



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE LICENCIATURA EM EXPRESSÃO GRÁFICA
CURSO DE LICENCIATURA EM EXPRESSÃO GRÁFICA

LUCAS GABRIEL DE OLIVEIRA

**O USO DO *MINECRAFT* NO DESENVOLVIMENTO DA VISÃO ESPACIAL NO
ENSINO FUNDAMENTAL 2**

Recife

2024

LUCAS GABRIEL DE OLIVEIRA

**O USO DO *MINECRAFT* NO DESENVOLVIMENTO DA VISÃO ESPACIAL NO
ENSINO FUNDAMENTAL 2**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Expressão Gráfica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Expressão Gráfica.

Orientadora: Prof^a Dr^a Mariana Buarque Ribeiro de Gusmão

Recife

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Oliveira, Lucas Gabriel de.

O uso do Minecraft no desenvolvimento da visão espacial no ensino fundamental 2 / Lucas Gabriel de Oliveira. - Recife, 2024.

112 p. : il., tab.

Orientador(a): Mariana Buarque Ribeiro de Gusmão

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Expressão Gráfica - Licenciatura, 2024.

Inclui referências.

1. Minecraft. 2. Visualização espacial. 3. Ensino Fundamental 2. 4. Expressão Gráfica. 5. Jogos digitais. I. Gusmão, Mariana Buarque Ribeiro de. (Orientação).

II. Título.

370 CDD (22.ed.)

LUCAS GABRIEL DE OLIVEIRA

**O USO DO *MINECRAFT* NO DESENVOLVIMENTO DA VISÃO ESPACIAL NO
ENSINO FUNDAMENTAL 2**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Expressão Gráfica da Universidade Federal
de Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Licenciado em
Expressão Gráfica.

Aprovado em: 30/04/2024

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Mariana Buarque Ribeiro de Gusmão (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Andiará Valentina de Freitas e Lopes (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Daniel Teixeira Nipo (Examinador Externo)
Prefeitura da Cidade do Recife

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me direcionou para este curso em um momento que eu não sabia qual caminho seguir. Sou grato por essa escolha, que me permitiu explorar as diversas áreas de conhecimento de meu interesse através das disciplinas do curso.

Agradeço a toda minha família, em especial meus pais, Jeruza e Reginaldo, que sempre me apoiaram, muitas vezes deixando de se colocar em primeiro lugar para que eu pudesse seguir meus sonhos. Desde criança sempre tive interesse em estudar e tenho certeza que o incentivo que recebi, e que continuo recebendo, me proporcionou chegar onde estou hoje e me permitirá chegar ainda mais longe.

Agradeço à minha orientadora, a professora Mariana Gusmão, que com paciência e dedicação me orientou na produção deste trabalho, sem seu apoio a conclusão deste trabalho não teria sido possível. Agradeço também aos outros docentes do curso de Expressão Gráfica que contribuíram para minha formação a partir de suas aulas e experiências.

Agradeço aos meus amigos, companheiros de curso que ao longo dessa trajetória compartilharam vivências, experiências e boas risadas nos momentos felizes mas também nos mais estressantes. Obrigado a todos que contribuíram para minha formação acadêmica enquanto estudante, mas também enquanto pessoa. Agradeço de forma especial aos meus amigos Júlio, Murilo, Deleon, Esther, Luiz, Lucas, Thayná e Raphael pela companhia nesses anos de estudo.

Obrigado a todos que me apoiaram ao longo deste caminho.

