os jogos para serem utilizados em nossa pesquisa, encontramos os trabalhos acadêmicos de Cardoso (2010), Sena (2017) e Silva (2017), que apresentam processos de desenvolvimento parecidos aos que desenvolvemos.

Dentre os textos selecionados, nas quatro buscas, alguns chamaram mais a atenção: pela proximidade com o nosso tema, pela metodologia de pesquisa semelhante e pelas contribuições que poderiam nos proporcionar por meio das referências utilizadas. Selecionamos oito trabalhos desenvolvidos nos últimos dez anos (2008-2018) que envolvem jogos digitais de matemática, abordagem com Geometria e aplicações na Educação Básica.

As análises das pesquisas seguem abaixo, com um breve resumo de cada uma no Quadro 1, são elas: Togni *et al.* (2009), Cardoso (2010), Kliszcz, Parreira e Silveira (2015), Nascimento (2017); Pereira (2017), Paulo (2017), Sena (2017) e Silva (2017).

¹³ Disponível em: <<http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>>. Acesso em 06 Mar. 2019.

¹⁴ Essa busca foi realizada no ano de 2018.

Quadro 1. Resumo dos textos analisados na revisão bibliográfica

Nº	Autor	Título	Pesquisa
1	TOGNI <i>et al.</i> (2009)	Artigo – <i>Piff</i> geométrico - um objeto virtual de aprendizagem para o ensino de ciências exatas.	Desenvolveram um objeto virtual de aprendizagem a partir de um jogo físico, <i>Piff Geométrico</i> , visando o ensino sobre Sólidos Geométricos nos Cursos de Ciências e Exatas e no Ensino Médio. Resultado parcial da pesquisa intitulada “Análise de objetos de aprendizagem e suas implicações nos processos de ensino e aprendizagem em ciências exatas”, executada em 2009.
2	CARDOSO (2010)	Dissertação – Linguagem Algébrica: uma proposta de ensino com o uso de jogos digitais.	Investigou as potencialidades de alguns jogos digitais para a aprendizagem de Fatoração, destinado a alunos do 8º ano do Ensino Fundamental.
3	KLISZCZ, PARREIRA SILVEIRA (2015)	TCC – Jogo Educacional Digital para Apoio ao Aprendizado de Matemática.	Após a analisar alguns jogos digitais propôs o jogo digital <i>Vamo\$ às Compra\$</i> , para apoio ao aprendizado das quatro operações, destinado a alunos de Anos Iniciais e Ensino Fundamental I.
4	NASCIMENTO (2017)	TCC – Jogos Educacionais Computadorizados no Ensino da Geometria.	Analisou jogos educacionais digitais para o ensino de Geometria, com foco em alunos do 1º ano do Ensino Fundamental, usando heurísticas de usabilidade de jogos. E descreveu a criação do jogo <i>Geometrinho</i> destinado ao Ensino Fundamental.
5	PEREIRA (2017)	Tese – Uso de jogos digitais no desenvolvimento de competências curriculares da matemática.	Investigou e analisou as contribuições dos jogos digitais, vinculados às redes sociais, para o desenvolvimento de competências curriculares de matemática em nível de 7º, 8º e 9º anos do Ensino Fundamental.
6	PAULO (2017)	Dissertação – O uso de jogos nas aulas de Matemática do Ensino Médio: o que dizem os professores de Matemática.	Mesmo não abordando jogos digitais, analisou o uso de jogos nas aulas de Matemática do Ensino Médio, buscando impressões dos professores de Matemática.
7	SENA (2017)	Dissertação – Jogos digitais educativos: design <i>propositions</i> para GDDE.	Ao identificar a carência de jogos digitais educativos, propõe um <i>template</i> para nortear o desenvolvimento desse tipo de jogos em qualquer nível de ensino.
8	SILVA (2017)	Dissertação – Estudo sobre as potencialidades do jogo digital <i>Minecraft</i> para o ensino de Proporcionalidade e tópicos de geometria.	Utilizou o jogo comercial digital <i>Minecraft</i> para o ensino de Proporcionalidade e tópicos de Geometria, para estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental.

Fonte: Arquivo pessoal.

No trabalho de Togni *et al.* (2009), resultado parcial da pesquisa “Análise de objetos de aprendizagem e suas implicações nos processos de ensino e aprendizagem em ciências exatas”, foi descrita a transformação do jogo físico *Piff Geométrico* em jogo virtual, considerado pelos autores como um Objeto de Aprendizagem (OA)¹⁵. Objetivando proporcionar relações entre os diversos sólidos geométricos, suas características, suas fórmulas e suas aplicações, o jogo foi construído na linguagem Java (devido à portabilidade da plataforma) e desenvolvido à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel¹⁶. Ao final foi avaliado por professores e alunos, que deram sugestões para o aperfeiçoamento, norteando adequações e ampliando as suas possibilidades educacionais.

Os autores propõem o jogo para ser utilizado em diversas práticas de ensino de matemática, como alternativas para o ensino de Ciências Exatas em escolas de Ensino Fundamental e Médio. Segundo eles os OA facilitam a representação de situações cotidianas e respectiva análise, aproximando a teoria dos problemas do dia a dia, favorecendo o desenvolvimento de múltiplas estratégias educacionais.

A pesquisa de Cardoso (2010) foi desenvolvida por etapas semelhantes às utilizadas por nós: aplicação de atividades antes, durante e após a interação com os jogos digitais. Por meio de abordagens qualitativa e quantitativa, realizada com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular e a partir da inquietação sobre a dificuldade na aprendizagem da linguagem algébrica por parte dos alunos, teve por objetivo investigar as potencialidades dos jogos digitais para a aprendizagem da fatoração algébrica.

¹⁵ Recurso digital desenvolvido com TIC, que pode ser utilizado como apoio a aprendizagem, promovendo aquisição e construção de conhecimento em qualquer nível de escolaridade.

¹⁶ Para Ausubel (2003) a Aprendizagem Significativa acontecerá quando o aluno conseguir significar um conhecimento maior a partir de um conhecimento menor preexistente em sua estrutura cognitiva. Processo que Ausubel chamou de ancoragem, sendo o conhecimento menor chamado por ele de subsunçor. “[...] Estrutura cognitiva quer dizer o conteúdo total e organizado de ideias que o indivíduo tem ou, no contexto da aprendizagem de determinados assuntos, o conteúdo e a organização de suas ideias naquela área específica de conhecimentos. [...]” (TOGNI *et al.* 2009, p. 3). Para que o jogo proposto tenha êxito os autores esperam que os alunos tenham alguns subsunçores, como conhecimento de fórmulas da superfície e do volume dos principais sólidos geométricos, por exemplo, para conseguirem estabelecer relações (TOGNI *et al.* 2009).

Cardoso (2010) apoiou-se na Teoria dos Campos Conceituais (TCC)¹⁷ de Vergnaud, que possibilitou a análise dos dados coletados, comparando duas situações: como o aluno aprende o conceito de fatoração pela metodologia tradicional e como este aprendizado ocorre pela metodologia dos jogos digitais. Utilizou para isso aulas expositivas e sequências didáticas com testes, além de alguns jogos digitais: *Variable Solving*¹⁸, *factor tree*¹⁹, *Geometry algebra 2DD* e *Área Álgebra*²⁰. Os resultados mostraram que os alunos participantes das atividades propostas tiveram rendimento igual ou superior nos testes realizados, quando comparados com aqueles que participaram do estudo utilizando a metodologia tradicional de ensino, sem a interação com os jogos digitais. E aqueles que utilizaram os jogos digitais deixaram de resolver um menor número de atividades nos testes, quando comparados ao outro grupo.

Kliszcz, Parreira e Silveira (2015), foram motivados pela forma como acreditam que a matemática tem sido ensinada em algumas escolas – sem possibilitar que o aluno construa um conhecimento significativo. E, após a análise de alguns jogos digitais voltados para os Anos Iniciais e o Ensino Fundamental, apresentaram o protótipo do jogo digital *Vamo\$ às Compras*, destinado a alunos do Ensino Fundamental I (dos 6 aos 10 anos), para estimular os processos de ensino e de aprendizagem das quatro operações fundamentais da Matemática, com a utilização de computadores.

O jogo, que objetiva relacionar assuntos estudados em sala de aula com situações do cotidiano, utilizando ferramentas tecnológicas, simula diversos ambientes de compras (mercados, padarias, lojas de roupas, eletrônicos, sorveterias, livrarias e parques de diversão, entre outros) por meio de interfaces lúdicas, explorando as operações de adição, subtração, multiplicação e divisão. Os autores acreditam que o jogo *Vamo\$ às Compras*, pode estimular o desenvolvimento de habilidades como atenção, controle, disciplina, regras, educação financeira e hábitos alimentares.

¹⁷ A TCC estuda a organização dos pensamentos e raciocínios dos sujeitos, por intermédio da interação destes quando desenvolvem uma ação (CARDOSO, 2010).

¹⁸ Disponível no site *Vectorkids*: <<http://www.vectorkids.com/vkvariable.htm>>. Acesso em 06 de abr. 2019.

¹⁹ Disponível em *National Library of Virtual Manipulatives (NLVM)*: <<http://nlvm.usu.edu/en/nav/vlibrary.html>>. Acesso em 06 de abr. 2019.

²⁰ Disponível no site do *Freudenthal Institute (FI)*: <<http://www.fi.uu.nl/en/freudenthal.html>>. Acesso em 06 de abr. 2019.

Nascimento (2017) também desenvolveu a pesquisa envolvendo a produção de um jogo digital, o *Geometrinho*. Esse jogo foi proposto após descrever e analisar jogos digitais de geometria, disponíveis na internet, voltados para o 1º ano do Ensino Fundamental. A análise e avaliação foram feitas com base nas 14 Heurísticas de usabilidade de jogos propostas por Federoff (2002), cujos jogos analisados foram: *Formas Geométricas*²¹ e *Formas e Desenhos*²², ambos disponíveis no site *Escola Game*²³.

O trabalho de Nascimento (2017) apresentou a importância da utilização dos jogos educacionais computadorizados em sala de aula, com propósito de levar os alunos a enxergarem a geometria presente no cotidiano. Esta autora analisou e avaliou o jogo proposto do mesmo modo que os demais jogos pesquisados por ela (do ponto de vista educacional e da usabilidade do jogo), acrescentando a avaliação de professores, que trabalham com turmas do Ensino Fundamental e Séries Iniciais, a respeito do jogo produzido.

A pesquisa de Nascimento (2017) contribuiu significativamente com a nossa, uma vez que utilizamos as Heurísticas de usabilidade de Federoff (2002) em nossa análise de jogos, por acreditar que apresentam suporte para avaliação dos jogos por nós analisados. As descrevemos na Seção 5.4 e a respectiva análise dos jogos constam na Seção 5.6.

Outra pesquisa que merece destaque é a de Pereira (2017). Objetivando verificar as contribuições dos jogos digitais no desenvolvimento das competências matemáticas, previstas na legislação educacional, vinculadas ao currículo de Matemática dos 7º, 8º e 9º anos, sua investigação configurou-se de natureza qualitativa sob a perspectiva da pesquisa ação. A pesquisa foi desenvolvida com 60 alunos e três professoras de Matemática em Oficinas Curriculares denominadas Experiências Matemáticas, em uma escola estadual de Ensino Fundamental II em tempo integral. Os jogos digitais

²¹ Disponível em: <<http://www.escolagames.com.br/jogos/formasGeometricas/?deviceType=computer>>. Acesso em 06 de abr. 2019.

²² Disponível em: <<http://www.escolagames.com.br/jogos/formasDesenhos/>>. Acesso em 06 de abr. 2019.

²³ Disponível em: <<http://www.escolagames.com.br/>>. Acesso em 06 abr. 2019.

escolhidos e analisados foram: SimCity BuildIt²⁴, Clash of Clans²⁵ e The Sims FreePlay²⁶, todos envolvendo estratégias de administração de ambientes sociais e pessoais, (cidade, vila e simulação da vida particular, respectivamente). Foi agregado às atividades desenvolvidas o apoio de redes sociais como o Facebook e o WhatsApp – devido ao fato desses jogos serem partes desses ambientes – e, ainda, um ambiente virtual de aprendizagem para professores, o Moodle.

A investigação de Pereira (2017) apresentou análises, interpretação e o entendimento triangulados²⁷ dos dados coletados. A triangulação foi feita com as sessões de atividades com os jogos digitais; grupos focais e entrevistas; observação participante; registros do diário de campo, envolvendo os diálogos com os professores e a direção da escola; e os registros obtidos através das redes sociais utilizadas. Esse método foi utilizado para procurar regularidade nos dados da pesquisa e manter o distanciamento da subjetividade do pesquisador.

Várias questões instigaram o desenvolvimento da pesquisa de Pereira (2017), são elas: seriam os jogos digitais estratégia de fortalecimento para o desenvolvimento de competências para a aprendizagem de Matemática? O que dizem os estudos sobre a possibilidade de redesenhar a experiência de aprendizagem na escola? Como podem ser articulados os jogos digitais com o currículo escolar? Os professores reconhecem esta estratégia e elaboram projetos nesta direção? Poderiam os jogos digitais preparar os estudantes para as habilidades que serão necessárias no futuro?

Pereira (2017) buscou solucionar tais questões conduzindo a investigação por meio da *mobile learning*²⁸, com a utilização dos telefones celulares dos alunos e dos professores. E tendo como horizonte teórico interpretativo as ideias de Feuerstein *et*

²⁴ Disponível em: <<https://www.ea.com/pt-br/games/simcity/simcity-buildit>>. Acesso em 06 abr. 2019.

²⁵ Disponível em: <<https://supercell.com/en/games/clashofclans/>>. Acesso em 06 de abr. 2019.

²⁶ Disponível em: <<https://www.ea.com/pt-br/games/the-sims/the-sims-freeplay>>. Acesso em 06 de abr. 2019.

²⁷ Ferramenta que combina diferentes perspectivas metodológicas, diversos materiais empíricos e a participação de vários investigadores em um só estudo, com o propósito de “aumentar o rigor, a amplitude, a complexidade, a riqueza e profundidade da investigação” (PEREIRA, 2017, p. 19).

²⁸ *Mobile learning* ou *m-learning*, é uma subcategoria do *e-learning* (ensino à distância). No *e-learning* o “e” deriva de eletrônico e entende-se por esse termo qualquer ensino que utiliza um meio eletrônico. Já no *m-learning* trata-se de uma proposta que visa auxiliar na educação por meio de dispositivos móveis como celulares, *smartphones*, *tablets* e *iPods*. Disponível em: <<http://blog.ringa.com.br/2017/10/10/mobile-learning-o-conceito-que-ira-mudar-nossas-salas-de-aula/>>. Acesso em 06 de abr. 2019.

al. (2014), chamadas de interação mediada ou características de mediação, baseadas na Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) de Vygotsky. Os resultados alcançados foram: o ensino da Matemática por meio de jogos digitais possibilita o sentido e o significado às aprendizagens dos alunos (quando eles observam na prática e cotidiano situações relacionadas ao que estuda em sala de aula); possibilitam o desenvolvimento de autonomia, competências e habilidades cognitivas; favorecem a compreensão de conteúdos matemáticos de forma colaborativa e lúdica; e, que os professores de Matemática necessitam de formação permanente, para ampliar as transformações pedagógicas de novos modos de aprender e de ensinar.

Motivada pelo “desencanto” dos alunos com a disciplina de Matemática, a pesquisa de Paulo (2017), considerada qualitativa e descritiva exploratória, foi desenvolvida com quatro professores que lecionavam Matemática em uma escola pública e que utilizavam jogos em suas aulas no Ensino Médio. Sua investigação buscou compreender o uso dos jogos no processo de ensino e de aprendizagem no Ensino Médio e possíveis contribuições para o desenvolvimento cognitivo. Para tanto foram realizadas entrevistas semiestruturadas e gravação de áudio como instrumentos para a coleta de dados. E como aporte teórico o pesquisador utilizou para as teorias de Vygotsky, relacionadas aos processos de ensino e de aprendizagem, Luria (2006), Oliveira (1999) e Rego (2000).

Consciente que o recurso de jogos não é capaz de solucionar todos os problemas educacionais em relação ao processo de ensino de Matemática ou que garanta a aprendizagem, desconsiderando os demais aspectos envolvidos nos processos escolares, Paulo (2017) alcançou os seguintes resultados: alguns professores utilizam jogos em suas aulas de Matemática no Ensino Médio por proporcionarem melhorias na compreensão dos conceitos estudados e por aumentarem o interesse e envolvimento dos alunos nas aulas (por serem motivadores, estimulantes e divertidos); os professores entendem que a utilização de jogos no ensino da Matemática pode trazer bons resultados para aprendizagem, mas geralmente os utilizam devido a projetos institucionais que devem seguir, e se preocupam com o objetivo, o cumprimento e a natureza do conteúdo a ser ensinado.

A pesquisa de Paulo (2017) não abordou jogos digitais, mas a consideramos de grande importância, uma vez que investigou professores do Ensino Médio para saber

o que pensam a respeito do uso de jogos nas aulas de Matemática nesse nível de ensino, visto que são poucos os trabalhos voltados para o Ensino Médio. Fato que observamos enquanto realizávamos a pesquisa bibliográfica. Sua pesquisa permitiu compreender que a utilização de jogos no Ensino Médio é um assunto de natureza formativa, que necessita de conscientização e mudança de concepção dos professores, de modo a permear a reflexão entre o tradicional e o novo.

Para Sena (2017) o desenvolvimento de jogos digitais é uma atividade complexa e interdisciplinar que envolve atores de diversas áreas em troca de conhecimentos. Dentre os processos de desenvolvimento destaca-se a elaboração de documentos de desenvolvimento, como o *Game Design Document* (GDD) que registra o conhecimento gerado sobre o jogo auxiliando na memória e comunicação dos atores envolvidos. Geralmente esse documento fica a cargo dos estúdios de desenvolvimento que não dispõem de padrão ou de bibliografia consistente para referências. Como os Jogos educativos são, em sua maioria, produzidos em contexto acadêmico, por pesquisadores que não possuem contato ou acesso ao mundo da indústria do entretenimento, esse distanciamento, segundo a pesquisadora, tem trazido prejuízos à indústria, pois quando precisam desenvolver algo para a educação não há uma aproximação com a área pedagógica.

Motivada pela necessidade de compartilhamento de conhecimento entre os universos industrial e acadêmico, para contribuir com a melhoria da qualidade dos jogos educativos (que são menos atraentes aos alunos, por serem inferiores em interatividade e jogabilidade), Sena (2017) desenvolveu sua pesquisa, do tipo aplicada e descritiva, buscando responder à questão: como desenvolver um *GDD* para jogos educativos? Ancorada, então, pela *Design Science*²⁹, utilizou como método a *Design Science Research* (DSR)³⁰, tendo como objetivo criar design *propositions* para o desenvolvimento de jogos digitais educativos, no modo de um *template* para a elaboração do GDD, com o intuito de aprofundar os conhecimentos que envolvam os princípios de aprendizagem multimídia. Foram elaboradas, categorias de design que

²⁹ Criação de modelo – adequada para a realização de pesquisas que tratam da produção de artefatos, do estudo de projetos ou de pesquisas orientadas à solução de problemas (SENA, 2017).

³⁰ Metodologia que fundamenta a condução da pesquisa quando o objetivo a ser alcançado é a proposta de um artefato ou a prescrição de solução para um problema (SENA, 2017).

serviram como instrumento para a análise de documentos (GDDs), os quais foram cedidos por três empresas de desenvolvimento de jogos, situadas em Florianópolis – Santa Catarina: 1. GDD do jogo *Mid-Core Apocalypse Party's Over*, da empresa *Hoplon Infotainment*; 2. GDD do jogo educativo infantil *Mistério dos Sonhos I – O Chamado dos Guardiões*, da empresa *Xmile Learning*; e, 3. GDD do jogo casual para dispositivos móveis *Kitty Kitchen*, da empresa *Cat Nigiri*.

A partir das categorias de design, dos princípios de aprendizagem multimídia e das boas práticas extraídas dos documentos analisados, o artefato foi desenvolvido. O resultado foi apresentado na forma de um *template* para o *Game Design Document Educational* – GDDE, que é generalizável e adaptável para diversos perfis de projetos de jogos digitais educativos. Segundo Sena (2017) o conhecimento sobre *game design* é essencial para que um jogo educativo seja interessante e motivador ao aluno.

Silva (2017), buscando analisar as potencialidades do jogo digital *Minecraft*³¹ para o ensino de Proporcionalidade e tópicos de Geometria, usou a metodologia de Estudo de Caso e uma sequência de atividades interdisciplinares (História, Ciências e Artes) para desenvolver a investigação em turmas de 6º ano de uma escola pública municipal da cidade São Paulo. Utilizou computadores como recursos.

Norteados pela inquietação sobre as potencialidades dos jogos digitais e a sua influência nos processos de ensino e de aprendizagem em Matemática – seja por computadores, *tablets*, *smartphones* ou *videogames* – Silva (2017) utilizou como aporte teórico Grandó (2000), Huizinga (2000) e Prensky (2012). Analisou o jogo utilizado sob os dezesseis princípios de aprendizagem que bons jogos devem possuir de acordo com Gee (2010)³².

³¹ Disponível em: <<https://www.minecraft.net/pt-pt/>>. Possui, ainda, um direcionamento para a educação, para atividades específicas de sala de aula: <<https://education.minecraft.net/>>. Acesso em 09 abr. 2019.

³² Princípios de aprendizagem de bons jogos: princípio da Identidade; princípio da Interação; princípio de Produção; princípio de Riscos; princípio da Customização; princípio da Boa ordenação de Problemas; princípio do Desafio e Consolidação; princípio do “Na hora certa” e “a pedido”; princípio de Sentidos contextualizados; princípio da Frustração Prazerosa; princípio do Pensamento sistemático; princípio do explorar, pensar lateralmente, repensar os objetivos; princípio do Ferramentas inteligentes e conhecimento distribuído; princípio das equipes transfuncionais; e princípio da Performance anterior à competência (GEE, 2010).

Os resultados de Silva (2017) apontaram que o *Minecraft* possui potencial para o ensino de geometria, ao colocar os estudantes em contato com objetos matemáticos fazendo-os repensar e reconstruir alguns conceitos geométricos estudados em sala de aula. Quanto ao ensino de proporcionalidade não teve o alcance esperado com a abordagem utilizada durante a pesquisa (mas o jogo possui potencial para o ensino desse tópico), visto que os estudantes constroem os objetos no jogo sem se preocuparem com a quantidade de blocos necessários para cada construção: utilizam os que possuem e mineram mais se necessário, sem observar números. A proporcionalidade foi exercitada em construções de figuras reais, onde os estudantes analisaram as proporções entre as partes de cada figura de forma não numérica. Verificou-se, ainda, que o jogo *Minecraft* contribui para o desenvolvimento do raciocínio, da visão espacial, da afetividade e das habilidades sociais, quando baseado em um ensino exploratório.

Essa revisão bibliográfica deixa evidente a importância do desenvolvimento de pesquisas sobre jogos digitais de matemática, com abordagem no Nível Médio da Educação Básica, pois foram encontradas poucas pesquisas para este nível.

Embora tópicos de Geometria apareçam em três dos trabalhos por nós analisados: Togni *et al.* (2009), Nascimento (2017) e Silva (2017), apenas um deles visou alunos do Ensino Médio, o que motiva nossa investigação quanto à utilização de jogos digitais e ensino de Geometria para alunos desse nível de ensino.

Os trabalhos de Kliszcz, Parreira e Silveira (2015) e Nascimento (2017), que analisaram jogos digitais, são voltados para os Anos Iniciais e Ensino Fundamental I; o trabalho de Togni *et al.* (2009), que desenvolveu a pesquisa sobre um jogo digital envolvendo o Ensino Médio, não interagiu com o jogo em sala de aula; Paulo (2017), que focou seu trabalho também no Ensino Médio, não utilizou Jogos digitais; Sena (2017), que propõe um *template* norteador para elaboração de jogos educativos, aborda todos os níveis de ensino, mas não colocou em prática no nível de ensino que desejamos; os demais pesquisadores, que também aplicaram jogos em sala de aula, realizaram suas investigações no universo do Ensino Fundamental II.

Podemos observar que alguns pesquisadores criaram seus próprios jogos, como é o caso de: Togni *et al.* (2009), Kliszcz, Parreira e Silveira (2015) e Nascimento (2017);

outros desenvolveram suas pesquisas com jogos já existentes como Cardoso (2010) e Pereira (2017), que utilizaram jogos educativos disponíveis na internet; e Silva (2017) utilizou um jogo comercial, mas com grande potencial para a educação. Paulo (2017), por sua vez, tentou instigar os professores de Matemática do Ensino Médio sobre a utilização de jogos; e Sena (2017) procurou um padrão, um norte, por meio de um documento, que possa ser utilizado para a produção de jogos educativos em qualquer nível de ensino. Isso, após observar as dificuldades de se encontrar jogos educativos que fossem interessantes aos olhos do aluno.

Vale destaque, ainda, as análises dos jogos apresentados por Nascimento (2017) com base nas 14 Heurísticas de usabilidade de jogos; os dezesseis princípios de aprendizagem do bom jogo, apresentados por Silva (2017); e, as categorias de *design* que serviram como instrumento para a análise de documentos de desenvolvimento dos jogos, sugerido por Sena (2017).

Todos esses trabalhos reforçam a importância de uma avaliação detalhada de um jogo antes de ser utilizado pelos alunos em situações educacionais. Mas não foram aplicados no Ensino Médio como em nossa pesquisa. Então, podemos dizer que nossa pesquisa se assemelha a todas estas no quesito diversificar os processos de ensino aprendizagem diante dos avanços tecnológicos (MATAR, 2012; PRENSKY, 2010, 2012; BORBA; PENTEADO, 2015), mas se distancia pelos dados coletados a partir da interação em uma turma do Ensino Médio, evidenciando que os tópicos de Geometria devem ser ensinados ou reforçados em qualquer nível de ensino (BRASIL, 1997, 2000; LORENZATO, 1995, 2010; SILVA; SIQUEIRA FILHO, 2011). Analisamos para tanto, jogos digitais voltados para o Ensino Médio com base em Heurísticas de usabilidades de jogos e Princípios da TCAM que constatamos em nosso levantamento bibliográfico terem sido utilizados para a análise de jogos voltados para os Anos Iniciais ou Ensino Fundamental.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Identificamos a seguir os teóricos que norteiam nossa discussão, bem como suas respectivas contribuições para a compreensão dos dados coletados, abordados na análise da pesquisa qualitativa. A escolha desses autores se justifica pelo destaque que eles têm ganhado na atualidade (Borba, Penteadó, Mattar e Prensky) ao discutirem temas relevantes socialmente, como a importância das habilidades tecnológicas para o mercado de trabalho, o gosto dos jovens da atualidade por tecnologias e jogos digitais e a importância das interações para a constituição do indivíduo, seja entre pares, com as tecnologias ou com o meio social ao qual esse sujeito está inserido.

3.1 A INTERAÇÃO SOCIAL DEFENDIDA POR VYGOTSKY

Um dos autores escolhido para esta discussão é Vygotsky, “Lev Semenovich Vygotsky”, nascido em 1896 em Orsha, Bielo-Rússia, e falecido prematuramente, aos 38 anos, em 1934, vítima de tuberculose. Vygotsky concluiu seus estudos em Direito e Filologia na Universidade de Moscou, em 1917. Posteriormente estudou Medicina. Lecionou literatura e psicologia em Gomei, de 1917 a 1924, quando se mudou novamente para Moscou, para trabalhar no Instituto de Psicologia e, mais tarde, no Instituto de Defectologia, fundado por ele. Dirigiu ainda um Departamento de Educação para deficientes físicos e deficientes intelectuais. De 1925 a 1934, lecionou psicologia e pedagogia em Moscou e Leningrado. Nessa ocasião, iniciou estudo sobre a crise da psicologia buscando uma alternativa dentro do materialismo dialético para o conflito entre as concepções idealista e mecanicista. Tal estudo levou Vygotsky e seu grupo – entre eles A.R. Luria e A.N. Leontiev – a propostas teóricas inovadoras sobre temas como: a relação pensamento e linguagem, a natureza do processo de desenvolvimento da criança e o papel da instrução no desenvolvimento (VIGOTSKI; LURIA; LEONTIEV, 2010; MOYSÉS, 1997).

Para Vigotsky (2010), o desenvolvimento do indivíduo e a aquisição do conhecimento começam nos primeiros dias de vida, mediante interações com os objetos e os seres humanos que estejam em sua volta. A aprendizagem, por meio da experiência social,

é mediada pela utilização de instrumentos³³ e signos³⁴ em manifestações concretas, de modo que “a experiência social exerce seu papel através do processo de imitação. Quando a criança imita a forma pela qual o adulto usa instrumentos e manipula objetos” (VIGOTSKY, 2010, p. 7). O homem, ao utilizar instrumentos, modifica a natureza e proporciona a modificação de si mesmo, ao modificar “suas próprias funções superiores³⁵” (MOYSÉS, 1997, p. 23). Esta experiência se intensifica pela mediação da memória com o auxílio dos “signos e seu papel crucial no desenvolvimento individual” (VIGOTSKY, 2010, p. 31). Segundo Vygotsky,

O uso de pedaços de madeira entalhada e nós, a escrita primitiva e auxiliares mnemônicos simples, demonstram, no seu conjunto, que mesmo nos estágios mais primitivos do desenvolvimento histórico os seres humanos foram além dos limites das funções psicológicas impostas pela natureza, evoluindo para uma organização nova, culturalmente elaborada, de seu comportamento. [...] Acreditamos que essas operações com signos são o produto das condições específicas do desenvolvimento social (VIGOTSKY, 2010, p. 32).

Na atualidade esses instrumentos e signos podem ser considerados como as tecnologias digitais e os jogos, objetos de estudo deste trabalho, que, juntamente com o professor em sala de aula, promovem o desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem por meio das interações entre seres e entre seres e objetos. Visto que “o próprio sujeito, ao longo da história e do seu próprio desenvolvimento, introduz sistematicamente novos sinais, novos elementos (estímulos, na linguagem psicológica) e novos símbolos na mediação de suas ações” (MOYSÉS, 1997, p. 25). E com o passar do tempo, deixa de necessitar dos elementos auxiliares externos, passando “a utilizar signos internos, [...] representações mentais que substituem representações do mundo real” (MOYSÉS, 1997, p. 26).

Fato possível apenas quando o aprendiz consegue progresso na aprendizagem. Uma vez que o processo de desenvolvimento do pensamento vai do social para o individual

³³ Conhecimento do mundo, que produz o “intelecto e constitui a base do trabalho produtivo” (VIGOTSKY, 2010, P. 12; MOYSÉS, 1997, P. 23).

³⁴ Símbolos utilizados para auxiliar no processo de memorização “[...] desenho, escrita, leitura, uso de sistemas de números etc.” (VIGOTSKY, 2010, p. 31, p. 32; MOYSÉS, 1997, p. 23).

³⁵ Modificação das atividades psíquicas que torna o homem diferente do animal, constituindo a “essência do comportamento humano complexo” (VIGOTSKY, 2010; MOYSÉS, 1997, p. 11).

e toda função psicológica interna foi antes uma função social, que surgiu em um processo de interação (REGO, 1995; MOYSÉS, 1997). Por conseguinte,

Devido a essas características especificamente humanas torna-se impossível considerar o desenvolvimento do sujeito como um processo previsível, universal, linear ou gradual. O desenvolvimento está intimamente relacionado ao contexto sócio-cultural em que a pessoa se insere e se processa de forma dinâmica (e dialética) através de rupturas e desequilíbrios provocadores de contínuas reorganizações por parte do indivíduo (REGO, 1995, p. 58).

Ao interagir com o outro e compartilhar seus conhecimentos, os sujeitos se modificam. Cada um traz consigo suas experiências culturais e sociais e, constroem juntos novas experiências, se transformando em novos sujeitos. Pois como afirma Vigotsky (2010) somos conseqüências das interações que fazemos. Assim,

Ao internalizar as experiências fornecidas pela cultura, a criança reconstrói individualmente os modos de ação realizados externamente e aprende a organizar os próprios processos mentais. O indivíduo deixa, portanto, de se basear em signos externos e começa a se apoiar em recursos internalizados (imagens, representações mentais, conceitos etc.) (REGO, 1995, p. 62).

Vale destacar que Vygotsky considera o processo de desenvolvimento dependente do aprendizado, contrariando as ideias de Piaget, Binet e outros teóricos da psicologia, que admitem que o desenvolvimento é sempre pré-requisito para a aprendizagem. O aprendizado é considerado por ele “um processo puramente externo que não está envolvido ativamente no desenvolvimento. Ele [o aprendizado] simplesmente se utiliza dos avanços do desenvolvimento em vez de fornecer um impulso para modificar seu curso” (VIGOTSKY, 2010, p. 87-88). Em outras palavras, o indivíduo pode aprender qualquer coisa e em qualquer fase de desenvolvimento, desde que tenha interação com outros seres humanos, instrumentos e signos que mediatizem e contribuam para o progresso da aprendizagem.

Vigotsky (2010) defende que a aprendizagem é uma experiência social, que se amplia à medida que indivíduos mais novos interagem com indivíduos mais velhos, ou mesmo entre os de mesma idade que possuem mais conhecimentos, pois é possível aprender por meio de trocas de conhecimentos e interações. Em ambiente escolar essa interação e troca de conhecimentos acontece entre os próprios alunos, muitas vezes mediada pelo professor. Desse modo, Vygotsky deixa claro que “toda função psicológica interna, algo inerente à estrutura psíquica do sujeito, foi antes uma função

social, que surgiu em um processo de interação” (MOYSÉS, 1997, p. 28-29) com o outro, e que contribui significativamente para a aprendizagem.

Através dos outros constituímos-nos. [...] A personalidade torna-se para si aquilo que ela é em si, através daquilo que ela antes manifesta como seu em si para os outros. Este é o processo de constituição da personalidade. [...] falar sobre processo externo significa falar social. Qualquer função psicológica superior foi externa – significa que ela foi social; antes de se tornar função, ela foi uma relação social entre duas pessoas (VIGOTSKI, 2000, p. 24)

E assim se processa o desenvolvimento cultural, que passa pelos estágios: em si, para outros, para si. E vamos nos constituindo a partir da relação com o outro, seja em termos de conhecimento, seja em termos de personalidade, a essência do processo de desenvolvimento cultural consiste exatamente nisso (VIGOTSKI, 2000).

Na era digital essa interação pode ocorrer, ainda, entre aprendiz e máquina, mediada pelas tecnologias digitais, ampliando a concepção de socioconstrutivismo onde a aprendizagem acontece decorrente da interação do aprendiz com o ambiente (MATTAR, 2017).

Ao analisar as interações humanas e a mediação, Vygotsky formulou o conceito de Zona de Desenvolvimento Potencial ou Proximal (ZDP), uma de suas contribuições mais importantes. Este conceito refere-se ao potencial de aprendizagem de um indivíduo ao interagir com pessoas de conhecimento superior, que possibilita ampliar suas compreensões na construção do próprio conhecimento. Vygotsky considera que a aprendizagem acontece sempre que o indivíduo passa de um nível de conhecimento menor para um nível de conhecimento maior, podendo afirmar “que as conquistas individuais resultam de um processo compartilhado” (REGO, 1995, p. 60; VIGOTSKY, 2010, p. 97-98). Para ele,

a ZDP é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VIGOTSKY, 2010, p. 97).

O nível de desenvolvimento real pode ser considerado como funções ou capacidades já consolidadas na criança, que ela aprendeu a utilizar sozinha, não necessitando da mediação de alguém mais experiente. O nível de desenvolvimento potencial se refere

àquilo que a criança é capaz de fazer mediante a ajuda de outra pessoa mais experiente. Acontecendo assim, o processo de interação, por meio do diálogo, da colaboração, da imitação e da experiência compartilhada. A ZDP, que fica no meio, entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial, define aquelas funções que ainda não amadureceram e que necessitam de mais interações (REGO, 1995).

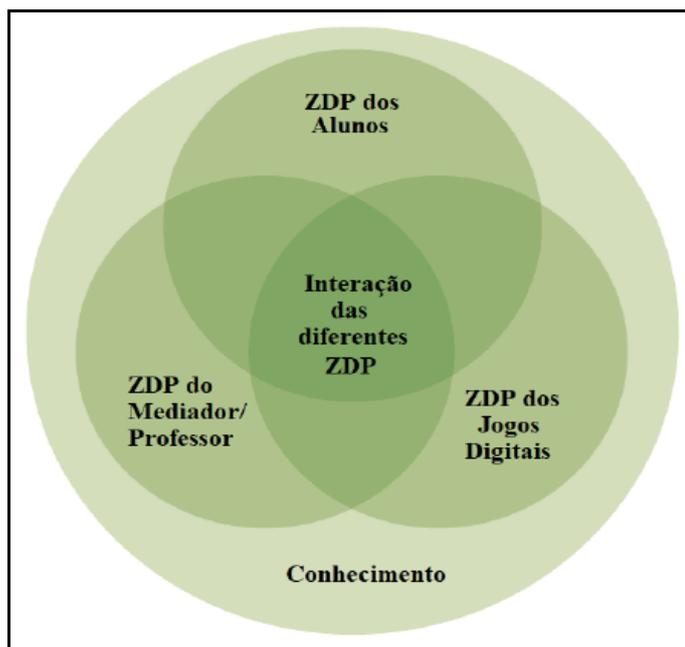
O sujeito ao longo da vida pode transitar entre estes três níveis por diversos momentos, construindo e reconstruindo seu potencial, suas funções psicológicas. Ao propor em sala de aula atividades que envolvam jogos, o professor possibilita a aprendizagem por meio da imaginação, da mediação e da interação. Permite que a criança, ou aluno, de modo geral, relacione seus interesses e necessidades com as atividades e as intenções do mediador, nesse caso o professor. No jogo e no brincar podem aparecer situações reais e objetos reais, caracterizando a natureza da transição do brinquedo: como o “estágio entre as restrições puramente situacionais da primeira infância e o pensamento adulto, que pode ser totalmente desvinculado de situações reais” (VIGOTSKY, 2010, p. 117).

Para Vygotsky o maior autocontrole da criança e as maiores aquisições são conseguidos na situação de brincadeira, “aquisições que no futuro tornar-se-ão seu nível básico de ação real e moralidade” (VIGOTSKY, 2010, p. 118). Segundo ele, o jogo se constitui como algo importante para as crianças em idade escolar, o que possibilita a aplicação nos vários níveis de ensino na Educação Básica, com potencial de transição para a vida adulta, pois desempenha um papel fundamental na formação do indivíduo. Vygotsky considera o jogo decorrente das relações sociais, carregado de significação social, que varia de acordo com o tempo e com a cultura na qual está inserido. Desse modo, o jogo pode ser visto como

[...] uma experiência social viva e coletiva da criança e, nesse sentido, constitui um instrumento insubstituível para educar os hábitos e aptidões sociais. [...] Ao colocar as crianças em situações sempre novas, ao submetê-las a condições que se renovam constantemente, [o jogo] as obriga a diversificar de forma ilimitada a coordenação social de seus movimentos e lhes ensina flexibilidade, plasticidade e aptidão criativa como nenhum outro âmbito da educação (VIGOTSKI, 2003, p. 106).

Considerando o fato de a evolução tecnologia alterar o interesse das crianças e jovens, referenciados por Marc Prensky como *Nativos Digitais*³⁶, os jogos propostos atualmente, em ambiente escolar, podem ser digitais. Esses jogos se situarão na interseção das ZDP dos alunos, dos professores e do conteúdo a ser ensinado, conforme a Figura 1.

Figura 1. Interação das ZDP.



Fonte: Pereira (2017, p. 51)

Neste esquema os alunos ampliam seus conhecimentos ao interagirem com os jogos digitais e com o professor; o professor, por sua vez, também aprende interagindo com os alunos e incentivando a utilização dos jogos digitais. Pois nenhum ser humano será o mesmo ao interagir com um *game*, visto que os *games* possuem o mesmo potencial de ensino que os livros e os computadores (PRENSKY, 2010). O potencial destas tecnologias, que apresentam grande destaque na sociedade atual, deve ser aproveitado em benefício da educação.

³⁶ “Falantes nativos” da linguagem digital dos computadores, dos *videogames* e da internet. “Os estudantes de hoje – desde a pré-escola até a faculdade – são a primeira geração a crescer com essa nova tecnologia digital”. Em contrapartida os demais seres humanos, nós, mais velhos, somos os *Imigrantes Digitais*, devido ao fato de as tecnologias digitais terem chegado mais tarde em nossas vidas. E “assim como todos os imigrantes, alguns de nós se adaptaram ao novo ambiente digital mais rapidamente que os outros. Mas não importa quão fluentes possamos nos tornar, todos os imigrantes digitais retêm, em alguma medida, seu ‘sotaque’, ou seja, seu pé no passado” (PRENSKY, 2010, p. 58-59).

3.2 A UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS COMO FORMA DE INTERAÇÃO ENTRE O SUJEITO E O CONHECIMENTO

Destacam-se nessa área os autores Marcelo de Carvalho Borba e Miriam Godoy Penteado, que atuam como professores de Informática e Educação Matemática no Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Rio Claro/SP, trabalhando há mais de dez anos em conjunto em uma das Tendências em Educação Matemática: a informática. Articulam propostas de pesquisas e programas de informática nas escolas de Ensino Fundamental e Médio junto ao Grupo de Pesquisa em Informática e outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM), fundado por eles em 1993. Realizam experimentos de ensino onde é possível pensar que a produção do conhecimento acontece com a utilização de diferentes mídias.

Borba se destaca, ainda, como coordenador da coleção Tendências em Educação Matemática. É licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Mestre em Educação Matemática pela UNESP de Rio Claro/SP e doutor nesta área pela *Cornell University*, Estados Unidos. Foi professor visitante em diversos países como Estados Unidos, Dinamarca, Canadá e Nova Zelândia, autor de diversos livros no Brasil e exterior e desde 2014 é coordenador adjunto da área de Ensino da CAPES (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014; BORBA; PENTEADO, 2015)

Para estes autores, a informática se tornou um fenômeno cultural na “segunda metade do século XX, depois de permear o mundo da ciência, da guerra e dos negócios empresariais e se espalhar por todas nossas atividades, direta ou indiretamente”. E só então se tornou presente na escola (BORBA; PENTEADO, 2015, p. 17).