RESUMO

Os jogos digitais são um produto de entretenimento bastante popular nos dias atuais, principalmente entre os jovens. Seu mercado vive uma tendência de crescimento há anos, mas a pandemia ocorrida em 2020 fez com que os números aumentassem ainda mais. A utilização de jogos em sala de aula é uma proposta que vem sendo estudada através de várias pesquisas na área da Educação. Considerando esse contexto, esta pesquisa buscou apresentar o *Minecraft*, um jogo digital estilo *sandbox* de livre exploração, popular entre os estudantes, como ferramenta para o desenvolvimento da habilidade da visualização espacial. Esta habilidade se relaciona com o conteúdo da Geometria Gráfica na medida em que compreende as operações mentais relacionadas à manipulação da forma. A ideia de explorar o potencial do jogo digital *Minecraft* como ferramenta de ensino visa contribuir para o desenvolvimento desta habilidade por meio da interação dos estudantes Ensino Fundamental 2 com formas tridimensionais no meio digital. Este trabalho consiste em uma pesquisa de caráter exploratório, com abordagem qualitativa e se deu em três etapas. A primeira é uma pesquisa bibliográfica do referencial teórico sobre a área da visualização espacial. A segunda trata da pesquisa bibliográfica e documental sobre o *Minecraft*. Por fim, a terceira etapa traz a análise de cinco trabalhos acadêmicos sobre o uso do *Minecraft* em sala de aula a partir de três eixos de análise: Eixo Educacional, Cognitivo e Ferramental. Com base em tais eixos, os cinco trabalhos acadêmicos foram analisados a partir de diferentes perspectivas, que os relacionaram ao desenvolvimento da visualização espacial. Após as análises realizadas nesta pesquisa foram encontrados resultados positivos sobre a utilização do *Minecraft* para o desenvolvimento da visualização espacial dos estudantes. Com base nas análises dos trabalhos selecionados, o jogo também evidenciou sua potencialidade para ser utilizado em outras áreas de ensino, se mostrando uma ferramenta versátil para utilização em sala de aula.

Palavras-chave: *Minecraft*; Visualização espacial; Ensino Fundamental 2; Expressão Gráfica; Jogos Digitais.

ABSTRACT

Digital games are a very popular entertainment product nowadays, especially among young people. Its market has been on a growth trend for years, but the pandemic that occurred in 2020 caused the numbers to increase even more. The use of games in the classroom is a proposal that has been studied through various research in the area of Education. Considering this context, this research sought to present Minecraft, a free-exploration sandbox style digital game, popular among students, as a tool for developing spatial visualization skills. This skill is related to the content of Graphic Geometry in that it understands the mental operations related to shape manipulation. The idea of exploring the potential of the digital game Minecraft as a teaching tool aims to contribute to the development of this skill through the interaction of Elementary School 2 students with three-dimensional shapes in the digital environment. This work consists of exploratory research, with a qualitative approach and took place in three stages. The first is a bibliographical research of the theoretical framework in the area of spatial visualization. The second deals with bibliographic and documentary research on Minecraft. Finally, the third stage involves the analysis of five academic works on the use of Minecraft in the classroom based on three axes of analysis: Educational, Cognitive and Tool Axis. Based on them, the five academic works were analyzed from different perspectives, which related them to the development of spatial visualization. After the analyzes carried out in this research, positive results were found regarding the use of Minecraft to develop students' spatial visualization. Based on the analysis of the selected works, the game also highlighted its potential to be used in other areas of teaching, proving to be a versatile tool for use in the classroom.

Keywords: Minecraft; Spatial visualization; Elementary School; Graphic expression; Digital games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 -	Categorização da Ciência Visual	17
Figura 2.2 -	Principais áreas da Ciência Gráfica	19
Figura 2.3 -	Aportes da área da Ciência Visiográfica	20
Figura 2.4 -	Categorização das habilidades espaciais	23
Figura 3.1 -	Etapas da educação básica na BNCC	31
Figura 4.1 -	Etapas da Taxonomia de Bloom Original	37
Figura 4.2 -	Menu de criação de mundo	45
Figura 4.3 -	Elementos de vida e fome	46
Figura 4.4 -	Imagem de um mundo no <i>Minecraft</i>	47
Figura 4.5 -	Sistema de inventário do jogo	48
Figura 4.6 -	Mapa UV de personagem	49
Figura 4.7 -	Editor de skin online “ Minecraftskins.com ”	49
Figura 4.8 -	Editor de skin do <i>Minecraft</i> Windows 10 Edition	49
Figura 6.1 -	Etapas do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom Revisada	64
Figura 6.2 -	Etapas da dimensão do conhecimento da Taxonomia de Bloom Revisada	65
Figura 6.3 -	Atividade de criação de um modelo celular	68
Figura 6.4 -	Camadas do solo construídas no <i>Minecraft</i>	69
Figura 6.5 -	Projeto de construção do castelo	71
Figura 6.6 -	Castelo construído no <i>Minecraft</i>	71
Figura 6.7 -	Cinema construído no <i>Minecraft</i>	71
Figura 6.8 -	Interior do cinema	71
Figura 6.9 -	Resultado do questionário realizado com os estudantes	72
Figura 6.10 -	Construção da atividade de escala	73
Figura 6.11 -	Construção da atividade de escala	73
Figura 6.12 -	Projetos bidimensionais e tridimensionais	76