Borba e Penteado (2015) entendem que as mídias – como o lápis, o papel, a oralidade, a escrita, a informática e outras – condicionam o conhecimento a ser produzido em sala de aula, sendo a informática geradora de possibilidades de mudanças dentro do próprio conhecimento e do desenvolvimento da cidadania. Acreditam que “a pesquisa feita com alunos pode gerar efeitos diretos em anos seguintes para o planejamento didático e pedagógico” do professor, ampliando o processo de ensino e de aprendizagem (BORBA; PENTEADO, 2015, p. 39).

Estes autores alertam que “uma determinada mídia não determina a prática pedagógica”, os objetivos propostos pelo professor e sua maneira de conduzir o processo é que determinarão os resultados, levando em consideração a “harmonia existente entre o enfoque pedagógico e as mídias utilizadas”. Desse modo, uma nova mídia, como a informática, pode ser utilizada como “tentativa se superar problemas de práticas do ensino tradicional vigente”, marcado pela oralidade do professor e atenção do aluno. Nesse novo modelo, o enfoque exploratório e a possibilidade de rápido *feedback*, possibilita êxito, estimulando a formação de conjecturas e sistematização do pensamento (BORBA; PENTEADO, 2015, p. 45).

Ainda segundo Borba e Penteado (2015, p. 48) devemos entender a informática como uma “nova extensão da memória”, qualitativamente diferente de outras formas de tecnologias – como o lápis e o papel, por exemplo –, que possibilita ao raciocínio ser desafiado “por modos de pensar, baseados na simulação, na experimentação, e em uma “nova linguagem” que envolve escrita, oralidade, imagem e comunicação instantânea”. Desse modo a linearidade de pensamento é marcada por descontinuidades, possibilitadas pelos *links* acessados e pelas sucessivas páginas visitadas. Para estes autores o “conhecimento só é produzido com uma determinada mídia, ou com uma tecnologia da inteligência”, e por isso defendem:

[...] adotamos uma perspectiva teórica que se apoia na noção de que o conhecimento é produzido por um coletivo formado por seres-humanos-com-mídias ou seres-humanos-com-tecnologias e não, como sugerem outras teorias, por seres humanos solitários ou coletivos formados apenas por seres humanos (BORBA; PENTEADO, 2015, p. 48).

Fica evidente a importância da interação defendida por Vygotsky, seja entre humanos ou entre humanos e máquinas, envolvendo o meio social e cultural. Nesse sentido, “o conhecimento se amplia e as inovações educacionais acontecem quando há mudança na prática docente”, mesmo que não seja exclusivamente envolvendo a utilização de tecnologias digitais (BORBA; PENTEADO, 2015, p. 57). Mas, deve-se ter em mente que em ambientes informáticos é necessário a disponibilidade para lidar com “situações imprevisíveis” e com as inquietações que surgirão durante as aulas, pois “[...] Trazer uma mídia informática para a sala de aula significa abrir a possibilidade dos alunos falarem sobre suas experiências e curiosidades nessa área” (BORBA; PENTEADO, 2015, p. 62). Isso exige atualização constante por parte do professor, ou

seja, é necessário sair da sua zona de conforto, visto que “não é possível manter-se em uma zona de risco sem se movimentar em busca de novos conhecimentos” (BORBA; PENTEADO, 2015, p. 63). À medida que a tecnologia informática se desenvolve, temos que também atualizar nosso conhecimento sobre ela e sobre a integração dela com os conteúdos que ensinamos e com a motivação do aluno.

Ao realizar suas reflexões o professor pode perceber que não possui todo o conhecimento necessário para trabalhar com os alunos e isso deve motivá-lo a buscar novas interações e novos conhecimentos, dentro da escola e além dos espaços escolares (BORBA; PENTEADO, 2015). Assim,

Ao refletir sobre as dificuldades e obstáculos que encontra, ele [o professor] pode vir a perceber que a escola, sobretudo a sala de aula, não é fonte exclusiva de informações para os alunos. Atualmente as informações podem ser obtidas nos mais variados lugares. Porém, sabemos que a informação não é tudo, é preciso um espaço no qual elas sejam organizadas e discutidas (BORBA; PENTEADO, 2015, p. 65).

Sendo a escola este espaço de percepções, de discussões e de interações, professores e alunos podem compartilhar as diferentes informações³⁷ e conhecimentos³⁸ adquiridos, considerando também as experiências vividas, disseminando novos conhecimentos e se complementando mutuamente (Figura 1). O professor pode ser o responsável pela organização e a mediação do processo de ensino aprendizagem que gerará novos conhecimentos. Quando isso acontece, observamos o que a Teoria de Vygotsky defende: a aprendizagem dos sujeitos por meio da interação, deles com os demais e com o meio social em que vivem (VIGOTSKY, 2010).

³⁷ Para Duarte (2000, p. 10) a informação, saber objetivo, permite ao estudante acesso a verdades e ao saber científico historicamente produzido, proporciona conhecimento. Esse conhecimento, “produzidos por seres humanos concretos em momentos históricos específico”, alcançam validade universal.

³⁸ Segundo Duarte (2000, p. 93) o conhecimento é algo subjetivo que existe apenas dentro da mente de uma pessoa e se refere “aos processos e às estruturas de percepção e ação do sujeito”. É interiorização e construção, que com o tempo faz a informação recebida ter significado, elevando o seu nível intelectual. Contudo, esse sujeito só consegue compartilhar significados, “se construir sua própria interpretação dos significados compartilhados por meio da ativa participação na atividade coletiva” (DUARTE, 2000, p.102).

Experiências com mídias digitais têm proporcionado uma transformação cultural mais ampla e estão simultaneamente moldando e proporcionando aos sujeitos um novo meio para o desenvolvimento de sua criatividade. Características como hipermídia, armazenamento de conhecimento mundial, redes sociais e suporte para a análise e a visualização de informações, são importantes sinalizadores da transformação por que deve passar a educação. Contudo, as habilidades com mídias digitais não estão sendo ensinadas ou favorecidas nas escolas e as fronteiras entre o trabalho, a diversão e a aprendizagem estão desaparecendo, um sinal da necessidade de mudanças nos sistemas educativos. Os educadores precisam repensar como ensinam e o que ensinam (MATTAR, 2010).

Em atividades envolvendo jogos e tecnologias, considerada por alguns autores como Metodologias ativas, há um protagonismo dos estudantes frente à busca e a construção do conhecimento, visto que o sucesso é baixo quando os alunos passivamente assistem as aulas sobre algo que, geralmente, não faz sentido para eles. Os alunos da atualidade são ávidos por interatividade, principalmente quando envolve tecnologias, haja vista que está cada vez menor o tempo entre a descoberta e sua aplicação (MATTAR, 2010). Uma maneira de aproveitar esse potencial é utilizando jogos digitais no processo de ensino e de aprendizagem, com o propósito de atingir o maior número possível de jovens e seus interesses.

3.3 AS MÚLTIPLAS APRENDIZAGENS DOS IMIGRANTES DIGITAIS E A NECESSIDADE DE MUDANÇA E DIVERSIFICAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO

Defendem esse campo de pesquisa, dentre outros estudiosos, João Mattar e Marc Prensky. João Mattar³⁹ é Bacharel em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) e Letras – Português, Francês e Inglês – pela Universidade de São Paulo (USP); possui Especialização em Administração pela Fundação Getúlio Vargas (FGV-SP) e *Teaching and Learning in Higher Education (Laureate International Universities)*; Mestrado em *Educational Technology pela Boise State*

³⁹ Disponível em: <<http://joaomattar.com/blog/>> e <<http://joaomattar.com/blog/2012/03/08/joaomattar/>>. Acesso em 06 de out. 2019.

University; Doutorado em Letras (USP) e Pós-Doutorado pela *Stanford University*. Autor de diversos livros entre eles o “Games em educação: como os nativos digitais aprendem”. Foi professor e Coordenador de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Universitário Ibero-Americano (*Unibero*). Atualmente é professor e Coordenador do curso de pós-graduação *on-line* Inovação em Tecnologias Educacionais na Universidade Anhembi Morumbi e pesquisador e orientador de Doutorado no TIDD – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Inteligência e Design Digital (PUC-SP), na linha de pesquisa Aprendizagem e Semiótica Cognitiva. Presta consultoria, produz material didático e ministra palestras, workshops e cursos em Tecnologia Educacional e Educação a Distância.

Marc Prensky⁴⁰ é considerado um autor, orador, educador, consultor, futurista, visionário e inventor, em áreas importantes como educação e aprendizagem, atuando como *game designer*, internacionalmente aclamado. É fundador e foi diretor executivo da empresa *Games2train*, destinada a aprendizagem baseada em *games* (GBL – *Game Based Learning*). Ensinou em todos os níveis de ensino, com foco profissional na reinvenção do processo de aprendizagem para oferecer envolvimento e autonomia aos estudantes, combinando a motivação dos *videogames* e de outras atividades envolventes com os conteúdos da educação e dos negócios, sendo visto como um dos principais especialistas na conexão entre *games* e aprendizagem. Se considera um educador sob novas perspectivas, um consultor perspicaz para empresas, que buscam criar novas tecnologias educacionais. Atualmente é o fundador e diretor executivo da Fundação e Instituto Global *Future Education*, tendo estudado em instituições como: *Oberlin College – Ohio*; *Middlebury College – Estados Unidos*; Universidade de Yale (MBA) – *Connecticut*; e *Harvard Business School* (Mestrado) – Estados Unidos (PRENSKY, 2010).

De acordo com estes autores, ocorreram grandes transformações na sociedade no final do século XX, ocasionadas, principalmente, pela “rápida disseminação da tecnologia digital [...], uma mudança tão fundamental que não há caminho de volta” (PRENSKY, 2010, p. 57). Essas tecnologias têm influenciado na forma de linguagem, na música, estilos de vidas, e, dentre outros, na forma de aprendizagem (MATTAR, 2010; PRENSKY, 2010, 2012).

⁴⁰ Disponível em: <<http://marcprensky.com/>>. Acesso em 06 de out. 2019.

Os estudantes de hoje, 2019, cresceram utilizando tecnologias digitais: computadores, *videogames*, DVD *players*, câmeras de vídeo, celulares, *sites* diversos e todos os brinquedos e ferramentas da era digital. Eles têm lido menos o que induz ao pensamento de que aprendem menos, contudo manuseiam com facilidade todos estes equipamentos tecnológicos. São *experts* em baixar, produzir e compartilhar conteúdos digitais, trocar mensagens instantâneas e jogar jogos *on-line*, levando muitos pesquisadores a acreditarem que a aprendizagem tem acontecido de forma mais acelerada, pois experiências diferentes podem proporcionar estruturas cerebrais diferentes como mostram pesquisas⁴¹, nas áreas de neurobiologia e psicologia social (PRENSKY, 2010, 2012). Desse modo, como a tecnologia digital tem sido parte integrante da vida das crianças desde o nascimento,

elas pensam e processam informações de uma maneira diferente da que nós, seus antecessores (que crescemos em um mundo bem mais analógico), utilizamos. Essas diferenças vão mais longe e mais fundo do que a maioria dos pais e educadores conseguem perceber, provavelmente afetando a organização dos cérebros das crianças (PRENSKY, 2010, p. 58).

De acordo com as pesquisas realizadas nos últimos 25 anos, no campo da neurobiologia, sobre Plasticidade Cerebral⁴², uma intensa capacidade do cérebro de reorganização e reestruturação, mediante os estímulos que recebe, tem contribuído para as diferenças de personalidades e formas de aprendizagens dos chamados nativos digitais. Essa capacidade é conservada pelo cérebro durante toda a vida (PRENSKY, 2010).

⁴¹ “[...] O Dr. James Rosser, médico responsável pela formação em cirurgia laparoscópica do Hospital Beth Israel, na cidade de Nova Iorque, descobriu que quanto mais precoce o contato dos médicos com *games*, menor o número de erros durante as cirurgias. Segundo ele, os médicos que jogaram *videogames* quando eram mais jovens cometem quase 40% menos erros!” (PRENSKY, 2010, p. 33). O Dr. Rosser incentiva seus médicos a se aquecerem antes das cirurgias, jogando *videogames*.

⁴² “[...] o cérebro muda e se organiza de maneiras diferentes, de acordo com as influências que recebe. [...] nosso estoque de células cerebrais é continuamente repostas. Esse processo de reorganização e reabastecimento infinito é tecnicamente chamado de neuroplasticidade” (PRENSKY, 2010, p. 64). Informações que podem ser comprovadas com o neurobiólogo Michael Merzenich, da Universidade da Califórnia e Paula Tallal, codiretora do Centro de Neurociências Moleculares e Comportamentais da Universidade Rutgers (PRENSKY, 2012).

Podemos citar como exemplo experimentos feitos por imagem, que mostraram a aprendizagem do braille por deficientes visuais: quando eles aprendem, “áreas ‘visuais’ de seus cérebros se acendem. De maneira similar, deficientes auditivos usam seu córtex auditivo para entender sinais” (PRENSKY, 2010, p. 65).

Pesquisadores, como Greenfield⁴³, acreditam que esse seja o motivo de os *nativos digitais* incorporarem mídias digitais em seu cotidiano com naturalidade e de maneira significativa. E por conseguinte desenvolvem novas expectativas em relação à aprendizagem, ao trabalho e à diversão, apresentando mudanças nos padrões de pensamentos e comportamentos (PRENSKY, 2010; 2012). Os processos de ensino e de aprendizagem no ambiente escolar precisam acompanhar essas mudanças e trabalhar em prol delas, pois os acontecimentos extraescolares já estão a seu favor, como propagandas e jogos digitais diversos, por exemplo, que abordam os mais variados assuntos persuadindo os sujeitos.

Os jovens de hoje esperam experimentar coisas novas com frequência e melhorar o seu desempenho quando desejarem; esperam encontrar o que precisam, quando precisam, usando o que está pronto, sem ter trabalho; esperam que tudo seja fácil de compreender ou aprender e que tenha alguém disponíveis, para ajudar, quando necessitam. Os *nativos digitais* “confiam na sabedoria das multidões”, “esperam se divertir ao brincar” e “compartilharem suas *expertises* [experiências] com o mundo tão facilmente quanto o fazem com seus amigos íntimos” (MATTAR, 2010, p. XI).

Em outras palavras, *nativos digitais* são sem paciência, querem tudo de maneira fácil e rápido, não apreciam a beleza do percurso, se importam apenas com a chegada. Muitos não querem ser inventores/criadores, se contentam em utilizar o que está pronto. Não gostam de esforços, não querem ter preocupação... Tudo isso justifica a dificuldade de concentração em sala de aula, a impaciência para ouvir aulas expositivas e a indiferença para a aprendizagem de conceitos científicos, ensino perpetuado há gerações nas escolas (PRENSKY, 2010).

Estudar Matemática, por exemplo, precisa de concentração, mas observamos durante as aulas, na Educação Básica, que muitos *nativos digitais* acreditam não precisar aprendê-la, pois ouvimos com frequência que na era digital tudo funciona eletronicamente, virtualmente, não é necessário saber como os equipamentos

⁴³ “Patrícia Marks Greenfield, professora de psicologia da Universidade da Califórnia – Los Angeles, estuda há bastante tempo os efeitos da mídia sobre a socialização e o desenvolvimento cognitivo” (PRENSKY, 2012, p. 72).

funcionam, basta ter habilidade para utilizá-los, e isso não é problema para os jovens desta geração.

Relembramos que para Marc Prensky os *nativos digitais*, também chamados de aprendizes da *geração net* (que nasceram a partir dos 1980, tendo início no Brasil no ano 2000⁴⁴), são aqueles que nasceram e cresceram na era da tecnologia digital; que estudam, trabalham, se comunicam e se divertem utilizando estas tecnologias; que utilizam equipamentos digitais com tanta habilidade e destreza, como se os equipamentos fossem extensões do próprio corpo (MATTAR, 2010). Ressaltamos que o mérito por apontar mudanças nos estilos de aprendizagem dos *nativos digitais* não é exclusiva de Marc Prensky, vários outros pesquisadores deram sua contribuição, como Douglas Rushkoff.

Douglas Rushkoff, por exemplo, utiliza a palavra *screenagers* para se referir àqueles que nasceram na década de 1980, aprendem com a descontinuidade e aceitam que as coisas continuem mudando sem se preocupar com um final determinístico” (MATTAR, 2010, p. 9-10).

Diante das exigências por novas metodologias de ensino, em decorrência das transformações por que tem passado os *nativos digitais*, o educador sozinho não consegue grandes mudanças, por trabalhar moldado pelo Sistema de Ensino e tendo que seguir um Plano – no caso do Estado do Espírito Santo, reorganizado internamente pelas escolas e testado em todo o Estado por meio da prova do PAEBES, que ultimamente se tornou trimestral (PAEBES TRI). Contudo, há a possibilidade de o professor inovar em suas aulas, com atividades práticas ou envolvendo tecnologias, como os jogos digitais, por exemplo, de acordo com o conteúdo a ser ensinado ou tópicos específicos desse conteúdo, quando possível, e que possibilite atingir as diversas formas ou estilos de aprendizagens dos *nativos digitais*. Segundo Mattar (2010, p. 3),

Um estilo de aprendizagem representa a maneira como cada pessoa processa, absorve e retém informações. As teorias dos estilos de aprendizagem acreditam que as pessoas aprendem de diferentes maneiras e que o planejamento do ensino baseado nos estilos de aprendizagem dos alunos pode elevar a qualidade do aprendizado.

⁴⁴ Como afirma a jornalista e escritora Daniela Tófoli em entrevista: “As crianças de hoje não precisam esperar por nada”. Disponível em: <https://www.gazetaonline.com.br/bem_estar_e_saude/2019/09/as-criancas-de-hoje-nao-precisam-esperar-por-nada--diz-escritora-1014197469.html>. Acesso em 12 de set. 2019.

Identificar o estilo de aprendizagem de um aluno significa identificar as formas como ele aprende melhor e, por consequência, como pode obter maior sucesso nos estudos. A partir daí, é possível replanejar o currículo e o programa, a sala de aula e os ambientes virtuais de aprendizagem para ativar e manter a concentração dos alunos, gerando maior retenção do conhecimento.

Prensky (2010, 2012) também afirma que os *nativos digitais* aprendem de maneira diferente e precisam ser estimulados de maneira distinta. Sendo o professor o responsável por identificar estas maneiras e tentar, ao ensinar, atingir às várias formas de aprendizagem.

Identificar como o aluno aprende faz parte do trabalho do professor e deve indicar uma base de replanejamento para o ambiente da sala de aula a fim de atender os diversos estilos de aprendizagens. O aprendiz não deve sofrer por “um desencontro entre o estilo de ensino do professor e seu estilo de aprendizagem” (MATTAR, 2010, p. 6). O desafio se torna, então, adequar a forma de ensino dos professores aos estilos de aprendizagem dos alunos. Assim,

É importante lembrar que não temos apenas um estilo de aprendizagem. Já que somos constituídos de uma mistura de estilos e podemos inclusive integrar dois ou mais estilos predominantes no mesmo momento. Podemos também utilizar estilos distintos em função da situação do conteúdo e do objeto de aprendizado (MATTAR, 2010, p. 7).

Vygotsky defendia que a interação social influencia na aprendizagem, o que solidifica as ideias de Mattar e Prensky, pois os diversos estilos de aprendizagens em interação podem contribuir para a melhoria do processo de aprendizagem de todos os envolvidos. Por conseguinte, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), defendida por Mayer (descrita no Capítulo 5), estabelece que os materiais e mídias a serem produzidas com fins pedagógicos, devem abordar e possibilitar a aprendizagem pelas diversas formas e estilos de aprendizagens (MAYER, 2003), vindo ao encontro das ideias de Mattar (2010) e Prensky (2012).

Prensky (2012), apoiado no trabalho de Luria – psicólogo social, companheiro de Vygotsky em algumas pesquisas – acredita que a interação social, o ambiente e a cultura, influenciam fortemente no desenvolvimento intelectual e social de um indivíduo. Para ele,

[...] pessoas que crescem em culturas diferentes não apenas pensam sobre coisas diferentes, mas também pensam de *forma diferente*. O ambiente e a cultura em que as pessoas são criadas afetam, chegando até mesmo a dominar muitos dos seus processos de pensamentos” (PRENSKY, 2012, p. 70).

Isso motiva alguns pesquisadores, como o próprio Prensky (2010; 2012) e Mattar (2010), a pensarem que os *nativos digitais* devem ser ensinados de maneira diferente à forma que os *imigrantes digitais* foram ensinados, exigindo novas estratégias de ensino, pois a sociedade e as interações que ocorriam em épocas anteriores, a 1980, eram diferentes, não envolviam tecnologias digitais.

Contudo, “a forma de pensar de uma pessoa não muda da noite para o dia. [...] o cérebro não se reorganiza de forma casual, fácil ou arbitrária” (PRENSKY, 2012, p. 70), é necessária atenção e concentração para que esse rearranjo aconteça, algo que pode manifestar-se após horas, dias, ou semanas de concentração. Exatamente o que se sucede após longos períodos de jogo no *videogame* (PRENSKY, 2012), algo tão frequente entre os jovens da atualidade. Isso nos leva a crer e defender os pesquisadores citados, quanto a utilização de jogos digitais para a melhoria nos processos de ensino e de aprendizagem em Matemática.

As Diversas formas de aprendizagem nos possibilitam refletir sobre a Teoria das múltiplas inteligências, que embora sejam parecidas, apresentam suas particularidades. Mattar (2010, p. 8), descrevendo o conceito desenvolvido pelo psicólogo norte-americano Howard Gardner⁴⁵, afirma que

Da mesma maneira que possuímos estilos de aprendizagem distintos, possuímos também inteligências distintas. [...] Estilo e inteligência são fundamentalmente diferentes tipos de construtos psicológicos. Estilos referem-se à forma habitual com que um indivíduo aborda uma gama de materiais – por exemplo um estilo brincalhão ou um estilo mais

⁴⁵ “Em 1983, Howard Gardner, psicólogo norte-americano da Universidade de Harvard, concluiu os manuscritos *As estruturas da mente* [publicado no Brasil pela Artmed, Porto Alegre, 1994], que buscava ultrapassar a noção comum de inteligência, como um potencial que cada ser humano possuía em maior ou menor extensão e que este potencial pudesse ser medido por instrumentos verbais padronizados como teste de QI – Quociente de Inteligência. Baseando-se no conceito de que inteligência é a capacidade de resolver problemas ou de criar produtos que sejam valorizados dentro de um ou mais cenários culturais e tomando como referência científica evidências biológicas ou antropológicas, introduziu oito critérios distintos para uma inteligência e propôs *sete competências humanas, mais tarde elevadas para oito ou eventualmente nove*. [...] hoje, pouco mais de 20 anos após a publicação dos pensamentos de Gardner, a ideia das inteligências múltiplas evoluiu do campo das especulações e constituiu uma nova maneira de ensinar e, sobretudo, uma outra forma de conceber a capacidade dos alunos e a aula centrada em sua individualidade” (ANTUNES, 2012, p. 20-21).

sério. A inteligência, por sua vez, refere-se ao poder computacional de um sistema mental: por exemplo, uma pessoa cuja inteligência linguística é forte é capaz de calcular prontamente a informação que envolve linguagem (grifos nossos).

São observadas, então, pelo menos sete tipos de inteligência, que possuem relação com a forma com que cada indivíduo lida com a “resolução de problemas ou elabora produtos em determinado ambiente ou em uma comunidade cultural” (MATTAR, 2010, p. 8), são elas:

- **Musical:** sensibilidade à melodia, à harmonia, ao timbre e ao ritmo dos sons. Exemplo de atividades: compor, interpretar e apreciar músicas.
- **Corporal-sinestésico:** capacidade de lidar com objetos habilmente e controlar os movimentos corporais. Exemplos de atividades: dança, representação, esportes, uso de ferramentas e máquinas, e outras (aqui podem ser inseridas tecnologias digitais).
- **Lógico-Matemática:** habilidade para discernir padrões lógicos ou numéricos; seguir longas linhas de raciocínio ou lidar com análises abstratas. Exemplos de atividades: cálculos matemáticos, classificação de objetos, abstração de regras a partir de exemplos, criação e avaliação de hipóteses, explicação de realidade física, negociações de atividades diárias como compras, vendas, jogos de estratégias e outras (aqui podem ser inseridos jogos digitais).
- **Linguística:** sensibilidade para o significado das palavras; ordem; sonoridade, ritmos, inflexões e métricas; e diferentes funções da linguagem. Que estão relacionadas às competências: semântica, sintática, fonológica e pragmática, respectivamente. Exemplos de atividades: leitura, oratória, redação, apreciação de produtos escritos ou falados, e outros.
- **Espacial:** habilidade para pensar por imagens ou figuras, de visualizar as soluções; capacidade de lidar com imagens mentais, de transformar essas imagens e de produzir graficamente formas ou objetos percebidos, mesmo na ausência desses objetos; dentre outros. Exemplos de atividades: trabalhos de artes visuais, arquitetura, estruturas e navegação; produção de mapas, esculturas, modelos tridimensionais; engenharia, ciências (especialmente físicas); facilidade para jogar xadrez e outros jogos que exijam memória visual e imaginação; e outras.

- **Interpessoal:** habilidade para perceber e fazer distinção entre os indivíduos, seus humores, temperamentos, motivações e intenções, e de agir com base nesses conhecimentos. Exemplos de atividades: liderar, administrar, vender, aconselhar, fazer amizades, transmitir valores e conhecimento; dentre outras.
- **Intrapessoal:** habilidade para o autoconhecimento: cria um modelo de si e usa esse modelo para compreender e guiar seu próprio comportamento. Exemplos de atividades: avaliar seus próprios talentos, desenvolver autocompreensão, administrar sua vida pessoal, e outras.

Observamos que o Tipo de inteligência de cada indivíduo influencia em seus Estilos de aprendizagem. O professor, em sala de aula, deve propor atividades variadas que proporcione aprendizagem aos diversos tipos de inteligências. Com jogos digitais, por exemplo. Em contrapartida a TCAM defende que cada mídia utilizada com fins didáticos seja apenas sobre uma das habilidades citadas por vez, para que o aprendiz foque da melhor maneira ao colocar em prática seu tipo de inteligência (MAYER, 2009b). Mas isso não impede que várias mídias e tecnologias sejam utilizadas.

Vigotsky (2010) identificou em suas pesquisas que o brinquedo ou os jogos ajudam a desenvolver uma diferenciação entre a ação e o significado. Permitem estabelecer relação entre jogar e a ideia de realidade. “A criança opera com significados desligados dos objetos e ações aos quais estão habitualmente vinculados” (VIGOTSKY, 2010, p. 116). Segundo ele o jogo ensina a lidar com os sentimentos de alegria e de sucesso, de frustração e de erro, preparando o sujeito para atividades sociais, como o trabalho. Estimula a concentração, a autonomia, incentiva a autoestima e a desenvolver relações de confiança consigo e com os outros.

Embora este processo ocorra no meio social, com alunos interagindo uns com os outros – e na atualidade, de forma real ou virtual – tem sido também uma construção autônoma, ocorrendo dentro do próprio sujeito (MATTAR, 2017), confirmando a teoria de Vygotsky de que a aprendizagem se processa do social para o individual.

Vygotsky descreveu as possibilidades de aprendizagem dos jogos tradicionais, os de tabuleiros, por exemplo, mas ficaria encantado com as potencialidades dos jogos digitais atuais. É inevitável pensar que estes jogos instigam até mesmo pessoas mais velhas, os *imigrantes digitais*, que não possuem habilidades com esse mundo tão

cobiçado pela juventude, o mundo virtual. Mesmo aqueles descritos por Mattar (2010, p. 12) como *Geração da net*, “que nasceram nos anos de 1980 ou depois”, não possuem tanta destreza diante das mídias digitais, quanto aos *nativos digitais* da atualidade: jovens e crianças nascidos depois do ano 2000.

Prensky (2012) acredita que a aprendizagem baseada em jogos digitais se tornará algo natural bem antes dos jovens de hoje terem netos. E segundo ele há três principais motivos para isso:

1. A aprendizagem baseada em jogos digitais está de acordo com as necessidades e os estilos de aprendizagem da geração atual e das futuras gerações.
2. A aprendizagem baseada em jogos digitais motiva porque é divertida.
3. A aprendizagem baseada em jogos digitais é incrivelmente versátil, possível de ser adaptada a quase todas as disciplinas, informações ou habilidades a serem aprendidas e, quando usadas de forma correta é extremamente eficaz (PRENSKY, 2012, p. 23).

Nos *games* há a possibilidade de aprendizagem em investigações e simulações que o jogador ajuda a construir ativa e colaborativamente. Diferente da sala de aula que, geralmente, exige que o aluno decore, passiva e individualmente, os conceitos transmitidos pelo professor. Inclusive algumas formas de avaliação são as mesmas utilizadas ao longo da história (provas escritas, listas de atividades, por exemplo) e que não prezam habilidades⁴⁶ como dinamismo e versatilidade (PRENSKY, 2012).

Descrevemos. Abaixo, algumas vantagens da utilização de jogos digitais para os processos de ensino e de aprendizagem, citados por Prensky (2010, p. 67; 2012, p.

⁴⁶ Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), “*competência* é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2017, p. 8). Ser competente significa ser capaz de ativar e utilizar o conhecimento construído, diante de um problema do cotidiano. As competências consideram que, “além da cognição, os estudantes devem desenvolver atitudes de autoestima, de perseverança na busca de soluções e de respeito ao trabalho e às opiniões dos colegas, mantendo predisposição para realizar ações em grupo” (BRASIL, 2017, p. 531).

As habilidades envolvem análise e interpretações de situações do cotidiano, fazendo referência ao conhecimento científico estudado, como por exemplo: “Analisar tabelas, gráficos e amostras de pesquisas estatísticas apresentadas em relatórios divulgados por diferentes meios de comunicação” (BRASIL, 2017, p. 531). Embora cada habilidade esteja associada a determinada competência, elas podem contribuir para o desenvolvimento de outras.

73) a partir de levantamentos de estudos. Segundo ele os seguintes pontos chave serão notados a partir da interação e da intensidade com que os jogos acontecem:

- Jogar *videogame* aumenta a “competência representacional”, isto é, a capacidade de ler imagens visuais como representações do espaço tridimensionais;
- A habilidade com jogos de computador aprimora outras habilidades de pensamento, como as “habilidades multidimensionais visuoespaciais”, que representa a capacidade de criar mapas mentais e fazer dobraduras de papel com a mente;
- O *videogame* aprimora as habilidades para descobrir as regras, semelhante à lógica indutiva. Possibilita realizar observações, formular hipóteses e, por meio de tentativas e erros, descobrir as regras que conduzem o comportamento de uma representação dinâmica;
- As habilidades adquiridas com os videogames possibilitam melhor compreensão das simulações científicas e aumentam a capacidade de decodificar a representação gráfica computacional;
- Jogar *videogame* melhora a “atenção difusa”, ou seja, a capacidade de focar em várias coisas ao mesmo tempo. O jogador ganha rapidez de resposta em estímulos esperados e inesperados.

Mattar e Prensky corroboram com Vygotsky quando afirmam que os jogos envolvem diversos fatores positivos, como desenvolvimento cognitivos, culturais, sociais, afetivos etc. Segundo eles, jogando as crianças aprendem a negociar em um universo de regras e a postergar o prazer imediato, ressignificando as ações presentes no conteúdo dos jogos, mediante seus modelos de aprendizagem construídos enquanto sujeitos. Ao defender a utilização de jogos digitais, Mattar (2010) e Prensky (2012) acreditam que eles podem ser um caminho para mudanças e novas possibilidades de aprendizagens, visto que os *nativos digitais* anseiam por mudanças.

Dentre estas mudanças está a colaboração mútua que os jovens têm praticado em *games on-line* multiusuários, que exigem a capacidade de trabalhar em grupo e aprender com os colegas, diminuindo a necessidade de professores e escolas para que aconteça a aprendizagem. Essas habilidades têm sido desenvolvidas graças ao ímpeto dos jovens, que se aventuram diante de uma tela ou de um equipamento

tecnológico, como se já estivessem constantemente preparados para o momento. Havendo disposição, esses jovens podem aprender em qualquer hora e qualquer lugar que tenha um aparelho conectado à Internet (MATTAR, 2010). Ainda, sobre estas mudanças, podemos citar que

Alunos nativos digitais estão acostumados a receber informações mais rapidamente do que seus professores imigrantes digitais sabem transmitir. Imigrantes preferem textos a imagens; já os nativos, ao contrário, preferem imagens a textos. Os imigrantes preferem as coisas em ordem, enquanto os nativos relacionam-se com a informação de maneira aleatória. Imigrantes estão acostumados a uma coisa por vez, ao passo que os nativos são multitarefas. Os imigrantes aprenderam de modo lento, passo a passo, uma coisa por vez, individualmente e, acima de tudo seriamente. Os alunos de hoje não são mais as pessoas para as quais nossos sistemas educacionais foram projetados [...] (MATTAR, 2010, p. 10).

Entretanto, um mediador do processo de aprendizagem ainda se faz necessário, pois os jovens precisam ser conduzidos. E nesse sentido, o melhor método será aquele que permitir interação e participação ativa, envolvendo situações práticas e processos investigativos (MATTAR, 2010, 2017; PRENSKY, 2010, 2012).

A verdadeira revolução da aprendizagem do século XXI é que a forma de aprender – em treinamento e escolas – está finalmente se livrando das algemas da dor e do sofrimento que a têm acompanhado por tanto tempo. [...] A enorme barreira que separava a aprendizagem da diversão e o trabalho do jogo nos últimos séculos está começando a estremecer e, em breve vai desmoronar [...] (PRENSKY, 2012, p. 36).

Segundo Prensky (2012), quando as mudanças finalmente acontecerem, todos verão que acrescentar diversão ao processo de ensino ou treinamento (em ambiente empresarial, não deixa de ser ensino) não só fará com que a aprendizagem seja agradável e envolvente, como se tornará mais eficaz. Defende, então, a utilização de *games* ou simuladores, para ajudar na necessidade de mudança que os *nativos digitais* – também denominados por ele de “geração dos jogos” – têm em relação aos processos de ensino e de aprendizagem. De acordo com ele a aprendizagem acontece quando os aprendizes se envolvem no processo. E aprender não parecerá um trabalho pesado quando houver diversão durante as etapas. Assim,

[...] A diferença mais importante talvez seja o fato de que as ‘coisas’ a serem aprendidas – informações, conceitos, relações e assim por diante – não podem mais ser simplesmente ‘ditas’ ou ‘expressas’ a essas pessoas. Devem ser aprendidas por elas, por meio de

perguntas, descobertas, construções, e acima de tudo, diversão (PRENSKY, 2012, p.39).

A aprendizagem baseada em jogos digitais não deve ser vista apenas como revisão ou reforço, mesmo sendo útil nesse sentido e esteja acontecendo com mais frequência. É necessário pensar que “os jogos digitais podem desempenhar um papel importante na interiorização de conteúdos que não motivem⁴⁷ as pessoas de forma intrínseca, mas que precisem ser aprendidos” (PRENSKY, 2012, p. 44).

Devemos ter em “mente que a aprendizagem baseada em jogos digitais, ainda que seja divertida e eficaz, é *apenas uma das formas* de as pessoas aprenderem os mais diversos conteúdos” (PRENSKY, 2012, p. 28). Não é uma fórmula mágica que resolverá todos os problemas do processo de ensino e de aprendizagem. O recurso pedagógico de jogos precisa ser combinado com outros recursos de aprendizagem que também sejam funcionais.

Rebatendo às ideias de Prensky (2010, 2012), Bennett, Maton e Kervin (2008) defendem que não há mudanças significativas na forma de aprendizagem e de interação dos jovens de nossa geração; que os *nativos digitais* são apenas um mito; os jovens são familiarizados com as tecnologias porque se desenvolveram junto com elas; que os considerados *imigrantes digitais* se adaptaram a elas tão bem quantos os jovens, podendo haver variação no interesse de cada um em se aperfeiçoar. Rebatem, ainda, a afirmativa de Prensky, defendida por Mattar, de que os nativos digitais são multitarefas. Acreditam que os jovens tentam sim executar outras tarefas, mas em momento inapropriado, com intuito de fugir do que lhes é proposto. E isso tem causado transtorno ao desenvolvimento de tarefas a eles solicitadas.

Bennett, Maton e Kervin (2008) afirmam que não há necessidade de modificação na forma de ensinar apenas para satisfazer um modismo; que o incentivo à utilização de tecnologias em sala de aula não passa de caprichos políticos que atingem a vulnerabilidade das políticas educacionais. Pois, “embora tais pedidos de grandes mudanças na educação estejam sendo amplamente propostos, eles foram submetidos a pouco escrutínio crítico, são sub-teorizados e falta uma base empírica

⁴⁷ A motivação aqui pode ser entendida como condições psicológicas do sujeito que norteiam seu comportamento e o instigam a cumprir metas, como aprender um conteúdo, por exemplo, considerado por ele chato. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/motivacao/>>. Acesso em 08 de out. 2019.

sólida” (BENNETT; MATON; KERVIN, 2008, p. 3). E ainda, uma “significativa proporção de estudantes possuem níveis mais baixos de habilidades do que se poderia esperar dos *nativos digitais*” (BENNETT; MATON; KERVIN, 2008, p. 6), o que seria provocado por possíveis diferenças relacionadas ao status econômico, cultural/étnico e de gênero. Segundo eles,

a evidência da pesquisa até o momento indica que uma proporção de jovens é altamente adepta da tecnologia e confia nela para uma série de atividades de coleta e comunicação de informações. Contudo, também parece haver uma proporção significativa de jovens que não têm níveis de acesso ou habilidades tecnológicas previstas pelos proponentes da ideia nativa digital. [...] Com isso vem, o perigo que aqueles menos interessados e menos capazes serão negligenciados e que o impacto potencial de fatores econômicos e culturais serão também negligenciados (BENNETT; MATON; KERVIN, 2008, p. 7).

Para estes autores, também não há evidências claras de que a interatividade presente na maioria dos jogos digitais seja aplicável à aprendizagem. Mesmo sendo possível aproveitar as possibilidades de engajamento e motivação para incentivar os alunos a aprender, não quer dizer que seja altamente eficiente.

Essa discussão deixa evidente a importância do papel do professor na condução das atividades propostas e na variação das metodologias de ensino, objetivando alcançar todas as formas de aprender. Não dá para radicalizar e utilizar apenas tecnologias digitais para os processos de ensino e de aprendizagem, pois há alunos que não se identificam e alunos que não possuem acesso a elas fora da escola. Mesmo parecendo que todos estão conectados a elas constantemente. Há, ainda, aqueles que as utilizam de forma exagerada e até para coisas erradas (BENNETT; MATON; KERVIN, 2008). Entretanto, o foco na utilização de tecnologias, defendida por vários autores, como Borba e Penteado (2015), por exemplo, é com o propósito de contribuir com alunos que não têm altos níveis de acesso ou habilidades tecnológicas, necessitando que a escola proporcione a eles esse acesso. Ou, ainda, para ajudar aqueles adeptos a utilizá-las da maneira correta.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 A NATUREZA DO ESTUDO

Nossa pesquisa é um Estudo de Caso Qualitativo, uma vez que explora "características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente" (MOREIRA; CALEFFE, 2006, p. 73). A coleta de dados ocorreu em uma turma de 2ª série do Ensino Médio no turno vespertino (2ºV6) em uma escola estadual de Linhares-ES, Brasil, com alunos na faixa etária dos 16 aos 17 anos, durante o primeiro semestre de 2019.

A partir dos anos 1980, as abordagens qualitativas passaram a ser utilizadas em pesquisas educacionais com propósito de focalizar fenômenos particulares, levando em conta o contexto e as múltiplas dimensões, valorizando o aspecto unitário e ressaltando a necessidade da análise situada e profunda do campo de pesquisa (ANDRÉ, 2013). Desse modo,

As abordagens qualitativas de pesquisa se fundamentam numa perspectiva que concebe o conhecimento como um processo socialmente construído pelos sujeitos nas suas interações cotidianas, enquanto atuam na realidade, transformando-a e sendo por ela transformados. Assim, o mundo do sujeito, os significados que atribui às suas experiências cotidianas, sua linguagem, suas produções culturais e suas formas de interações sociais constituem os núcleos centrais de preocupação dos pesquisadores. Se a visão de realidade é construída pelos sujeitos, nas interações sociais vivenciadas em seu ambiente de trabalho, de lazer, na família, torna-se fundamental uma aproximação do pesquisador a essas situações (ANDRE, 2013, p. 97).

Borgdan e Biklen (1994) definem a investigação qualitativa por cinco características, às quais fazem parte do desenvolvimento de nossa pesquisa, são elas:

1. A fonte direta de dados é o ambiente natural, sendo o investigador o instrumento principal – utiliza-se gravações, observações e os dados são complementados pelas análises e interações do pesquisador com o ambiente e os participantes;
2. A investigação é descritiva – os dados colhidos são em forma de palavras ou imagens e não números. Os resultados contêm citações com base nos dados para substanciar a apresentação, que devem ser reproduzidos fielmente.

3. Os investigadores interessam-se mais pelo processo do que pelos resultados ou produtos – a maneira como os sujeitos se comportam e participam durante todos os procedimentos influencia definitivamente nos resultados da pesquisa. As mudanças podem ser observadas com técnicas quantitativas de pré e pós-testes, como os que nós utilizamos (APÊNDICES C, D e E). Consideramos relevantes os resultados qualitativos, observados e coletados durante a investigação.

4. A análise dos dados tende a ser feita de forma indutiva – as abstrações são construídas à medida que os dados particulares vão se agrupando. Os resultados vão aparecendo enquanto se recolhem e examinam as partes.

5. O significado é de importância vital – os investigadores preocupam-se com a perspectiva participante, o que sente e o que pensa cada integrante do processo. Os sujeitos envolvidos são constantemente instigados a revelarem suas experiências e suas interpretações destas experiências, por meio de estratégias e procedimentos que possibilitam registrar o ponto de vista do informador.

Por conseguinte, Bicudo (2012, p. 116-117) defende que

o *qualitativo* engloba a ideia do subjetivo, passível de expor sensações e opiniões. [...] engloba noções a respeito de percepções de diferenças e semelhanças de aspectos comparáveis de experiências, [...] privilegiam-se descrições de experiências, relatos de compreensões, respostas abertas a questionários, entrevistas com sujeitos, relatos de observações e outros procedimentos que deem conta de dados sensíveis, de concepções, de estados mentais, de conhecimentos, etc. [...].

Dentro da abordagem qualitativa se destacam quatro tipos de pesquisas: a pesquisa etnográfica, de estudo de caso, a pesquisa participante e a pesquisa ação (ANDRÉ, 2014). Identificamos, com base em André (2014), que nossa pesquisa se caracteriza como uma pesquisa Etnográfica de Estudo de Caso, ou Estudo de Caso Etnográfico.

O termo etnografia significa, etimologicamente, descrição cultural e se divide em dois sentidos: “(1) um conjunto de técnicas utilizadas para coletar dados sobre os valores, os hábitos, as crenças, as práticas e os comportamentos de um grupo social; e (2) um relato escrito resultante do emprego dessas técnicas” (ANDRÉ, 2014, p. 30). Em educação a preocupação é com o processo educativo.

Para André (2014) a pesquisa em educação pode ser caracterizada como etnográfica quando faz uso das técnicas associadas à etnografia, como: a observação participante; a entrevista intensiva (que em nosso caso foi aplicado o questionário *on-line*); e a análise de documentos (representada em nossa pesquisa pela análise dos jogos digitais com base em Heurísticas de usabilidade de jogos e Princípios da TCAM e pela análise dos testes, descritos na Subseção 5.6.4).

Nesse tipo de pesquisa o instrumento principal na coleta e na análise dos dados é o pesquisador, pois exige a interação constante entre este e o objeto pesquisado. “O pesquisador faz uso de uma grande quantidade de dados descritivos: situações, pessoas, ambientes, depoimentos, diálogos, que são por ele reconstruídos em forma de palavras ou transcrições literais” (ANDRÉ, 2014, p. 31). E ainda “faz uso de um plano de trabalho aberto e flexível, em que os focos da investigação vão sendo constantemente revistos, as técnicas de coleta, reavaliadas, os instrumentos, reformulados e os fundamentos teóricos, repensados” (ANDRÉ, 2014, p. 31).

Quanto ao Estudos de Caso, André (2013) considera um importante método para avaliar, escrever e analisar uma unidade social ou pesquisa educacional. Para ela,

O estudo de caso começa com um plano muito aberto, que vai se delineando mais claramente à medida que o estudo avança. A pesquisa tem como ponto inicial uma problemática, que pode ser traduzida em uma série de questões, em pontos críticos ou em hipóteses provisórias. A problemática pode ter origem na literatura relacionada ao tema, ou pode ser uma indagação decorrente da prática profissional do pesquisador, ou pode ser a continuidade de pesquisas anteriores, ou ainda pode nascer de uma demanda externa, como a pesquisa avaliativa (ANDRE, 2013, p. 98).

Esta autora enfatiza que a metodologia em questão possibilita reconstruir os processos e as relações que configuram a experiência escolar diária, considerando as múltiplas dimensões e a dinâmica natural de cada ambiente. Podem ser associados a ela três procedimentos ou técnicas de coleta de dados: fazer perguntas (e ouvir atentamente), observar eventos (e prestar atenção no que acontece) e ler documentos, sempre realizando anotações. Essas ferramentas contribuem para o bom desenvolvimento da pesquisa, visto que, com essa abordagem o campo de pesquisa pode ser examinado com a ideia de “que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do objeto de estudo” (BORGAN; BIKLEN, 1994, p. 49).

4.2 OS PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Ao investigar o processo de ensino e de aprendizagem mediante a utilização de jogos digitais envolvendo os conceitos de Geometria, utilizamos como instrumentos para a coleta de dados a aplicação de jogos digitais de geometria em sala de aula: o *Construtor de áreas* e o *Geometria no meu quarto* (descritos na Seção 5.3); aplicação de listas de atividades para acompanhamento da aprendizagem, como: pré-teste, teste e pós-teste (APÊNDICES C, D e E); aplicação de um questionário *on-line* para levantamento do perfil dos alunos e suas impressões a respeito dos jogos digitais utilizados (APÊNDICE B); e observação participante (APÊNDICE A), com anotações em diário de bordo e gravações em áudio durante todo o processo, para que fosse possível perceber cada detalhe do processo de investigação e para facilitar a análise do desempenho e do interesse dos alunos nos momentos destinados às tarefas.

O questionário, com perguntas abertas⁴⁸ e/ou mistas⁴⁹, tem o propósito de “fornecer uma *descrição incontestável* que sirva para futuras análises e para o relatório final” (ANDRÉ, 2013, p. 100), sendo os dados analisados com toda a sua riqueza, “respeitando, tanto quanto possível, a forma em que estes foram registrados ou transcritos” (BORGAN; BIKLEN, 1994, p. 48). Para a produção do questionário utilizamos uma ferramenta do *Google* para criar formulários, o *Google* formulários⁵⁰ (*Google Forms*), acessado por meio do *Drive* do Gmail.

Esclarecemos que as questões empregadas nas listas de atividades (testes) foram retiradas de livros didáticos – disponíveis na escola campo de pesquisa – e utilizadas com base na Metodologia de Resolução de Problemas, com intuito de ampliar a capacidade intelectual dos alunos: estruturação do pensamento e encorajamento do raciocínio lógico. Pois essa metodologia pode ser trabalhada de forma mais dinâmica quando envolve o uso de tecnologias informáticas (SILVA; SIQUEIRA FILHO, 2011).

⁴⁸ Abertas, quando não apresentam alternativas para respostas, podendo o pesquisador captar alguma informação não prevista por ele ou pela literatura. Prestam-se melhor para coletar informações qualitativas (FIORENTINI; LORENZATO, 2012, p. 116-117).

⁴⁹ Combinando questões aberta e fechadas – quando apresentam alternativas para respostas, pressupondo as possíveis respostas do sujeito (FIORENTINI; LORENZATO, 2012, p. 116).

⁵⁰ Disponível em: < <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>>. Acesso em 12 de out. 2019.

A Resolução de Problemas é entendido por Smole e Diniz (2001, p. 89) como “[...] metodologia ou conjunto de orientações didáticas”. É, ainda, segundo Silva e Siqueira Filho (2011), um meio que o professor pode utilizar para viabilizar a apropriação de alguns significados que as experiências matemáticas propiciam ao indivíduo, como o favorecimento à inserção no mundo do trabalho, nas relações socioculturais, no emprego da matemática em situações cotidianas e em outras áreas do conhecimento.

A Resolução de Problemas notoriamente aguça processos cognitivos, uma vez que dá ao aluno possibilidades de reflexão, análise dos procedimentos efetivados, descobertas de caminhos diferenciados para a conclusão do problema em pauta, releitura do resultado encontrado, dentre outras (SILVA; SIQUEIRA FILHO, 2011, p. 145).

Desse modo o aluno tem a possibilidade de colocar em prática suas habilidades matemáticas já desenvolvidas e de ampliar seus conhecimentos relacionados à situação problema ora em estudo. O uso de tecnologias informáticas permite trabalhar com Resolução de Problemas de uma forma mais dinâmica, em sala de aula (SILVA; SIQUEIRA FILHO, 2011). E como os jogos digitais também dependem desta tecnologia, acreditamos no potencial de aprendizagem destas duas metodologias aliadas.

4.2.1 Como os jogos utilizados foram escolhidos

Com o propósito de encontrar jogos digitais de matemática voltados para o Ensino Médio e que abordassem o conceito de área, durante os meses de Dezembro/2018 e Janeiro/2019, pesquisamos na internet por grupos de termos, como: “geometria *game*”, “geometry *game*”, “jogos educativos”, “jogos digitais de matemática” e “jogos digitais de matemática para o ensino médio”. Apresentamos a seguir os resultados destas buscas:

- Com o termo “geometria *game*” encontramos apenas jogos infantis⁵¹, com tópicos de conteúdos de diversas disciplinas, voltados para o Ensino Fundamental;

⁵¹ Disponível em: <<http://www.escolagames.com.br/jogos/>> e <<https://novaescola.org.br/conteudo/9132/jogos-para-introduzir-conceitos-de-geometria-aos-alunos>>. Acesso em 16 de fev. 2019.

- Com o termo “*geometry game*”, dentre as várias opções, nos interessamos pelo site intitulado *Geometry Games*⁵², mas os jogos também são voltados para o ensino de Matemática na Educação Infantil;

- Com o termo “jogos educativos” encontramos jogos de várias disciplinas, para alunos de no máximo 15 anos⁵³, dentre eles um que aborda o tópico de área, o jogo *Construtor de Áreas*, destinado ao 5º ano⁵⁴ (10 anos). Encontramos o referido jogo também destinado ao Ensino Médio⁵⁵, nível de ensino que o aluno revê o conceito de área, o que motiva sua utilização nesta pesquisa.

Os dados a respeito dos conteúdos e os respectivos níveis de ensino, em que são ensinados, podem ser conferidos nas Matrizes de Referências do PAEBES TRI⁵⁶ (Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo), disponível no *site* do CAED⁵⁷ (Centro de Políticas Pública e Avaliação da Educação Básica), empresa responsável pela avaliação do PAEBES no Estado do Espírito Santo.

- Com o termo “jogos digitais de matemática”, encontramos jogos que abordam vários tópicos de matemática⁵⁸ destinados ao Ensino Fundamental até o 6º ano, e alguns voltados para o Ensino Médio que não abordam o tópico de área;

- Com o termo “jogos digitais de matemática para o Ensino Médio” encontramos vários artigos com as ideias e benefícios, mas praticamente não há jogos para esse nível de ensino e os que existem não são sobre o conceito de área.

No site de Marc Prensky⁵⁹ (PRENSKY, 2012, p. 7), defensor do ensino com o auxílio de *games*, fomos direcionados para o *site Games Math*, com jogos destinados às

⁵² Disponível em: <https://www.education.com/games/geometry/> e <https://www.splashmath.com/geometry-games/>. Acesso em 16 de fev. 2019.

⁵³ Disponível em: <https://www.cokitos.pt/>. Acesso em 16 de fev. 2019.

⁵⁴ Disponível em: <https://www.cokitos.pt/jogo-construtor-de-area/>. Acesso em 16 fev. 2019.

⁵⁵ Disponível em: <http://www.noas.com.br/ensino-medio/matematica/construtor-de-areas/>. Acesso em 16 fev. 2019.

⁵⁶ Disponível em: <http://www.paebes.caedufjf.net/avaliacao-educacional/matriz-de-referencia/> e <http://paebestri.caedufjf.net/avaliacao-educacional/matrizes-de-referencia/>. Acesso em 16 fev. 2019.

⁵⁷ Disponível em: <http://www.caed.ufjf.br/>. Acesso em 20 de abr. 2019.

⁵⁸ Disponível em: <https://br.ixl.com/> - exige associação para utilizar os materiais disponibilizados. Acesso em 16 de fev. 2019.

⁵⁹ Disponível em: www.socialimpactgames.com. Acesso em 16 de fev. 2019.

várias disciplinas, da Educação Infantil ao 6º ano do Ensino Fundamental, mas nenhum tratava do conceito de área.

Encontramos, então, alguns Objetos de Aprendizagem (OA) dos projetos da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI)⁶⁰ em parceria com o MEC (Ministério da Educação e Cultura), que envolvem o conceito de área. E dentre eles optamos por utilizar o jogo *Geometria no meu Quarto*⁶¹.

Observamos que o OA em questão possui características de muitos dos jogos digitais encontrados durante a pesquisa, podendo ser considerado um jogo digital. Mas, durante todas as buscas que realizamos percebemos que os *games* produzidos para o ensino de Matemática, que muitas vezes são chamados de OA, perdem na qualidade quando comparados aos *games* de diversão, pois geralmente são utilizados como uma atividade virtual, sem os prêmios e a motivação dos *games* não educativos.

Essa questão foi uma das motivações da pesquisa de Sena (2017) que destacou a necessidade de compartilhamento de conhecimento entre os universos industrial e acadêmico. E propôs para isso um documento norteador para ser utilizado por ambas as equipes, pois, segundo ela, o conhecimento sobre *game design* é necessário para que o jogo educativo seja interessante para o aluno. E esse conhecimento nem sempre permeia o mundo acadêmico.

4.3 A ESCOLA CAMPO E OS SUJEITOS DA PESQUISA

A escola campo da pesquisa é uma escola estadual do município de Linhares-ES, o qual dista 130 quilômetros da capital, Vitória, sentido norte. A escola possui uma estrutura nova, pois foi reconstruída recentemente, passando a funcionar nesse prédio em 2014, com as obras ainda em desenvolvimento. Devido à sua localização, bem centralizada em relação à cidade, atende a alunos de todos os bairros e de cidades

⁶⁰ Disponível em: <https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/>. Acesso em 16 de fev. 2019.

⁶¹ Disponível em: <https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/geometria_no_meu_quarto/geometria_no_meu_quarto/Objeto/index.html>. Acesso em 20 de abr. 2019.

vizinhas, como Aracruz (57 km, sentido Sul), Rio Bananal (45 km, sentido Noroeste) e Sooretama (25 km, sentido Norte).

Figura 2. Vista externa da frente e lateral da escola (a) e Vista interna, a partir do piso superior (b).



(a)

(b)

Fonte: Arquivo pessoal.

A escola funciona nos três turnos: matutino, vespertino e noturno, com alunos de Ensino Médio Regular, Curso Técnico em Informática Integrado (apenas matutino e vespertino), Cursos Técnicos: Redes de Computadores, Informática e Design de Interiores (apenas noturno), Curso de Idiomas/SEDU, Atendimento Educação Especializado (AEE), Pré-Enem/SEDU (nas terças-feiras), Ensaios da banda (noturno e finais de semana) e Treinamento de Esportes (noturno e finais de semana). No período da pesquisa havia 879 alunos no matutino, 909 no vespertino e 232 no noturno, tendo ocorrido diminuição desde o início do ano letivo devido aos alunos que trocam de turno e de escola. Vale ressaltar que nas trocas de aula e de professores, são os alunos que mudam de sala, uma tentativa de dispersar as energias e mantê-los ativos durante todo o turno letivo.

A estrutura conta com 22 salas de aulas, funcionando regularmente nos turnos matutino e vespertino e apenas algumas no turno noturno (todas com projetor multimídia e algumas, que ficam próximas à BR, com ar condicionado). Possui internet para os serviços internos, os planejamentos dos professores e para as atividades com os alunos (que muitas vezes fica lenta ou não funciona devido ao grande número de acessos). Suas dependências incluem, ainda, 2 salas de informática com 20 computadores, alguns não funcionando (LIED – Laboratório de Informática Educativa); 1 laboratório móvel (um rack com 40 Chromebook); 1 laboratório de Física e Matemática; 1 laboratório de Biologia e Química; 1 sala de AEE (Atendimento

Educacional Especializado); 1 sala de Idiomas/SEDU; 1 sala de coordenação do Curso Idiomas/SEDU; 1 sala de coordenação escolar; 1 sala de coordenação pedagógica; 1 sala de professores; 1 sala de planejamento de professores; 1 biblioteca; 1 secretaria; 2 salas de arquivos; 1 cozinha/copa de professores; 1 antessala/recepção; 1 cozinha para merenda, com despensa; 1 cantina, com despensa; 1 auditório (250 pessoas); 2 banheiros funcionários; 4 banheiros alunos (2 térreo e 2 no andar superior); 2 banheiros de AEE; 1 espaço para merendeiras/serventes: cozinha, banheiro, vestiário, copa e lavanderia; 1 pátio interno; 1 pátio/refeitório; 1 pátio externo/estacionamento; 1 quadra coberta com vestiário e banheiros; 1 quadra de areia; amplo corredor e 3 elevadores (1 no auditório).

Algumas repartições são cedidas para a comunidade sempre que solicitadas, como o auditório para reuniões e formaturas e a quadra para torneios de empresas da região, por exemplo.

Os professores da escola são, a maioria, efetivos (com exceção dos professores dos Cursos Técnicos e do AEE). Há ainda alguns poucos em Designação Temporária (DT), que são responsáveis por completar e assumir as turmas que sobram após a distribuição das aulas para os professores efetivos. Alguns professores possuem mestrado (um possui doutorado, outros dois estão cursando), o que contribui para a melhoria dos processos de ensino. Vários deles aderiram à utilização de tecnologias educacionais, com atividades *on-line* em sala de aula virtual do *Google Sala de Aula*⁶² ou do *Khan Academy*⁶³, por exemplo. Além de utilizarem com frequência os projetores multimídia, para explicações teóricas, exibição de vídeos e simuladores. O diretor da instituição, em cargo comissionado, ocupa a função há 30 anos. Se aposentará em breve e deixará a escola no final deste ano de 2019.

Os sujeitos participantes da pesquisa foram 40 alunos de uma turma da 2ª Série do Ensino Médio Regular do turno vespertino⁶⁴, na faixa etária de 16-17 anos, residentes em bairros variados da cidade de Linhares: Araçá, Centro, Bebedouro (interior),

⁶² Disponível em: <https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/?modal_active=none>. Acesso em 22 de jun. 2019.

⁶³ Disponível em:< <https://pt.khanacademy.org/>>. Acesso em 22 de jun. 2019.

⁶⁴ Os sujeitos participantes serão mantidos no anonimato e utilizaremos apenas as iniciais de cada nome para referenciá-los.

Interlagos, Lagoa do meio, Linhares V, Movelar, Novo Horizonte, Planalto, Pontal do Ipiranga (interior), Povoação (interior), Shell, São José, Vila Izabel e Santa Cruz. Esta variação dificulta os processos de ensino e aprendizagem no decorrer do ano letivo, pois realidades diferentes proporcionam interesses e interações diferentes (VIGOTSKY, 2010), mas não acreditamos que tenha influenciado diretamente nos resultados alcançados em nossa pesquisa.

Como a autora deste trabalho é a professora de Matemática da turma pesquisada, informamos aos alunos sobre a pesquisa a ser desenvolvida e solicitamos a participação deles. Como consentiram em participar foi entregue a eles os Termos de Consentimento e Assentimento, sendo a pesquisa autorizada pelo Comitê de Ética⁶⁵, por meio do Parecer Consubstanciado, número: 3.236.883, disponível no ANEXO A.

A partir do levantamento feito pelo questionário *on-line* obtivemos o perfil dos alunos, bem como suas opiniões a respeito dos jogos propostos na investigação, descritos na Seção 5.6. Avaliamos, por meio da observação participante e com anotações no diário de bordo (APÊNDICE A), o desempenho e envolvimento dos alunos durante as atividades realizadas. Levamos em consideração nestas análises as percepções, opiniões, ações e comportamentos dos sujeitos participantes.

Constatamos que na turma há 15 meninos e 25 meninas; a maioria mora com os pais (56%), alguns moram apenas com a mãe (24%) e outros com outro integrante familiar como pai e tios, por exemplo (20%). O número de pessoas com quem residem varia entre duas (17%) a sete pessoas (10%), atingindo maior porcentagem os que possuem três pessoas na residência (24%). A maioria dos responsáveis pelos alunos possui Ensino Médio (41,4%), apenas uma pequena parcela possui graduação (10%), sendo considerável o número de estudantes que não sabe a escolaridade de seus responsáveis (17%).

Quanto à renda familiar, a maioria dos estudantes (45%) afirmou que apenas uma pessoa na residência possui serviço com contrato ou carteira assinada. Alguns disseram que dois integrantes da residência trabalham nestas condições (31%) e

⁶⁵ <http://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf>.

outros, ainda, disseram que três ou mais em sua casa possuem trabalho nas condições citadas (24%).

Quando questionados se possuem internet sem fio na residência, a resposta da maioria foi afirmativa (79%). Quanto ao aluno possuir telefone ou outro aparelho com acesso à internet, a quantidade de afirmações foi ainda maior (90%). A finalidade de maior utilização dessa internet variou entre redes sociais (42%), estudos (17%), comunicação via *WhatsApp*⁶⁶ (17%), entretenimento (14% - vídeos/filmes) e jogos (10%). A segunda maior utilização foi: entretenimento (28%), redes sociais (24%), estudos (21%), comunicação via *WhatsApp* (21%), e jogos (7%). Assim como foi possível observar que a porcentagem de alunos que jogam é baixa, observamos também que a maioria dos alunos não inclui estudos em suas principais atividades desenvolvidas com auxílio da internet.

Os alunos que citaram jogos como principais atividades realizadas com a utilização da internet, afirmaram jogar de uma a cinco horas por dia, principalmente à noite. E mesmo dentre os alunos que possuem outras prioridades para a internet há aqueles que aproveitam um momento do dia para essa finalidade, desde alguns minutos a uma hora, também à noite. Os alunos que jogam veem vantagens nessa atividade, como: melhoria da aprendizagem em inglês, ampliação e manutenção das amizades, estímulo da mente e do raciocínio, melhor entendimento e fixação dos conteúdos estudados, e ainda, pode proporcionar “mais conhecimento do que o aluno aprende na escola” (aluno JTV), corroborando com Mattar (2010) e Prensky (2010, 2012).

⁶⁶ *Whatsapp* é um software/aplicativo para *smartphones* utilizado para troca de mensagens de texto instantaneamente, além de vídeos, fotos e áudios através de uma conexão de *internet*. Foi lançado em 2009 pela *Yahoo!* - uma das maiores empresas americanas de serviços para a internet - com sede em Santa Clara na Califórnia, Estados Unidos. Considerado um aplicativo para celulares multiplataforma, o *Whatsapp* é atualmente compatível com todas as principais marcas e sistemas operacionais de *smartphones* do mundo, como o iPhone (iOS), *Android*, *Windows Phone*, *BlackBerry* e *Nokia*. Em 2014 foi vendido para o *Facebook* - maior rede social do mundo - por aproximadamente 16 bilhões de dólares. Os fundadores ainda foram introduzidos ao conselho administrativo do *Facebook*. Em janeiro de 2015, o *Whatsapp* passou a ser utilizado na web, através do navegador do *Google Chrome*, por meio do *WhatsappWeb*. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/whatsapp/>>. Acesso em 13 de out. 2019.

4.3.1 Índices do PAEBES apresentados pela escola campo nos últimos anos

Mesmo as legislações educacionais, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB)⁶⁷, afirmarem que a educação é para todos e o Plano Nacional de Educação (PNE)⁶⁸ sugerir que as escolas trabalhem a individualidade do sujeito para que ele atinja um nível intelectual satisfatório, de modo a se inserir em sociedade. Observamos uma discrepância entre o que se prega na legislação e o que acontece na prática de sala de aula, pois além das avaliações nacionais, denominadas externas, que medem o desempenho do aluno durante uma determinada fase escolar, como o PISA⁶⁹ e o ENEM⁷⁰, por exemplo, temos o PAEBES TRImestral, que mede o nível de aprendizagem dos alunos por trimestre, em cada unidade escolar do Estado do Espírito Santo (além do PAEBES anual que avalia o 3º Ano do Ensino Médio há alguns anos). Esta avaliação é considerada pela SEDU como uma

[...] Avaliação Diagnóstica da Aprendizagem – Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo (PAEBES TRImestral) –, cujo objetivo é dar suporte pedagógico ao professor em sala de aula, numa abordagem voltada para a avaliação formativa do aluno, de forma a identificar previamente suas necessidades e realizar atendimentos específicos, e, assim, evitar dificuldades no fluxo do desenvolvimento individual e assegurar melhores condições de aprendizagem (MARTINS, 2018, p. 50).

E por esse motivo há uma grande preocupação por parte dos professores em aplicar todo o conteúdo previsto no Plano de Ensino Escolar (particular de cada instituição, de acordo com suas especificidades), para que o aluno, ao se deparar com a avaliação

⁶⁷ Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em 13 de out. 2019.

⁶⁸ Plano nacional de educação – Lei Nº 13.005/2014. disponível em: <<http://pne.mec.gov.br/>>. Acesso em 13 de out. 2019.

⁶⁹ PISA (Programme for International Student Assessment) – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – é uma iniciativa de avaliação comparada, aplicada de forma amostral a estudantes matriculados a partir do 7º ano do ensino fundamental na faixa etária dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países. As avaliações do Pisa ocorrem a cada três anos e abrangem três áreas do conhecimento: Leitura, Matemática e Ciências. Disponível em: <<https://sedu.es.gov.br/avaliacoes-nacionais>>. Acesso em 13 de out. 2019.

⁷⁰ ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) foi criado em 1998 com o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da educação básica, buscando contribuir para a melhoria da qualidade desse nível de escolaridade. A partir de 2009 as informações obtidas a partir dos resultados do ENEM, passaram a ser utilizada como mecanismo de seleção para o ingresso no ensino superior, por meio do SISU- Sistema de Seleção Unificado. Atualmente, o SISU é a principal forma de ingresso nos cursos superiores, substituindo os tradicionais vestibulares. Disponível em: <<https://sedu.es.gov.br/avaliacoes-nacionais>>. Acesso em 13 de out. 2019.

citada, tenha estudado os conteúdos previamente. Contudo, tal situação tem gerado frustração, pois se o professor conseguir expor/propor todo o conteúdo previsto não garantirá a aprendizagem dos alunos em tão pouco tempo. E se focar em proporcionar a aprendizagem não consegue levar o aluno ao conhecimento de todos os conteúdos. Em qualquer das situações o desempenho mostrado na prova do PAEBES TRI não será satisfatório para os que propõem a avaliação.

Se a avaliação é diagnóstica, devemos ter tempo para trabalhar os pontos falhos. No entanto, no trimestre seguinte tudo se repete, e no ano seguinte também. E o aluno finaliza o Ensino Médio com grande defasagem, como pode ser comprovado no Observatório do PNE (Meta 7), por meio do acompanhamento e monitoramento do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)⁷¹. Ao final de cada trimestre é disponibilizado no site do CAED⁷², em parceria com a SEDU, os resultados por aluno, por turmas e por escolas. Sendo possível um ranqueamento destes resultados. E a partir deles são cobradas melhorias das instituições que apresentam os menores índices. Então perguntamos, se a educação é para todos e devemos trabalhar a individualidade de cada sujeito, o que justifica avaliações externas ao ambiente escolar que beneficiam àqueles que apresentam melhores resultados?

Isso porque o ENEM avalia o desempenho dos estudantes para ingressarem na universidade e o PAEBES, anual, mede o desempenho das escolas estaduais para pagar o Bônus Desempenho⁷³ aos professores. Estas avaliações externas, padronizadas, são aplicadas para todos os alunos do estado (ou país no caso do ENEM) no mesmo dia e horário e avaliam do mesmo modo todos os estudantes, de

⁷¹ Acompanhamento e Monitoramento do IDEB: <<https://www.observatoriodopne.org.br/indicadores/metas/7-aprendizado-adequado-fluxo-adequado/indicadores>>. Acesso em 13 de out. 2019.

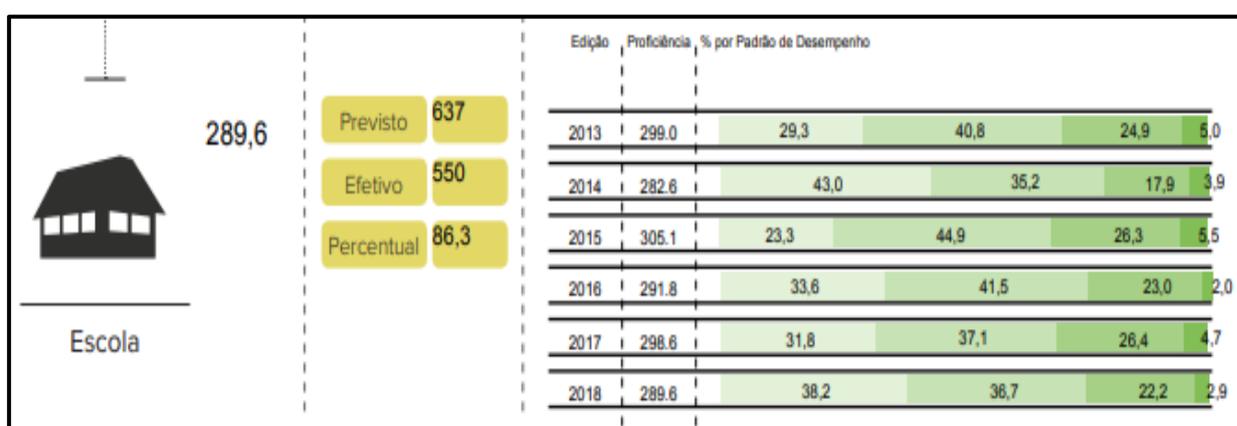
⁷² Disponível em: <<https://sedu.es.gov.br/paebes>> e <<http://www.paebes.caeduffj.net/>>. Acesso em 13 de out. 2019.

⁷³ O Bônus é uma ferramenta criada em 2010 com o objetivo de reconhecer, estimular e valorizar o esforço dos profissionais que atuam na Secretaria Estadual de Educação. É um prêmio em dinheiro concedido anualmente aos profissionais que atuam em escolas e outras unidades da SEDU, calculado com base em indicadores coletivos e individuais. As regras iniciais foram publicadas no Diário Oficial de 01 de jun. 2011, tendo sofrido alterações em seu regulamento desde então. Disponível em: <https://sedu.es.gov.br/Media/sedu/pdf%20e%20arquivos/DE2011_2761_RegulamentaconcessaodaBonificacaoporDesempenhoSEDU.pdf> e <<https://sedu.es.gov.br/bonus-desempenho>>. Acesso em 13 de out. 2019.

todas as regiões. E assim é medido o índice de aprendizagem deles, sem levar em consideração as especificidades de cada educando, instituição ou região.

Apresentamos abaixo os resultados do PAEBES anual da escola campo de pesquisa nos últimos seis anos, relacionados ao desempenho dos estudantes em Matemática. Considerando como referência quatro cores, que representam: abaixo do básico, básico, proficiente e avançado (descritos no Quadro 2).

Figura 3. Variação de notas e porcentagem por padrão de desempenho, a nível de Escola, nos últimos seis anos



Fonte: Adaptado de <http://resultados.caedufjf.net/resultados/publicacao/privado/escola.jsf>.

Figura 4. Ampliação de parte da imagem anterior

Edição	Proficiência	% por Padrão de Desempenho				
2013	299.0	29,3	40,8	24,9	5,0	
2014	282.6	43,0	35,2	17,9	3,9	
2015	305.1	23,3	44,9	26,3	5,5	
2016	291.8	33,6	41,5	23,0	2,0	
2017	298.6	31,8	37,1	26,4	4,7	
2018	289.6	38,2	36,7	22,2	2,9	

Fonte: Adaptado de <http://resultados.caedufjf.net/resultados/publicacao/privado/escola.jsf>.

Percebemos que muitos alunos deixam de realizar a avaliação (percentual de participantes, Figura 3), o que representa parte da resistência e desinteresse pela disciplina de Matemática. A variação ocorrida em relação aos padrões de desempenhos, mostra-se significativa no último ano, ao observamos um aumento no percentual “Abaixo do básico” e diminuição nos percentuais “Proficiente” e

“Avançado”, quando comparada ao ano de 2017. Isso significa que as cobranças neste ano de 2019 são bem acentuadas na tentativa de melhorar os índices de aprendizagem e reverter esses dados.

No Quadro 2 apresentamos a descrição dos padrões de desempenho sobre os quais os estudantes são avaliados ao realizarem a prova do PAEBES, tanto trimestral quanto anual. Dentro desses padrões são avaliados: I – Números e Operações; II – Álgebra e Funções; III – Geometria, Grandezas e Medidas; e IV – Estatística e Probabilidade.

Quadro 2: Descrição geral dos padrões de desempenho apresentados na escala de proficiência do PAEBES

Disciplina	Etapa de escolaridade	Abaixo do Básico	Básico	Proficiente	Avançado
Matemática	5º ano EF	Até 175	175 a 225	225 a 275	Acima de 275
	9º ano EF	Até 225	225 a 300	300 a 350	Acima de 350
	3º ano EM	Até 275	375 a 325	325 a 375	Acima de 375
Características do desempenho dos estudantes		Este padrão aloca estudantes com baixo desenvolvimento das habilidades previstas para a disciplina e a etapa de escolaridade avaliada. Revela a necessidade de intervenção específica junto a esses estudantes.	Neste padrão encontram-se estudantes com desenvolvimento basilar das habilidades previstas na matriz de referência, demandando reforço para formação coerente com a etapa.	Neste padrão situam-se estudantes com desenvolvimento satisfatório das habilidades elencadas para consolidação no estágio observado, o que requer empenho para aprofundar a aprendizagem.	Neste padrão estão estudantes que consolidaram as habilidades avaliadas na disciplina e no ano de escolaridade que demanda novos estímulos e desafios.

Fonte: adaptação de: <http://www.paebes.caedufjf.net/wp-content/uploads/2018/04/ES-PAEBES-2017-RS-RM-WEB.pdf>.

Destacamos aqui a importância de variar os recursos de ensino, com jogos digitais, por exemplo, com intuito de melhorar os índices de aprendizagem mencionados.

Os resultados apresentados são frutos da dedicação de professores e alunos que mesmo diante de grandes esforços não conseguem resultados uniformes. Embora os professores se empenhem em apresentar os conteúdos com algumas variações de recursos, como os que envolvem atividades práticas e tecnologias, os sujeitos envolvidos em cada etapa são únicos e apresentam maneiras individuais de enfrentar determinadas situações.

5 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

5.1 ENSINO DE MATEMÁTICA ATRAVÉS DOS TEMPOS

O ensino da Matemática, que se desenvolveu inicialmente a partir de atividades práticas, passou por muitas transformações no decorrer do tempo, mas não perdeu seu caráter excludente, que ganhou força à medida que os conhecimentos foram se ampliando e se propagando. Pois,

desde o momento em que a Matemática começou a ganhar forma como uma área de conhecimento, já estava associada a uma classe privilegiada, já era considerada uma ciência nobre, desligada dos ofícios, das atividades manuais (MIORIM, 1998, p. 1).

Ou seja, a Matemática, inicialmente prática, passou a ser praticada como atividade intelectual e deixou de ser considerada a Matemática essencial apenas às atividades do cotidiano. “[...] trouxe como consequência a priorização dos estudos teóricos e a desvalorização das aplicações práticas” (MIORIM, 1998, p. 1).

Miorim (1998) faz referência aos tempos do Paleolítico, em que o homem vivia da natureza e não se preocupava em guardar ou registrar posses. O ensino nessa época era de pai para filho, adultos para crianças e se resumia às técnicas de sobrevivência na natureza, todos tinham as mesmas responsabilidades.

No período seguinte, no Neolítico, ao deixar de ser nômade, o homem passou a desenvolver a agricultura e a domesticação de animais. A convivência em aldeias ou comunidades fez com que criasse hierarquias, pois com o significativo aumento da população surgiu a necessidade de “liberar alguns indivíduos do trabalho material, para poder cuidar dos interesses de toda a comunidade” (MIORIM, 1998, p. 7). Tal modo de vida gerou possibilidades de alguns pensarem sobre novas técnicas e novos instrumentos, e, conseqüentemente, novos conhecimentos e apropriação desse saber por grupos privilegiados. A educação que até então era de todos para todos, passou a ser diferenciada e os filhos dos organizadores passaram a ter um tratamento especial.

É o início da educação intencional, sistemática, organizada, violenta e sapiencial⁷⁴. Em princípio, apenas como complementação aos conhecimentos práticos das técnicas, mas, em seguida, como a única forma de educação das classes dirigentes (MIORIM, 1998, p. 8).

Nesse período houve desenvolvimento da Matemática, pois há registros do emprego de ferramentas, utensílios e pinturas, utilizando simetria e geometria. Como apenas alguns recebiam ensinamentos, essa Matemática, que surgiu da observação da natureza, passou a ser para alguns privilegiados, privando os demais da oportunidade de desenvolver os mesmos raciocínios (MIORIM, 1998).

Quando as civilizações egípcias e mesopotâmicas floresceram a sociedade já estava dividida em classes. Além dos governantes-sacerdotes, havia funcionários administrativos, artífices, mercadores, trabalhadores e agricultores. Os governantes administradores iniciaram os primeiros registros das transações realizadas: em riscos para as quantidades e desenhos ou símbolos para os objetos. Nascia, assim, a escrita, emergindo gradualmente da contabilidade (MIORIM, 1998).

Os cálculos eram considerados difíceis e só se conseguia realizá-los, por meio de técnicas digitais e corporais, quem possuía espírito elevado ou alguma ligação com os deuses (MIORIM, 1998). Novamente consideraram a impossibilidade de todos serem capazes de desenvolverem habilidades matemáticas. Observamos aí, a elevação de alguns em detrimento da maioria.

Com o desenvolvimento do cálculo e dos registros criou-se os sistemas de numeração. Os babilônios tiveram maior habilidade com eles por possuírem um sistema de numeração posicional, o que certamente influenciou para a Matemática Babilônica ter se desenvolvido mais que a Egípcia. Entretanto, dentre as operações, as de multiplicação e divisão apresentaram-se como as mais complicadas por um longo período. Até meados do século XVI utilizava-se o ábaco para a contagem e realização destas operações. A escrita e o registro delas eram apenas para príncipes e sacerdotes (MIORIM, 1998), deixando o restante da população distante destas evoluções matemáticas.

Ainda em pleno século XV, quem estivesse interessado em aprender multiplicações e divisões, teria de escolher uma universidade adequada, uma vez que apenas algumas delas, provavelmente da

⁷⁴ Relativo à sabedoria.

Itália, tinham condições de oferecer ‘instruções tão avançadas’ e ainda com o auxílio do ábaco (MIORIM, 1998, p. 9).

Notamos, então, que embora algumas pessoas, geralmente da elite da sociedade, pudessem buscar ou tivessem interesse pela Matemática, não a encontrava em todas as instituições de ensino (escolas). Isso dificultou a propagação do ensinamento e a apropriação desses conhecimentos por uma maior parte da população. O que nos faz pensar que esse é um fator contribuinte para a resistência quanto à sua aprendizagem que se observa na sociedade atual: está inculcado nas pessoas que a Matemática não é para todos.

Quando as escolas se popularizaram e o ensino chegou às camadas sociais com renda mais baixa, a busca pelo conhecimento possibilitou a expansão de certas áreas do saber como a cultura religiosa, cultura política ou cultura popular, deixando as ciências exatas para poucos interessados em enfrentar os desafios. Vale lembrar que o objetivo do ensino era proporcionar uma boa conduta às pessoas, possibilitando a harmonia em sociedade. A Matemática poderia deixar o cidadão mais crítico e isso não era agradável à elite (MIORIM, 1998). Então, ensinava-se o que era mais conveniente em cada época.

No Brasil, por exemplo, o ensino foi, por muito tempo, dominado por padres da Companhia de Jesus, os jesuítas, que aqui chegaram pouco depois de 1500, com objetivo de disseminar o ensino religioso. Nos últimos séculos algumas reformas ocorreram no sistema educacional brasileiro (Benjamin Constant, 1890; Movimento da Escola Nova, 1920, e outras) na tentativa de implementar mudanças no sistema de ensino. Contudo, não surgiram resultados satisfatórios, pois “o ensino continuou a ser entendido como destinado à preparação apenas das profissões liberais – o direito, a medicina, a engenharia” (MIORIM, 1998, p. 89).

A partir de 1930, com o Movimento Internacional para a Modernização do Ensino de Matemática, algumas variações ocorreram no ensino de esta ciência, com o intuito de popularizar seu conhecimento, como afirma Miorim (1998, p. 94):

O objetivo do ensino de Matemática deixava de ser apenas o ‘desenvolvimento do raciocínio’, conseguido através do trabalho com a lógica dedutiva, mas incluía, também, o desenvolvimento de outras ‘faculdades’ intelectuais, diretamente ligadas à utilidade e aplicações da Matemática.

Observamos, que as tentativas do ensino da Matemática da atualidade, voltadas para situações do cotidiano: com intuito de levar o aluno a encontrar sentido no que estuda em sala de aula (BRASIL, 1997, 2000) e fazer uma ponte com o que vivencia em sociedade (BORBA; PENTEADO, 2015), são reflexos dos Movimentos que vêm acontecendo há algumas décadas.

E com esse mesmo objetivo propusemos a utilização dos jogos digitais (PRENSKY, 2010, 2012; MATTAR, 2010) em sala de aula, abordando conteúdos de Geometria, com aplicações em situações do cotidiano. Na tentativa de fazer o aluno perceber que os conhecimentos matemáticos, propagados há tanto tempo, podem sim ser aprendidos por todos que estejam dispostos a se envolver com eles.

5.2 AS “OFICINAS” COM JOGOS DIGITAIS

A Geometria faz com que possamos adquirir o hábito de raciocinar, e esse hábito pode ser empregado, então, na pesquisa da verdade e ajudar-nos na vida! (JACQUES BERNOULLI, *apud* MELLO E SOUZA, 2004, p. 139).

A motivação para a abordagem da geometria, por meio de jogos digitais, vem das observações durante a regência das aulas de Matemática, pois mesmo a geometria estando presente em situações do cotidiano, os alunos têm dificuldades em estabelecer relações entre o que estudam em sala de aula e o que observam no dia a dia. Tal fato nos instiga a buscar alternativas para reverter este quadro, visto que “a Geometria valoriza o descobrir, o conjecturar e o experimentar” (LORENZATO, 1995, p. 4), fatores que contribuem para a melhoria do raciocínio.