Figura 6.13 -	Gráficos com resultados dos questionários	77
Figura 6.14 -	Atividade “Nossa Escola”	79
Figura 6.15 -	Questão da Sondagem Geométrica	80
Figura 6.16 -	Adaptação da questão da Sondagem no jogo	80
Figura 6.17 -	Estudo do volume de sólidos a partir de uma piscina criada no jogo	81
Figura 6.18 -	Volume de um creeper	81
Figura 6.19 -	Atividade sobre volume dos sólidos	81
Figura 6.20 -	Construção da maquete utilizando os cubos	86
Figura 6.21 -	Exemplo de questão do MRT	89
Figura 6.22 -	Exercício de desenho	90
Figura 6.23 -	Construção da atividade “casas do sonho”	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 –	Conteúdos da BNCC que abordam a geometria bidimensional e tridimensional	33
Quadro 4.1 -	Etapas do processo cognitivo Taxonomia de Bloom Revisada	38
Quadro 4.2 -	Classificação da Dimensão do Conhecimento	38
Quadro 4.3 -	Taxonomia de Bloom Revisada	39
Quadro 4.4 -	Princípios de Gee	41
Quadro 5.1 -	Partes e etapas da pesquisa	56
Quadro 6.1 -	Amostra da análise	60
Quadro 6.2 -	Critérios de seleção dos trabalhos	61
Quadro 6.3 -	Trabalhos acadêmicos e características para análise	63
Quadro 6.4 -	Planejamento das aulas do trabalho de Pusey M. e Pusey G.	66
Quadro 6.5 -	Análise do trabalho a partir da Taxonomia de Bloom Revisada	68
Quadro 6.6 -	Análise do trabalho a partir da Taxonomia de Bloom Revisada	75
Quadro 6.7 -	Análise do trabalho a partir da Taxonomia de Bloom Revisada	83
Quadro 6.8 -	Análise do trabalho a partir da Taxonomia de Bloom Revisada	88
Quadro 6.9	Resultados do Teste de Rotação Mental (MRT)	91
Quadro 6.10 -	Resultados do Teste de Rotação Mental (MRT) utilizando outras abordagens	91
Quadro 6.11 -	Análise do trabalho a partir da Taxonomia de Bloom Revisada	92

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABJD - Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CG - Grupo de Controle

CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

JSGS - Japan Society for Graphic Science

LDB - Lei de Diretrizes e Bases

MIT - Massachusetts Institute of Technology

MMM - Movimento da Matemática Moderna

MRT- Mental Rotation Test

PGB - Pesquisa Games Brasil

PWC -PriceWaterhouseCoopers

RPG - Role Playing Games

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1	Introdução	13
2	A ciência visiográfica e a cognição espacial no ensino da geometria gráfica	16
2.1	Ciência visiográfica	16
2.2	Habilidade viso-espacial	21
3	A geometria no ensino	26
3.1	A geometria no Brasil	26
3.2	A BNCC	30
3.3	A geometria no ensino fundamental (anos finais)	31
4.	Teorias educacionais e o Minecraft	34
4.1	Teorias educacionais e o uso de jogos no ensino	35
4.1.1	Teorias educacionais	35
4.1.1.1	Construcionismo de Papert	35
4.1.1.2	Taxonomia de Bloom Revisada	37
4.1.1.3	Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais (ABJD)	39
4.1.2	Princípios dos bons jogos de Gee	41
4.2	O Minecraft	42
4.3	Uso do Minecraft em sala de aula	50
5	Metodologia	56
6.	Análise do uso do Minecraft em sala de aula	60
6.1	Análise segundo os eixos educacional, cognitivo e ferramental	64
6.1.1	Definição dos eixos de análise	64
6.1.1.1	Eixo educacional	64
6.1.1.2	Eixo cognitivo	65
6.1.1.3	Eixo ferramental	65
6.1.2	Trabalho 1: “Using Minecraft in the science classroom”	65
6.1.2.1	Eixo educacional	67
6.1.2.2	Eixo cognitivo	69
6.1.2.3	Eixo ferramental	70
6.1.3	Trabalho 2: “Teaching spatial geometry in a virtual world: using Minecraft in mathematics in grade 5/6”	70
6.1.3.1	Eixo educacional	73
6.1.3.1	Eixo cognitivo	75
6.1.3.1	Eixo ferramental	77
6.1.4	Trabalho 3: “Mundo virtual Minecraft: um contexto de aprendizagens de conceitos geométricos”	78
6.1.4.1	Eixo educacional	82
6.1.4.2	Eixo cognitivo	84
6.1.4.3	Eixo ferramental	84

6.1.5 Trabalho 4: “Jogo Minecraft como aliado no processo de ensino e aprendizagem da geometria espacial”	84
6.1.5.1 Eixo educacional.....	86
6.1.5.2 Eixo cognitivo.....	88
6.1.5.3 Eixo ferramental.....	88
6.1.6 Trabalho 5: “Minecraft as a block building approach for developing spatial skills”. 89	
6.1.6.1 Eixo educacional.....	92
6.1.6.2 Eixo cognitivo.....	93
6.1.6.3 Eixo ferramental.....	93
7. Análise do Minecraft segundo os princípios dos bons jogos de Gee.....	94
7.1 O princípio da identidade.....	94
7.2 O princípio da produção.....	94
7.3 O princípio da customização.....	95
7.4 O princípio de agência.....	95
7.5 O princípio da boa ordenação dos problemas.....	95
7.6 O princípio do desafio e consolidação.....	96
7.7 O princípio da informação “na hora certa” e “a pedido”.....	96
7.8 O princípio dos sentidos contextualizados.....	97
7.9 O princípio do pensamento sistemático.....	97
7.10 O princípio explorar, pensar lateralmente, repensar os objetivos.....	98
7.11 O princípio das equipes transfuncionais.....	98
7.12 O princípio da performance anterior à competência.....	98
7.13 O princípio da frustração prazerosa.....	99
7.14 O princípio da interação.....	99
7.15 O princípio de riscos.....	99
7.16 Ferramentas inteligentes e conhecimento distribuído.....	100
8. Considerações finais.....	101
Referências.....	104

1 Introdução

É notável o crescimento do mercado de jogos eletrônicos nos últimos anos tanto no Brasil como fora dele. Muitos destes jogos são criados com o objetivo de ser uma fonte de entretenimento para os jogadores. No entanto tem se popularizado a ideia de utilizar os jogos digitais em outras áreas, dentre elas a Educação.

A utilização de jogos digitais em sala de aula pode ser compreendida como uma alternativa à metodologia tradicional de aula expositiva e se caracteriza por buscar ampliar a participação dos estudantes nas aulas de forma mais ativa. Por outro lado, a literatura acadêmica sobre Engajamento vem provando que o uso de metodologias de ensino que se aproximam mais da realidade dos estudantes, como é o caso da utilização de jogos, tendem a fazer aumentar os níveis de engajamento dos mesmos nas atividades realizadas em sala de aula, o que pode levar a uma melhora na qualidade do ensino (Procópio, 2022). A utilização de jogos em salas de aula é uma das várias concepções de Metodologias Ativas de Aprendizagem, chamada de Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais (ABJD). "As metodologias ativas tem como principal propósito colocar o estudante como protagonista do processo de aprendizagem (Lovato *et al*, 2018). Além disso, como foi dito, o uso de um jogo digital propicia uma aula mais dinâmica que ao mesmo tempo em que se afasta do contexto tradicional de ensino, se aproxima da realidade do estudante.

Um exemplo de jogo digital utilizado no ambiente escolar é o *Minecraft*. Este é um dos jogos mais jogados no mundo com cerca de 140 milhões de usuários ativos por mês (Microsoft, 2021), e se caracteriza por ser um jogo de exploração e aventura com incontáveis possibilidades de criação, onde os jogadores são livres para explorar e construir dentro dos "mundos" do jogo. Tais características favorecem o uso do mesmo em atividades educacionais de diversos campos do saber, uma vez que permitem o desenvolvimento de determinadas habilidades durante a realização dessas atividades, sejam elas em grupo ou individuais.

A ideia para a pesquisa surgiu a partir da experiência pessoal com o jogo. Ao estudar os conteúdos da Geometria Gráfica durante a graduação em Licenciatura em Expressão Gráfica foi possível estabelecer ligações entre o conteúdo teórico estudado

e experiências no jogo. Após o período de estágio no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), onde os alunos possuem a disciplina “Geometria Gráfica”, surgiu a ideia de unir o jogo ao ensino da Geometria Gráfica no intuito de contribuir para o desenvolvimento do pensamento tridimensional dos estudantes.