Lorenzato (1995) considera importante o ensino da Geometria nas escolas, visto que “a Geometria é a mais eficiente conexão didático-pedagógica que a Matemática possui” (LORENZATO, 1995, p. 4-5), interligando com a Aritmética e com a Álgebra. Os educandos precisam dessas habilidades para ter maior compreensão do mundo e resolver situações do cotidiano, como podemos analisar pela visão do autor:

sem estudar Geometria as pessoas não desenvolvem o pensar geométrico ou o raciocínio visual e, sem essa habilidade, elas dificilmente conseguirão resolver as situações de vida que forem geometrizadas; também não poderão se utilizar da Geometria como fator altamente facilitador para a compreensão e resolução de

questões de outras áreas de conhecimento humano. Sem conhecer Geometria a leitura interpretativa do mundo torna-se incompleta, a comunicação das ideias fica reduzida e a visão da Matemática torna-se distorcida (LORENZATO, 1995, p. 3).

As atividades de geometria para o pré-teste, o teste e o pós-teste (APÊNDICE C, D e E), utilizadas durante a investigação, foram retiradas de livros didáticos e escolhidas com base na metodologia da Resolução de Problemas, envolvendo área de regiões planas e superfícies de objetos tridimensionais que podem ser encontradas em situações do cotidiano. Isso porque “a Resolução de Problema deve ser entendida como uma competência mínima para que o indivíduo possa inserir-se no mundo do conhecimento e do trabalho” (SMOLE; DINIZ, 2001, p. 88).

Consideramos que “a Resolução de Problemas trata de situações que não possuem solução evidente e que exigem que o resolvidor combine seus conhecimentos e decida pela maneira de usá-los em busca da solução” (SMOLE; DINIZ, 2001, p. 89). Quanto maior a quantidade de estratégias possíveis na resolução, mais rico o problema pode ser considerado (SILVA; SIQUEIRA FILHO, 2011).

Nessa perspectiva selecionamos situações que permitem problematização, busca e seleção de informações e resolução de problemas, convencionais e não-convencionais, que possibilitem o processo investigativo (SMOLE; DINIZ, 2001). Como defendem Silva e Siqueira Filho (2011, p. 31):

[...] ante uma situação-problema, as facilidades, dificuldades ou limitações, com relação a certos conceitos matemáticos nelas envolvidos, darão aos resolvidores subsídios para que eles pensem e raciocinem matematicamente e percebam o que ainda precisam apropriar ou clarificar em sua aprendizagem, sobretudo, lapidar a busca por decisões que se convertam em instrumentalização suficiente para solucionar o problema.

Julgamos que durante a realização dos cálculos, tanto nos jogos propostos quanto nos testes, os alunos tivessem interesse para puxar da memória o que conheciam sobre o assunto abordado e desenvoltura para olharem no resumo com as figuras e fórmulas os detalhes que não lembravam para utilizar na resolução. Então, analisamos as atividades propostas valorizando o processo investigativo e os recursos geométricos (raciocínio e algoritmos) utilizados pelos sujeitos da pesquisa.

5.2.1 Classificação de jogos

Apresentamos a seguir algumas definições para termos relacionados a jogos encontrados na literatura.

→ **Jogo:** atividade livre, conscientemente não séria e exterior à vida habitual, capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total. Não é só diversão, pois “envolve elementos altamente estressante e laboriosos. [...] Não existe obrigatoriedade para iniciar e terminar uma partida, o que diferencia o jogo de diversas atividades cotidianas [...]” (ARRUDA, 2011, p. 31). Os jogos devem apresentar objetivo, regras, resultado, entretenimento, fantasia, aventura e elemento oponente, que mantém o jogador ávido por vencê-lo (PARREIRA; FALKEMBACH; SILVEIRA, 2018).

→ **Jogos educativos:** são estimulados em ambientes de aprendizagem atraentes e gratificantes que promovam o desenvolvimento do aluno. Podem se dividir em: jogos de estratégias (dificuldades variadas), jogos de aprender (aplicação de conhecimento) e jogos de adivinhar, envolvendo número ou letras (PARREIRA; FALKEMBACH; SILVEIRA, 2018).

→ **Jogos digitais:** são aparatos técnicos que “configuram-se como artefatos culturais, contemporâneos, baseados em tecnologia da microinformática” (ARRUDA, 2011, p. 25). Permitem representação da realidade rica em detalhes e exige dos jogadores níveis de elaboração mental complexo (ARRUDA, 2011).

Os jogos digitais contemporâneos não possuem diferenças no que concerne à sua concepção de jogo, contudo, quando comparados com jogos de outros tempos, a sua característica hipermidiática intensifica as interações sociais e as experiências vivenciadas pelos jogadores (ARRUDA, 2011, p. 86).

Prensky (2012) define oito tipos de gêneros para jogos: de ação, de aventura, de esporte, de estratégia, de luta, quebra-cabeças, *role-playing games* (RPG) e os de simulação. Para Arruda (2011), “falar em gênero na cultura do jogo digital é falar de um processo em constante movimento e em reconfigurações conceituais, em razão da dinâmica posta pelas tecnologias digitais contemporâneas” (ARRUDA, 2011, p. 61). Apresentamos a seguir três desses gêneros de jogos que mais se relacionam com os jogos educativos, foco da nossa pesquisa:

Jogos de estratégia – o jogador é responsável por algo grande (um exército ou uma civilização inteira) e contribui para a evolução da forma mais conveniente, seja sozinho ou contra oponentes (PRENSKY, 2012).

Quebra-cabeças – são problemas que precisam ser resolvidos envolvendo atenção e grande esforço cognitivo (PRENSKY, 2012).

Simulação – são jogos que simulam situações reais, do cotidiano, como: vida, organização de uma cidade, voo de avião, treinamento militar, direção de veículos, gestão de empresa, dentre outros (ARRUDA, 2011).

→ **Games:** se resumem em motivação e jogabilidade. São “atraentes porque o objetivo principal de seus *designers* é manter o usuário envolvido” (PRENSKY, 2010, p. 128). Com o conjunto das ações e estratégias empregadas conquista e mantém o jogador motivado a completar cada nível (PRENSKY, 2010).

→ **Jogos digitais educativos** ou Jogos Educacionais Digitais: são elaborados para divertir os alunos e aumentar as chances de aprendizagem de conceitos, conteúdos e habilidades presentes no jogo. Fornecem um mundo imaginário que possibilita a aprendizagem por meio de desafios, fantasias e curiosidades (PARREIRA; FALKEMBACH; SILVEIRA, 2018).

→ **Objetos virtuais de aprendizagem** ou Objetos Educacionais (OA ou OV ou OVA): são unidades formadas por um conteúdo didático como vídeo, animação etc., que agregadas a outras formas, formam um novo objeto. É um recurso digital com fins educacionais, com padronização para reutilização (PARREIRA; FALKEMBACH; SILVEIRA, 2018).

Togni *et al.* (2009) descrevem os Objetos de Aprendizagem (OA) como recursos digitais, desenvolvidos pelas TIC, que pode ser utilizados como apoio à aprendizagem e que promovem a aquisição e construção de conhecimento em qualquer nível de escolaridade. Para estes autores, os OA facilitam a representação de situações cotidianas e respectiva análise, aproximando mais a teoria dos problemas do dia a dia. Acreditam que o uso desses recursos favoreça o desenvolvimento de múltiplas estratégias educacionais, “ao ampliar as possibilidades de representar o

conhecimento, [...] visando o estabelecimento de propostas pedagógicas que venham ao encontro das necessidades e expectativas dos alunos” (TOGNI *et al.* 2009, p.2).

Dentre os jogos selecionados para nossa investigação o *Construtor de áreas* pode ser considerado um jogo digital educacional que possui características de um *game*, pois apresenta vários níveis e pontuação que motivam o jogador. Enquanto o jogo *Geometria no meu quarto* pode ser classificado como um OA, pois mesmo havendo interatividade com o jogado apresenta maior foco no conteúdo abordado.

5.2.2 O Projeto RIVED⁷⁵ – MEC

O RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação), produtor do jogo *Geometria no meu quarto*, é um programa da Secretaria de Educação a Distância (SEED), que objetiva a produção de conteúdo pedagógico digital, na forma de OA (Objeto de Aprendizagem) e estimula sua disponibilização em meio virtual para acesso gratuito, almejando melhorar a aprendizagem das disciplinas da educação básica e a formação cidadã do aluno. Esses conteúdos/OA, recursos que podem ser reutilizados para dar suporte ao aprendizado, visam estimular o raciocínio e o pensamento crítico dos estudantes, associando o potencial da informática às novas abordagens pedagógicas.

Para o Projeto RIVED qualquer material eletrônico que provém informações para a construção de conhecimento pode ser considerado um OA, seja em forma de imagem, página HTML⁷⁶ (*Hypertext Markup Language* ou Linguagem de Marcação de Hipertexto, em português), animação ou simulação.

Breve histórico: em 1997 houve o acordo Brasil-Estados Unidos sobre o desenvolvimento da tecnologia para uso pedagógico. A participação do Brasil iniciou em 1999 com parceria entre Secretaria de Ensino Médio e Tecnológica e a SEED, com envolvimento do Peru e da Venezuela no projeto. A equipe do RIVED, na SEED, foi responsável, até 2003, pela produção de 120 OA de Biologia, Química, Física e

⁷⁵ Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br/projeto.php>>. Acesso em 20 de abr. 2019.

⁷⁶ “Desde 1990 que a linguagem HTML está presente nas páginas da web, tendo larga aceitação dos internautas em todo o mundo. [...] Pode-se definir HTML como linguagem de marcação utilizada para criar páginas na web. Foi criada pelo físico britânico Tim Berners-Lee. [...] atualmente, os documentos HTML podem ser interpretados pela maioria dos navegadores (*browsers*) da internet” (PARREIRA; FALKEMBACH; SILVEIRA, 2018, p. 69).

Matemática para o Ensino Médio. Em 2004 a SEED transferiu o processo de produção de OA para as universidades cuja ação recebeu o nome de “Fábrica Virtual”. Com a expansão do RIVED para as universidades, previu-se a produção de conteúdos nas outras áreas de conhecimento, para o Ensino Fundamental, o profissionalizante e o atendimento às necessidades especiais. Com esta nova política, a RIVED, que antes era Rede Internacional Virtual de Educação passou a se chamar Rede Interativa Virtual de Educação.

Para atender aos propósitos do Projeto foi planejado um curso *on-line*, via e-proinfo⁷⁷, ambiente colaborativo de aprendizagem do MEC, para capacitar as equipes selecionadas por meio de editais públicos a desenvolverem os OA. A equipe do RIVED/SEED ficou responsável pelo planejamento, coordenação e tutoria dos alunos do curso. As equipes de produção, nas universidades, foram compostas por: um professor de licenciatura, um professor de Informática e cinco estudantes graduandos (três em cursos de Licenciatura, na área escolhida para a produção dos conteúdos educacionais digitais, dois na área de Informática).

A equipe de construção de OA da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT/Unesp), por acreditar que a interface é muito importante, inseriu um novo personagem na equipe, o Designer Gráfico. E “cada grupo de desenvolvimento passou a ter uma equipe pedagógica, uma tecnológica e uma equipe de design gráfico, sob orientação de professores especialistas na área” (LIMA, 2007, p. 40).

Os OA produzidos são atividades multimídia, interativas, na forma de animações e simulações, que possibilitam testar diferentes caminhos, acompanhar a evolução temporal da relação causa e efeito, visualizar conceitos de diferentes pontos de vista e comprovar hipóteses. Essas atividades interativas oferecem oportunidades de exploração de fenômenos científicos e conceitos muitas vezes não ensinados nas escolas por questões econômicas e de segurança, como por exemplo: experiências em laboratório com substâncias químicas ou envolvendo conceitos de genética, velocidade, grandezas, medidas, força, dentre outras.

⁷⁷ Disponível em: http://e-proinfo.mec.gov.br/e-proinfo/interativo/acessar_espaco_sistema/acessar.htm e < <http://e-proinfo.mec.gov.br/>>. Acesso em 20 de abr. 2019.

De acordo com Silva e Fernandez (2007) alguns critérios devem ser seguidos para a criação de um OA, como evitar imagem estáticas e pouca interatividade, de modo a desenvolver o raciocínio, o pensamento crítico, trazer questões relevantes aos alunos do Ensino Médio e oferecer oportunidade de exploração. A produção segue a proposta metodológica do Projeto RIVED: elaboração do design, roteiros, produção do próprio OA e Guia do professor. Desse modo,

[...] a equipe determina a temática e elabora o “design pedagógico”, que informa, em linhas gerais, como o assunto será abordado e que recursos serão utilizados. Em seguida, discute e analisa tecendo comentários sobre o que foi proposto. Após esse momento, é feita a revisão da proposta, incorporando as sugestões dadas e descartando aquelas consideradas desnecessárias. Concluída essa fase, a equipe elabora o roteiro de construção do objeto, que contém detalhes de cada atividade a ser desenvolvida. A seguir, discute-o e o submete à apreciação de alguns professores da rede de Ensino Médio. Com o feedback, há nova rodada de negociações sobre o que pode ser modificado e o que pode ser mantido. A parte técnica passa a ser implementada e, ao ser concluída, o objeto é submetido a um grupo de alunos e professores do Ensino Médio para validação e certificação do trabalho. Por fim, é elaborado o guia do professor e são definidas especificações de produção e elaboração das interfaces gráficas (SILVA; FERNANDEZ, 2007, p. 34).

Os OA produzidos pelo Projeto RIVED são públicos e ficam armazenados num repositório *on-line*, sendo possível acessá-los por meio do sistema de busca. Pode ser utilizado todo o conteúdo ou apenas algumas atividades, daqueles que contém vários níveis ou etapas. São licenciados pelo *Creative Commons*⁷⁸ e com a licença garante-se os direitos autorais dos conteúdos publicados e a possibilidade de copiar e distribuir o material atribuindo crédito aos autores⁷⁹.

⁷⁸ Uma organização não governamental, sem fins lucrativos, localizada na Califórnia, voltada a expandir a quantidade de obras criativas disponíveis, com menos burocracia. Disponível em: <<https://creativecommons.org/licenses/>>. Acesso em 20 de abr. 2019.

⁷⁹ São Equipes parceiras do RIVED/Fábrica Virtual: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS), Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Universidade de Brasília (UnB), Instituto Federal de Goiás - Campus Goiânia (CEFET – GO), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI) e Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

5.2.3 O Projeto PhET Simulações Interativas

O jogo *Construtor de Áreas*, também licenciado pelo *Creative Commons*, foi desenvolvido pela *PhET Interactive Simulations*⁸⁰, disponibilizado no próprio site e no site da CNEC NOAS⁸¹, do Colégio Cenecista Dr. José Ferreira (Uberaba – MG).

O Projeto PhET Simulações Interativas, da Universidade de Colorado Boulder, nos Estados Unidos, foi criado em 2002, com objetivo de desenvolver simulações interativas gratuitas de Matemática e ciências. As simulações PhET são ferramentas flexíveis que podem ser usadas de muitas maneiras. Dentre os patrocinadores e parceiros deste Projeto tem-se a Pearson⁸² e a CNEC Sistema de Ensino.

A Pearson é uma empresa multinacional britânica de publicação e educação com sede em Londres, no Reino Unido. É considerada a maior editora de livros e a maior empresa de educação do mundo, que busca ajudar estudantes de todas as idades e estágios de aprendizado a encontrarem a realização pessoal e profissional. Dentre as suas publicações citamos “Games em educação: como os nativos digitais aprendem” (MATTAR, 2010), referencial de nossa pesquisa.

O CNEC⁸³ (Campanha Nacional de escolas da comunidade) é uma organização do conhecimento, presente em 18 estados brasileiros e no Distrito Federal. O NOAS (Núcleo de Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Significativa) é um núcleo de computação aplicada, pertencente ao Sistema de Ensino CNEC destinado ao desenvolvimento de objetos de aprendizagem, que faça referência à realidade do aluno proporcionando sentido para ele. As simulações computacionais (*applets* Java, animações em *flash*, realidade virtual) permitem ao aprendiz a interação necessária à compreensão dos fenômenos estudados.

⁸⁰ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/ e https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations. Acesso em 08 de jun. 2019.

⁸¹ Disponível em: <http://www.noas.com.br/>. Acesso em 08 de jun. 2019.

⁸² Disponível em: <https://br.pearson.com/>, <https://br.pearson.com/sobre-nos.html>. Acesso em 08 de jun. 2019.

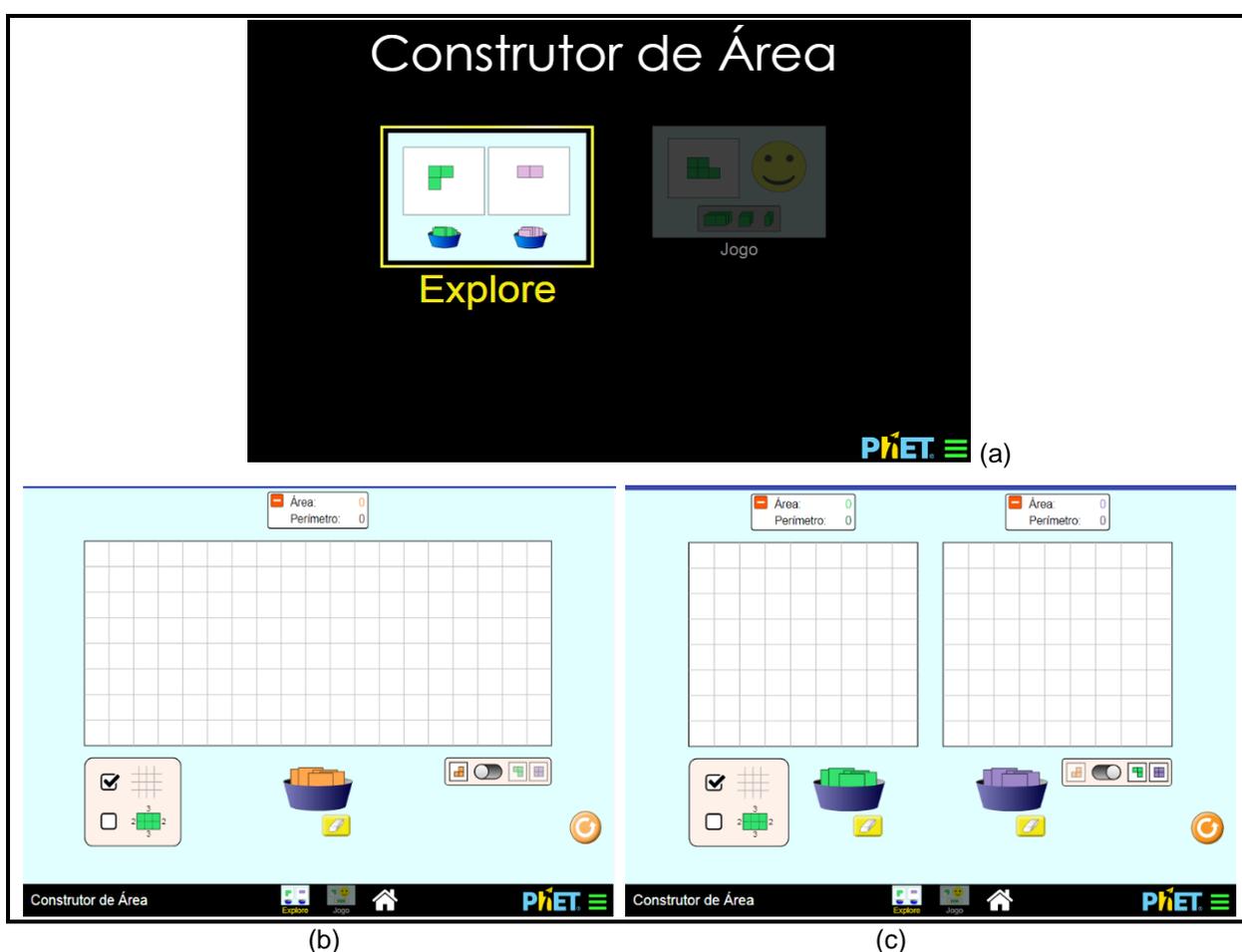
⁸³ Disponível em: <http://cneec.br/lp/cneec-mantenedora/>. Acesso em 08 de jun. 2019.

5.3 DESCRIÇÃO DOS JOGOS UTILIZADOS

5.3.1 Jogo *Construtor de Áreas*

Ao iniciar o jogo *Construtor de Áreas* o jogador tem a opção de entrar no jogo (Figura 6) ou exercitar os conceitos de área e de perímetro no campo exploratório (Figura 5. a, b e c). Neste campo pode ser habilitada a opção de malha quadriculada e a representação das dimensões de área e de perímetro à medida que as figuras são construídas.

Figura 5. Apresentação inicial do jogo *Construtor de áreas* – home.

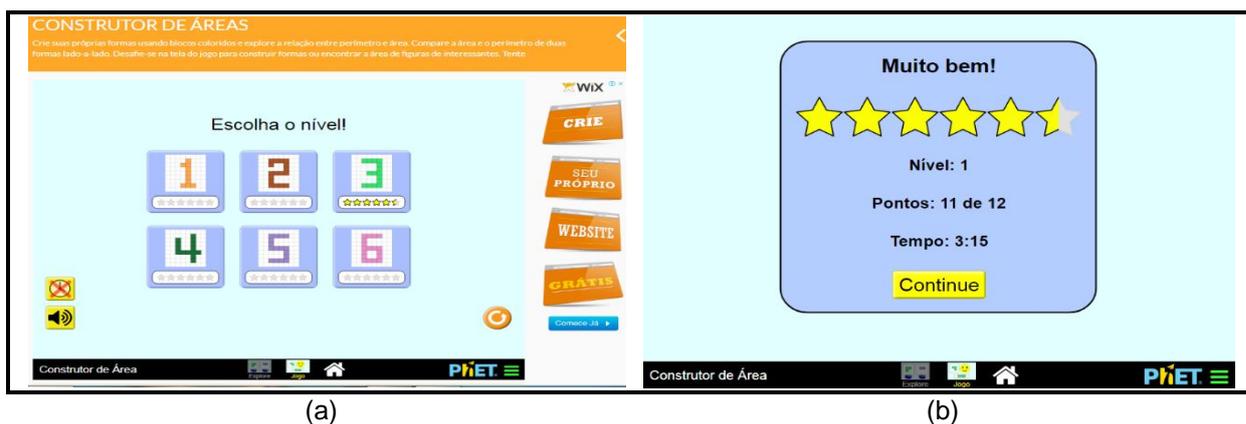


Fonte: <http://www.noas.com.br/ensino-medio/matematica/construtor-de-areas/>.

Na opção “Jogo” o jogador se depara com seis níveis (Figura 6, a), com graus de dificuldades diferentes. O botão restaurar/reiniciar permite voltar à tela inicial sempre que se queira. Mas, ao voltar no meio de um nível em execução, são perdidas todas as tentativas e o nível deve ser iniciado novamente. A contagem de pontos finaliza apenas se um determinado nível for encerrado.

O jogo pode ser iniciado por qualquer dos níveis e as estrelas serão marcadas de acordo com o progresso do jogador (Figura 6, b), atingindo as seis se forem acertadas todas as atividades propostas em cada nível. Para cada acerto, ganha-se 2 pontos. O jogador tem a opção de habilitar o som e o tempo, tornando a atividade mais divertida (Figura 6, a).

Figura 6. Tela inicial com os seis níveis do jogo e o término do primeiro nível

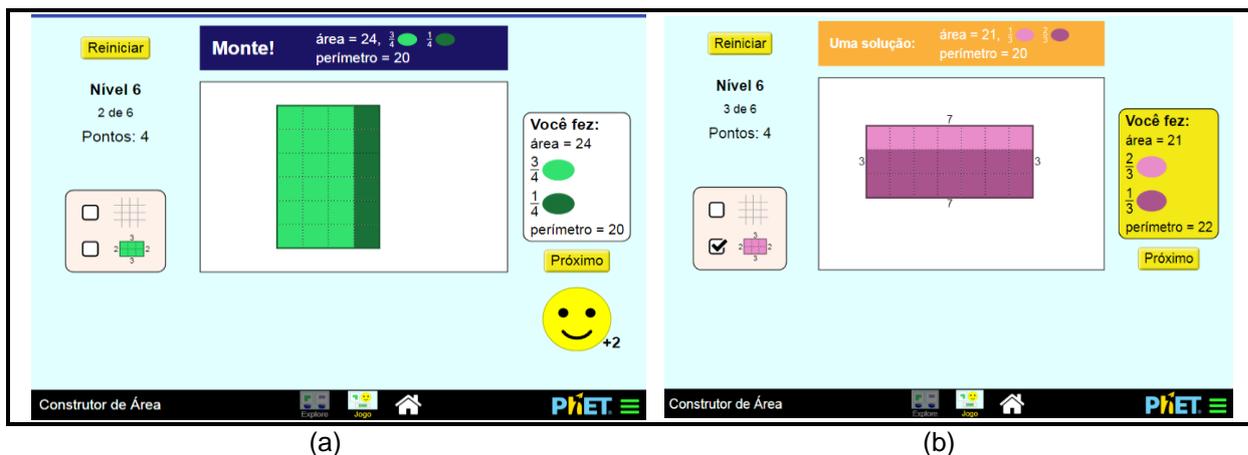


Fonte: <http://www.noas.com.br/ensino-medio/matematica/construtor-de-areas/>

Cada nível do jogo contém seis atividades. Os níveis de 1 a 4 abordam os conceitos de área e de perímetro, que devem ser trabalhados a partir da solicitação/instrução do jogo e com observação e atenção nas figuras formadas ao manipular as peças coloridas. Algumas das atividades, envolvem o cálculo mental, que deve ser empregado a partir das observações do jogador frente às solicitações do jogo; nos níveis 5 e 6, além do conceito de área, é abordada a ideia de fração e o jogador precisa ficar atento aos comandos e se empenhar para conquistar as seis estrelas.

Em cada atividade, se o jogador acertar recebe uma carinha feliz com a pontuação obtida ao lado (Figura 7, a). Se errar, recebe uma carinha triste. Ao errar pela segunda vez o jogo oferece a solução e a pontuação não é contada (Figura 7, b). Se acertar na segunda tentativa, recebe apenas 1 ponto pelo esforço.

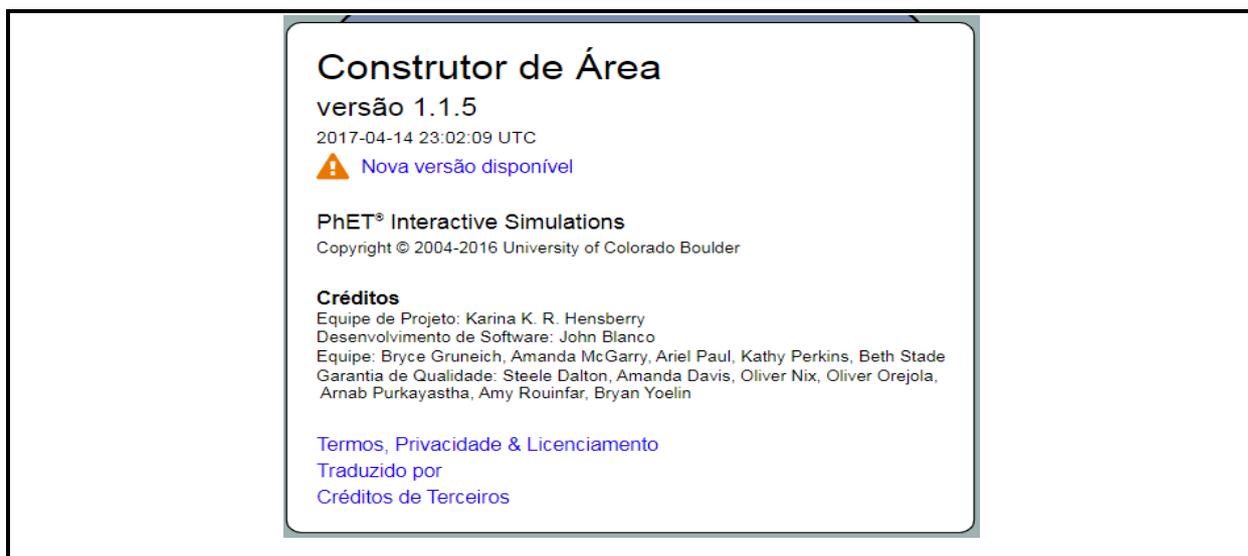
Figura 7. Apresentação do nível 6, em execução, atividades 2 e 3.



Fonte: <http://www.noas.com.br/ensino-medio/matematica/construtor-de-areas/>

Ao terminar um nível as estrelas obtidas ficam visíveis (Figura 6, b), ajudando o jogador a se orientar e escolher outro nível para a próxima jogada. Ao Clicar na logo do Projeto PhET é possível visualizar os desenvolvedores do jogo (Figura 8).

Figura 8. Equipe de desenvolvedores do jogo *Construtor de Áreas*.



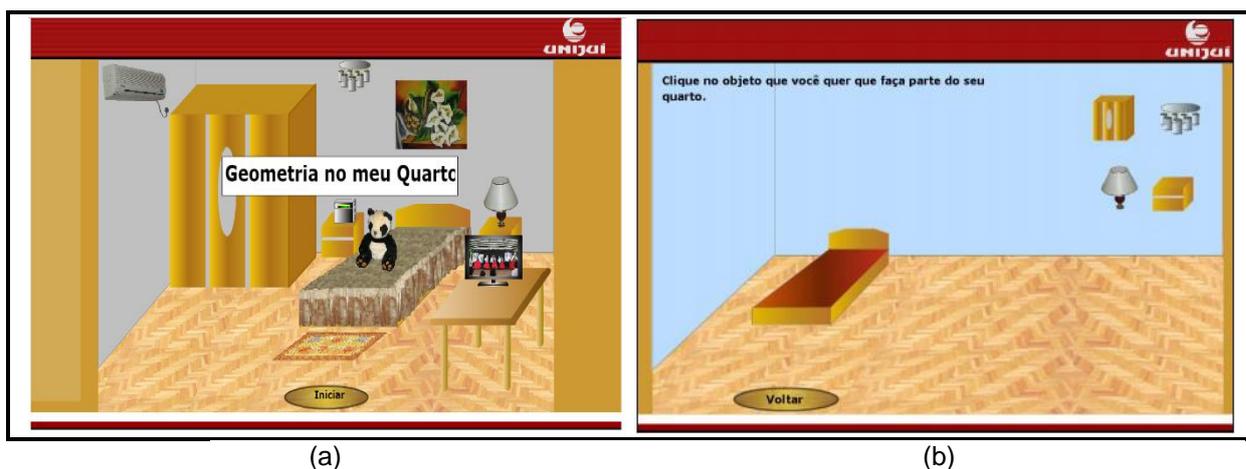
Fonte: <http://www.noas.com.br/ensino-medio/matematica/construtor-de-areas/>.

5.3.2 Jogo *Geometria no meu quarto*

O jogo *Geometria no meu quarto*⁸⁴ foi desenvolvido pela equipe RIVED da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), podendo ser visualizada na última tela apresentada pelo jogo (Figura 15). Este jogo aborda a área da superfície de objetos tridimensionais possíveis de serem encontrados em um quarto: cilindro (lustre), paralelepípedo (guarda-roupa), cubo (criado-mudo) e o tronco de cone (abajur).

Ao abrir o jogo aparece a primeira tela (Figura 9, a) e ao clicar em “Iniciar” visualizamos a segunda tela que sugere a mudança de cor da parede do quarto. Em seguida surge uma pessoa instigando o jogador a refletir se alguns objetos geométricos podem ser colocados em um quarto.

Figura 9. Telas iniciais do jogo/OA *Geometria no meu quarto* (1ª e 4ª telas)



Fonte:

https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/geometria_no_meu_quarto/geometria_no_meu_quarto/Objeto/index.html.

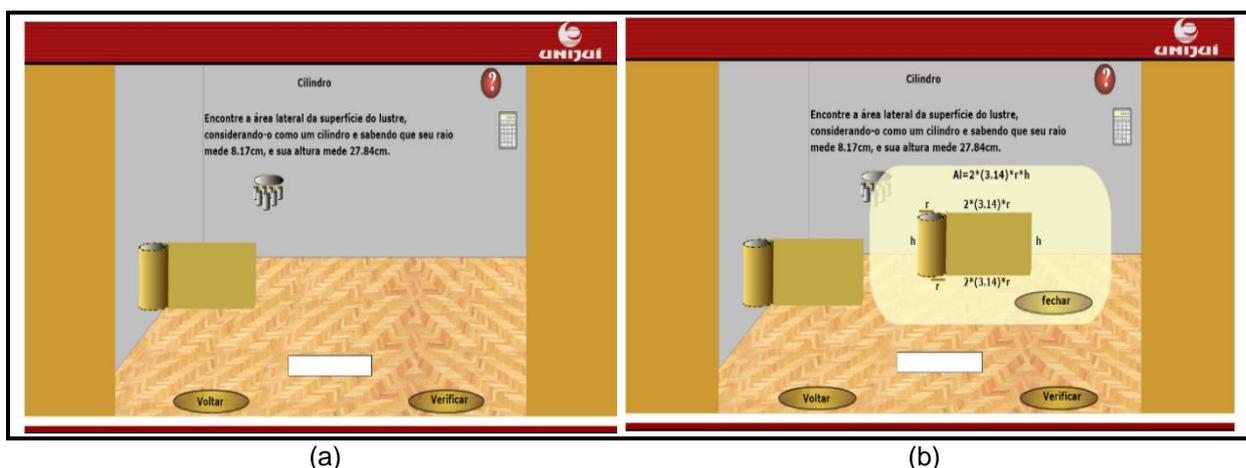
Na quarta tela (Figura 9, b) o jogador é induzido a escolher um objeto para iniciar as etapas do jogo. Clicando sobre o objeto escolhido, ele ganha destaque na tela e, aparece uma situação-problema associando o objeto real ao objeto tridimensional que o representa.

⁸⁴ O jogo apresenta um tutorial que se encontra disponível em: <https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/manuais_fabrica/geometria_quarto.pdf>. Acesso em 09 abr. de 2019.

Escolhendo como primeira opção o lustre/cilindro (Figura 10, a) é solicitado que se calcule a área lateral de sua superfície, sendo fornecida a medida do raio e da altura do objeto que varia cada vez que o jogador o escolher. O jogador deve lembrar que um cilindro planificado se torna, na lateral, um retângulo de comprimento igual ao comprimento da circunferência da base ($2 \cdot \pi \cdot r$).

Para cada objeto escolhido é oferecida a opção de ajuda, representada pelo botão “?” (Figura 10, b), caso o aluno não se lembre da fórmula para os cálculos solicitados. Fornece, ainda, a calculadora (figura de uma calculadora) para ajudar com os cálculos que envolvem números decimais, que tornam cada desafio mais complexo para o jogador.

Figura 10. Telas do jogo/OA *Geometria no meu quarto* (5ª tela e suas variações)



Fonte:

https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/geometria_no_meu_quarto/geometria_no_meu_quarto/Objeto/index.html

Se o jogador errar o cálculo, recebe uma mensagem sugerindo a visualização da ajuda e a mensagem será repetida até que o cálculo esteja correto. Caso o jogador acerte o cálculo, recebe uma mensagem de felicitação e, ganha por isso um brinde (para o cálculo do cilindro, um quadro de parede). A mesma mensagem solicita que o jogador retorne e escolha outro objeto que compõe o quarto.

Para a continuidade do jogo o cilindro/lustre, já calculado, não aparece entre as opções de escolha (Figura 11) permitindo a concentração da atenção nos demais objetos.

Figura 11. Tela do jogo/OA *Geometria no meu quarto* (6ª tela)

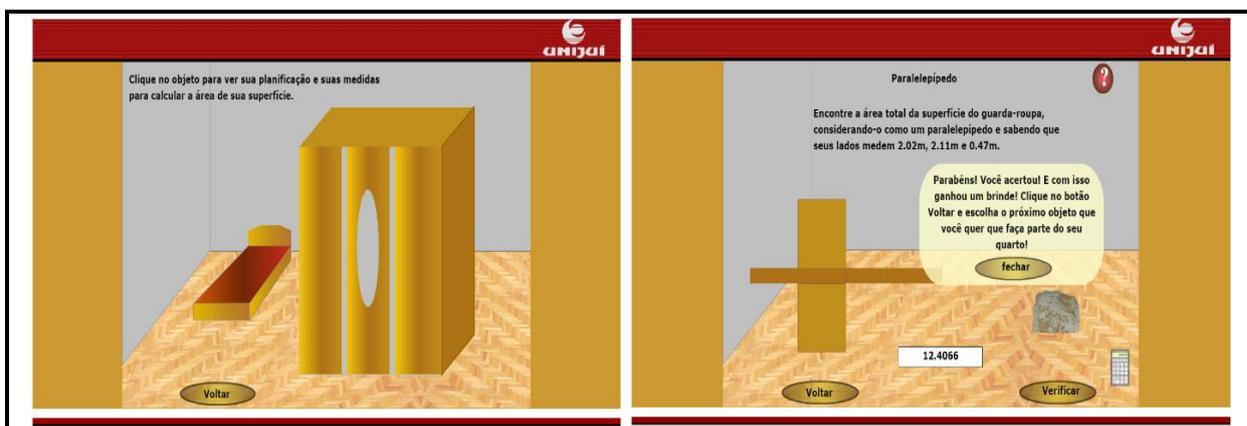


Fonte:

https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/geometria_no_meu_quarto/geometria_no_meu_quarto/Objeto/index.html.

Escolhendo o guarda-roupa/paralelepípedo (Figura 12, a) é solicitado o cálculo de sua área total. O jogador precisa lembrar que esse objeto geométrico planificado é composto por três retângulos diferentes (Figura 12, b), possuindo altura, largura e profundidade, sendo necessária a realização do cálculo da área dos três retângulos. Ao acertar o resultado o jogador recebe de brinde uma colcha para a cama.

Figura 12. Telas do jogo/OA *Geometria no meu quarto* (7ª e 9ª telas e variações)



(a)

(b)

Fonte:

https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/geometria_no_meu_quarto/geometria_no_meu_quarto/Objeto/index.html.

A situação descrita acima se repete quando o jogador escolhe o criado-mudo/cubo, sendo apresentada a medida do lado. Entretanto o cubo é um objeto geométrico que possui todos os seis lados com mesma dimensão, basta realizar o cálculo para um

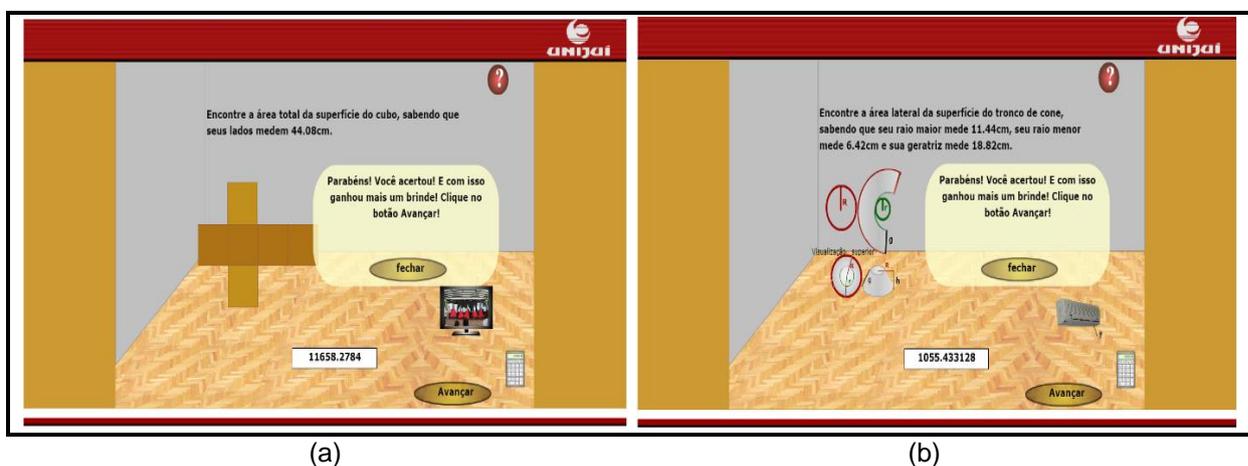
dos lados e após multiplicar por seis obtendo, assim, a área de toda a superfície do móvel. O brinde para o acerto deste cálculo é um tapete para o quarto.

Ao retornar mais uma vez, resta apenas um objeto, o abajur/tronco de cone, do qual deve ser calculada a sua área lateral. Se acertar o cálculo o jogador ganha um ursinho de pelúcia para sua decoração.

Ao finalizar os cálculos dos quatro objetos apresentados é solicitado ao jogador que avance. Uma pessoa aparece outra vez no jogo sugerindo que sejam realizados novos cálculos para adquirir mais objetos para a decoração do quarto.

Ao dar continuidade ao jogo não é permitido escolher o objeto a ser calculado e aparece o paralelepípedo planificado com suas respectivas dimensões. Ao acertar o cálculo, ganha-se uma mesa. O mesmo acontece com o cilindro e o brinde para o acerto é um rádio. Para o novo cálculo do cubo o brinde é um aparelho de TV (Figura 13, a). E para o novo cálculo do tronco de cone o brinde é um aparelho de ar condicionado (Figura 13, b).

Figura 13. Telas do jogo/OA *Geometria no meu quarto* (16ª e 18ª telas e variações)



Fonte:

https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/geometria_no_meu_quarto/geometria_no_meu_quarto/Objeto/index.html

Para todos os objetos escolhidos no decorrer do jogo é fornecida a opção de ajuda e a calculadora. As dimensões são apresentadas em centímetros, exceto a do guarda-roupa/paralelepípedo que é fornecida em metros devido ao tamanho do objeto.

O jogo se encerra parabenizando o jogador por todas as conquistas obtidas no decorrer das etapas. E sugere que ele organize os objetos no quarto de acordo com seu gosto, permitindo a manipulação dos objetos na tela/cenário (Figura 14). O vídeo se torna ativo na TV e é possível assisti-lo enquanto manipula os objetos.

Figura 14. Telas do jogo/OA *Geometria no meu quarto* (19ª e 20ª telas)



Fonte:

https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/geometria_no_meu_quarto/geometria_no_meu_quarto/Objeto/index.html.

Ao clicar em “Sair” a última tela é exposta (Figura 15), apresentando a equipe de desenvolvedores do jogo digital, ou OA, coordenada pela Professora Ms. Tânia Michel Pereira.