A pergunta que norteou o trabalho foi “Como o *Minecraft* pode ser utilizado no desenvolvimento da visualização espacial em estudantes do ensino fundamental?”. A partir dela foram traçados três objetivos específicos:

1. Investigar, por meio de uma pesquisa bibliográfica, o termo “visualização espacial” e como ocorre seu desenvolvimento;
2. Investigar, através de uma pesquisa documental e bibliográfica, o *Minecraft*, buscando conceituá-lo como jogo e como potencial ferramenta de ensino;
3. Analisar o uso do *Minecraft* em sala de aula, a partir dos relatos trazidos em cinco trabalhos acadêmicos, os quais fizeram o uso do jogo como uma ferramenta de ensino.

Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo geral explorar o uso do jogo digital *Minecraft* em sala de aula como uma ferramenta de ensino para o desenvolvimento da visualização espacial de estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental.

A conceituação da área de estudo da Geometria Gráfica, cujo conteúdo contempla entre vários assuntos o desenvolvimento da visualização espacial, é trazida no Capítulo 2 com as discussões sobre os trabalhos de Bertoline (1998), de Suzuki (2002), e de Lopes, Carneiro-da-Cunha e Gusmão (2019) a respeito da definição da área de estudo da Geometria nos tempos atuais. Ainda neste capítulo serão abordados os trabalhos de Sorby (1999) e de Gardner (1994) a fim de tratar de como ocorre o desenvolvimento da visualização espacial.

Em seguida, no Capítulo 3, o cenário da Geometria no Brasil será abordado desde seus primeiros anos até o período atual, afunilando a análise para o contexto do ensino da Geometria Gráfica no Ensino Fundamental 2.

O Capítulo 4 traz discussões a respeito da utilização do *Minecraft* em sala de aula a partir de um embasamento teórico, que, do ponto de vista da Educação, justifica o uso de abordagens que fogem do modelo tradicional de aula. Dentre as abordagens estão o (1) Construcionismo proposto por Papert (1986) que aborda as potencialidades do uso do computador para o ensino, na medida em que o uso desse dispositivo propicia a liberdade de experimentação dentro do ambiente virtual, (2) a Taxonomia de Bloom Revisada (2001), que tem como objetivo a classificação dos objetivos educacionais trabalhados em sala, e (3) a Metodologia Ativa de Aprendizagem baseada em Jogos Digitais (ABJD). Neste capítulo serão trazidos ainda os Princípios dos Bons Jogos de Gee (2005) e, em seguida, será realizada uma pesquisa documental sobre o *Minecraft*, trazendo as características gerais do jogo. No Capítulo 4 a área educacional será trabalhada por meio da discussão sobre: (1) o Construcionismo de Papert (1993), (2) a Taxonomia de Bloom Revisada (2001) e, no Capítulo 5 a metodologia do trabalho será explanada. Já o Capítulo 6 traz análise dos trabalhos da amostra, que se caracterizam por trazer aplicações do *Minecraft* em sala de aula. A análise se deu a partir dos eixos de análise: Educacional, Cognitivo e Ferramental, cujas definições também estão no Capítulo 6. O capítulo 7 traz a análise do *Minecraft* a partir dos princípios dos bons jogos de Gee e como tais princípios se relacionam com a utilização do *Minecraft* em sala de aula. A conclusão se encontra no Capítulo 8, onde serão trazidas as considerações finais a respeito dos resultados da análise realizada no capítulo anterior.

2 A ciência visiográfica e a cognição espacial no ensino da geometria gráfica

As teorias que fundamentam essa pesquisa pertencem a uma área do conhecimento que é comumente denominada de Geometria Gráfica ou de Expressão Gráfica. A compreensão sobre a abrangência e o escopo dessa área têm sido objeto de diversas pesquisas acadêmicas dadas as transformações que a tecnologia vem trazendo para a área.

“[...] a Geometria Gráfica é uma ciência, uma “ciência da extensão” como diz Chaput, o que nos leva a compreensão da abrangência da Geometria para o estudo das formas tanto bidimensionais como tridimensionais” (Lopes; Carneiro-Da-Cunha; Gusmão, 2018, p. 16).

Este capítulo irá explorar algumas dessas pesquisas com o intuito de estabelecer as referências conceituais deste trabalho. Além disso, este capítulo também investigará teorias que exploram como o aprendizado acontece na área da Ciência Visiográfica.