Figura 15. Tela do jogo/OA *Geometria no meu quarto* (21ª tela)



Fonte:

https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/geometria_no_meu_quarto/geometria_no_meu_quarto/Objeto/index.html.

Percebemos nesta equipe uma das preocupações levantadas por Sena (2017) ao enfatizar que desenvolvedores de jogos (da área da informática e tecnologia) e equipes pedagógicas (que entendem de conteúdo específico) devem trabalhar em conjunto, para que os jogos digitais educativos produzidos alcancem com êxito os alunos, os quais devem ser os mais beneficiados com a motivação e a jogabilidade.

5.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Segundo Rego (1995) e Vigotsky (2010) os jogos estimulam o crescimento individual e social. Os alunos aprendem por meio do jogo atitudes de comportamentos, sentimentos de cooperação, competição e participação, que os auxiliarão em situações do cotidiano e contribuirão para as vivências sociais. Os PCN também defendem a utilização de jogos no processo de ensino, pois este recurso,

Além de ser um objeto sócio cultural em que a Matemática está presente, o jogo é uma atividade natural no desenvolvimento dos processos psicológicos básicos; supõe um 'fazer sem obrigação externa e imposta', embora demande exigências, normas e controle. [...] mediante articulação entre o conhecimento e o imaginado, desenvolve-se o autoconhecimento – até onde se pode chegar – e o conhecimento dos outros – o que se pode esperar e em que circunstâncias. [...] possibilitam compreensão, geram satisfação, formam hábitos que se estruturam num sistema. Por meio dos jogos as crianças não apenas vivenciam situações que se repetem, mas aprendem a lidar com símbolos e a pensar por analogia [...], tornam-se produtoras de linguagens, criadoras de convenções [...]. Essa compreensão favorece sua integração num mundo social [...] (BRASIL, 1997, p. 35).

Os PCN consideram, ainda, os jogos como métodos de aprendizado ativo e interativo, que por meio deles,

os alunos alcançam o aprendizado em um processo complexo, de elaboração pessoal, [...] permitindo ao aluno se comunicar, situar-se em seu grupo, debater sua compreensão, aprender a respeitar e a fazer-se respeitar; dando ao aluno oportunidade de construir modelos explicativos, linhas de argumentação e instrumentos de verificação de contradições; criando situações em que o aluno é instigado ou desafiado a participar e questionar; valorizando as atividades coletivas que propiciem a discussão e a elaboração conjunta de ideias e de práticas [...] (BRASIL, 2000, p. 52).

As regras empregadas nos jogos contribuem para a aceitação e a cooperação em atividades grupais, favorecem o desenvolvimento cognitivo, emocional, moral e social,

e é ainda, um importante estímulo para o raciocínio lógico. O desafio que os jogos proporcionam geram competitividade, interesse e prazer. Ao serem utilizados em ambiente escolar, devem ser analisados previamente pelo professor, ou equipe pedagógica, a fim de avaliar as potencialidades educativas que se deseja desenvolver (BRASIL, 1997).

Os jogos digitais envolvendo o conceito de área, o *Construtor de áreas* e o *Geometria no meu quarto*, foram analisados e avaliados com base nas Heurísticas de usabilidades de jogos propostos por Federoff (2002) e com base nos Princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), defendida por Mayer (2003, 2009b), levando em consideração as percepções e opiniões dos alunos, bem como a motivação deles durante o desenvolvimento das atividades. As Heurísticas e os Princípios da TCAM estão descritos nas Subseções 5.4.1 e 5.4.2, que seguem. Suas respectivas análises estão descritas nas Subseções 5.6.2 e 5.6.3.

5.4.1 Heurísticas de usabilidade de jogos propostas por Federoff

As Heurísticas de usabilidade⁸⁵ de jogos digitais, envolvem eficácia, eficiência e satisfação⁸⁶. Embora a autora se refira a jogos de entretenimento, concordamos com o fato de a satisfação ser considerada em detrimento as outras características citadas, influenciando na usabilidade e na jogabilidade⁸⁷. Pois quando se trata de jogos educacionais, como os que utilizamos na pesquisa, o aluno deve se sentir confortável ao jogá-lo e a exercitar seus conhecimentos no jogo, visto que a satisfação advém de ambientes divertidos, imersivos e de boas experiências (FEDEROFF, 2002). Como acontece com muitos jogos comerciais, de entretenimento, encontrados no mercado.

Um consumidor pode precisar comprar ou usar outro software para executar tarefas necessárias, mas um jogo é comprado em uma base

⁸⁵ Heurísticas de usabilidade são os princípios de usabilidade identificados e treinados por avaliadores, usados para avaliar a qualidade do design de software. A heurística fornece uma compreensão clara dos princípios com os quais um design é construído (FEDEROFF, 2002).

⁸⁶ Eficácia: “precisão e integridade dos usuários atingirem metas definidas”; eficiência: mínimo de “recursos gastos para complementar metas”; satisfação: “atitude dos usuários” (FEDEROFF, 2002, p. 7).

⁸⁷ “Jogabilidade é o conjunto das ações e estratégias empregadas pelos *designers* de *games* para conquistar e manter o jogador envolvido, motivado a completar cada nível em um *game* inteiro” (PRENSKY, 2010, p. 130).

voluntária puramente por valor de entretenimento. Se um jogo não é divertido de jogar, ele não será vendido no mercado (FEDEROFF, 2002, p. 5. Tradução nossa).

Os jogos, de *videogames* da atualidade, oferecerem desafios moderados e oportunidade de o jogador dominar suas habilidades, com “motivação suficiente para as pessoas se envolverem” (FEDEROFF, 2002, p. 9). A satisfação do jogador torna a atividade divertida. E como os desenvolvedores de jogos de entretenimento têm o considerável cuidado, no processo de design, para garantir a satisfação dos jogadores (MATTAR, 2012), acreditamos que nos jogos educacionais este cuidado deve ser mantido para que os objetivos do jogo sejam alcançados, como a revisão e a fixação de conceitos estudados em sala de aula, por exemplo.

Federoff (2002) constatou que os jogos podem ser avaliados em três áreas: a interface, a mecânica e o jogo propriamente dito. Que se relacionam à funcionalidade e à satisfação do jogo – sendo a interface de pontuação a que mais influencia – ficando o design de jogos a cargo da equipe de desenvolvedores para que todas essas áreas funcionem corretamente. A autora decreve o que caracteriza cada parte do jogo:

- **Interface:** dispositivo por meio do qual o jogador interage com o jogo. É a representação visual de controles de software que os jogadores usam para configurar seus jogos, participar de um tutorial, mover-se através do jogo, obter seu status, salvar e sair do jogo. Envolve as partes usadas para controlar fisicamente o jogo, como controlador, joystick, mouse ou teclado.

- **Mecânica:** é uma combinação de animação e programação que simboliza a parte física do jogo. É o “processo pelo qual um jogador atinge o objetivo do jogo” (FEDEROFF, 2002, p. 11). Envolve os aspectos testados pela garantia da qualidade, em empresas de jogos, para que não sejam vendidos jogos quebrados ou com erros de programação. A Mecânica inclui as possibilidades de movimentação do jogador no ambiente do jogo (caminhar, correr, pular, dirigir, dirigir pela estrada, sair da estrada, etc.). Os animadores constroem os recursos, os programadores os implementam no mecanismo do jogo e os *designers* os colocam nos ambientes do jogo, constituindo a sua mecânica.

- **Jogo:** “inclui os problemas e desafios que um jogador deve enfrentar para tentar ganhar o jogo [...]” (FEDEROFF, 2002, p. 12).

De acordo com Federoff (2002) esses aspectos podem variar com base no gênero (aventura, *role-playing*, por exemplo) e na plataforma (computador, console e outros) do jogo. Mas a usabilidade, que relaciona os três, é semelhante de um *software* para outro e esta não deve ser avaliada sem levar em consideração o contexto.

Ao fazer levantamento na literatura sobre heurísticas de *design* de jogos Federoff (2002) encontrou dez (10) heurísticas que dizem respeito à interface de usuário, duas (2) que dizem respeito à mecânica do jogo e dezenove (19) envolvendo o jogo. Isso significa, segundo a autora, que dentre os três fatores, o jogo é o elemento mais importante para a usabilidade do produto.

As heurísticas de usabilidade são usadas por avaliadores para medir a qualidade do *design* de um *software*. Esta avaliação exige de três a cinco avaliadores e cada um gasta em média duas horas para fazer a análise da interface. A heurística também fornece uma compreensão clara dos princípios com os quais um *design* é construído. Mesmo sabendo que as heurísticas não foram criadas com a finalidade de avaliar jogos, pois abordam apenas a interface e a mecânica, elas podem ser utilizadas para tal finalidade, basta fazer adaptações para a jogabilidade (FEDEROFF, 2002). Logo,

Esta ferramenta, normalmente usada para avaliar a usabilidade de interfaces de software, também pode ser útil na avaliação da usabilidade dos jogos. No desenvolvimento de jogos, heurísticas podem ser usadas para produzir jogos de sucesso de forma mais consistente; [...] uma lista de heurísticas de jogos poderia ser usada para incorporar diversão em novos produtos para possivelmente aumentar a satisfação do cliente. [...] seriam diretrizes para a criação e avaliação de um jogo utilizável. E se é utilizável, satisfaz o cliente (FEDEROFF, 2002, p.15-16. Tradução nossa).

De acordo com Federoff (2002) os jogos produzidos para o mercado, são avaliados por testadores que possuem alguma familiaridade com o gênero do jogo. Esses testadores procuram possíveis falhas sinalizadas pelos desenvolvedores, mas não oferecem sugestão de qualificação que possam ser utilizadas novamente pela equipe de produção. Pois os testes, normalmente acontecem na fase final de criação dos jogos, pouco antes deles irem para o mercado.

Então, tendo como base as pesquisas feitas na literatura, a investigação realizada em uma empresa de produção de jogos de médio porte e as dez Heurísticas de

usabilidade de Nielsen e Molich publicado em 1994⁸⁸, Federoff (2002) definiu 14 heurísticas para jogos, que destacamos a seguir (tradução nossa), as quais utilizaremos na Subseção 5.6.2 para avaliar os jogos escolhidos para nossa investigação. São elas:

1^a. Os controles devem ser customizáveis e respeitar as condições de padrões da indústria, de modo que o jogador consiga entender as funções de cada botão através de *feedback* apropriado num prazo razoável;

2^a. Os controles devem ser intuitivos e mapeados de modo natural, mantendo um padrão de apresentação em linguagem comum aos usuários (não formal);

3^a. As opções de controles devem ser suficientes e necessárias, permitindo a liberdade do usuário em refazer uma ação ou sair de uma situação indesejada;

4^a. A interface deve ser possivelmente não intrusiva, desenvolvida exclusivamente para o público ao qual é destinado, permitindo aos usuários se sentirem confortáveis e seguros independentemente de suas habilidades ou tipo de console utilizado;

5^a. A interface principal deve ser escondida durante o jogo, evitando distração e utilização de memória desnecessária;

6^a A pontuação/status deve estar sempre visível ao jogador, permitindo-o identificar em qual desafio ou pontuação está, de modo a minimizar a carga de memória;

7^a. A curva de aprendizagem deve direcionar o jogador, de modo que o sistema possa atender os diversos usuários, independentemente do nível de experiência;

8^a. As interfaces devem ser amigáveis e consistentes: no controle, cor, tipografia e design de diálogo. Possuindo padrão de desenvolvimento de botões, diálogos e escritas, com informações relevantes;

⁸⁸ As dez Heurísticas de usabilidade, de Nielsen e Molich (1990; 1994) são: Visibilidade no status do sistema; Correspondência entre a interface do sistema e o mundo; Liberdade controle do usuário; Consistência e padronização; Prevenção de erros; reconhecimento e não lembrança; Flexibilidade eficiência de uso; Estética e design minimalista; Ajudar os usuários a reconhecer; ajuda e documentação (NASCIMENTO, 2017; FEDEROFF, 2002).

9^a. Os níveis de menu da interface devem ser minimizados, mas permitir voltar a ela sempre que necessário;

10^a. O som deve ser utilizado para oferecer um *feedback* positivo, facilitando a identificação de erros e pontuação obtida;

11^a. As orientações do jogo devem constar no manual, de como o jogador deve interagir com os desafios, sem esperar que o usuário o leia;

12^a. O jogo deve apresentar recursos para a prevenção, identificação e recuperação de erros, por meio de mensagens de avisos em linguagem simples, indicar o problema e sugerir solução;

13^a. Ao jogador deve ser permitido salvar o jogo em variados níveis de execução;

14^a. As interfaces e imagens devem ser intuitivas, claras e objetivas ao jogador.

Avaliamos os jogos utilizados durante a pesquisa, o *Construtor de áreas* e o *Geometria no meu quarto*, com base nestas heurísticas. Consideramos as percepções dos alunos durante as interações, com intuito de verificar se estes jogos garantem satisfação e jogabilidade aos jogadores.

5.4.2 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia - TCAM

Mayer (2003, 2009a, 2009b), bem como Prensky (2010, 2012) e Mattar (2010, 2017) defendem os processos cognitivos desenvolvidos por meio da aprendizagem ativa. No desenvolvimento de metodologias ativas de ensino e de aprendizagem, o aluno é o responsável por buscar a aprendizagem (procurar o conteúdo, seja em livros ou em materiais digitais disponíveis na internet) e construir o seu conhecimento com o professor sendo o mediador deste processo (MATTAR, 2017).

Na metodologia ativa os alunos envolvem-se nos processos cognitivos durante a aprendizagem, ampliando suas compreensões dos saberes compartilhados. Essa forma de aprender requer métodos de ensino que promovam atividades práticas durante o processo, que estimulem a descoberta e a investigação. Mayer (2009b) acredita que nos métodos de instrução passiva, como em apresentações multimídia e

simulações, o aluno também pode alcançar a aprendizagem, visto que ele se orienta em busca do conhecimento, aprendendo por observação e análise do que ouve e visualiza. A etapa de discussão e debate, que geralmente se sucede às visualizações, permitem a construção do conhecimento por meio da interação. Nesse sentido Prensky (2010, 2012) defende a utilização de jogos digitais, que possibilitam ao jogador aprender por observação e análise, tentativa e erro, além da interatividade que permite prática e ação enquanto busca progresso no jogo.

Mesmo que algumas metodologias envolvam inicialmente processos passivos, devemos pensar que,

o aluno não é mais um agente passivo que tem no professor a sua única fonte de saberes, mas um indivíduo que pode se tornar autônomo na busca de informações. Dessa forma, o papel do professor não é mais o de transmissor de conhecimentos científicos, mas o de instigador da curiosidade dos alunos, ao propor situações conflituosas que levem o aluno a elaborar estratégias de resolução inovadoras (CARDOSO; ESPRISIGO; KATO, 2013, p. 10).

Desse modo, a partir da apresentação de uma simulação ou de jogos, o aluno deve refletir a respeito, interiorizando e assimilando os conceitos envolvidos. Então, ao propor jogos aos alunos, como é o propósito desta pesquisa, para que tal quesito seja alcançado, eles devem,

[...] ser interessantes e desafiadores, permitir a autoavaliação dos estudantes e possibilitar a participação ativa no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, é preciso que o professor esteja atento à qualidade pedagógica desses jogos, visto que há enorme dificuldade em encontrar exemplares que priorizem a aprendizagem, o desenvolvimento do raciocínio lógico e contribuam para uma aprendizagem significativa [consideram aprendizagem significativa como aquela que tem significado para o estudante] (CARDOSO; ESPRISIGO; KATO, 2013, p. 11).

Percebemos, assim, a importância de o professor elaborar ou propor material que desperte o interesse dos alunos. Que aborde conteúdos que possam ser explorados por canais diferentes, pelos pressupostos do canal dual, por exemplo, envolvendo o visual e o auditivo, proposto por Mayer (2003). Essa ideia considera que o sistema humano de processamento da informação contém um canal auditivo/verbal e um canal visual/pictórico, que possibilita a aprendizagem de várias formas.

Mayer (2003, 2009a, 2009b), em suas pesquisas sobre aprendizagem multimídia e no desenvolvimento da TCAM, baseou-se na ciência cognitiva que envolve três pressupostos: *canais duais*, *capacidade limitada* e *aprendizagem ativa* na construção de conhecimento, havendo processamento cognitivo em ambos os canais. “A aprendizagem ativa ocorre quando o aprendiz aplica processos cognitivos às informações que recebe” (MAYER, 2009a, p. 216) e desse modo estas informações passam a fazer sentido para ele, por meio de representações mentais coerentes. Por conseguinte, Mayer (2003, p. 304. Traduções nossas) destaca que,

Primeiro, os humanos possuem processadores de canal duplo; isto é, as pessoas têm canais separados para processamento de informação visual/pictórica e auditiva/verbal.

Em segundo lugar, os seres humanos possuem capacidade limitada de processamento de informações, ou seja, são capazes de processar ativamente apenas uma pequena quantidade de informações em cada canal por momento.

Em terceiro lugar, os seres humanos possuem processadores de construção de conhecimento, onde o aprendizado significativo ocorre quando atentam para informações recebidas que consideram relevantes. Organizam mentalmente essas informações em estruturas coerentes e integra-as mentalmente a outros conhecimentos existentes na estrutura cognitiva (Grifos nossos).

Para Mayer (2009a) quando a informação é apresentada aos olhos (como ilustrações, animações, vídeos ou textos, por exemplo), começa a ser processada no canal visual; e quando a informação é apresentada aos ouvidos (narração ou sons não-verbais), começa a ser processada no canal auditivo. Em um jogo digital, por exemplo, que envolve as duas informações, é necessário ativar os dois canais ao mesmo tempo.

Os princípios da TCAM, ou princípios multimídias, que caracterizam efeitos positivos e negativos, construídos por meio de testes com alunos com intuito de alcançar a aprendizagem significativa, permitem a análise de diversas situações de representação e apresentação do conteúdo (texto, imagens, exposição teórica ou projetor multimídia, vídeos, animações e outros) para indicar se estas representações promovem a aprendizagem ativa e se são eficazes. Esses princípios são utilizados para a produção ou utilização de material multimídia. Mayer conseguiu estes resultados após mais de 100 testes experimentais.

Utilizamos estes princípios como parâmetros para avaliar os jogos selecionados para nossa pesquisa, o *Construtor de áreas* e o *Geometria no meu quarto*, visto que eles priorizam a eliminação de sobrecarga cognitiva pelos materiais multimídia. Apresentamos a seguir a descrição dos princípios com traduções nossas. A avaliação dos jogos está descrita na Subseção 5.6.3.

Mayer (2003, 2009b) separa os princípios em três grupos, são eles:

1º grupo: Princípios destinados a reduzir o processamento cognitivo estranho durante a aprendizagem. Possibilitam aprender de maneira mais fácil.

- **Princípio da coerência**: aprende-se melhor quando o material estranho é excluído. A aprendizagem se torna efetiva, com um material multimídia, quando a mensagem é relevante para o contexto de aprendizagem, sem imagens ou sons desnecessários.

- **Princípio da sinalização**: aprende-se melhor quando o essencial está em destaque. Durante a explicação os pontos considerados importantes devem ser sinalizados (com sublinhados ou negritos, por exemplo, ou aumento da voz, pelo professor, durante uma explanação). A ausência de tais sinalizações pode tornar a busca por informação demorada, excedendo os limites da memória operacional.

- **Princípio da contiguidade espacial**: aprende-se melhor quando as palavras explicativas e as imagens/gráficos correspondentes estão próximas, na mesma tela ou página.

- **Princípio da contiguidade temporal**: aprende-se melhor quando a narração e as imagens/gráficos correspondentes são apresentadas simultaneamente.

Como se relaciona ao princípio anterior, uma forma de reduzir o processamento cognitivo estranho é colocar o texto verbal próximo à imagem que ele descreve, tanto espacialmente como cronologicamente. Desse modo, o leitor não precisa usar seu esforço cognitivo para buscas distantes, facilitando o armazenamento de informações na memória operacional.

- **Princípio da redundância**: aprende-se melhor com explicação e animação, do que com explicação, animação e textos na tela. A redundância acontece quando a mesma informação é apresentada de várias formas (como em um gráfico, narração e texto

impresso, por exemplo). A ocorrência de repetições excessivas provoca uma sobrecarga cognitiva e diminui a transferência de informação.

2º grupo: Princípios destinados a gerenciar o processamento cognitivo essencial durante a aprendizagem.

- **Princípio da segmentação**: aprende-se melhor quando uma mensagem é apresentada de forma segmentada, de modo a estimular o aluno por etapas. A segmentação facilita a aprendizagem, pois cada um tem um tempo diferente de processamento, e assim, conteúdos complexos são melhores entendidos.

- **Princípio do pré-treino ou antecipação**: aprende-se melhor quando se conhece antecipadamente os nomes e as características dos principais conceitos antes de conhecer maiores detalhes a respeito deles.

- **Princípio da modalidade**: aprende-se melhor a partir de animações com narração do que animações com textos; com figuras/gráficos e explicação oral que com apenas textos explicativos. Pois, acompanhar a animação e ler ao mesmo tempo exige uma grande carga cognitiva.

3º grupo: Princípios destinados a promover o processamento cognitivo generativo durante a aprendizagem. Ou seja, carga cognitiva relevante.

- **Princípio da multimídia**: aprende-se melhor por imagens/animações e explicações quando comparado apenas a explicações. Visualizar uma imagem ou uma animação durante uma explicação verbal contribui mais significativamente com a aprendizagem quando comparado a apenas explicações verbais. Os estudantes possuem diferentes formas de aprendizagem e muitas vezes precisam de várias formas de ensino para ajudá-los a assimilar determinados conceitos.

- **Princípio da personalização**: aprende-se melhor com as palavras no estilo convencional, que no estilo formal, pois se aproxima da realidade do aluno e torna o processo de aprendizagem interativo e dinâmico.

- **Princípio da voz**: aprende-se melhor por narração (em um jogo, uma simulação ou um vídeo) quando envolve voz humana em vez de voz de máquina.

- **Princípio da imagem:** para a aprendizagem acontecer a imagem do narrador não necessariamente deve aparecer na tela, pois ela não influencia na aprendizagem.

Ao analisarmos os jogos *Construtor de áreas* e *Geometria no meu quarto*, observamos, por meio da interatividade e comentários dos alunos, se eles satisfazem às Heurísticas de usabilidade de Federoff e aos princípios da TCAM. Contribuindo, assim, para os processos de ensino e de aprendizagem dos conceitos de área.

5.5 OBSERVAÇÕES DURANTE AS INTERAÇÕES COM OS JOGOS E OS TESTES

Ao propor a iteratividade com jogos, durante o processo investigativo, alguns alunos ficaram surpresos por ser uma novidade na rotina escolar deles, outros demonstraram satisfação inicial pela expectativa de jogar durante as aulas. No entanto, observamos a expectativa se desfazer, aos olhos de alguns alunos, ao perceberem que os jogos envolviam os conteúdos estudados, pois esperavam apenas entretenimento. Contudo, os jogos propostos serviram para melhor entendimento dos conceitos de área e desenvolveram nos alunos maior autonomia ao discutirem o assunto no decorrer das aulas.

Descrevemos a seguir os momentos de aulas em que ocorreram orientações a respeito da investigação, a interação com os jogos, os testes envolvendo geometria e o questionário *on-line*. Apresentamos no Quadro 3 as datas em que ocorreram estes momentos e o quantitativo de alunos presentes em cada um deles. Sendo relevante o fato de a investigação envolver 40 alunos e eles não estarem todos presentes em nenhum dos momentos.

Quadro 3: Momentos de interação durante as etapas da pesquisa e quantitativo de alunos presentes

Momentos de interação e quantitativo de alunos									
31/05	06/06	07/06	12/06	13/06	14/06	19/06	27/06	28/06	05/07
Comunicação	Revisão	Pré-teste e correção	Jogo 1	Teste	Jogo 2	Questionário	Correção do Teste	Pós-teste	Correção do pós-teste
31 Alunos	32 Alunos	31 Alunos	37 Alunos	33 Alunos	33 Alunos	30 Alunos	35 Alunos	30 Alunos	34 Alunos

Fonte: arquivo pessoal

- Primeira aula (55 min) – dia 31/05

Conversamos com os alunos a respeito da pesquisa e solicitamos a participação da turma. Como eles concordaram em participar da investigação, entregamos os Termos de Consentimento e Assentimento e pedimos que devolvessem assinados nas próximas aulas. Contudo, quatro alunos que estavam presentes neste dia saíram da escola e outros novos alunos ingressaram na turma nas semanas seguintes, completando os 40 sujeitos participantes.

- Segunda aula (110 min) – dia 06/06

Revisamos com os alunos, de forma expositiva e dialogada e utilizando embalagens de objetos (como caixas e latas), os conceitos de área e de perímetro das principais figuras planas presentes nos livros e materiais didáticos. Na ocasião entregamos a cada aluno um resumo fotocopiado, com as fórmulas e figuras geométricas revisadas (quadrado, retângulo, paralelogramo e outros – APÊNDICE F). Este momento teve a duração de duas aulas (110 min.), mas pouco aproveitada, pois alguns alunos não se interessaram em participar ou colaborar por se tratar de uma revisão. Foi preciso chamar à atenção desses alunos muitas vezes durante a aula.

- Terceira aula (110 min) – dia 07/06

Neste dia aplicamos a Lista 1 de atividades (pré-teste – APÊNDICE C) para que os alunos realizassem os cálculos expondo o que sabiam a respeito do assunto discutido na aula anterior: área e perímetro de figuras planas. Fizemos um comentário inicial sobre a importância das figuras planas na composição dos objetos tridimensionais e

dissemos a eles que poderiam trocar informações com os colegas que estavam próximos, mas que cada um realizasse os próprios cálculos.

No primeiro momento ficaram preocupados achando que não sabiam nada, depois ganharam confiança e se empenharam em resolver as questões. Pedimos que tentassem resolver com os conhecimentos e memórias que tinham. Mas, ainda pediram nossa ajuda.

Estipulamos uma aula para a resolução e outra para a correção do pré-teste, totalizando duas aulas (110 min.). No final do tempo para a resolução, poucos alunos conseguiram finalizar e recolhemos as atividades. Com isso as três últimas questões ficaram prejudicadas, pois vários alunos não as responderam. Percebendo que o tempo programado foi insuficiente devido à pouca habilidade dos alunos com o assunto em questão e com a Resolução de Problemas. Durante a atividade, alguns alunos queriam perguntar a todo momento como resolveriam determinadas questões, se acomodando em relação ao raciocínio e esforço mental necessários e sem coragem para olhar o resumo de fórmulas e formas geométricas que receberam. Ao agirem dessa forma contradizem Prensky (2010, 2012) que faz afirmações quanto à agilidade de pensamento dos jovens da atualidade. Entretanto corroboram com o fato relatado por esse mesmo autor que estes jovens não têm interesse ou paciência para atividades escritas e que exigem organização de ideias passo a passo.

O aluno IAFSA perguntou o que era “abas”, palavras simples que aparece na questão 6. Explicamos mostrando uma caixa de sapatos que levamos para representar objetos tridimensionais e ele entendeu; o aluno CTGJ teve dificuldades para interpretar a questão 4 e perguntou se devia calcular para um ou para vinte pedaços de tecido. Esse mesmo aluno ajudou outros colegas em vários momentos e foi o primeiro a dizer que tinha terminado quando estava encerrando o tempo determinado.

Durante a correção da atividade a maioria dos alunos ficou atenta, embora alguns se dispersassem demonstrando pouco interesse.

- Quarta aula (110 min) – dia 12/06

Como não tínhamos aula na turma nesse dia, com intuito de adiantar as etapas da pesquisa, pedimos autorização ao diretor e solicitamos a colaboração dos professores da 4ª (Língua Portuguesa) e da 5ª (História) aula na turma, que prontamente

atenderam, para que nos “emprestassem” os alunos. Fomos, então, à sala de informática e apresentamos a eles o jogo digital *Construtor de Áreas*, explicando seu funcionamento e objetivos. Disponibilizamos um *link*⁸⁹ para que o acessassem e liberamos a aula para jogarem. Pedimos que se sentassem em duplas, para possibilitar melhor interação. Alguns alunos preferiram utilizar os próprios *smartphones*, pois o jogo escolhido é multiplataforma⁹⁰ e pode ser acessado por meio de computadores, *tablets* ou *smartphones*. A atividade durou duas aulas (110 min.) e mesmo com algumas intervenções tudo ocorreu bem.

O *Construtor de áreas* é um jogo simples, que aborda apenas os conceitos de área e perímetro de figuras planas – algumas atividades, dos níveis 5 e 6, exigem que o aluno tenha conhecimento sobre frações – mas, ainda assim, alguns alunos não conseguiram entender como agir ao iniciar o jogo e foram realizando as atividades sem saber o que estavam fazendo.

As alunas GMS e TJA tiveram dificuldade com a relação e a contagem área/perímetro na mesma figura e não identificaram as ações que deveriam realizar. As orientamos e percebemos o brilho nos olhos de TJA ao entender o que significava cada um desses termos na figura que aparecia na tela; o aluno MSN, que se destacou nas atividades de pré-teste, reclamou que as atividades do jogo estavam muito difíceis. Associamos essa reclamação a comodismo, pois muitos alunos que normalmente apresentam pouca habilidade com a Matemática, estavam empenhados; os alunos WSJ e LAL acertaram todas as atividades em todos os níveis, exceto no sexto. Reiniciaram, então, este nível para conseguir a pontuação máxima em todos os níveis do jogo.

Percebemos durante este momento de interação com o jogo *Construtor de áreas* que os alunos se motivaram no processo investigativo de descoberta das soluções para cada desafio, diferente das atividades escritas do pré-teste em que vários alunos se acomodaram. Entretanto, considerando como verdadeiras as afirmações de Mattar (2010) e Prensky (2010, 2012) sobre a melhoria no processo de aprendizagem dos

⁸⁹ Disponível em: <<http://www.noas.com.br/ensino-medio/matematica/construtor-de-areas/>>. Acesso em 15 de jul. 2019.

⁹⁰ Aplicativos multiplataforma são aqueles desenvolvidos através de um framework e que são compatíveis com a maioria dos sistemas operacionais existentes (Android, IOS, Windows Phone, BlackBerry etc). Disponível em: <<https://dtidigital.com.br/blog/multiplataforma-vs-nativo-qual-utilizar-em-aplicativos/>>. Acesso em 20 de out. 2019.

jovens *nativos digitais*, mediante à interação com tecnologias, estes necessitam de um mediador, seja professor ou colega de sala, pois alguns jovens precisam de condução e orientação. E desse modo concordamos com Vygotsky, pois para ele a aprendizagem se processa por meio da interação, mesmo nesta era tecnológica.

- Quinta aula (110 min) – dia 13/06

Após a interação com o jogo *Construtor de áreas*, aplicamos a Lista 2 de atividades (teste – APÊNDICE D), com sete (7) questões e com o mesmo nível de dificuldade das questões aplicadas anteriormente. Essa atividade deveria durar duas aulas (110 min), com a correção da lista ao final, mas como o recreio foi estendido por causa do quantitativo de alunos para merendar⁹¹ (bolo de cenoura com chocolate), a correção ficou para a próxima aula em sala. Fazendo jus às ideias de André (2014), quando diz que em um Estudo de Caso Etnográfico as etapas da pesquisa serão reajustadas em decorrência dos acontecimentos no campo de pesquisa.

Devido ao recreio longo os alunos estavam agitados e dispersos. Demonstraram pouco interesse em resolver as atividades e a maioria não fez. O propósito dessa segunda lista era verificar se houve maior autonomia dos estudantes ao resolverem as atividades após interagirem com o jogo, mas com todos estes acontecimentos, não conseguimos concluir nada de relevante em relação ao aprendizado dos alunos.

- Sexta aula (110 min) – dia 14/06

Neste dia apresentamos o jogo *Geometria no meu quarto*, que aborda o conceito de área de superfície de objetos tridimensionais. A interação ocorreu novamente na sala de informática. Explicamos o funcionamento e objetivos do jogo e disponibilizamos um *link*⁹² para que os alunos o acessassem, deixando o tempo de aula para que jogassem. Esta atividade durou duas aulas (110 min.), mas não ocorreu como esperávamos devido ao sinal de internet que estava ruim. Alguns computadores não

⁹¹ As escolas estaduais possuem tempo de recreio de 25 minutos, destinado à alimentação e descanso, independente do quantitativo de alunos de cada uma. Algumas escolas possuem cinco turmas, não ultrapassando 200 alunos. Enquanto nossa escola, campo de pesquisa, possui mais de 900 alunos nos turnos diurnos. Como o Estado oferece a alimentação com cardápio diário único para todas as escolas da rede, se torna injusto o mesmo tempo de recreio. Então, no dia que a alimentação oferecida é interessante à quantidade maior de estudantes, não é possível servi-los em apenas 25 minutos, o que aumenta a duração do recreio e prejudica o tempo das aulas posteriores.

⁹² Disponível em: <https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/geometria_no_meu_quarto/geometria_no_meu_quarto/Objeto/index.html>. Acesso em 15 de jul. 2019.

funcionaram e algumas duplas não conseguiram chegar ao final do jogo, pois se desestimularam a reiniciar cada vez que o sinal de internet voltava.

Este jogo exigiu maior esforço cognitivo quando comparado ao jogo *Construtor de áreas* e por esse motivo houve comodismo dos alunos, ficando reféns das dicas e sugestões de ajuda fornecida pelo jogo, disponível em cada tela. Deste modo algumas duplas finalizaram todos os desafios rapidamente, permanecendo dispersos o restante do tempo.

Contudo, o jogo contribuiu para que os alunos percebessem que objetos encontrados no ambiente domiciliar, como o quarto, podem ser relacionados a conteúdos estudados em sala de aula, proporcionando significado às suas aprendizagens, ao produzir um conhecimento integrado (MAYR, 2003). Corroboram, assim, com Borba e Penteado (2015) que acreditam no potencial da utilização de tecnologias informáticas em sala de aula, por proporcionarem relação entre o que o aluno estuda na escola e suas vivências em sociedade. Alguns alunos perceberam, ainda, a importância da interação com o primeiro jogo, que serviu de suporte para melhor entendimento das etapas deste segundo, visto que os objetos tridimensionais são formados por figuras geométricas planas.

- Sétima aula (110 min) – dia 19/06

Aplicamos o *Questionário On-line* (APÊNDICE B) para levantar o perfil dos alunos e suas impressões a respeito dos jogos utilizados no decorrer da pesquisa. Este questionário ajudou a obter informações, além das que foram observadas durante todo o processo de investigação. O questionário em questão também foi disponibilizado na sala de informática, entretanto, para ser respondido de forma individual, com opções de acesso no computador ou no *smartphone*. Essa atividade durou duas aulas (110 min.), cujo tempo foi muito prejudicado pelo mau funcionamento dos computadores e da internet. Mesmo assim os alunos se mantiveram empenhados e todos os presentes registraram suas respostas, reforçando as ideias de Mattar (2010), Prensky (2010, 2012), Borba e Penteado (2015) de que a utilização de tecnologias em sala de aula motiva os alunos a realizarem as tarefas propostas.

- Oitava aula (110 min) – dia 27/06

Neste dia, que deveríamos aplicar a Lista 3 (pós-teste), nos limitamos a corrigir a Lista 2 (teste) e dialogar a respeito dos acontecimentos das aulas anteriores, referentes às listas de atividades e aos jogos exercitados. Utilizamos o projetor multimídia para facilitar a visualização das imagens presentes no teste. Essa atividade durou duas aulas (110 min.) e os alunos participaram ativamente, demonstrando interesse e atenção.

Lembramos novamente de André (2013, 2014), pois para ela no Estudo de Caso a investigação vai se moldando de acordo com as características dos sujeitos envolvidos e os acontecimentos no campo de pesquisa.

- Nona aula (110 min) – dia 28/06

Aplicamos neste dia a Lista 3 de atividades (pós-teste – APÊNDICE E) e observamos se houve alteração no interesse e domínio dos alunos ao resolvê-la. Esta atividade durou duas aulas (110 min.) e os alunos se empenharam, demonstrando maior autonomia e conhecimento sobre o assunto estudado ao discutir e compartilhar as suas impressões a respeito de determinadas questões. Identificaram maior quantidade de figuras presentes nas atividades e realizaram melhor associação às fórmulas corretas de resolução. Como percebemos nos testes anteriores que o tempo destinado, à resolução das questões, foi insuficiente resolvemos deixar as duas aulas deste momento de interação para que os alunos se dedicassem ao pós-teste e o resultado foi relevante.

- Decima aula (110 min.) – 05/07

Neste dia corrigimos as atividades da Lista 3 (pós-teste). Alguns alunos se mantiveram dispersos, mesmo apresentando as imagens com o projetor multimídia para facilitar a visualização, como ocorrido na correção do teste. Discutimos com calma cada questão, solicitando a participação dos alunos. Ao questionar se tinham visto determinados detalhes nas imagens, como por exemplo a metade do cilindro horizontal presente no prisma retangular da questão 6 (APÊNDICE E), muito não tinha identificado tantos detalhes, acarretando a resolução errônea dessa questão por vários alunos. Segundo Prensky (2010, 2012) os jovens *nativos digitais* são mais detalhistas quando envolve tecnologias, mas perdem para os *imigrantes digitais* quando se trata de atividades investigativas de forma analógicas, como observado.

Após a aplicação dos jogos e do questionário aos alunos, os dados observados e coletados foram analisados com base nas Heurísticas de Usabilidades de jogos e com base nos princípios da TCAM, descritos anteriormente nas Subseções 5.4.1 e 5.4.2, para verificar se os jogos utilizados contribuíram para os processos de ensino e de aprendizagem do tópico de área. Estas análises são apresentadas a seguir nas Subseções 5.6.2 e 5.6.3, respectivamente.

5.6 ANÁLISE DOS DADOS E DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Mattar (2010) relata a importância de utilizar os recursos educacionais dos jogos digitais, para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa diante de uma geração que nasceu cercada por tecnologias. Para ele, o aprendizado necessita de motivação para um envolvimento intenso, o que é atingido pelos *games*, principalmente aqueles que pressupõem uma longa curva de aprendizado, mas que não têm sido utilizados pela escola atual. A escola, como a conhecemos hoje, enfatiza o conhecimento separado da ação e os aprendizes do momento, considerados nativos digitais, aprendem melhor em ação (MATTAR, 2010), quando o conhecimento passa a fazer sentido, tornando-se significativo para eles.

Segundo Mayer (2003) é possível obter a aprendizagem integrada por meio de multimídias, produzida quando o aluno realiza conexões entre os modelos verbal e pictórico e com o conhecimento prévio que possui. Desse modo, a aprendizagem Significativa acontecerá quando a proposta de atividade e o ambiente de aprendizagem permitirem ao aprendiz se envolver nos cinco processos cognitivos: seleção de palavras, seleção de imagens, organização de palavras, organização de imagens e integração entre as partes.

Em nossa pesquisa almejamos a aprendizagem significativa quando propusemos a interação por meio dos jogos digitais, envolvendo o tópico de área.

5.6.1 Análise do questionário

Com o propósito de Mayer (2003) apresentamos os jogos digitais aos alunos. E aplicamos o questionário *on-line* objetivando o levantamento e a coleta de informações que não ficaram explícitas durante as aulas e os momentos de interação com os jogos. Houve discussão, no decorrer do processo, e questionamentos investigativos que contribuíram para análise do levantamento de dados. Algumas informações levantadas com o questionário foram descritas anteriormente na Seção 4.3, referentes aos sujeitos participantes da pesquisa. As demais são acrescentadas às análises que seguem.

Alguns alunos se sentiram inseguros quanto ao que responder quando pedimos para que fizessem um breve relato sobre o que acharam dos jogos utilizados, limitaram-se a digitar:

CTGJ: *legal.*

JRS: *bom.*

JTV: *muito bom.*

BSM: *interessante.*

Estes alunos se mostraram empenhados durante todas as aulas de interação com os jogos, e ainda assim não construíram argumentos suficientes para falar dos jogos que exercitaram. Houve alunos que não se identificaram com os jogos propostos e a diversão, que geralmente é identificada como resultado pretendido no jogo digital (PRENSKY, 2010, 2012), não foi alcançada por todos. Como pode ser observado na resposta dos alunos abaixo, referente à opinião acerca dos jogos utilizados e/ou se eles podem contribuir para o processo de ensino e de aprendizagem de tópicos de geometria, como área e perímetro:

PRC: *não sei.*

JTV: *sim, não sei explicar.*

Em contrapartida, houve alunos que gostaram e se mostraram entusiasmados quando opinaram a respeito do uso dos jogos digitais em questão, nas aulas de Matemática, e se eles ajudam na aprendizagem dos conceitos de área e perímetro:

GMS: *[...] os jogos são formas diferentes de aprendermos.*

LSR: [...] *muito eficaz, pois ajuda a fixar a aprendizagem de forma mais fácil, prática e rápida.*

NBG: *ajudam a melhorar a aprendizagem dinamicamente.*

LBC: *bom, pois não fica uma aula cansativa. Os jogos incentivam o aluno a aprender.*

MSN1: *acho que deve ser utilizado com mais frequência.*

MSN2: *bastante eficaz e devia ser aplicada nas outras matérias.*

JSF: *sim, [com os jogos] os alunos se interessam mais pela matéria aplicada em sala.*

Observamos que estes alunos não fazem referência a divertimento e sim por ser algo fora da rotina da sala de aula. Desse modo, concordamos com Mattar (2017) quando afirma que os alunos aprendem com os *games*, independentemente do nível de entretenimento presente neles. “O valor do entretenimento do ensino, portanto, não se mostrou uma característica que afetou a eficácia da aprendizagem” (MATTAR, 2017, p. 85). A quantidade de alunos que consideraram como positiva a iteratividade com os jogos durante as aulas foi superior à quantidade de alunos que não tiveram argumentos favoráveis. E isso é relevante para nossa pesquisa.

Todavia, alguns alunos aproveitaram o momento e demonstraram satisfação ao falar sobre os jogos utilizados em aula, mostrando que os alunos também aprendem ao se divertir (PRENSKY, 2010, 2012):

RSJ: *muito divertido e auxilia na aprendizagem.*

MN: *é uma maneira mais divertida e interessante de fixar o conteúdo.*

GMS: [...] *os jogos são bem legais e fazem a gente pensar.*

DLSC: [...] *não fica uma matéria maçante, fica uma matéria dinâmica*

Observamos durante o jogo *Geometria no meu quarto* que alguns alunos (como GMS e TJA, por exemplo) que geralmente apresentaram poucas habilidades nos cálculos e no entendimento dos conteúdos matemáticos, estavam bem empenhados, tirando dúvidas e tentando descobrir os erros. O fato de terem entendido e conseguido executar o jogo *Construtor de áreas*, aplicado anteriormente, permitiu a eles maior autonomia e autoconfiança para executar o segundo jogo, mesmo exigindo maior esforço cognitivo.

Ao serem questionados sobre a utilização de jogos digitais educativos nas aulas de matemática no Ensino Médio, os alunos foram unânimes em dizer que são favoráveis, como podemos observar em algumas transcrições que seguem:

GS: algo diferente que pode ser adotado pela instituição.

LAL: ajuda adquirir coisas nova e facilita aprender melhor o conteúdo.

BSM: interessante, o aluno se desenvolve, aprende mais.

DLSC: [...] poderia ter mais aulas assim pois compreendemos melhor a matéria dada em sala de aula.

Logo, o diferencial desta pesquisa, que foi a interação com jogos digitais de matemática no Ensino Médio, nos proporcionou satisfação ao analisar o ponto de vista do aluno. Assim, concordamos com Vigotsky (2007) quando afirma que os jogos podem ser utilizados em qualquer fase escolar por serem representação da realidade, e, ainda, com Mattar (2010) e Prensky (2010, 2012) ao defenderem que os jogos digitais favorecem os processos de ensino e de aprendizagem.

5.6.2 Análise dos jogos com base nas Heurísticas de Federoff

Apresentamos a análise dos jogos, o *Construtor de áreas* e o *Geometria no meu quarto*, com base nas Heurísticas de usabilidades de jogos, levando em consideração as percepções dos alunos e suas interações durante os momentos de aulas.

1ª. Os dois jogos utilizados respeitam as condições de padrões da indústria. Possuem botões com letras grandes, que contribuem para o entendimento das funções de cada botão por parte do jogador. Os alunos os utilizaram intuitivamente.

2ª. Os dois jogos mantêm um padrão na apresentação dos botões, que permite ao jogador maior autonomia após entender a funcionalidade de cada um.

3ª. Ambos os jogos possuem apenas os botões necessários para o desenvolvimento do que é proposto em cada nível.

Contudo, alguns alunos relataram – ao responderem o questionário, a respeito do que mudariam nos jogos – a necessidade de explicação de como executar certas ações, visto que solicitaram orientação durante a interação com os jogos, alegando que não

tenham entendido o que precisavam fazer em determinadas etapas. Algumas das sugestões dos alunos foram:

ACJ: *mudaria a quantidade de dicas.*

JSF: *aplicaria fórmulas, mais fáceis.*

Essas ideias nos levam a refletir sobre a afirmativa de Mattar (2010): os alunos esperam que tudo seja fácil de compreender e que haja sempre alguém disponível para tirar suas dúvidas. Vai de encontro ao fato de que “Os alunos não dependem mais dos professores e das escolas para aprender, pois podem agora aprender a qualquer hora e em qualquer lugar” (MATTAR, 2010, p. xv). A verdade é que vivemos uma crise de gerações, e essa crise se reflete na educação, onde os mais novos resistem em aprender com os mais velhos, reflexões do próprio Matar (2010), nos fazendo pensar que falta muito para que todos os alunos atinjam o nível de compromisso e desenvoltura que Prensky (2010, 2012) defende.

Ressaltamos a importância de as dicas de solução/resolução não ficarem ao alcance dos jogadores desde o início do jogo, como acontece com o *Geometria no meu quarto*. Os alunos precisam pensar por si para depois buscarem alternativas, caso não consigam solucionar. No jogo *Construtor de áreas* a solução aparece depois que o jogador erra pela segunda vez. Já o jogo *Geometria no meu quarto* não mostra a opção de resposta, mas deixa a dica de solução (fórmulas e cálculos) acessível desde o início de cada etapa, algo que necessita ser revisto.

Observamos durante a aplicação do jogo *Geometria no meu quarto*, que a maioria dos alunos se acomodou e utilizou as dicas todo o tempo, terminando tudo muito rápido. Não se permitiram pensar e aprender com os erros que poderiam ocorrer naturalmente no processo.

4ª. A interface de ambos os jogos pode ser considerada não intrusiva, desenvolvida para o público ao qual é destinada. Contudo, o jogo *Geometria no meu quarto* possui cores fortes, podendo causar desconforto ao jogador. Enquanto o *Construtor de áreas* possui interface limpa e leve, proporcionando tranquilidade durante o jogo.

5ª. Em ambos os jogos o foco permanece na atividade a ser desenvolvida e a interface principal fica em segundo plano durante a interação, mantendo o jogador atento aos cálculos e as análises da etapa em que se encontra.

6ª No jogo *Construtor de áreas* a pontuação de cada nível fica visível durante a interação. Embora não tenha um visor com a pontuação total alcançada é possível tal visualização por nível, cada vez que um nível é fechado.

O jogo *Geometria no meu quarto* não tem pontuação. Ao acertar os cálculos o jogador ganha brindes e no momento de selecionar o objeto a ser calculado na próxima etapa, ficam visíveis apenas aqueles que não foram calculados ainda, deixando o jogador ciente dos objetos que faltam. Contudo, em determinado momento todos os objetos já calculados são propostos novamente e o jogador precisa recalculá-los se quiser finalizar o jogo e arrumar o quarto. Logo, uma pontuação visível proporcionaria maior estímulo para a continuidade do jogo. Ou, ainda, sugestão de novos objetos a serem calculados, sem repetição dos anteriores.

7ª. Visando encurtar a curva de aprendizagem e o direcionamento do jogador, o jogo *Construtor de áreas* possui comandos bem diretos, indicando as ações que devem ser executadas, bastando segui-las.

Contudo, o jogo *Geometria no meu quarto* aborda a Resolução de Problemas e as ações são propostas por textos que o aluno deve ler e interpretar o que se pede. Além disso, trabalha com valores decimais, dificultando o cálculo mental ou sem o uso de calculadora. Se a proposta da atividade é exercitar os conceitos geométricos, os valores poderiam ser mais favoráveis à utilização de cálculos mentais. Logo, os comandos não são diretos.

Observamos a inquietação dos alunos quanto a este quesito, ainda referente à pergunta sobre as possíveis modificações que fariam nos jogos. Então responderam:

IAFSM: as fórmulas poderiam ser mais simples e não coisas muito detalhadas.

KHA: colocaria ele [o jogo] mais realista e fórmulas menos complicadas.

Esses comentários nos levam a refletir sobre a Transposição Didática⁹³, teoria de Chevallard discutida por Pais (2015), em que os saberes científicos devem ser moldados a saberes a serem ensinados e transpostos aos alunos em linguagens que eles entendem, ou seja, menos científica. São transformações que contribuem para a redefinição de aspectos conceituais e na reformulação de sua forma de apresentação.

8ª. Ambos os jogos possuem interfaces amigáveis mantendo o padrão de apresentação dos botões, diálogos e escritas, deixando o jogador mais familiarizado à medida que avança as etapas ou níveis. Alguns alunos opinaram a respeito de possíveis mudanças:

LSR: *não mudaria nada ... pois são muito bons da forma que estão.*

WSJ: *[não mudaria] nada, são bem interativos do jeito que estão.*

O aluno abaixo foi além e conseguiu fazer uma relação com a realidade, mostrando que as atividades escolares podem leva o aluno a visualizar a geometria presente no cotidiano (LORENZATO, 1995):

MSN1: *[não mudaria] nada, eu achei bem legal o fato de utilizar os objetos do quarto para os cálculos.*

9ª. Como o jogo *Geometria no meu quarto* não possui menu e o jogo *Construtor de áreas* possui apenas o menu referente aos níveis, e este não fica visível durante a interação, ambos atendem à heurística de que os níveis de menu devem ser minimizados.

10ª. O jogo *Geometria no meu quarto* não possui som durante as etapas para indicar o progresso no jogo, apenas ao final quando o jogador ganha de brinde a TV e ela, ao ser clicada, apresenta um vídeo com som. O jogo *Construtor de áreas* apresenta sons diferentes que indicam acertos e erros, oferecendo *feedback* positivo ao jogador.

11ª. O jogo *Construtor de áreas* não apresenta manuais, enquanto o *Geometria no meu quarto* possui um tutorial. Mas ambos os jogos são auto instrutivos, basta o

⁹³ A Transposição didática é uma Teoria proposta por Chevallard (1991), segundo o qual “Um conteúdo do conhecimento, tendo sido designado como saber a ensinar, sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a tomar lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que de um objeto de saber a ensinar faz um objeto de ensino é chamado de transposição didática” (CHEVALLARD, 1991, *apud* PAIS, 2015, p. 19).

jogador ter atenção e seguir os comandos. É o que defendem os alunos ao opinarem sobre o jogo:

WSJ: como a juventude de hoje em dia já está apta a jogos digitais e a internet, temos facilidade com esse meio.

E com base nisso,

MSN2: mudaria as dificuldades e aumentaria os níveis.

12^a. Ambos os jogos apresentam mensagens de identificação e recuperação de erros, mas não de prevenção. O jogo *Geometria no meu quarto* permite ao jogador tentar até acertar, sempre mostrando a mensagem de erro se não estiver correto. Enquanto o *Construtor de áreas* apresenta a resposta após a segunda tentativa frustrada, contudo penaliza na pontuação incentivando o jogador a não errar.

13^a. Nenhum dos jogos apresentam opções de salvar a pontuação para que o jogador melhore seu rendimento em jogadas posteriores. O jogo *Construtor de áreas* mantém a pontuação ativa apenas enquanto a página está aberta. Se a página for fechada, ambos devem ser reiniciados. Este fato foi percebido e comentado pelos alunos. Uma aluna, inclusive, exercitou em casa o jogo *Construtor de áreas* com a expectativa de alcançar melhores resultados, mas não encontrou como comparar, pois os dados não ficaram salvos. Então mudariam no jogo:

SMR: que o jogo salvasse a fase anterior.

DVS: que salvem os níveis anteriores.

14^a. Ambos os jogos possuem interfaces e imagens satisfatórias, possibilitando compreensão do jogador atento.

Apresentamos a seguir um resumo da análise que acabamos de explanar para facilitar o entendimento do leitor. Utilizamos os símbolos (+), (-) e (±) para representar, respectivamente: atende, não atende e atende parcialmente, às Heurísticas de usabilidades de jogos propostos por Federoff (2002).

Quadro 4. Resumo das análises dos jogos referentes às Heurísticas de usabilidade de jogos

Jogos e Análises		Construtor de Áreas	Geometria no meu quarto
Heurísticas de usabilidade de jogos	1 ^a	Controles customizáveis	+
	2 ^a	Controles intuitivos	+
	3 ^a	Controles necessários	+
	4 ^a	Interface não intrusiva	+
	5 ^a	Interface principal escondida	+
	6 ^a	Pontuação/status visível	+
	7 ^a	Direcionamento do jogador	+
	8 ^a	Interfaces amigáveis	+
	9 ^a	Menus minimizados	+
	10 ^a	Som para <i>feedback</i> positivo	+
	11 ^a	Orientações em manual	-
	12 ^a	Recursos de Identificação de erros	+
	13 ^a	Salvar nos vários níveis	±
	14 ^a	Interfaces e imagens intuitivas	+

Fonte: Arquivo pessoal

De acordo com o que foi exposto observamos que o jogo *Construtor de áreas* satisfaz às Heurísticas de usabilidade propostas por Federoff (2002), precisando de melhorias apenas nos quesitos manual e salvar a pontuação, descrito nas heurísticas 11^a e 13^a.

O jogo *Geometria no meu quarto*, mesmo satisfazendo às Heurísticas, precisa de mais ajustes, como: cores mais leves (4^a); incentivo por pontuação (6^a); usar valores inteiros para os cálculos, focando nos conceitos geométricos (7^a); acrescentar som, referentes a erros e acertos (10^a); limitar a quantidade de tentativas e fornecer dica de solução, caso o jogador não consiga (12^a); permitir salvar o progresso, mesmo após fechar a página, para que o aluno tenha incentivo em buscar melhorias (13^a).

Sugerimos, ainda, mais alguns detalhes, observados enquanto executávamos o jogo *Geometria no meu quarto*: ao fechar a mensagem de acerto, ir diretamente para as opções de escolha do próximo objeto a ser calculado; atualizar os brindes para objetos que os jovens da atualidade gostam (como *Xbox*, *smartphone*, por exemplo; trocar a mesa por um rack, o urso por um objeto de colecionador e a música por uma apresentação de um grupo nacional e atual); e ainda, no lugar de repetir os mesmos

objetos ao final do jogo, sugerimos outros como: cômoda, estante/livros, objeto ornamental (prismas, pirâmides, cubo mágico, etc.) e outros.

5.6.3 Análise dos jogos com base nos Princípios da TCAM

A partir de amplas pesquisas experimentais, Mayer (2003, 2009b) afirma que a utilização dos princípios multimídia, destinados a orientar o design multimídia, deve envolver os cinco processos cognitivos: seleção de palavras, seleção de imagens, organização de palavras, organização de imagens e integração, para que a aprendizagem significativa aconteça por meio dos canais duais: auditivo/verbal e visual/pictórico.

Apresentamos a seguir a avaliação dos jogos *Construtor de áreas* e *Geometria no meu quarto* de acordo com os grupos propostos por Mayer (2003, 2009b).

1º grupo: Princípios destinados a reduzir o processamento cognitivo.

- **Princípio da coerência**: ambos os jogos apresentam na tela apenas imagens, textos e sons de orientação às ações do jogador. Nada desnecessário e estranho, logo mantém a coerência.

- **Princípio da sinalização**: a interface de cada jogo expõe o que é necessário e essencial ao progresso em cada nível/etapa e o jogador precisa interpretar os comandos. Não sinalizam para chamar a atenção do jogador e induzi-lo ao acerto. Objetivam que o jogador acerte por seus próprios esforços. Embora alguns alunos tenham relatado a necessidade de explicações extras, são desnecessárias. Esta preocupação por parte dos alunos evidenciam as ideias de Bennett, Maton e Kervin (2008) quanto às habilidades tecnológicas que não são iguais em todos os alunos.

- **Princípio da contiguidade espacial e temporal**: cada jogo expõe na mesma tela a parte gráfica e os comandos, favorecendo ao jogador visualizar os dois ao mesmo tempo. Não apresentam narração, apenas comandos por textos, que dificulta a progressão visto que os alunos apresentam dificuldades de interpretação. No jogo *Construtor de áreas*, quando o jogador acerta ou erra o som é exibido simultaneamente à confirmação do resultado.

- **Princípio da redundância:** os jogos são satisfatórios neste quesito, deixando na tela apenas os textos e imagens necessárias para o nível. A ocorrência de repetições e sobrecarga cognitiva não acontece.

Alguns alunos relataram a necessidade de mais explicações nas fases dos jogos, mostrando a resistência em pensar e puxar da memória o que conhecem a respeito do assunto abordado no jogo. Se acrescentar mais detalhes se tornará redundante, uma vez que o objetivo é levar o aluno a refletir sobre o que foi exposto em cada nível.

2º grupo: Princípios destinados a gerenciar o processamento cognitivo.

- **Princípio da segmentação:** ambos os jogos apresentam a informação segmentada, embora alguns níveis do jogo *Construtor de áreas* abordem conjuntamente os tópicos de área e perímetro, exigindo que o aluno saiba os dois conceitos para resolver os desafios e avançar no jogo. Alguns níveis exigem, ainda, o conhecimento dos conceitos de fração. No jogo *Geometria no meu quarto*, cada objeto é calculado separadamente, mas em alguns casos (como no cilindro, por exemplo), é necessário saber o comprimento da circunferência para calcular a área lateral.

- **Princípio do pré-treino ou antecipação:** acreditamos que a prática desse princípio não dependa do material multimídia utilizado nas aulas, mas sim das explanações do professor a respeito do assunto de geometria (LORENZATO, 1995) e da busca constante por parte do aluno, para que conheça com antecedência os nomes e as características dos principais conceitos antes de utilizar maiores detalhes. Ambos os jogos atendem a esse quesito visto que o aluno precisa saber os conceitos de área e de perímetro. Para o jogo *Geometria no meu quarto*, necessita, ainda, conhecer antecipadamente os tipos de sólidos geométricos e suas planificações.

- **Princípio da modalidade:** ambos os jogos falham nesse princípio, pois não há narrativas apenas comandos em textos, tornando-os enfadonhos para aqueles alunos que apresentam dificuldades de leitura e interpretação. Como relata o aluno JVT ao ser questionado o que mudaria no jogo, que segundo Bennett, Maton e Kervin (2008) pode ser interpretado como comodismo.

JTV: [acrescentaria] um professor explicando como fazer a atividade.

O atendimento desse princípio ajuda no gerenciamento cognitivo e melhora a interação com os jogos, se utilizados de forma individual e privativa. Sendo desnecessário em ambiente de sala de aula, principalmente se os alunos estiverem em dupla como em nossa pesquisa, onde a interação mútua permitiu melhor entendimento dos comandos dos jogos.

3º grupo: Princípios destinados a promover o processamento cognitivo.

- **Princípio da multimídia**: ambos os jogos atendem a este quesito, pois mostram, de forma interativa, os conceitos e imagens associados a eles.

- **Princípio da personalização**: os jogos utilizados apresentam linguagem acessível à linguagem dos alunos, facilitando o entendimento das ações a serem realizadas. As dificuldades apresentadas durante os jogos foram decorrentes da pouca habilidade de interpretação de alguns alunos.

- **Princípio da voz**: como os jogos utilizados na investigação não apresentam narração, esse princípio não se aplica.

- **Princípio da imagem**: a falta da imagem de um narrador não interferiu na interatividade dos jogadores e nos níveis de aprendizagens desenvolvidos. Logo esse princípio foi atendido.

Apresentamos a seguir um resumo da análise que acabamos de expor, com os símbolos (+), (-) e (±) para representar, respectivamente: atende, não atende e atende parcialmente aos Princípios da TCAM.

Quadro 5. Resumo das análises dos jogos referentes aos Princípios da TCAM

		Jogos e Análises	Construtor de Áreas	Geometria no meu quarto
Princípios da TCAM	Princípios para reduzir o processamento cognitivo	Coerência	+	+
		Sinalização	+	+
		Contiguidade espacial e temporal	+	+
		Redundância	+	+
	Princípios para gerenciar o processamento cognitivo	Segmentação	±	+
		Pré-treino ou antecipação	+	+
		Modalidade	-	-
	Princípios para promover o processamento cognitivo	Multimídia	+	+
		Personalização	+	+
		Voz	Não se aplica	Não se aplica
		Imagem	+	+

Fonte: Arquivo pessoal

Observamos que os jogos aplicados são pedagogicamente viáveis para utilização em sala, uma vez que abordam os conteúdos de forma menos densa, do que a apresentada em um livro didático, por exemplo. O aluno que não consegue aprender da forma tradicional, com aula expositiva, tem a oportunidade de ter contato com o conteúdo de outra maneira (PRENSKY, 2010, 2012). Isso pode ser percebido nas respostas dos alunos, quando perguntados sobre os jogos:

SMR: *ajudam a entender melhor o conteúdo.*

DVS: *são bem legais, além de estimularem a aprendizagem.*

GS: *ajudam a desenvolver o intelecto dos alunos.*

Alguns alunos disseram que os jogos, principalmente o *Construtor de áreas*, ajudaram a entender as noções sobre área e perímetro, que já conheciam, mas não tinham assimilado bem. Perceberam, ainda, a importância do primeiro jogo para o desenvolvimento do segundo, visto que para o cálculo de áreas em objetos tridimensionais, as figuras planas são essenciais.

Percebemos, assim, que os jogos utilizamos nas interações, o *Construtor de áreas* e *Geometria no meu quarto*, atendem aos Princípios da TCAM (ou princípios multimídias) de modo a atingir o canal dual dos alunos, sem sobrecarga cognitiva (MAYER, 2003, 2009b). O fato de não atenderem ao princípio da Modalidade não comprometeu o todo, sendo possível reduzir, gerenciar e promover o processamento cognitivo por meio da interação com estes jogos.

5.6.4 Análise das atividades (testes)

Dentre as atividades desenvolvidas durante a pesquisa, elaboramos e aplicamos Listas de atividades de geometria (1, 2 e 3) que se configuraram como: pré-teste, teste e pós-teste (APÊNDICES C, D e E), com o objetivo de verificar se os jogos digitais empregados no processo de ensino e de aprendizagem, da investigação, interferiram no modo como os sujeitos da pesquisa se relacionam com a geometria, com situações problemas envolvendo o tópico de área e suas interpretações e com o processo investigativo para solucioná-las.

Desse modo, buscamos e adaptamos questões de livros didáticos voltados para o Ensino Médio e elencamos vinte questões que constaram nos três testes, considerados por nós com o mesmo nível de dificuldade.

Dos 40 alunos envolvidos na pesquisa 16 deles estiveram presentes em todos os momentos. Destes, um não devolveu os Termos de Consentimento e Assentimento assinados, por esse motivo optamos por apresentar a análise dos testes apenas de 15 alunos.

No quadro abaixo apresentamos o resumo das questões dos testes respondidas pelos 15 participantes mencionados, de forma correta (C), de forma errada (E) ou com parte correta (PC), bem como aquelas não respondidas (-). Apresentamos, ainda, o nível de progresso apresentado pelos participantes no decorrer da investigação, com base na análise das questões respondidas. As questões analisadas como PC são aquelas que apresentaram de forma correta parte do raciocínio necessário para solucioná-las.

Quadro 6. Análise dos testes de acordo com as resoluções de cada aluno

Alunos	Pré-teste							Teste							Pós-teste							Progresso							
	Nº das questões																												
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7								
ACJ	P C	-	E	-	-	-	-	-	E	-	-	-	E	.	E	-	E	-	-	-	P C	Pouco							
DVS	C	C	C	P C	P C	P C	E	-	-	E	-	-	P C	.	E	P C	P C	P C	P C	E	P C	Satisfatório							
GMS	C	E	C	P C	E	P C	-	-	-	-	-	-	P C	.	P C	P C	P C	C	P C	-	-	Satisfatório							
IFSM	C	-	C	P C	-	P C	-	E	P C	-	-	-	E	.	P C	P C	E	-	-	-	-	Razoável							
JRS	C	-	C	P C	-	-	-	E	P C	E	-	-	E	.	P C	P C	E	E	-	E	-	Pouco							
JTV	P C	E	-	-	-	E	-	-	E	-	P C	E	E	.	P C	P C	E	E	P C	-	P C	Razoável							
KHA	P C	E	E	E	-	-	-	-	-	-	-	-	P C	.	-	P C	-	-	-	E	-	Pouco							
LBC	C	C	C	P C	P C	-	-	-	-	-	-	-	P C	.	P C	P C	P C	C	P C	-	-	Satisfatório							
LAL	P C	E	C	P C	-	-	-	E	P C	E	E	E	E	.	E	P C	-	-	P C	P C	-	Razoável							
PRC	C	E	C	P C	-	-	-	-	P C	E	E	-	E	.	P C	-	-	E	P C	E	E	Pouco							
RSJ	E	E	E	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.	E	P C	-	-	-	-	-	Pouco							
TJA	C	P C	C	P C	-	-	-	-	-	-	-	-	P C	.	P C	C	-	-	-	P C	-	Razoável							
SMR	C	C	C	P C	P C	-	-	-	-	-	-	-	P C	.	P C	P C	P C	E	P C	E	P C	Satisfatório							
WSJ	C	E	C	P C	P C	-	-	-	-	-	-	-	P C	.	P C	P C	-	-	C	P C	E	Razoável							
ET	C	E	C	P C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.	P C	E	-	-	C	P C	E	Razoável							

Fonte: Arquivo pessoal.

No **Pré-teste**, as últimas questões (6 e 7) não foram respondidas, devido ao tempo programado ser insuficiente e os alunos terem poucas habilidades em resolver problemas e lidar com assuntos de geometria.

No **Teste** o aluno LAL realizou alguma operação (como soma e/ou multiplicação, por exemplo) com os valores numéricos que apareceram nos problemas sem pensar nos conceitos que se relacionam a eles. Percebemos, desse modo, que esse aluno não usou o processo investigativo na resolução dos problemas, necessitando de maior atenção quanto a esta metodologia. Na questão 6 do Teste, mesmo tendo errado por usar diâmetro no lugar do raio, foi uma das poucas questões em que este aluno usou as fórmulas e o raciocínio corretamente. Contudo, foi possível perceber uma pequena

evolução do aluno citado no decorrer da investigação, pois no Pós-teste já conseguiu identificar algumas figuras e as fórmulas corretas associadas a elas para a realização do cálculo necessário na resolução (Figura 19, 29).

No dia da aplicação deste teste o recreio teve seu tempo estendido e com isso a 4ª aula, que seria utilizada na investigação, ficou prejudicada. Os alunos, dispersos, se limitaram a responder à questão 7, que solicitava a opinião delas a respeito do jogo *Construtor de áreas*, utilizado na aula anterior. Quanto às demais questões apenas discutiram e os poucos registros de cálculos realizados não apresentaram resultados satisfatórios (Quadro 6).

A questão 7, diferenciada, foi acrescentada ao Teste com intuito de os sujeitos da pesquisa refletirem sobre as interações ocorridas com o jogo *Construtor de áreas* sem que passassem muitos dias. Mesmo sem terem respondido às demais questões que envolviam cálculos, opinaram e foram favoráveis em relação à utilização do recurso de jogos digitais em sala de aula (MATTAR, 2010; PRENSKY, 2010, 2012), como podemos observar em alguns comentários sobre o jogo utilizado:

ET: *bem incentivante e instigante. Estimula a aprender e a criar.*

TJA: *é um ótimo jogo para aprender e se divertir ao mesmo tempo. E também é muito bom para fixar melhor o aprendizado sobre área e perímetro.*

LBC: *um jogo que envolve raciocínio, faz você pensar e ajuda a desenvolver a matéria.*

Estes comentários vão ao encontro das teorias de Prensky (2012, p. 156), quando destaca os motivos dos jogos digitais despertarem nossa atenção, motivação e interesse, nos levando a aprender:

Jogos são uma forma de diversão, o que nos proporciona prazer e satisfação.

Jogos são uma forma de brincar, o que faz nosso envolvimento ser intenso e fervoroso.

Jogos têm regras, o que nos dá estrutura.

Jogos têm metas, o que nos dá motivação.

Jogos são interativos, o que nos faz agir.

Jogos têm resultados e *feedback*, o que nos faz aprender.

Jogos são adaptáveis, o que nos faz seguir um fluxo.

Jogos têm vitórias, o que gratifica nosso ego.

Jogos têm conflitos/competições/desafios/oposições, o que nos dá adrenalina.

Jogos envolvem a solução de problemas, o que estimula nossa criatividade.

Jogos têm interação, o que nos leva a grupos sociais.

Jogos têm enredo e representações, o que nos proporciona emoção.

No entanto, leva um tempo para que seus efeitos sejam efetivos, pois, segundo o mesmo autor, as interações com jogos devem ser constantes.

No **Pós-teste** vários alunos trocaram os conceitos de área e perímetro na primeira questão e disseram ter perímetros iguais os sítios que apresentam o mesmo número de quadrados (Figura 17), conclusões não verdadeiras. Apesar disso, como o tempo destinado a este teste foi maior, reajustado em decorrência de necessidades ocorridas durante a pesquisa (ANDRÉ, 2014), os alunos interagiram mais na discussão das questões e demonstraram maior autonomia ao realizá-lo. Percebemos que as interações ocorridas durante os jogos contribuíram para isso. E nesse sentido concordamos com Vygotsky ao afirmar que a aprendizagem se processa por meio da interação (VIGOTSKY, 2010).

Percebemos, no decorrer da investigação, que as alunas **DVL, GMS, LBC e SMR** foram as que mais se destacaram, em termo de dedicação, persistência e cometendo menos deslizes ao errar as questões classificadas como PC (Figuras: 19, 21 e outras). Os alunos **IFSM, JTV, LAL, TJA, WSJ e ET**, mesmo apresentando progresso razoável na resolução dos testes, melhoraram quanto à autonomia e interesse pelas atividades.

Contudo, ao final dos três testes percebemos que os alunos **ACJ, JRS, KHA, PRC e RSJ** apresentaram pouco progresso, pois suas resoluções continuaram acusando os mesmos erros: não conseguiram identificar as figuras envolvidas nas questões e/ou os cálculos corretos associados a elas (Figuras 16, 20 e outras), permanecendo na Zona de Desenvolvimento Proximal, necessitando de mais interações para alcançarem melhores resultados (VIGOTSKY, 2010).

Como o quantitativo de alunos referido neste último grupo é pouco, consideramos satisfatório o resultado do Pós-teste, mesmo este apresentando grande quantidade de resoluções com parte correta (PC). Pois os alunos demonstraram maior percepção na realização das situações problemas quando comparado ao primeiro teste.

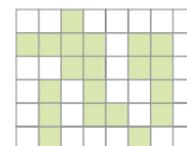
Identificaram as figuras envolvidas em cada atividade e as fórmulas e cálculos necessários para solucionar cada uma.

Apresentamos a seguir as questões dos testes e o que esperávamos que os alunos observassem em cada uma ao resolvê-las.

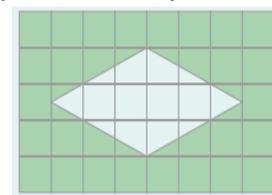
Vale lembrar que durante a realização das atividades os alunos usaram o resumo recebido previamente, com as figuras e suas respectivas fórmulas, para o cálculo das áreas e dos perímetros (APÊNDICE F).

A primeira questão de cada teste teve por finalidade analisar os conhecimentos dos alunos em relação aos conceitos de área e de perímetro de regiões planas. Onde o aluno, a partir da medida do lado do quadrado usado como unidade, deveria encontrar a área e/ou perímetro das regiões solicitadas, fazendo ou não inferências sobre elas.

1. A figura ao lado apresenta uma malha quadriculada em que a medida do lado de cada quadradinho é 2,5 u.c. (unidades de medida de comprimento). Determine a área da região sombreada.

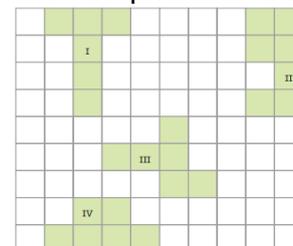


1. Francine usou uma folha de papel quadriculado para desenhar a bandeira do Brasil. Desconhecendo as reais dimensões da bandeira brasileira, ela iniciou o seu desenho construindo o losango central para, então, pintar de verde a sua parte externa, como é mostrado na figura ao lado. Se as dimensões da folha são 10 cm x 16 cm, determine:



- a) a medida do lado do losango.
- b) a área da região pintada de verde.

1. Na malha quadriculada apresentada ao lado, as regiões sombreadas – I, II, III e IV – representam as superfícies de quatro sítios planos onde, respectivamente, os irmãos – Artur, Lucas, Edson e Luiza – pretendem construir suas casas. Sabendo que a área total da malha é 36 000 m², responda:



- a) quais sítios têm perímetros iguais?
- b) qual dos irmãos pretende construir no sítio que tem a superfície de maior área? Identifique a área dessa superfície.

Alguns alunos identificaram que o cálculo de área do quadrado envolve multiplicação, mas não o realizaram da forma correta, como podemos verificar na Figura 16, referente ao pré-teste.

Figura 16. Resultado da questão 1, no pré-teste, apresentado erroneamente.

1. A figura ao lado apresenta uma malha quadriculada em que a medida do lado de cada quadradinho é 2,5 u.c. (unidades de medida de comprimento). Determine a área da região sombreada.

$$\begin{array}{r} 20 \\ \times 2,5 \\ \hline 50 \end{array}$$
 $x = 50$

(KHA)

1. A figura ao lado apresenta uma malha quadriculada em que a medida do lado de cada quadradinho é 2,5 u.c. (unidades de medida de comprimento). Determine a área da região sombreada.

$$2,5 \times 2,5 = 6,25$$

$$625 \times 625 = 1.250 \text{ m}^2$$

(JTV)

Fonte: Arquivo pessoal.

Alguns alunos erraram a primeira questão nos três testes, ou deixaram de resolvê-la, principalmente devido a dificuldades na interpretação, como é o caso da aluna KHA apresentada na Figura 16. Outros, contudo, erraram no pré-teste, erraram ou deixaram de resolver a questão no teste e mostraram resultados razoáveis no pós-teste, como podemos observar na Figura 17, em que os alunos acertaram ou responderam parte do que foi solicitado, por não se atentarem ao comando.

Figura 17. Resultado da questão 1, no pós-teste, apresentando parte correta.

1. Na malha quadriculada apresentada ao lado, as regiões sombreadas – I, II, III e IV – representam as superfícies de quatro sítios planos onde, respectivamente, os irmãos – Artur, Lucas, Edson e Luiza – pretendem construir suas casas. Sabendo que a área total da malha é 36 000 m², responda:

a) quais sítios têm perímetros iguais?
7, 2, 3

b) qual dos irmãos pretende construir no sítio que tem a superfície de maior área? Identifique a área dessa superfície.
Edson

(JTV)

1. Na malha quadriculada apresentada ao lado, as regiões sombreadas – I, II, III e IV – representam as superfícies de quatro sítios planos onde, respectivamente, os irmãos – Artur, Lucas, Edson e Luiza – pretendem construir suas casas. Sabendo que a área total da malha é 36 000 m², responda:

a) quais sítios têm perímetros iguais? I, III e IV.

b) qual dos irmãos pretende construir no sítio que tem a superfície de maior área? Identifique a área dessa superfície. LUCAS, 2800m²

$$\begin{array}{r} 36000 \\ \times 100 \\ \hline 3600000 \end{array}$$

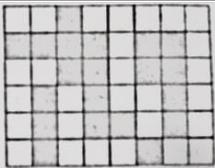
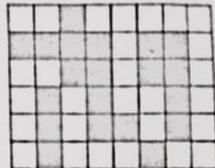
$$\begin{array}{r} 400 \\ \times 7 \\ \hline 2800 \end{array}$$

(ET)

Fonte: Arquivo pessoal.

Segundo Prensky (2010, 2012) o nível de atenção dos jovens que interagem com jogos digitais é maior, mas não foi observado em nossa pesquisa, visto que os alunos erraram detalhes. Isso significa que os momentos de interação com os jogos não foram suficientes. Nenhum aluno apresentou resolução correta para a questão 1 do pós-teste, vários acertaram apenas a questão 1 do teste (Figura 18).

Figura 18. Resultado da questão 1, no teste, apresentado de forma correta.

<p>1. A figura ao lado apresenta uma malha quadriculada em que a medida do lado de cada quadradinho é 2,5 u.c. (unidades de medida de comprimento). Determine a área da região sombreada. $\text{Área} = 125,00 \text{ u.c.}^2$</p> <p>$\text{Área} = 2,5$ $\text{Área} = 6,25 \text{ u.c.}$ número de quadradinhos = 20</p> $\begin{array}{r} 2,5 \\ \times 20 \\ \hline 000 \\ + 500 \\ \hline 500 \\ \hline 6,25 \end{array}$		(GSM)
<p>1. A figura ao lado apresenta uma malha quadriculada em que a medida do lado de cada quadradinho é 2,5 u.c. (unidades de medida de comprimento). Determine a área da região sombreada.</p> <p>$\text{Área} = 2,5^2 = 6,25$</p> <p>$20 \times 6,25 = 125,00$</p> <p>$A = 125$</p>		

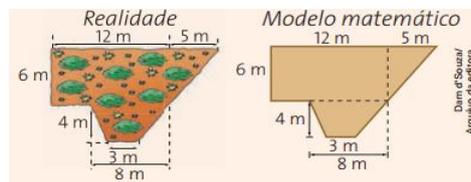
Fonte: Arquivo pessoal.

A segunda questão de cada teste exigia que o aluno identificasse a/as figuras planas envolvidas e associasse à forma correta de calcular a área e o perímetro, usando em seguida as operações básicas necessárias para encontrar o resultado final solicitado.

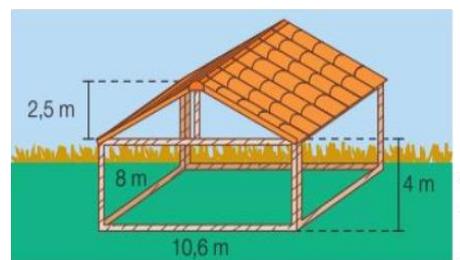
2. Quantos centímetros quadrados de material foram usados para fazer as quatro bandeirinhas representadas ao lado?



2. Determine a área de um terreno plano cujas características e medidas são apresentadas na figura abaixo, pelo modelo real e pelo modelo matemático.



2. Em certo sítio, o proprietário construiu uma estrutura de madeira, como ilustrada abaixo, que será utilizada como armazém. As paredes, portas e janelas desse armazém serão construídas com tábuas de madeira. De acordo com a imagem responda.

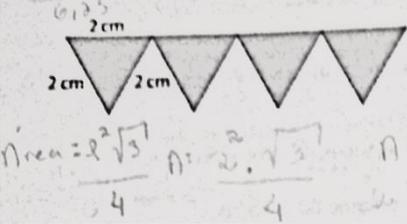


a) Qual a área que será ocupada por esse armazém?

b) Quantos metros quadrados de madeira, no mínimo, serão necessários para construir as paredes do armazém sabendo que as portas e janelas ocuparão 8 m²?

Alguns alunos não conseguiram identificar todas as figuras envolvidas para a realização dos cálculos, como podemos observar na Figura 19.

Figura 19. Resultados parciais da questão 2, no pré-teste, teste e pós-teste.



2. Quantos centímetros quadrados de material foram usados para fazer as quatro bandeirinhas representadas ao lado?

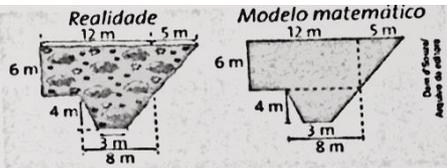
Área = $\frac{2 \cdot 2}{2} = 2$
 $A = \frac{2 \cdot 2}{2} = 2$
 $A = \frac{2 \cdot 2}{2} = 2$
 $A = \frac{2 \cdot 2}{2} = 2$

(TJA)

2. Determine a área de um terreno plano cujas características e medidas são apresentadas na figura ao lado, pelo modelo real e pelo modelo matemático.

Área = $\frac{(8+12) \cdot 6}{2} = \frac{20 \cdot 6}{2} = 60$

Área do terreno = 60 m²



(LAL)

2. Em certo sítio, o proprietário construiu uma estrutura de madeira, como ilustrada abaixo, que será utilizada como armazém. As paredes, portas e janelas desse armazém serão construídas com tábuas de madeira. De acordo com a imagem responda.

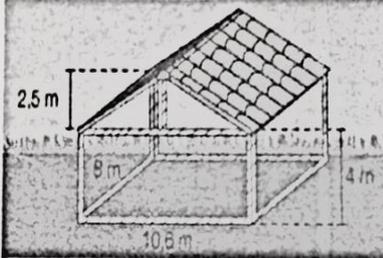
a) Qual a área que será ocupada por esse armazém?

10m * 4m = 40m² } 8,25m = 20 } Área = 42,4

Área = 42,4 m²

b) Quantos metros quadrados de madeira, no mínimo, serão necessários para construir as paredes do armazém sabendo que as portas e janelas ocuparão 8 m²?

42,4 - 8 = 34,4 m² necessário para construção das paredes do armazém.



(LAL)

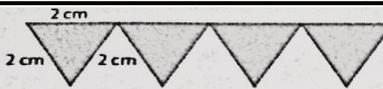
Fonte: Arquivo pessoal.

Outros alunos não conseguiram nem mesmo identificar as figuras, das quais deveriam calcular a área, ou a forma correta de calculá-la (Figura 20).

131

Figura 20. Erros de cálculos na questão 2, no pré-teste, teste e pós-teste.

2. Quantos centímetros quadrados de material foram usados para fazer as quatro bandeirinhas representadas ao lado?



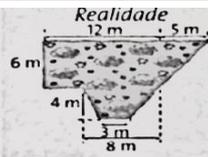
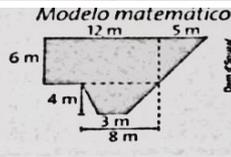
Perímetro = 3x2
 $P = 3 \cdot 2$
 $P = 6$

$P = 6 \cdot 4$
 $P = 24$

$P = 24 \text{ cm}^2$

(WSJ)

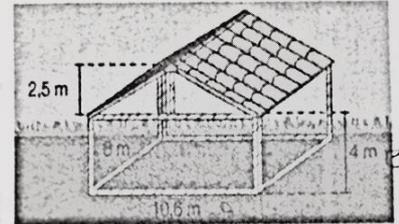
2. Determine a área de um terreno plano cujas características e medidas são apresentadas na figura ao lado, pelo modelo real e pelo modelo matemático.

$A = a^2$
 $A = 18^2$
 $A = 324$

(JTV)

2. Em certo sítio, o proprietário construiu uma estrutura de madeira, como ilustrada abaixo, que será utilizada como armazém. As paredes, portas e janelas desse armazém serão construídas com tábuas de madeira. De acordo com a imagem responda.



a) Qual a área que será ocupada por esse armazém?

Área = $10,6 \text{ m} \times 8 \text{ m} = 84,8 \text{ m}^2$

b) Quantos metros quadrados de madeira, no mínimo, serão necessários para construir as paredes do armazém sabendo que as portas e janelas ocuparão 8 m^2 ?

Perímetro = $10,6 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 26,5$
 $26,5 \cdot 2 + 84 \cdot 2 + 10,6 \cdot 2 =$
 $53 + 168 + 21,2 =$
 $242,2$

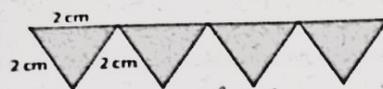
(KHA)

Fonte: Arquivo pessoal.