2.1 Ciência visiográfica

Diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas para definir melhor a abrangência e o escopo da área da Geometria Gráfica ou da Expressão Gráfica. Como consequência, a área vem recebendo diferentes denominações, tais como *Visual Science* (Bertoline, 1998), *Graphic Science* (Suzuki, 2002), e Ciência Visiográfica (Lopes; Carneiro-da-Cunha; Gusmão, 2019). É preciso registrar que nem a academia, nem o mercado chegaram a um consenso sobre essa denominação até o atual momento.

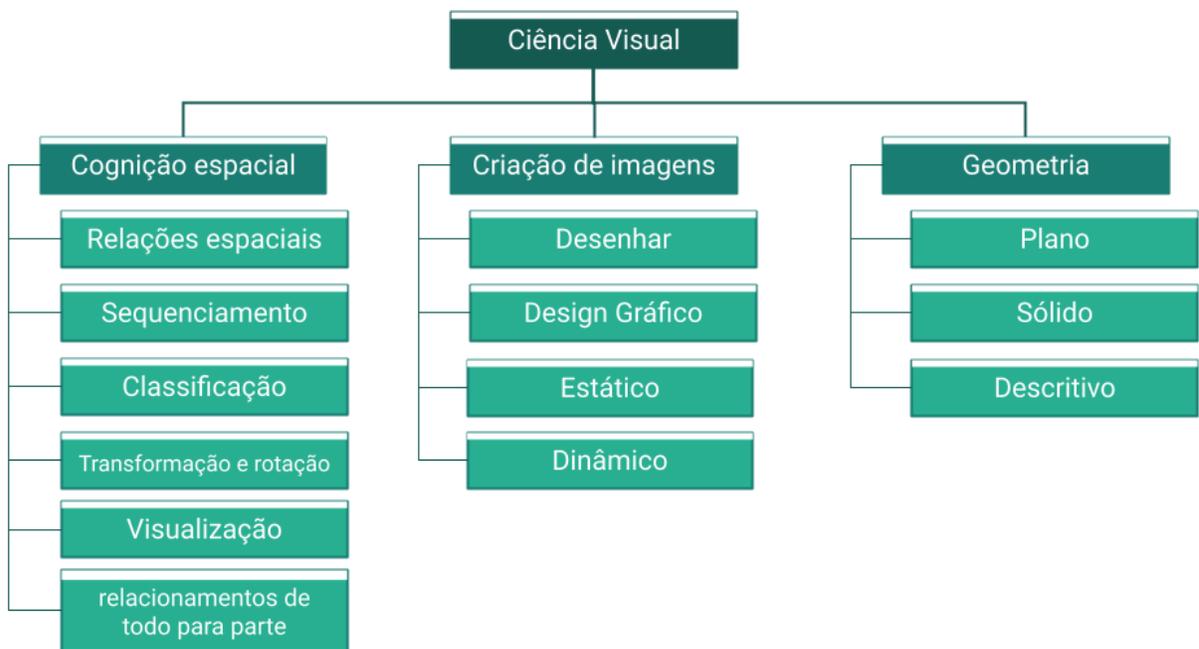
A conceituação adotada neste trabalho foi proposta no artigo “Quem somos? O que fazemos? Para onde vamos? Uma reflexão epistemológica sobre a geometria gráfica” (Lopes; Carneiro-da-Cunha; Gusmão, 2019). Este artigo é resultado das reflexões dos autores fruto de anos de vivência no ensino dos conteúdos da área e da análise das pesquisas de Bertoline (1998) e de Suzuki (2002).

Em seu trabalho “*Visual Science: an emerging discipline*” (1998), Bertoline traz a denominação da área como “Ciência Visual”.

A ciência visual é definida como o estudo dos processos que produzem imagens na mente. A ciência visual tem pelo menos três categorias principais: geometria, cognição espacial e imagem. Essas três categorias formam a base para qualquer campo de estudo relacionado às ciências visuais. Por exemplo, uma disciplina de design gráfico no curso de engenharia deve ter elementos de todas as três categorias (Bertoline, 1998, p.184, tradução nossa).

Bertoline divide a Ciência Visual em três categorias principais: geometria, cognição espacial e imagem (Figura 2.1).

Figura 2.1 - Categorização da Ciência Visual



Fonte: Adaptado de Bertoline, 1998, tradução nossa.