Houve alunos, porém, que apresentaram bom desempenho (Figura 21), identificaram as figuras envolvidas e os cálculos corretos associados a elas.

Figura 21. Cálculos corretos na questão 2, no pré-teste e pós-teste.

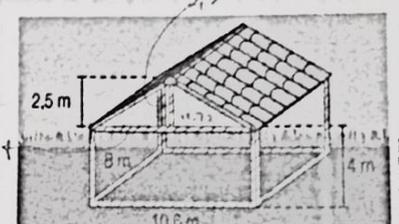
2. Quantos centímetros quadrados de material foram usados para fazer as quatro bandeirinhas representadas ao lado?



$\frac{2^2 \sqrt{3}}{4} = \frac{4 \sqrt{3}}{4} = \frac{4 \cdot 1,7}{4} = \frac{6,8}{4} = 1,7 \cdot 4 = 6,8 \text{ cm}^2$

(DVS)

2. Em certo sítio, o proprietário construiu uma estrutura de madeira, como ilustrada abaixo, que será utilizada como armazém. As paredes, portas e janelas desse armazém serão construídas com tábuas de madeira. De acordo com a imagem responda.



a) Qual a área que será ocupada por esse armazém?

Área = $\frac{10,6 \times 8}{2} = 84,8 \text{ m}^2$

b) Quantos metros quadrados de madeira, no mínimo, serão necessários para construir as paredes do armazém sabendo que as portas e janelas ocuparão 8 m^2 ?

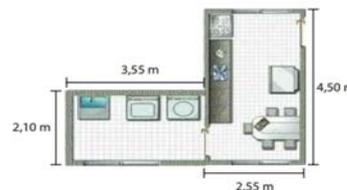
$8 \times \frac{10,6}{4} = 21,2$
 $21,2 + 84,8 = 106$
 $106 - 8 = 98$

(TJA)

Fonte: Arquivo pessoal.

A terceira questão dos testes, teve por objetivo levar os alunos a refletirem sobre a figura visualizada e quais partes deveriam ser calculadas em cada uma delas, com base na interpretação da situação problema associada, levando em consideração, ainda, a soma dos resultados encontrados.

3. A figura ao lado mostra a planta baixa da cozinha e da área de serviço de um apartamento. Considerando desprezível a espessura das paredes, determine a área total de superfície das dependências mostradas.



3. Sabe-se que o tampo da mesa mostrada na figura é composto de duas tábuas retangulares, cada qual com 0,35 m de largura, e dois semicírculos, cada um com 0,80 m de diâmetro. Nessas condições, qual é a área da superfície do tampo dessa mesa? (Use $\pi = 3,14$).



3. A superfície do tampo da mesa mostrada na figura é um quadrado, composto de quatro triângulos isósceles congruentes, cujos lados congruentes medem $\frac{3\sqrt{2}}{5}$ metros. Calcule a área de superfície do tampo dessa mesa.



Como nas questões anteriores vários alunos apresentaram dificuldades com a realização dos cálculos. Erraram cálculos simples, não identificaram as figuras corretamente ou não realizaram todos os cálculos necessários (Figura 23). Alguns alunos, no entanto, conseguiram resolver corretamente as questões do teste e do pós-teste (Figura 22).

Figura 22. Cálculos corretos para a questão 3, no pré-teste e pós-teste.

3. A figura ao lado mostra a planta baixa da cozinha e da área de serviço de um apartamento. Considerando desprezível a espessura das paredes, determine a área total de superfície das dependências mostradas.

$$\begin{array}{r} \text{Área: } a \cdot b = 3,55 \\ \times 2,10 \\ \hline 7100 \\ 17100 \\ \hline 74550 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,55 \\ \times 4,50 \\ \hline 1020 \\ 114750 \\ \hline 114750 \end{array}$$

$$11,475 + 7,455 = 18,930 \text{ m}^2$$

$$A = 189,3 \text{ m}^2$$

3. A superfície do tampo da mesa mostrada na figura é um quadrado, composto de quatro triângulos isósceles congruentes, cujos lados congruentes medem $\frac{3\sqrt{2}}{5}$ metros. Calcule a área de superfície do tampo dessa mesa.

$$a^2 = b^2 = c^2$$

$$a^2 = \left(\frac{3\sqrt{2}}{5}\right)^2 + \left(\frac{3\sqrt{2}}{5}\right)^2$$

$$a^2 = \frac{9 \cdot 2}{25} + \frac{9 \cdot 2}{25} = \frac{18}{25} + \frac{18}{25} = \frac{36}{25}$$

$$a = \sqrt{\frac{36}{25}} = \frac{\sqrt{36}}{\sqrt{25}} = \frac{6}{5} \text{ m}$$

(LBC)

(DVS)

Fonte: Arquivo pessoal.

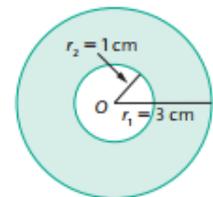
Figura 23. Erros de cálculos na questão 3, no pré-teste, teste e pós-teste.

<p>6. $4 = 24 \text{ cm}$</p> <p>3. A figura ao lado mostra a planta baixa da cozinha e da área de serviço de um apartamento. Considerando desprezível a espessura das paredes, determine a área total de superfície das dependências mostradas.</p> <p>$3,55 \cdot 2 = 7,1$ $2,55 \cdot 2 = 5,1$</p>		<p>(RSJ)</p>
<p>3. Sabe-se que o tampo da mesa mostrada na figura é composto de duas tábuas retangulares, cada qual com 0,60 m de comprimento, e dois semicírculos, cada um com 0,80 m de diâmetro. Nessas condições, qual é a área da superfície do tampo dessa mesa? (Use $\pi = 3,14$).</p> <p>$0,60 \cdot 0,80 + \text{área dos arcos}$ $0,36$ $3,14 \cdot 0,80^2$ $3,14 \cdot 0,64$ $0,36 + 2 \cdot 0,096$ $2,3696$</p>		<p>(DVS)</p>
<p>3. A superfície do tampo da mesa mostrada na figura é um quadrado, composto de quatro triângulos isósceles congruentes, cujos lados congruentes medem $\frac{3\sqrt{2}}{5}$ metros. Calcule a área de superfície do tampo dessa mesa.</p> <p>$0,810,8 = 2,6$ $a^2 = b^2 + c^2$ $2,68 = 2 + x^2$ $0,68 = x^2$ $x = 0,82$ $1,18 = x$ $1,18 \cdot 4 = 4,72 \text{ m}$</p>		<p>(GMS)</p>

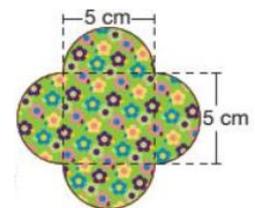
Fonte: Arquivo pessoal.

A quinta questão do Pré-teste e a quarta dos demais testes envolviam os conceitos de circunferência, associada à soma ou subtração dos resultados encontrados.

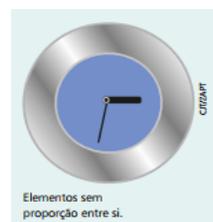
5. Quantos centímetros quadrados de alumínio são necessários para fazer uma arruela cujas dimensões estão na figura ao lado?



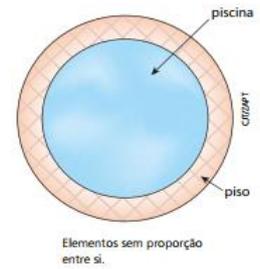
4. Na confecção de um tapete de retalhos, uma costureira utilizou 20 pedaços de tecido como ilustrado ao lado. Considerando que o pedaço de tecido pode ser dividido em um quadrado e quatro semicírculos iguais, determine, de acordo com as medidas indicadas, quantos centímetros quadrados de tecido foram utilizados na confecção do tapete.



4. Na cozinha da casa de Maria há um relógio, no qual uma placa de metal plana, em forma de coroa circular, circunda o mostrador (região central). Calcule a área da superfície da placa, sabendo que a circunferência maior da placa tem 32π cm de comprimento e o diâmetro do círculo interno mede 10 cm.



4. Na casa de Marina há uma piscina no formato circular, circundada por um piso, conforme mostrado na figura. Ela pretende trocar o revestimento do piso por outro, que custa R\$ 16,00 o metro quadrado. Sabendo que a piscina tem 8 metros de diâmetro e o piso tem 2,5 metros de largura, determine a quantia mínima que Marina gastará na compra do novo revestimento para o piso. Use $\pi = \frac{22}{7}$.



Durante a interação com jogos, cálculos envolvendo a circunferência apareceram no jogo *Geometria no meu quarto* quando solicitada a área da superfície do abajur/cilindro. Os alunos contornaram as dificuldades encontradas utilizando o resumo com as fórmulas que receberam previamente e vários se apoiaram nas dicas de resolução do jogo, inserindo os dados expostos na fórmula apresentada, se acomodando.

Identificamos nessa situação a reflexão feita por Matta (2010) quanto à crise de identidade dos jovens da atualidade: há momentos em que eles são interessados e esforçados a construírem seus conhecimentos e em outros momentos se acomodam e esperam tudo pronto. O resultado das questões dos testes (Quadro 6) reflete esse comodismo, considerando que os alunos estavam com as fórmulas e elas poderiam ser consultadas durante a resolução das atividades.

Nas questões envolvendo circunferência, houve vários erros dos alunos: cálculo apenas para uma circunferência, uso do diâmetro no lugar do raio, perímetro no lugar de área (Figura 24), soma dos dados obtidos no lugar de subtração ou divisão no lugar de multiplicação. Decorrentes da falta de atenção ou da má interpretação do enunciado das questões (Figura 25).

Figura 24. Erros de cálculos na questão 4 e 5 do pré-teste e 4 do pós-teste

4. Na confecção de um tapete de retalhos, uma costureira utilizou 20 pedaços de tecido como ilustrado ao lado. Considerando que o pedaço de tecido pode ser dividido em um quadrado e quatro semicírculos iguais, determine, de acordo com as medidas indicadas, quantos centímetros quadrados de tecido foram utilizados na confecção do tapete.

$A = 5^2$ $A = 25 \cdot 4$ $A = 3,14 \cdot 2 \cdot 5^2$ $512,5$
 $A = 25$ $A = 100$ $A = 3,14 \cdot 6 \cdot 25$ $2,5$
 $A = 19 \cdot 625$

quadrado semicírculo

4. Na casa de Marina há uma piscina no formato circular, circundada por um piso, conforme mostrado na figura. Ela pretende trocar o revestimento do piso por outro, que custa R\$ 16,00 o metro quadrado. Sabendo que a piscina tem 8 metros de diâmetro e o piso tem 2,5 metros de largura, determine a quantia mínima que Marina gastará na compra do novo revestimento para o piso. Use $\pi = \frac{22}{7}$.

$\frac{22}{7} \cdot 8^2$
 $\frac{22}{7} \cdot 64$
 $200,96$

5. Quantos centímetros quadrados de alumínio são necessários para fazer uma arruela cujas dimensões estão na figura ao lado?

$r_1 = 1 \text{ cm}$
 $r_2 = 3 \text{ cm}$

$2 \cdot \pi \cdot R \cdot L$
 $2 \cdot 3,14 \cdot 3$
 $6,28 \text{ comprimento}$

πR^2
 $3,14 \cdot 3^2$
 $3,14 \cdot 9$
 $28,26$

$28,26$
 $- \frac{6,28}{23,98 \text{ cm}}$

(ET)

(JTV)

(SMR)

Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 25. Outros erros para questão 4 e 5 do pré-teste e 4 do teste

4. Na confecção de um tapete de retalhos, uma costureira utilizou 20 pedaços de tecido como ilustrado ao lado. Considerando que o pedaço de tecido pode ser dividido em um quadrado e quatro semicírculos iguais, determine, de acordo com as medidas indicadas, quantos centímetros quadrados de tecido foram utilizados na confecção do tapete.

a^2 $603 \cdot 20$
 $b^2 = 1625$ $12,5000$

4. Na cozinha da casa de Maria há um relógio, no qual uma placa de metal plana, em forma de coroa circular, circunda o mostrador (região central). Calcule a área da superfície da placa, sabendo que a circunferência maior da placa tem 32 cm de comprimento e o diâmetro do círculo interno mede 10 cm.

$A = \pi \cdot r_1^2$ $A = \pi \cdot r_2^2$
 $A = 3,14 \cdot 3$ $A = 3,14 \cdot 1^2$ $+ 9,42$
 $A = 9,42$ $A = 3,14$ $= 12,56 \text{ cm}^2$
 $= 12,56 \text{ cm}^2$

4. Na cozinha da casa de Maria há um relógio, no qual uma placa de metal plana, em forma de coroa circular, circunda o mostrador (região central). Calcule a área da superfície da placa, sabendo que a circunferência maior da placa tem 32 cm de comprimento e o diâmetro do círculo interno mede 10 cm.

$A = 3,14 \cdot 5^2$
 $A = 3,14 \cdot 16^2$ $A = 3,14 \cdot 5$
 $A = 3,14 \cdot 256$ $A = 3,14 \cdot 25$
 $A = 803,84$ $A = 78,5$

(DVS)

(WSJ)

(JTV)

Fonte: Arquivo pessoal.

Alunos que erraram a questão 4 no pré-teste e teste, se empenharam e apresentaram resultados razoáveis no pós-teste (Figura 26).

Figura 26. Resultados razoáveis para a questão 4 do pós-teste

4. Na casa de Marina há uma piscina no formato circular, circundada por um piso, conforme mostrado na figura. Ela pretende trocar o revestimento do piso por outro, que custa R\$ 16,00 o metro quadrado. Sabendo que a piscina tem 8 metros de diâmetro e o piso tem 2,5 metros de largura, determine a quantidade mínima que Marina gastará na compra do novo revestimento para o piso. Use $\pi = \frac{22}{7}$.

$\frac{22}{7} = x$
 $4 + 2,5 = 6,5$

$A = \pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2$
 $= 3,14 \cdot 6,5^2 - 3,14 \cdot 4^2$
 $= 3,14 \cdot 42,25 - 3,14 \cdot 16$
 $= 132,16 - 50,24$
 $= 82,36 \text{ m}^2$

$82,36 \cdot 16 = 1317,76$

Ela gastará R\$ 1317,76

Elementos em proporção entre si.

(GMS)

4. Na casa de Marina há uma piscina no formato circular, circundada por um piso, conforme mostrado na figura. Ela pretende trocar o revestimento do piso por outro, que custa R\$ 16,00 o metro quadrado. Sabendo que a piscina tem 8 metros de diâmetro e o piso tem 2,5 metros de largura, determine a quantidade mínima que Marina gastará na compra do novo revestimento para o piso. Use $\pi = \frac{22}{7}$.

$0,84 \quad 0,84 = 163$

$4 + 2,5 = 6,5 \text{ m}$

$A = \pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2$
 $= \pi \cdot 6,5^2 - \pi \cdot 4^2$
 $= 3,14 \cdot (42,25 - 16)$
 $= 13,14 \cdot 26,25 = 82,14$

$\frac{22}{7} = 3,14$

$\begin{array}{r} 82,4 \\ \times 16 \\ \hline 4944 \\ + 824 \\ \hline 13184 \end{array}$

R. R\$ 1318,4

Elementos em proporção entre si.

(LBC)

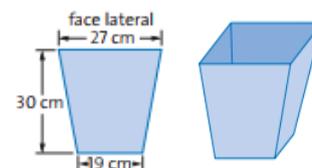
Fonte: Arquivo pessoal.

A quinta questão do teste e pós-teste envolvia objetos tridimensionais. Os alunos deviam identificar as figuras e fórmulas adequadas a serem utilizadas e se atentarem às operações de soma e subtração que fazem parte do resultado final.

5. A figura ao lado nos mostra uma peça ornamental cuja aresta do cubo mede 20 cm. A cavidade, em forma de prisma regular de base triangular, com aresta de 5 cm, estende-se da face inferior à face superior do cubo. Calcule a área total de superfície dessa peça.



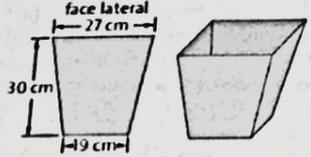
5. Uma cesta de lixo tem por faces laterais trapézios isósceles e por fundo um quadrado de 19 cm de lado. Desprezando a espessura da madeira utilizadas, quantos metros quadrados de madeira foram necessários para fabricar essa cesta de lixo?



Como as questões do teste praticamente não foram respondidas, temos referência apenas do pós-teste. Neste, vários alunos identificaram as figuras e fórmulas corretamente, mas esqueceram de calcular a área para todas as faces (Figura 27).

Muitos alunos nem tentaram e se acomodaram diante do desafio, resultando no acerto de dois alunos para esta questão no pós-teste (Figura 28).

Figura 27. Erros de cálculos para a questão 5, no pós-teste



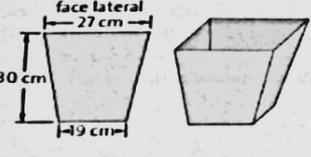
5. Uma cesta de lixo tem por faces laterais trapézios isósceles e por fundo um quadrado de 19 cm de lado. Desprezando a espessura da madeira utilizadas, quantos metros quadrados de madeira foram necessários para fabricar essa cesta de lixo?

$$A = \frac{(27+19) \cdot 30}{2} = \frac{46 \cdot 30}{2} = \frac{1380}{2} = 690 \text{ cm}$$

$$A_1 = 690 + 361 = 1051 \text{ m}^2$$

$$A = 19^2 = 361 \text{ cm}$$

(LBC)



5. Uma cesta de lixo tem por faces laterais trapézios isósceles e por fundo um quadrado de 19 cm de lado. Desprezando a espessura da madeira utilizadas, quantos metros quadrados de madeira foram necessários para fabricar essa cesta de lixo?

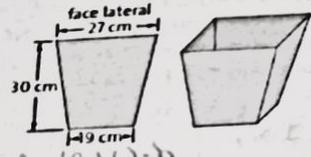
$$A_{\text{lado}} = \frac{(27+19) \cdot 30}{2}$$

$$A_{\text{fundo}} = \frac{19^2}{2} = 690 \text{ cm}^2$$

(JTV)

Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 28. Cálculos corretos apresentados para a questão 5, no pós-teste



5. Uma cesta de lixo tem por faces laterais trapézios isósceles e por fundo um quadrado de 19 cm de lado. Desprezando a espessura da madeira utilizadas, quantos metros quadrados de madeira foram necessários para fabricar essa cesta de lixo?

$$A = \frac{(B+b) \cdot h}{2}$$

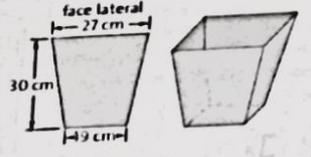
$$A = \frac{(27+19) \cdot 30}{2}$$

$$A = \frac{1380}{2} = 690 \text{ cm}^2$$

$$A = 19^2 = 361 \text{ cm}^2$$

$$A = 690 + 361 = 1051 \text{ cm}^2$$

(ET)



5. Uma cesta de lixo tem por faces laterais trapézios isósceles e por fundo um quadrado de 19 cm de lado. Desprezando a espessura da madeira utilizadas, quantos metros quadrados de madeira foram necessários para fabricar essa cesta de lixo?

$$A = \frac{(B+b) \cdot h}{2}$$

$$A = \frac{(27+19) \cdot 30}{2}$$

$$A = 690 \cdot 4 = 2760 \text{ cm}^2$$

$$A = 19^2 = 361 \text{ cm}^2$$

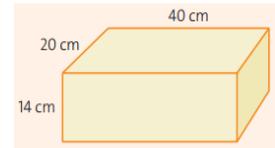
$$A = 2760 + 361 = 3121 \text{ cm}^2$$

(RSG)

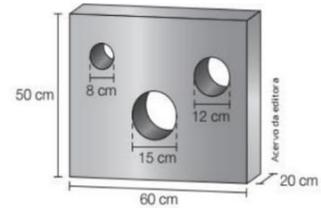
Fonte: Arquivo pessoal.

A sexta questão dos testes envolvia os objetos tridimensionais prismas, associados à área de suas superfícies ou volume. Em qualquer das situações exigia do aluno o conhecimento da área das figuras planas e das operações de soma e subtração.

6. Uma indústria precisa fabricar 10 000 caixas de sabão com as medidas da figura abaixo. Desprezando as abas, calcule, aproximadamente, quantos metros quadrados de papelão serão necessários.

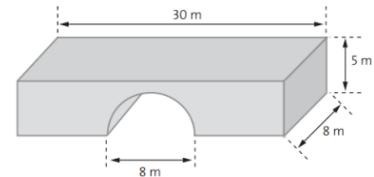


6. Para confeccionar uma peça, um torneiro mecânico irá realizar três furos cilíndricos em uma chapa metálica com forma de paralelepípedo, como indicado no esquema ao lado.



- a) qual o volume total de metal retirado da chapa na realização dos furos?
b) qual o volume da peça obtida?

6. Uma ponte de concreto tem a forma e dimensões como apresentadas na figura ao lado. Qual o volume de concreto usado para construir a ponte? (Use $\pi = 3$).



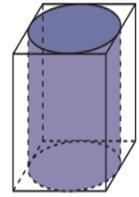
Os alunos calcularam volume no lugar de área e área no lugar de volume, não identificaram todas as figuras envolvidas ou a operação correta a ser utilizada em cada situação-problema (Figura 30). Logo, temos apenas respostas parcialmente corretas para estas questões (Figura 29).

Figura 29. Cálculos razoáveis para a questão 6, no teste, pré-teste e pós-teste.

<p>6. Uma indústria precisa fabricar 10 000 caixas de sabão com as medidas da figura abaixo. Desprezando as abas, calcule, aproximadamente, quantos metros quadrados de papelão serão necessários.</p> <p><i>Handwritten:</i> $40 \times 20 \times 2 = 1600$ (lateral) $40 \times 14 \times 2 = 1120$ (fundo) $20 \times 44 \times 2 = 560$ (abas) 3.280 m^2</p>		(IAFM)
<p>6. Uma ponte de concreto tem a forma e dimensões como apresentadas na figura ao lado. Qual o volume de concreto usado para construir a ponte? (Use $\pi = 3$).</p> <p><i>Handwritten:</i> $A = 30 \times 5 = 150$ $A = 30 \times 8 = 240$ $A = 30 \times 10 = 300$ $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$ $V = 3 \cdot 4^2 \cdot 8$ $V = \frac{384}{2}$ $V = 192 \text{ m}^3$</p>		(WSJ)
<p>6. Para confeccionar uma peça, um torneiro mecânico irá realizar três furos cilíndricos em uma chapa metálica com forma de paralelepípedo, como indicado no esquema ao lado.</p> <p>a) qual o volume total de metal retirado da chapa na realização dos furos?</p> <p><i>Handwritten:</i> $60 \cdot 20 = 1200$ $1200 \cdot 50 = 60 000$ $V = 3,14 \cdot 6^2 \cdot 20$ $V = 3,14 \cdot 36 \cdot 20$ $V = 2260,8$ $2260,8$</p>		(LBC)

Fonte: Arquivo pessoal.

7. Um objeto ornamental possui as características da figura ao lado: um cilindro inscrito em um cubo cuja aresta mede 10 cm.



a) Determine, na ordem dada, a razão entre as áreas totais do cubo e do cilindro.

b) Calcule o volume do cubo, desconsiderando o volume do cilindro.

7. Uma cooperativa agrícola vai construir um silo para armazenamento de cereais em grãos. O silo terá a forma e dimensões como indicadas na figura: seu corpo será cilíndrico e sua base terminará por um funil cônico. Para que a superfície desse silo não enferruje, será necessário pintá-lo externamente. Se com uma lata de tinta pode-se pintar 10 m², qual é o número mínimo de latas para pintar a superfície total desse silo? (Use $\pi = 3,14$).

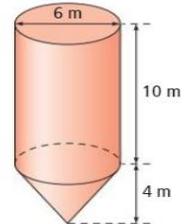


Figura 31. Cálculos errados apresentados à questão 7, no teste e no pós-teste.

7. Uma cooperativa agrícola vai construir um silo para armazenamento de cereais em grãos. O silo terá a forma e dimensões como indicadas na figura: seu corpo será cilíndrico e sua base terminará por um funil cônico. Para que a superfície desse silo não enferruje, será necessário pintá-lo externamente. Se com uma lata de tinta pode-se pintar 10 m², qual é o número mínimo de latas para pintar a superfície total desse silo? (Use $\pi = 3,14$).

2 $\pi \cdot r \cdot h$
 $2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10$
 $Acilindro = 188,4$

$Alat. conu = 3,14 \cdot 3 \cdot 4$
 $= 37,68 \text{ m}^2$

$$\begin{array}{r} 188,4 \\ + 37,68 \\ \hline 226,08 \end{array} \Bigg| \frac{10}{220} = 22 \text{ (608) latas}$$

(JTV)

7. Uma cooperativa agrícola vai construir um silo para armazenamento de cereais em grãos. O silo terá a forma e dimensões como indicadas na figura: seu corpo será cilíndrico e sua base terminará por um funil cônico. Para que a superfície desse silo não enferruje, será necessário pintá-lo externamente. Se com uma lata de tinta pode-se pintar 10 m², qual é o número mínimo de latas para pintar a superfície total desse silo? (Use $\pi = 3,14$).

$V_c = \pi \cdot r^2 \cdot h$
 $V = 3,14 \cdot 3^2 \cdot 10$
 $V = 282,6 \text{ m}^3$

$V = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot h}{3}$
 $V = \frac{3,14 \cdot 3^2 \cdot 4}{3}$
 $V = 37,68 \text{ m}^3$

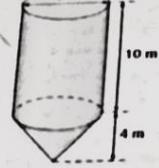
$$\begin{array}{r} 282,60 \\ + 37,68 \\ \hline 320,28 \text{ m}^3 \end{array}$$

$\frac{320,28}{10} = 32 \text{ latas de tinta}$
 $\approx 32 \text{ latas de tinta}$

(WSJ)

Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 32. Cálculos razoáveis apresentados à questão 7 do teste e pós-teste.



7. Uma cooperativa agrícola vai construir um silo para armazenamento de cereais em grãos. O silo terá a forma e dimensões como indicadas na figura: seu corpo será cilíndrico e sua base terminará por um funil cônico. Para que a superfície desse silo não enferruje, será necessário pintá-lo externamente. Se com uma lata de tinta pode-se pintar 10 m², qual é o número mínimo de latas para pintar a superfície total desse silo? (Use $\pi = 3,14$).

$A_c = \pi r^2$
 $A_c = 3,14 \cdot 3^2$
 $A_c = 3,14 \cdot 9$
 $A_c = 28,26 \text{ m}^2$

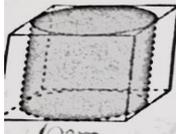
$A_{\text{cilindro}} = 2\pi r \cdot h$
 $A_{\text{cilindro}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 30$
 $6,28 \cdot 30$
 $188,4 \text{ m}^2$

$A_{\text{cone}} = \pi \cdot r^2$
 $A_{\text{cone}} = 3,14 \cdot 3^2$
 $A_{\text{cone}} = 3,14 \cdot 9$
 $A_{\text{cone}} = 28,26 \text{ m}^2$

$A_T = 28,26 + 188,4 + 28,26$
 $A_T = 244,92 \text{ m}^2 \approx 30 \text{ m}^2$
 $A_T = 2,4492 \text{ latas}$

Observação: algumas questões foram adaptadas dos livros didát

(SMR)



7. Um objeto ornamental possui as características da figura ao lado: um cilindro inscrito em um cubo cuja aresta mede 10 cm.

a) Determine, na ordem dada, a razão entre as áreas totais do cubo e do cilindro.

b) Calcule o volume do cubo, desconsiderando o volume do cilindro.

$a) \frac{10^2}{3,14 \cdot 10^2}$
 $\frac{100}{314}$

$b) V = 3,14 \cdot 10^2$
 314

(DVS)

Fonte: Arquivo pessoal.

Percebemos, ao analisar as atividades, que cada aluno percorreu um caminho na resolução dos problemas, mesmo tendo interagido e discutido as questões entre pares, mostrando que o importante não é a solução correta de cada questão e sim as percepções de cada um e os raciocínios desenvolvidos durante o processo. Reforçando que “a Matemática possui inúmeros e diferentes caminhos para serem percorridos” (SILVA; SIQUEIRA FILHO, 2011, p. 28). Cada aluno pode dar sua contribuição na resolução de uma situação problema, de diferentes maneiras, sem a única preocupação de encontrar a resposta correta. Percebemos aqui a importância da Teoria Vygotskyana, pois os alunos interagiram com os jogos digitais, interagiram entre si e o professor e cada um realizou suas construções. Mostrando o que interiorizou após os momentos de interação, transitando entre as Zonas de Desenvolvimento Real, Proximal e Potencial (VIGOTSKY, 2010).

Observamos que alguns alunos, embora não estivessem presentes no pré-teste, mas tendo participado da interação com os jogos e demais etapas de atividades,

demonstraram bom desempenho no teste e pós-teste nos fazendo refletir que estes alunos tiveram a oportunidade de estudar os conceitos de Geometria ora trabalhados, área e perímetro, ao longo de suas vidas estudantis. Os momentos com os jogos serviram para solidificar a aprendizagem de cada um.

Quanto aos alunos que apresentaram pouco progresso, se enquadram na situação daqueles que não tiveram oportunidade de estudar tais conceitos em suas séries anteriores (SILVA; SIQUEIRA FILHO, 2011), chegando ao Ensino Médio com tamanha defasagem, e/ou que precisariam de mais momentos de interação com os jogos e demais sujeitos da pesquisa, para alcançarem melhores resultados. Neste sentido consideramos importante a análise feita por Bennett, Maton e Kervin (2008) quando afirmam que não é evidente que a interatividade, presente na maioria dos jogos de computador, seja aplicável à aprendizagem ou que satisfaça às várias formas de aprendizagens. Visto que para estes alunos a interação envolvendo jogos, utilizada durante a pesquisa, não alcançou resultados satisfatórios, nem mesmo com as correções e discussões das atividades propostas.

Mas não devemos tomar tal análise como verdade absoluta. Esta situação nos leva a crer que os alunos ACJ, JRS, KHA, PRC e RSJ precisam, ainda, de outros recursos de ensino que atendam suas maneiras de aprender. Bennett, Maton e Kervin (2008, p. 9) alegam que “pode haver um estilo de aprendizagem particular” entre “diferentes preferências que os alunos podem ter” e que diferentes abordagens podem ser adotadas, visto que as formas de aprendizagem não são estáticas nem generalizáveis a todos os alunos, pois há uma variabilidade significativa entre os indivíduos. Os autores, questionam desse modo, que não se deve atribuir um estilo de aprendizado específico ou mesmo preferências gerais para toda uma geração, se referindo aos *Nativos Digitais* defendidos por Prensky e Mattar.

Para os alunos que apresentaram progresso satisfatório a interação com os jogos digitais e colegas foi significativa, permitindo maior autonomia na realização das atividades, melhorias na tomada de decisão e persistência diante dos desafios (MATTAR, 2010; PRENSY, 2010, 2012).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aprendizagem baseada em jogos digitais não deve ser vista apenas como revisão de conteúdo ou reforço escolar, mesmo que seja útil nesse sentido. De acordo com Prensky (2012) precisamos pensar nesses jogos como importantes para a interiorização de conceitos e motivação para a aprendizagem de conteúdos que não são interessantes, mas que são essenciais para as vivências do dia a dia.

Muitas das reclamações escolares se referem à falta de interesse dos alunos na aprendizagem dos conhecimentos científicos. Então, Petry (2016) defende que, ao utilizar jogos digitais no processo de ensino e de aprendizagem, possibilite a realização de tarefas que o aluno não realizaria com empenho se fosse forçado a realizá-las. Segundo a autora, jogar *videogames* proporciona melhorias na capacidade perceptiva e no processamento cognitivo, deixando os reflexos mais rápidos e influenciando na capacidade motora, corroborando com Mattar (2010) e Prensky (2010, 2012). Desse modo, esperamos que os estudantes utilizem a aprendizagem obtida nos jogos para a realização de tarefas ou atividades diárias, fora dos jogos e da sala de aula, no cotidiano.

Para Petry (2016) a transferência entre o jogo e tarefas externas ocorre quando os processos cognitivos são encontrados nos jogos e nas tarefas de modo semelhantes. As atividades que utilizamos nos testes, por exemplo, envolvia situações parecidas com as apresentadas nos jogos. Analisamos as resoluções escritas, após exercitarem os jogos digitais, para encontrar possíveis melhorias no desempenho dos alunos ao longo do processo investigativo. Mas, nem todos os envolvidos apresentaram progresso satisfatório em relação a aprendizagem, melhoram apenas a autonomia e desenvoltura.

Observamos, então, a importância de utilizar recursos diferenciados para a melhoria do processo de ensino e de aprendizagem; que não existe uma abordagem melhor em detrimento a outras, o que importa é atingir as diversas formas e tempos de

aprendizagens⁹⁴ dos sujeitos envolvidos no processo, pois a quantidade de interações necessárias a cada indivíduo pode ser diferente (VIGOTSKY, 2010).

Prensky (2012) afirma que, aprender pode ser trabalhoso e que não há um método que funcione para tudo e para todos. Mesmo que o recurso de jogos digitais seja motivante e diferente das aulas tradicionais que os alunos estão acostumados, com quadro e livro didático, não será solução para todos os problemas da educação. Concordamos nesse sentido, pois encontramos alunos que não gostam de jogos digitais, mesmo sendo considerados por Prensky como *Nativos Digitais*. Alguns preferem outros atrativos da era tecnológica, como vídeos e redes sociais, por exemplo. Outros, ainda, possuem baixas habilidades tecnológicas corroborando com Bennett, Maton e Kervin, (2008) de que essas habilidades sofrem influência social, cultural, econômica ou mesmo de gênero.

Nos deparamos com alunos que não se sentem motivados por nenhuma metodologia de ensino, seja de forma tradicional em sala de aula ou mesmo envolvendo jogos digitais. Mas nem por isso devemos desanimar. Há alunos, ainda, que se envolvem em todas, sempre dispostos a interagirem e obterem novos conhecimentos.

Por conseguinte, a aprendizagem baseada em jogos digitais, mesmo vantajosa como defende Mattar e Prensky, precisa ser combinada com outros recursos de ensino (como atividades práticas, por exemplo), para atingir as várias formas de aprendizagens e de interesses dos alunos. Por mais diferente ou interessante para alguns que seja a atividade proposta, notamos que ela não motiva a todos os estudantes, visto que eles possuem gostos, formas e tempos de aprendizagens diferentes e/ou precisam de mais momentos de interação. Há, ainda, alunos que são bons em tudo que se propõe, mas preferem a rotina da sala de aula tradicional, com livros didáticos e resolução de atividades de forma mecânica.

Observamos, no geral, que a utilização de jogos digitais nos processos de ensino e de aprendizagem do conceito de área foi uma experiência interessante e válida, que atingiu o interesse da maioria dos estudantes da turma investigada. Vários alunos

⁹⁴ Para Vygotsky nos constituímos a partir das interações com o outro. Se um aluno não interiorizou e construiu seu conhecimento a partir das interações ocorridas significa que ele precisa de mais interações para atingir seu nível de desenvolvimento real, estando ele na ZDP (VIGOTSKY, 2010).

sugeriram que esta experiência fosse repetida e utilizada com mais frequência ao longo do ano letivo.

Contudo, não foi nada extraordinário, principalmente porque aquela impressão que todos os alunos estão conectados não é verdade, como pode ser observado no perfil dos sujeitos participante (Seção 4.3) em que 79% possuem internet com conexão sem fio na residência e 90% possuem telefone ou outro aparelho com acesso à internet. Esses dados mostram que alguns alunos possuem o aparelho e não o acesso à internet, outros não possuem nem mesmo o aparelho. Percebemos que mesmo os alunos conectados, que gostam de jogos digitais, podem não gostar de um jogo digital de Matemática.

Como resultado, constatamos que a interação com jogos digitais empregados no processo de investigação interferiu no modo como alguns sujeitos envolvidos na pesquisa se relaciona com a Geometria (percebendo sua utilização no cotidiano), com situações-problema envolvendo o tópico de área e suas interpretações e com o processo investigativo para solucioná-las. Pois, apresentaram ao final do processo maior percepção na realização das situações-problema quando comparados ao primeiro teste, identificando figuras e fórmulas adequadas para solucionar cada situação. Alguns alunos se destacaram, ainda, quanto a persistência, dedicação e autonomia na tomada de decisão. E respondemos, assim, nossa questão de pesquisa: **que contribuições os jogos digitais podem proporcionar para o ensino do tópico de área em uma turma da 2ª Série do Ensino Médio?**

Como um dos propósitos da nossa pesquisa era saber a opinião dos alunos a respeito da utilização de jogos digitais em aulas de Matemática no Ensino Médio, o retorno da pesquisa foi satisfatório. Pois, mesmo aqueles que apresentaram pouco progresso na aprendizagem disseram ver como vantagem a utilização deste recurso, para ajudar na motivação, no desenvolvimento cognitivo e na melhoria da aprendizagem, indo ao encontro das ideias de Mattar (2010) e Prensky (2010, 2012). Estes alunos não foram prejudicados em seu desenvolvimento e isso mostra que os jogos investigados não apresentaram desvantagens.

Constatamos, também, que a aprendizagem baseada em jogos digitais, além da importância de ser combinada com outros recursos de ensino, como as que envolvem

práticas e tecnologias, defendida por Borba e Penteadó (2015), necessita de mais momentos de interação. Esses momentos devem acontecer com frequência no decorrer do ano letivo – a frequência empregada durante a pesquisa não permitiu alcançar melhores resultados – e devem ser utilizados jogos variados que abordem o mesmo assunto, pois os alunos tendem a perder o interesse, diferentemente de um jogo digital comercial que, segundo Prensky (2010, 2012), mantém o jogador conectado por longos períodos.

Além disso, para que os resultados de aprendizagem sejam satisfatórios, torna-se necessário que os alunos revisem os assuntos abordados durante as aulas, reflitam e interiorizem o que estudaram e exercitaram para encontrar sentido nos conceitos científicos apresentados. Visto que a aprendizagem Matemática necessita de tempo, dedicação e trabalho, não sendo possível saltar degraus como afirma Silva e Siqueira Filho (2011).

Esperamos com este trabalho oferecer suporte teórico sobre a utilização dos recursos tecnológicos de jogos digitais, objetivando uma prática de sala de aula que contribua para melhorias nos processos de ensino e de aprendizagem em Matemática, que permita reduzir o desinteresse por esta disciplina e melhorar os índices de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L.; COUTINHO, I. de J. (Org.). **Jogos digitais e aprendizagem: Fundamentos para uma prática baseada em evidências**. – Campinas, SP: Papirus, 2016.
- ANDRE, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**. Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013.
- ANDRE, M. E. D. A. **Etnografia da Prática Escolar**. São Paulo: Papirus, 2014. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/21088233-Etnografia-da-pratica-escolar-marli-eliza-d-a-de-andre.html>>. Acesso em 08 de out. 2019.
- ANTUNES, C. **Inteligências Múltiplas e seus jogos: Introdução**. V. 1, 3. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.
- ARRUDA, E. P. **Aprendizagem e jogos digitais**. – Campinas, SP: Alínea, 2011.
- BENNETT, S. J.; MATON, K. A.; KERVIN, L. K. **The 'digital natives' debate: a critical review of the evidence** (O debate dos "nativos digitais": uma revisão crítica das evidências). Faculty of Education, University of Wollongong, Australia, 2008. *British Journal of Educational Technology*, v. 39, n.5, p. 775-786. Disponível em: <<https://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2465&context=edupapers>>. Acesso em 21 de jun. 2019.
- BICUDO, M. A. V. Pesquisa Qualitativa e pesquisa Qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, Marcelo de Carvalho Borba; ARAUJO, Jussara de Loiola (Org.) **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 4. ed. rev. Belo Horizonte. Autentica, 2012, p. 111-124.
- BORBA, M. de C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 5. ed. Belo Horizonte: Autentica, 2015.
- BORBA, M. de C.; GADANIDIS, G.; SCUCUGLIA, R. R. da S. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. – 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.
- BORG DAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução a teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora-LTDA, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III**. Brasília, 2000.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>>. Acesso em 08 out. 2019.
- CARDOSO, V. C.; ESPRISIGO, L. M.; KATO, L. A. AS diferentes representações semióticas elaboradas por crianças do ensino fundamental utilizando jogos digitais Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Brasil. **Revista Eletrônica de Educação - Reveduc**, v. 7, n. 2, nov. 2013, p. 9 - 22. Disponível em: <<http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/543>>. Acesso em 09 de jun. 2019.

CARDOSO, V. C. **Linguagem algébrica**: uma proposta de ensino usando jogos digitais. Dissertação – (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR, 2010, 426 p. Disponível em: <https://www.academia.edu/3830835/Linguagem_alg%C3%A9brica_uma_proposta_de_ensino_usando_jogos_digitais>. Acesso em 09 de fev. 2019.

DUARTE, N. **Vigotski e o “aprender a aprender”**: críticas às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana. Campinas, SP: Autores Associados, 2000.

ESPÍRITO SANTO. Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo. PAEBES – 2017. Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd. v. 3 (jan./dez. 2017), Juiz de Fora, 2017 – Anual. **Revista do Sistema** - Redes municipais. Disponível em: <<http://www.paebes.caedufjf.net/wp-content/uploads/2018/04/ES-PAEBES-2017-RS-RM-WEB.pdf>>. Acesso em 13 de out. 2019.

FEDEROFF, M. A. **Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games**. Dissertation (Master of Science) – Department of Telecommunications, Indiana University, 2002, 52 p. (Heurísticas e diretrizes de usabilidade para a criação e avaliação de diversão em videogames). Disponível em: <http://ocw.metu.edu.tr/file.php/85/ceit706_2/10/MelissaFederoff_Heuristics.pdf>. Acesso em 20 mai. 2019.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática**: Percursos teóricos e metodológicos. 3. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

FREITAS, L. R. **Xadrez e seus benefícios no aprendizado de matemática** (2017). Disponível em: <<http://domtotal.com/noticia/1184598/2017/08/xadrez-e-seus-beneficios-no-aprendizado-de-matematica/>>. Acesso em 06 de mar. 2019.

GEE, J. P. Bons vídeos games e boa aprendizagem. In: **Perspectiva**, SC, v. 27, n. 1, p. 167-178, 30 abr. 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/viewFile/15838/14515>>. Acesso em 09 de abr. 2019.

KLISZCZ, S.; PARREIRA, F. J.; SILVEIRA, S. R. **Jogo Educacional Digital para apoio ao aprendizado de Matemática**. Monografia/Artigo (Graduação em Sistema de Informação) – Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul/RS: 2015, 30 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/12840>>. Acesso em 08 de set. 2018.

LIBÂNIO, J. C. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LIMA, I. S. L. de; *et al.* Criando interfaces para objetos de aprendizagem. In: **Objetos de aprendizagem**: uma proposta de recurso pedagógico. Org.: Carmem Lúcia Prata, Anna Christina Aun de Azevedo Nascimento. Brasília: MEC, SEED, 2007. Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br/artigos/livro.pdf>>. Acesso: 09 fev. 2019.

LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? Educação Matemática em revista. **Revista SBM**, São Paulo, v. 4, p. 3-13, jan./jul. 1995.

_____. **Para aprender Matemática**. – 3. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2010.

MARTINS, G. G. **Ensino de Análise Combinatória**: um estudo das representações de professores de Matemática do Ensino Médio público de São Mateus. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro

Universitário Norte – 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/handle/10/8398>>. Acesso em 13 de out. 2019.

MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

_____. **Metodologia científica na era digital**. – 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

MAYER, R. E. **Elements of a Science of E-Learning**. Journal of Educational Computing Research, V. 29, n. 3, p. 297– 313. University of California, Santa Barbara, 2003. Disponível em:

<<https://pdfs.semanticscholar.org/0918/d3fc0381e70d8870b777842c33bb123b0cae.pdf>>. Acesso em 09 de jun. 2019.

_____. Teoria cognitiva da aprendizagem multimídia. In: G. L. Miranda (Org.). **Ensino online e aprendizagem multimídia**. Lisboa: Relógio d'Água Editores, 2009a, Cap. 7, p. 207-237. Disponível em:

<http://webhosting.bombyte.org/~joao.gama/guilhermina/m3/Mod3G2/Mayer_TCAMultimedia.pdf>. Acesso em 09 de jun. 2019.

_____. Constructivism as a Theory of Learning Versus Constructivism as a Prescription for Instruction. In: **Constructivist instruction: success or failure?** TOBIAS, Sigmund; DUFFY, Thomas M. New York: Taylor & Francis e-Library, 2009b, Cap. 10, p. 197-213. Disponível em: <encurtador.com.br/tyCJK>. Acesso em 09 de jun. 2019.

MELO, D. M. B. de; SILVA, K. C. da. **Jogos Digitais e Objetos de Aprendizagem no Ensino da Matemática**. III EREM – Encontro Regional em Educação Matemática. Instituto Federal do Rio Grande do Norte, 2011. Disponível em: http://www.pucrs.br/famat/viali/tic_literatura/artigos/objetos/CC_Melo_e_Silva.pdf. Acesso em 09 de set. 2019.

MELLO E SOUZA, J. C. de (MALBA TAHAM, 1895-1974). **Matemática Divertida e Curiosa**. 20 ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

MIORIM, M. A. **Introdução à história da educação Matemática**. São Paulo: Atual, 1998.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da Pesquisa para o professor pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.

MOYSÉS, L. **Aplicação de Vygotsky à educação Matemática**. Campinas, SP: Papirus, 1997.

MUNIZ, C. A. **Brincar e jogar: enlances teóricos e metodológicos no campo da educação Matemática**. – 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

NASCIMENTO, F. R. do. **Jogos Educacionais Computadorizados no Ensino da Geometria**. Monografia (Graduação em Sistema de Informação) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Pantanal. Corumbá/MS, 2017, 76 p. Disponível em: <https://cpan.ufms.br/files/2017/10/Fabiana_TCC_II-min.pdf>. Acesso em 25 de abr. 2018.

PAIS, L. C. **Didática da matemática: uma análise da influência francesa**. – 3. ed.; 1 reimp. – Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

PAULO, J. V. **O uso de jogos nas aulas de Matemática do Ensino Médio: o que dizem os professores de Matemática**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade

de Ciências da Universidade Estadual Paulista. Bauru/SP, 2017, 117 p. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5088228>. Acesso em 08 de set. 2018.

PARREIRA, F. J.; FALKEMBACH, G. A. M.; SILVEIRA, S. R. **Construção de Jogos Educacionais Digitais e Objetos de Aprendizagem**: um estudo de caso empregando *Adobe Flash*, HTML 5, CSS, *JavaScript* e *Ardora*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2018.

PEREIRA, A. B. C. **Uso de jogos digitais no desenvolvimento de competências curriculares da Matemática**. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017, 167 p. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/45/45134/tde-15092017-114725/pt-br.php>>. Acesso em 19 de ago. 2018.

PETRY, A. dos S. Jogos digitais e aprendizagem: algumas evidências de pesquisas. In: **Jogos digitais e aprendizagem**: Fundamentos para uma prática baseada em evidências. Lynn Alves e Isa de Jesus Coutinho (Orgs.). – Campinas, SP: Papirus, 2016.

PRENSKY, M. “**Não me atrapalhe, mãe – eu estou aprendendo!**”: como os videogames estão preparando nossos filhos para o sucesso no século XXI – e como você pode ajudar! Tradução de Lívia Bergo. São Paulo: Phorte, 2010.

_____. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. Tradução de Eric Yamagute. Título original: Digital Game-Based Learning. São Paulo: Senac São Paulo, 2012.

REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. – Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.

SANTOS, W.; ALVES, L. D.O.M. - Um Jogo sobre Funções Quadráticas: entre a educação e o entretenimento. Salvador/BA. **Revista CINTED-UFRGS** - Novas Tecnologias na Educação. v. 14, n 2, dez., 2016.

SENA, S. de. **Jogos digitais educativos**: Design propositions para GDDE. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2017, 203 p. Disponível em: <<http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2017/04/Samara-de-Sena-1.pdf>>. Acesso em 25 de abr. 2018.

SILVA, C. M. S. da; SIQUEIRA FILHO, M. G. **Matemática**: Resolução de Problemas. Brasília: Liber Livro, 2011.

SILVA, H. W. da. **Estudo sobre as Potencialidades do Jogo Digital Minecraft para o Ensino de Proporcionalidade e Tópicos de Geometria**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica (PUC-SP). São Paulo-SP, 2017, 113 p. Disponível em: <<https://sapientia.pucsp.br/bitstream/handle/20273/2/Hudson%20William%20da%20Silva.pdf>>. Acesso em 25 de abr. 2018.

SILVA, R. M. G. da; FERNANDEZ, M. A. Recursos informáticos projetados para o ensino de Ciências: bases epistemológicas implicadas na construção e desenvolvimento de objetos de aprendizagem. In: **Objetos de aprendizagem**: uma proposta de recurso pedagógico. Org.: Carmem Lúcia Prata, Anna Christina Aun de Azevedo Nascimento. Brasília: MEC, SEED, 2007. Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br/artigos/livro.pdf>>. Acesso em 09 de fev. 2019.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. **Ler, escrever e resolver problemas**: habilidades básicas para aprender Matemática. Porto Alegre: Artmed, 2001.

TOGNI, A. C., *et al.* Piff Geométrico: um objeto virtual de aprendizagem para o ensino de ciências exatas. **Revista Renorte** – Novas Tecnologias na Educação. CINTED-UFRGS, v. 7, nº 3, dez. 2009. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13514/8537>>. Acesso em 25 de abr. 2018.

VIGOTSKI, L. S. Manuscrito de 1929. **Revista Educação & Sociedade**, V. 21, n. 71, Campinas, SP, Jul. 2000, p. 21-44. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v21n71/a02v2171.pdf>>. Acesso em 25 de abr. 2019.

_____. **Psicologia Pedagógica**. Tradução de Claudia Schilling. Porto Alegre: Artmed, 2003.

VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. Tradução de: Maria da Pena Villalobos. – 11. Ed. São Paulo: Ícone, 2010.

VIGOTSKY, L. S (1896-1934). **A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores/ L.S. Vigotsky; Michael Cole. [et al.] (Org.); tradução José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. 4ª tiragem, 2010.**

APÊNDICES

APÊNDICE A – ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE

Com a finalidade de observar o interesse e o desempenho dos alunos participantes da pesquisa, intitulada ENSINO E APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA COM AUXÍLIO DE JOGOS DIGITAIS, e coletar suas impressões a respeito do jogo digital utilizado em aulas sobre o tópico de área, seguiremos o roteiro abaixo, registrando as dúvidas e desafios apresentados pelos alunos. Com o objetivo de possibilitar a análise das contribuições do jogo digital escolhido, sobre Geometria, para o ensino e aprendizagem no 2º ano do Ensino Médio.

1. Turma.
2. Local da aula.
3. Equipamentos/aparelhos utilizados.
4. Forma de acesso à Internet.
5. Horário da aula.
6. Tempo decorrido na realização do jogo sugerido
7. Tempo decorrido na realização das atividades propostas.
8. Comportamento observados nos alunos ao receber as instruções sobre o jogo.
9. Comportamento observados nos alunos durante a realização do jogo.
10. Interação entre os alunos durante a realização do jogo.
11. Comportamento observados nos alunos durante a realização das atividades escritas em sala de aula, após o jogo.
12. Outros fatos relevantes que possam surgir durante o processo.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO ON-LINE

Prezado(a) aluno(a),

Com a finalidade de delinear o perfil dos alunos participantes da pesquisa, intitulada ENSINO E APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA COM AUXÍLIO DE JOGOS DIGITAIS, e coletar suas impressões a respeito do jogo utilizado em aulas, sobre o tópico de área, solicitamos sua participação nessa etapa da pesquisa, que consiste em responder às questões deste questionário e autorizar a utilização das respostas em estudos, com objetivo de possibilitar a análise das contribuições dos jogos digitais de Geometria para o ensino e aprendizagem no 2º ano do Ensino Médio.

1. Nome:

2. Turma: ____

1. Sexo: () Feminino () Masculino

2. Idade: ____ anos

3. Bairro onde mora: _____

4. Cidade: _____

5. Mora com: () Pais () Pai () Mãe () Avós () Tios () Outros

6. Número de pessoas na residência: ____

7. Nível de escolaridade dos responsáveis: _____

8. Quantas pessoas na residência possuem serviço com carteira assinada ou contrato? ____

9. Você possui internet *Wi-Fi* em casa? () Sim () Não

10. Você possui telefone ou outro aparelho com acesso à internet? () Sim () Não

11. Qual a finalidade para o qual você mais utiliza a internet?

() Estudos () Jogos () *WhatsApp* () Redes Sociais

() Ligação/mensagens () Vídeos/Filmes/Entretenimentos

12. Qual a segunda finalidade para o qual você mais utiliza a internet?

() Estudos () Jogos () *WhatsApp* () Redes Sociais

() Ligação/mensagens () Vídeos/Filmes/Entretenimentos

13. Se você optou por Jogos nas questões 11 ou 12, indique quanto tempo por dia costuma jogar: ____

14. Se você optou por Jogos nas questões 11 ou 12, indique qual horário do dia que costuma jogar: ____

- 15.** Acredita que Jogos Digitais podem influenciar na aprendizagem? () Sim () Não. Justifique.
- 16.** Qual a sua opinião sobre os jogos utilizados em sala de aula, referente ao tópico de área? Faça um breve comentário.
- 17.** Acredita que os jogos utilizados podem favorecer a aprendizagem e fixação do tópico de área, em Geometria? () Sim () Não. Justifique.
- 18.** Qual a sua opinião sobre a utilização de Jogos Educativos nas aulas de Matemática, no Ensino Médio?
- 19.** Recomendaria os jogos utilizados sobre o tópico de área para algum colega?
() Sim () Não. Justifique.
- 20.** O que mudaria nos jogos utilizados, sobre o tópico de área? Justifique.

Agradecemos sua contribuição!

Link do questionário:

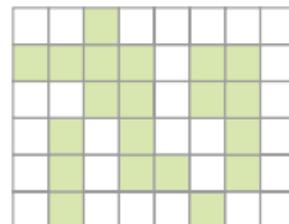
<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd2DFBReidiGKRdZqkXIHOd0fdKVj2-ldc0b9uwv_Rgv7gKkA/viewform?usp=sf_link>.

Aplicado em: 19 de junho de 2019.

APÊNDICE C – PRÉ-TESTE REALIZADO PELOS SUJEITOS DA PESQUISA

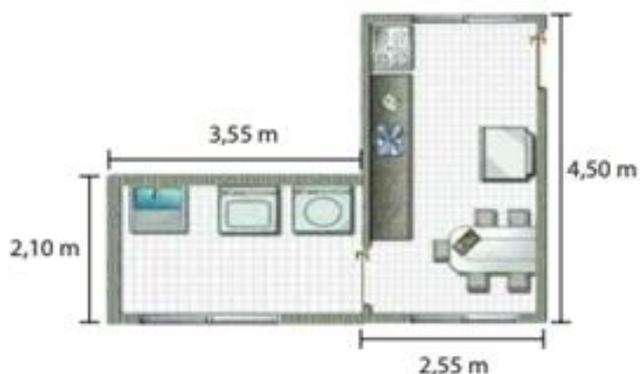
Lista 1 – GEOMETRIA

1. A figura ao lado apresenta uma malha quadriculada em que a medida do lado de cada quadradinho é 2,5 u.c. (unidades de medida de comprimento). Determine a área da região sombreada.

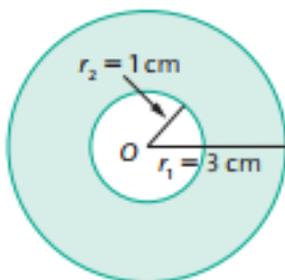
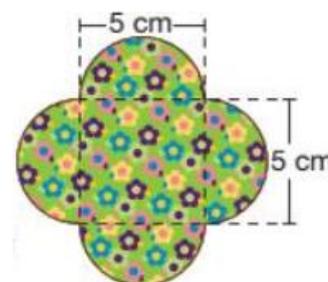


2. Quantos centímetros quadrados de material foram usados para fazer as quatro bandeirinhas representadas ao lado?

3. A figura ao lado mostra a planta baixa da cozinha e da área de serviço de um apartamento. Considerando desprezível a espessura das paredes, determine a área total de superfície das dependências mostradas.

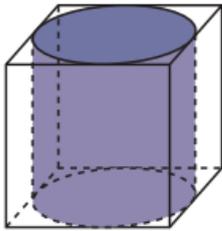
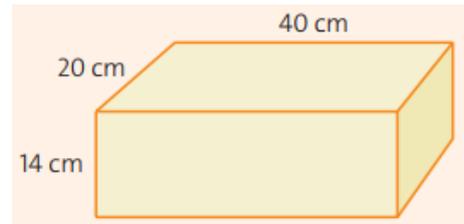


4. Na confecção de um tapete de retalhos, uma costureira utilizou 20 pedaços de tecido como ilustrado ao lado. Considerando que o pedaço de tecido pode ser dividido em um quadrado e quatro semicírculos iguais, determine, de acordo com as medidas indicadas, quantos centímetros quadrados de tecido foram utilizados na confecção do tapete.



5. Quantos centímetros quadrados de alumínio são necessários para fazer uma arruela cujas dimensões estão na figura ao lado?

6. Uma indústria precisa fabricar 10 000 caixas de sabão com as medidas da figura abaixo. Desprezando as abas, calcule, aproximadamente, quantos metros quadrados de papelão serão necessários.



7. Um objeto ornamental possui as características da figura ao lado: um cilindro inscrito em um cubo cuja aresta mede 10 cm.

- Determine, na ordem dada, a razão entre as áreas totais do cubo e do cilindro.
- Calcule o volume do cubo, desconsiderando o volume do cilindro.

Observação: as questões foram retiradas e/ou adaptadas dos livros didáticos⁹⁵.

⁹⁵ Dante, L. R. *Matemática: contexto & aplicações*. – Ensino Médio, v. 2, 2. ed. – São Paulo: Ática, 2013.
IEZZI, G. et. al. *Matemática: ciência e aplicações*. – Ensino Médio, v. 1 – 9. ed. – São Paulo: Saraiva, 2016.

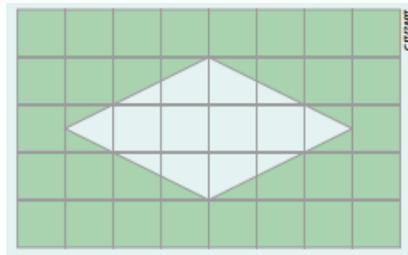
IEZZI, G. et. al. *Matemática: ciência e aplicações*. – Ensino Médio, v. 2 – 9. ed. – São Paulo: Saraiva, 2016.

SOUZA, J. R. de. *Novo Olhar Matemática: 2*. – 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

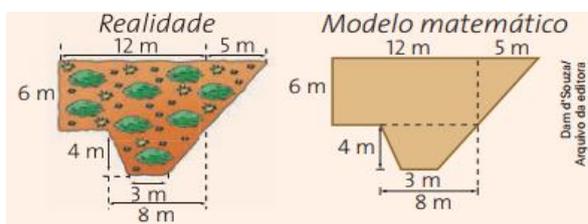
APÊNDICE D – TESTE REALIZADO PELOS SUJEITOS DA PESQUISA

Lista 2 – GEOMETRIA

1. Francine usou uma folha de papel quadriculado para desenhar a bandeira do Brasil. Desconhecendo as reais dimensões da bandeira brasileira, ela iniciou o seu desenho construindo o losango central para, então, pintar de verde a sua parte externa, como é mostrado na figura ao lado. Se as dimensões da folha são 10 cm x 16 cm, determine:

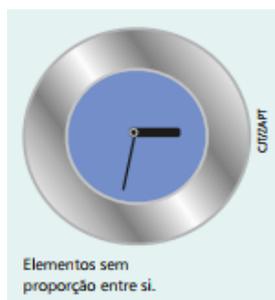
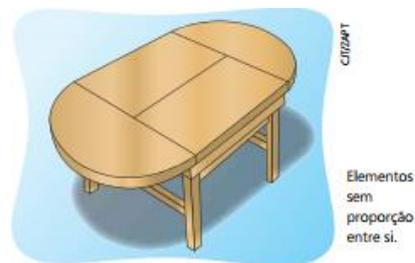


- a) a medida do lado do losango;
- b) a área da região pintada de verde.



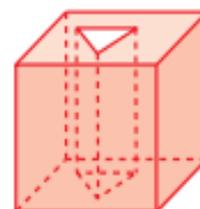
2. Determine a área de um terreno plano cujas características e medidas são apresentadas na figura abaixo, pelo modelo real e pelo modelo matemático.

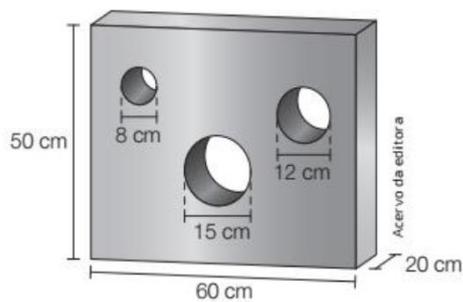
3. Sabe-se que o tampo da mesa mostrada na figura é composto de duas tábuas retangulares, cada qual com 0,35 m de largura, e dois semicírculos, cada um com 0,80 m de diâmetro. Nessas condições, qual é a área da superfície do tampo dessa mesa? (Use $\pi = 3,14$).



4. Na cozinha da casa de Maria há um relógio, no qual uma placa de metal plana, em forma de coroa circular, circunda o mostrador (região central). Calcule a área da superfície da placa, sabendo que a circunferência maior da placa tem 32π cm de comprimento e o diâmetro do círculo interno mede 10 cm.

5. A figura ao lado nos mostra uma peça ornamental cuja aresta do cubo mede 20 cm. A cavidade, em forma de prisma regular de base triangular, com aresta de 5 cm, estende-se da face inferior à face superior do cubo. Calcule a área total de superfície dessa peça.





6. Para confeccionar uma peça, um torneiro mecânico irá realizar três furos cilíndricos em uma chapa metálica com forma de paralelepípedo, como indicado no esquema ao lado.

- qual o volume total de metal retirado da chapa na realização dos furos?
- qual o volume da peça obtida?

7. Qual a sua opinião sobre o jogo aplicado em aula, referentes aos tópicos de Área e Perímetro? Faça um breve comentário.

Observação: as questões foram retiradas e/ou adaptadas dos livros didáticos⁹⁶.

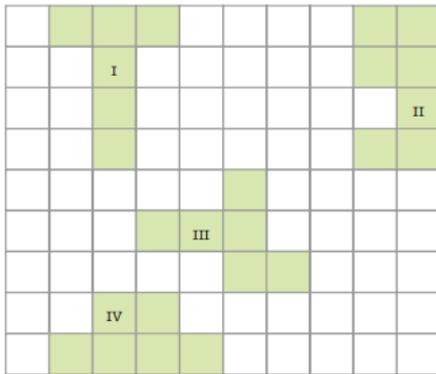
⁹⁶ Dante, L. R. **Matemática**: contexto & aplicações – Ensino Médio, v. 2, 2. ed. – São Paulo: Ática, 2013.

IEZZI, G. *et. al.* **Matemática**: ciência e aplicação. – Ensino Médio, v. 1 – 9. ed. – São Paulo: Saraiva, 2016.

SOUZA, J. R. de. **Novo Olhar Matemática**: 3. – 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

APÊNDICE E – PÓS-TESTE REALIZADO PELOS SUJEITOS DA PESQUISA

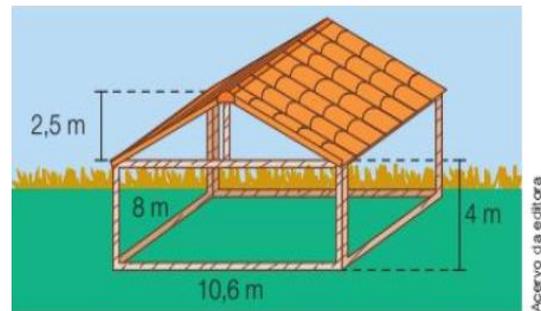
Lista 3 – GEOMETRIA



1. Na malha quadriculada apresentada ao lado, as regiões sombreadas – I, II, III e IV – representam as superfícies de quatro sítios planos onde, respectivamente, os irmãos – Artur, Lucas, Edson e Luiza – pretendem construir suas casas. Sabendo que a área total da malha é 36 000 m², responda:

- quais sítios têm perímetros iguais?
- qual dos irmãos pretende construir no sítio que tem a superfície de maior área? Identifique a área dessa superfície.

2. Em certo sítio, o proprietário construiu uma estrutura de madeira, como ilustrada abaixo, que será utilizada como armazém. As paredes, portas e janelas desse armazém serão construídas com tábuas de madeira. De acordo com a imagem responda.



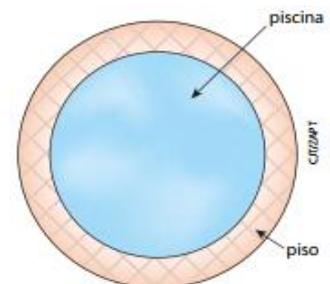
a) Qual a área que será ocupada por esse armazém?

b) Quantos metros quadrados de madeira, no mínimo, serão necessários para construir as paredes do armazém sabendo que as portas e janelas ocuparão 8 m²?

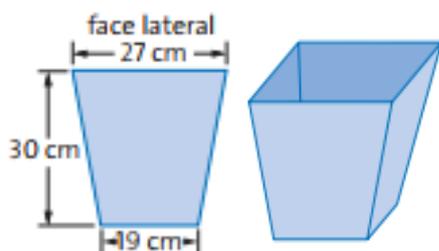


3. A superfície do tampo da mesa mostrada na figura é um quadrado, composto de quatro triângulos isósceles congruentes, cujos lados congruentes medem $\frac{3\sqrt{2}}{5}$ metros. Calcule a área de superfície do tampo dessa mesa.

4. Na casa de Marina há uma piscina no formato circular, circundada por um piso, conforme mostrado na figura. Ela pretende trocar o revestimento do piso por outro, que custa R\$ 16,00 o metro quadrado. Sabendo que a piscina tem 8 metros de diâmetro e o piso tem 2,5 metros de largura, determine a quantia mínima que Marina gastará na compra do novo revestimento para o piso. Use $\pi = \frac{22}{7}$.

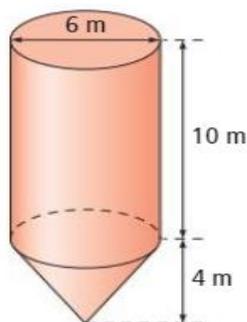
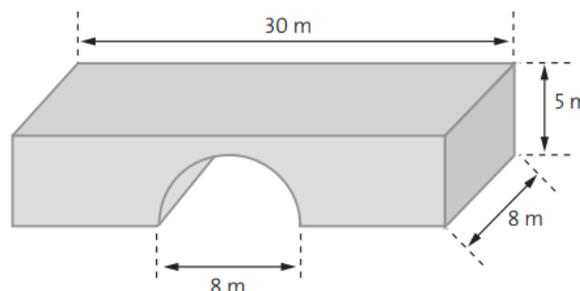


Elementos sem proporção entre si.



5. Uma cesta de lixo tem por faces laterais trapézios isósceles e por fundo um quadrado de 19 cm de lado. Desprezando a espessura da madeira utilizadas, quantos metros quadrados de madeira foram necessários para fabricar essa cesta de lixo?

6. Uma ponte de concreto tem a forma e dimensões como apresentadas na figura ao lado. Qual o volume de concreto usado para construir a ponte? (Use $\pi = 3$).



7. Uma cooperativa agrícola vai construir um silo para armazenamento de cereais em grãos. O silo terá a forma e dimensões como indicadas na figura: seu corpo será cilíndrico e sua base terminará por um funil cônico. Para que a superfície desse silo não enferruje, será necessário pintá-lo externamente. Se com uma lata de tinta pode-se pintar 10 m^2 , qual é o número mínimo de latas para pintar a superfície total desse silo? (Use $\pi = 3,14$).

Observação: as questões foram retiradas e/ou adaptadas dos livros didáticos⁹⁷.

⁹⁷ BONJORNO, J. R.; GIOVANNI Jr., J. R.; SOUSA, P. R. C. de. **Matemática Completa 2º ano**. – 4. Ed. – São Paulo; FTD, 2016.

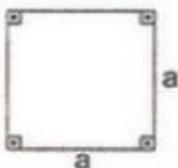
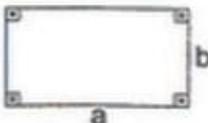
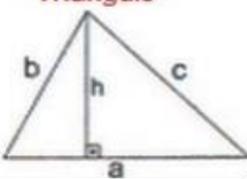
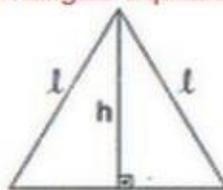
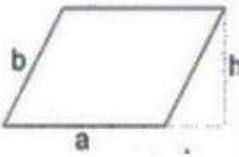
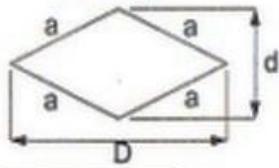
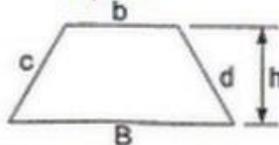
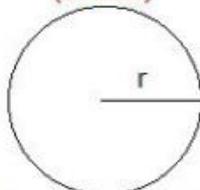
Dante, L. R. **Matemática: contexto & aplicações** – Ensino Médio, v. 2, 2. ed. – São Paulo: Ática, 2013.

IEZZI, G. *et. al.* **Matemática: ciência e aplicações** – Ensino Médio, v. 1 – 9. ed. – São Paulo: Saraiva, 2016.

SOUZA, J. R. de. **Novo Olhar Matemática: 2.** – 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

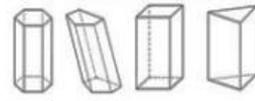
APÊNDICE F – RESUMO DAS PRINCIPAIS FIGURAS, PLANAS E TRIDIMENSIONAIS, APRESENTADAS AOS ALUNOS

Geometria Plana

<p>Quadrado</p>  <p>Perímetro: $4 \cdot a$ Área: a^2</p>	<p>Retângulo</p>  <p>Perímetro: $2a + 2b$ Área: $a \cdot b$</p>
<p>Triângulo</p>  <p>Perímetro: $a+b+c$ Área: $\frac{a \cdot h}{2}$</p>	<p>Triângulo Equilátero</p>  <p>Perímetro: $3l$ Área: $\frac{l^2 \cdot \sqrt{3}}{4}$</p>
<p>Paralelogramo</p>  <p>Perímetro: $2a + 2b$ Área: $a \cdot h$</p>	<p>Losango</p>  <p>Perímetro: $4 \cdot a$ Área: $\frac{D \cdot d}{2}$</p>
<p>Trapézio</p>  <p>Perímetro: $c+b+d+B$ Área: $\frac{(B+b) \cdot h}{2}$</p>	<p>Circunferência (círculo)</p>  <p>Comprimento: $2\pi r$ Área: πr^2</p>

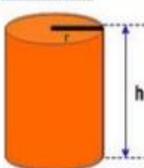
Geometria Espacial

Prismas



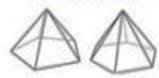
Área Lateral: soma das áreas das faces retangulares
Área Total: soma das áreas das bases com a área lateral
Volume: Área da base x Altura

Cilindro



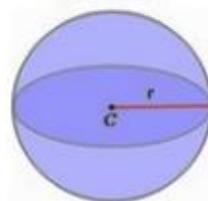
Área das bases: $\pi \cdot r^2$
Área lateral: $2\pi \cdot r \cdot h$
Volume: $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$

Pirâmide



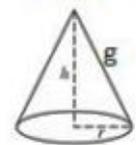
Área Lateral: soma das áreas dos triângulos das faces
Área total: soma da área da base com a área lateral
Volume: $\frac{\text{área da base} \times \text{altura}}{3}$

Esfera



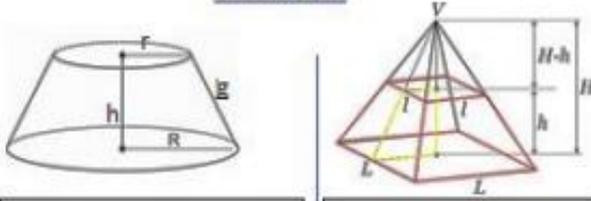
Área superficial: $4 \cdot \pi \cdot r^2$
Volume: $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$

Cone



Área lateral: $\pi \cdot r \cdot g$
Área da base: $\pi \cdot r^2$
Volume: $\frac{\pi \cdot r^2 \cdot h}{3}$

Troncos



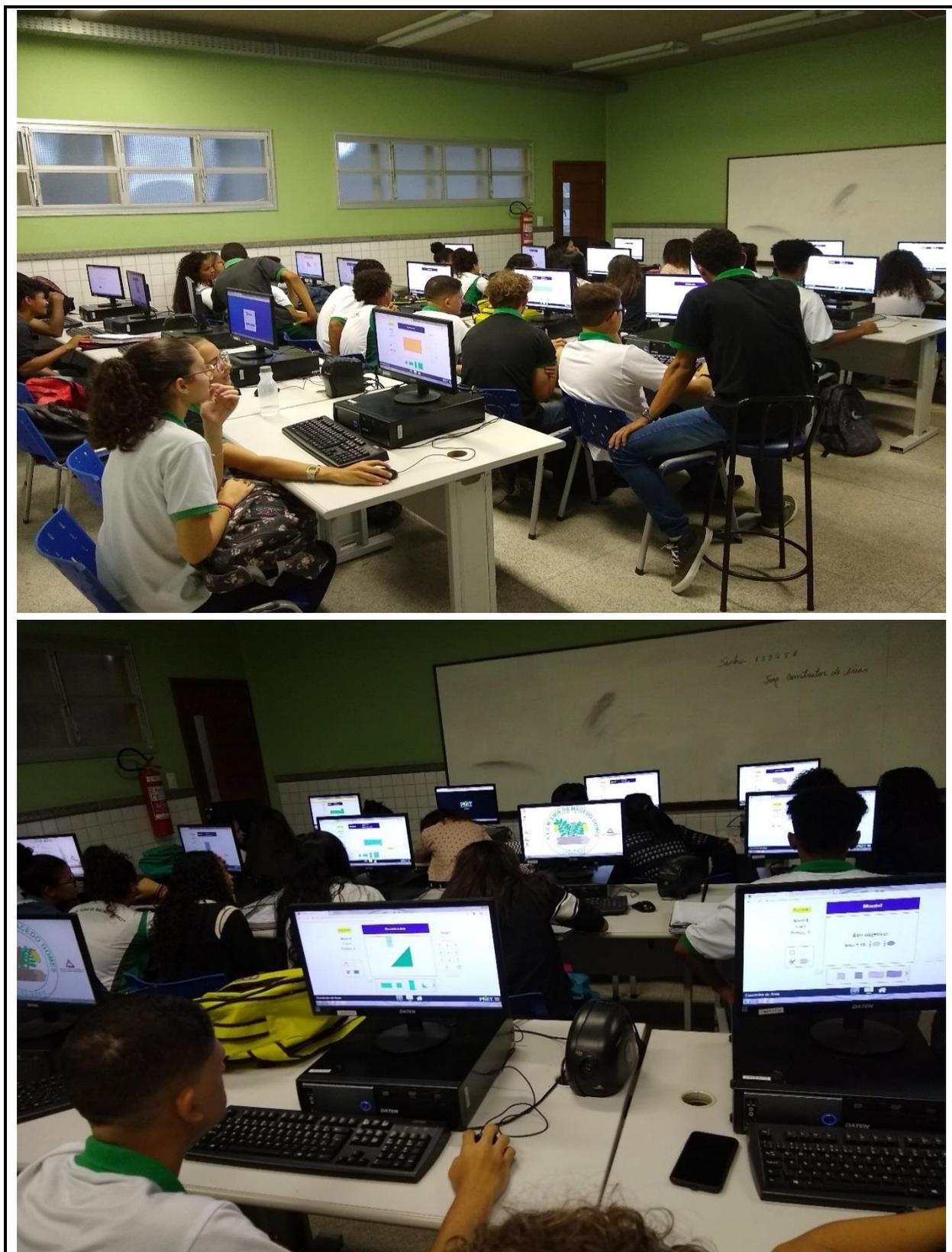
Volume: $\frac{\pi \cdot h \cdot (r^2 + r \cdot R + R^2)}{3}$

Volume: $V = \frac{h}{3} \cdot (S_B + \sqrt{S_B \cdot S_b} + S_b)$

Fonte: adaptado de <<https://descomplica.com.br/blog/matematica/mapa-mental-geometria-espacial-plana/>>. Acesso em 10 jul. 2019.

APÊNDICE G – SALA DE INFORMÁTICA DURANTE OS JOGOS

Figura 33. Interação durante o jogo *Construtor de áreas* no LIED.



Fonte: arquivo pessoal

Figura 34. Interação durante o jogo *Geometria no meu quarto* no LIED.



Fonte: arquivo pessoal

ANEXOS

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Ensino e Aprendizagem em Matemática com auxílio de jogos digitais

Pesquisador: AMINADABE DE FARIAS AGUIAR QUEIROZ

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 08157219.5.0000.5063

Instituição Proponente: CENTRO UNIVERSITARIO NORTE DO ESPIRITO SANTO - CEUNES

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.236.883

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo de abordagem qualitativa, com a finalidade analisar as contribuições de jogos digitais para o processo de ensino e aprendizagem em matemática no 2º ano do Ensino Médio, envolvendo conceitos de Geometria, com o tópico de área. A pesquisa será realizada em uma escola da rede estadual, no município de Linhares, no decorrer do ano de 2019. O Projeto de pesquisa apresenta as discussões de alguns autores sobre a importância da utilização de recursos tecnológicos no ambiente escolar e a relevância deles para as vivências em sociedade; e ainda, as possíveis melhorias nos índices de aprendizagem com a utilização de jogos digitais. Os instrumentos para a realização da pesquisa serão o jogo digital em sala de aula, aplicação de questionário online e observação participante. O jogo digital envolvendo área, utilizado durante as aulas, será analisado previamente com base nas Heurísticas e Usabilidades de jogos e com base na Teoria da Aprendizagem Multimídia (TCAM, para verificar a jogabilidade e a eficiência didático-pedagógica, respectivamente.

Objetivo da Pesquisa:

Aplicar e analisar as contribuições de um jogo digital para o ensino e aprendizagem do tópico área em uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Linhares – ES.

Analisar um jogo digital que aborde o tópico de área com base nas Heurísticas e Usabilidade de jogos.

Endereço: Rodovia BR101 Norte, Km 60

Bairro: Litorâneo

CEP: 29.932-540

UF: ES

Município: SAO MATEUS

Telefone: (27)3312-1519

Fax: (27)3312-1510

E-mail: cepceunes@gmail.com

Continuação do Parecer: 3.236.883

Verificar as possíveis contribuições didáticas do jogo digital envolvendo área, para o processo de ensino e aprendizagem com base na Teoria da Aprendizagem Multimídia (TCAM);

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Por envolver a observação das práticas educativas realizadas em sala de aula e na sala de informática, pode haver algum constrangimento, desconforto, e/ou quaisquer riscos aos envolvidos na situação de ensino e aprendizagem, e alterar as relações de ensino ali instauradas.

Quanto aos benefícios, estão relacionados às possibilidades de reflexão, referentes à Educação Matemática, que contribuirão para o aprimoramento das práticas pedagógicas, indo ao encontro da especificidade das aprendizagens dos participantes da pesquisa, possibilitando melhorias para a qualidade do ensino a ser oferecido.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é de extrema relevância, uma vez que pretende conciliar o ensino de Matemática e as Tecnologias por meio de jogos digitais, buscando despertar o interesse e a curiosidade dos alunos para a aprendizagem da matemática, em especial do tópicos de área em geometria, com propósito de ampliar a capacidade de raciocínio lógico, a intuição e a análise crítica dos participantes.

Destaca-se que os contextos sociais vêm se modificando com bastante velocidade, assim, é necessário o acompanhamento dessas mudanças numa velocidade compatível. Essa situação exige a adoção tanto de novas metodologias de ensino como também de novos recursos didáticos, nos quais dentre eles estão os jogos digitais, considerados poderosas ferramentas de apoio aos processos de ensino-aprendizagem.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados: Informações básicas do Projeto, Carta Resposta ao Comitê de Ética, Folha de rosto assinada, Termo de Compromisso do Pesquisador, brochura do projeto, autorização de instituição co-participante, Termo de Assentimento e Termo de Consentimento aos responsáveis.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Sr(a). Pesquisador(a),

a) Segundo a Resolução 466/2012 (CONEP/CNS), a eticidade da pesquisa implica em assegurar aos participantes da pesquisa os benefícios resultantes do projeto, seja em termos de retorno social,

Endereço: Rodovia BR101 Norte, Km 60

Bairro: Litorâneo

CEP: 29.932-540

UF: ES

Município: SAO MATEUS

Telefone: (27)3312-1519

Fax: (27)3312-1510

E-mail: cepceunes@gmail.com

Continuação do Parecer: 3.236.883

acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa (Título III, 1.n). Tal imperativo deve constar dos Projetos e devem ser previstas formas de tais benefícios;

b) De acordo com a Resolução 466/2012 (CONEP/CNS), o pesquisador deve apresentar Relatórios Semestrais de sua pesquisa (Título X, X.1, item 3, letra b). Para pesquisa com duração menor que um ano, Relatório Final (Regimento Interno do CEP/CEUNES, Art. 34º). Os Relatórios Parcial e Final devem ser enviados através da Plataforma Brasil (item 'enviar notificação', anexar o respectivo documento).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1282752.pdf	05/03/2019 04:34:41		Aceito
Outros	CartaResposta_Consideracoes_Projetod ePesquisa_ComitedeEtica.pdf	05/03/2019 04:32:10	AMINADABE DE FARIAS AGUIAR QUEIROZ	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto_Assinada.pdf	05/03/2019 04:31:55	AMINADABE DE FARIAS AGUIAR QUEIROZ	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_ComitedeEtica_Novo.pdf	05/03/2019 04:24:16	AMINADABE DE FARIAS AGUIAR QUEIROZ	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TermoCompromisso_do_Pesquisador_Novo.pdf	05/03/2019 04:20:03	AMINADABE DE FARIAS AGUIAR QUEIROZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Consentimento_aos_responsaveis_Novo.pdf	05/03/2019 04:18:23	AMINADABE DE FARIAS AGUIAR QUEIROZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermoAssentimentoAluno_Novo.pdf	05/03/2019 04:16:06	AMINADABE DE FARIAS AGUIAR QUEIROZ	Aceito
Outros	Termo_Autorizacao_Instituicao_Coparticipante.pdf	03/02/2019 21:06:38	AMINADABE DE FARIAS AGUIAR QUEIROZ	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: Rodovia BR101 Norte, Km 60

Bairro: Litorâneo

CEP: 29.932-540

UF: ES

Município: SAO MATEUS

Telefone: (27)3312-1519

Fax: (27)3312-1510

E-mail: cepceunes@gmail.com

UFES - CENTRO
UNIVERSITÁRIO NORTE DO
ESPÍRITO SANTO



Continuação do Parecer: 3.236.883

Não

SAO MATEUS, 01 de Abril de 2019

Assinado por:
Juliano Manvailer Martins
(Coordenador(a))

Endereço: Rodovia BR101 Norte, Km 60

Bairro: Litorâneo

CEP: 29.932-540

UF: ES

Município: SAO MATEUS

Telefone: (27)3312-1519

Fax: (27)3312-1510

E-mail: cepceunes@gmail.com