A Cognição espacial se refere às operações geométricas que o indivíduo realiza no campo imaginário. “Cognição espacial é o processo mental usado para perceber, guardar, chamar, criar, editar e comunicar imagens espaciais” (Bertoline, 1998, p.184, tradução nossa). A partir da cognição espacial é possível realizar operações com as formas geométricas em nossas mentes.

A área de “criação de imagem” se aplica a às ideias de concepção de um produto visual (peça gráfica). “Imaginar é o processo de produzir e reproduzir ideias. O conhecimento dos processos de criação de imagem é usado para criar peças gráficas

que são facilmente visualizadas ou reconhecidas pelo usuário” (Bertoline, 1998, p. 185, tradução nossa). Aqui são relacionadas as produções visuais como desenhos, ilustrações, pranchas de representação e outros produtos que contém a expressão de uma ideia de forma visual. Enquanto na Cognição Espacial tem-se algo ligado apenas às operações realizadas em nossa mente, na Criação de Imagens o processo cria forma ao sair do plano das ideias para sua “concretização”.

A última categoria idealizada por Bertoline é a categoria da “geometria”. O autor a classifica como a “parte da matemática que lida com as propriedades, relações e medidas de pontos, linhas, planos e sólidos” (Bertoline, 1998, p. 185, tradução nossa). Segundo Bertoline, a Geometria está inclusa na área da Matemática e se divide em três partes, sendo plana, sólida e descritiva.

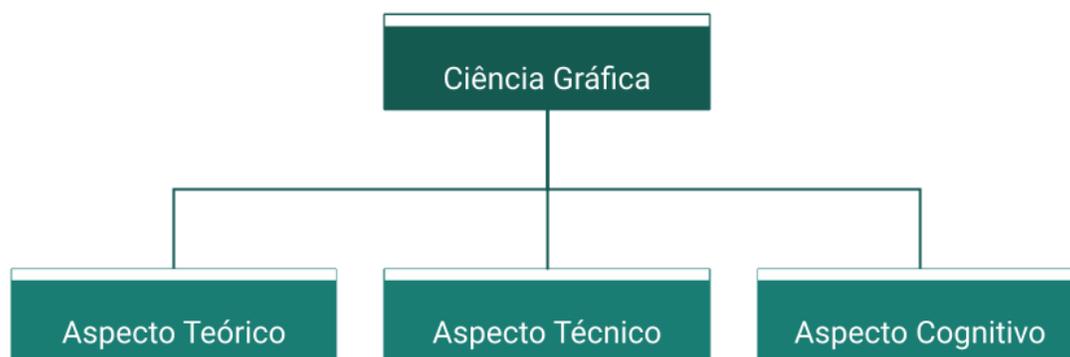
Bertoline (1998) classifica o uso da Ciência Visiográfica em duas categorias: a técnica e a artística. A categoria técnica diz respeito ao uso técnico das produções gráficas, de forma a facilitar a comunicação da informação como a escrita e a fala. Já a categoria artística se refere a uma produção gráfica ligada à arte, como expressão do indivíduo. Em ambas as categorias os conhecimentos da área da Ciência Visual são utilizados para criação de recursos visuais, variando nos resultados finais que são diferentes devido às diversas finalidades que desempenham (Bertoline, 1998).

Suzuki (2002) em seu trabalho *“Activities of the Japan Society for Graphic Science - Research and Education”* busca conceituar a área da “Ciência Gráfica”. Esta pesquisa surge de discussões feitas no âmbito da Sociedade Japonesa de Ciência Gráfica¹.

Segundo o autor, a Ciência Gráfica traz a Geometria Descritiva como sua base, mas não se limitando apenas a ela (Suzuki, 2002). O autor divide a área de Ciência Gráfica em três aspectos principais: teórico, técnico e cognitivo (figura 2.2).

¹ Japan Society for Graphic Science (JSGS).

Figura 2.2 - Principais áreas da Ciência Gráfica



Fonte: adaptado de Suzuki, 2002, tradução nossa.

O aspecto teórico fundamenta a base teórica da Ciência Gráfica (Suzuki, 2002), nele são trazidos os conteúdos relacionados às teorias da Geometria Gráfica. O aspecto técnico se relaciona ao uso da tecnologia aplicada à Geometria, podemos citar como exemplo o uso de *softwares* de modelagem tridimensional e *softwares* de geometria dinâmica que permitem uma resposta interativa entre o usuário as representações gráficas. O terceiro aspecto, chamado de aspecto cognitivo ou psicológico, se relaciona à forma como as pessoas se comunicam através das representações gráficas.

Suzuki conceitua a habilidade espacial, também chamada de habilidade de visualização espacial, como a habilidade do ser humano de reconhecer imagens (Suzuki, 2002). O autor destaca que “Somos mais facilmente aptos em reconhecer formas através de representações gráficas do que através do uso de linguagem” (Suzuki, 2002, p. 233). Um exemplo prático é o desenho técnico, que é aplicado em diversas áreas como, por exemplo, a área da fabricação de peças. É muito mais eficiente e preciso que um produto seja produzido a partir da representação gráfica do mesmo do que da sua descrição oral ou escrita, uma vez que essas formas de comunicação podem levar à falhas na compreensão da ideia do produto.

Lopes, Gusmão e Carneiro-da-Cunha apresentam o conceito da área da Ciência Visiográfica (2019) a partir de anos de experiência com conteúdos de Geometria Gráfica, bem como de reflexões sobre as visões sobre as áreas da Ciência Visual e Ciência Gráfica, apresentadas por Bertoline e por Suzuki respectivamente. A discussão

sobre a conceituação da área da Ciência Visiográfica começa no artigo “Quem somos? O que fazemos? Para onde vamos? Uma reflexão epistemológica sobre a Geometria Gráfica” (Lopes; Carneiro-Da-Cunha; Gusmão, 2018), no qual discussões sobre a Geometria Gráfica e seu objeto de estudo foram realizadas.

Ao restringir o entendimento da área como sendo a Geometria Gráfica, cujo objeto era somente o estudo da Forma, percebeu-se que ela se encontrava estanque. Com o desenvolvimento da consciência de um campo de estudo mais amplo, foi possível estruturar a Ciência Visiográfica, uma vez que ela aborda um objeto de estudo mais extenso e voltado para as questões atuais (Lopes; Carneiro-Da-Cunha; Gusmão, 2019, p. 78).

Os autores viram a necessidade de expandir a área para além de seu objeto de estudo original, o estudo da Forma a partir da Geometria Gráfica. A partir dessas reflexões surge a conceituação da área da Ciência Visiográfica. “[...] o termo “Visiográfica” abrange tudo que se enxerga e se representa, ou seja, inclui as imagens estáticas e as dinâmicas, bem como o que se é entendido por visão espacial” (Lopes; Carneiro-Da-Cunha; Gusmão, 2019, p. 72). Os autores propuseram a nomenclatura como forma de abranger os avanços relacionados à cognição visual e à tecnologia, como forma de ampliar o campo de estudo da Geometria (Lopes; Carneiro-Da-Cunha; Gusmão, 2019). Segundo os autores, a Ciência Visiográfica se sustenta em três pilares: teórico, cognitivo e prático (figura 2.3).

Figura 2.3 - Aportes da área da Ciência Visiográfica



Fonte: adaptado de Lopes; Carneiro-Da-Cunha; Gusmão, 2019

A Geometria Gráfica compõe o aporte teórico que fundamenta os conteúdos relacionados à área da Ciência Visiográfica. Esse aporte é dividido entre as geometrias

plana ou bidimensional; espacial ou tridimensional e a projetiva (Lopes; Carneiro-Da-Cunha; Gusmão, 2019).

Por sua vez, o aporte cognitivo se relaciona à habilidade viso-espacial, a qual busca compreender as habilidades cognitivas relacionadas ao estudo da Geometria Gráfica e como estas podem ser desenvolvidas no ensino.

A Habilidade Viso-espacial é o aporte cognitivo que conecta e torna possível o entendimento entre o aporte teórico e o aporte prático, sendo composto por capacidades tais como coordenação motora, memória e sequenciamento visual, senso de proporção e escala, síntese gráfica, relações entre as partes e o todo e visomotricidade (Lopes; Carneiro-Da-Cunha; Gusmão, 2019, p.74).

O aporte prático se relaciona à criação de imagens utilizando-se das habilidades compreendidas no aporte cognitivo. Esse aporte compreende a produção de recursos visuais, podendo ser digitais ou físicos.

O aporte prático se constitui na Produção de Imagens e abrange desde o esboço, produção de gráficos, fluxogramas e diagramas até as representações gráficas, analógicas e digitais (Lopes; Carneiro-Da-Cunha; Gusmão, 2019, p.74).

Pode-se ter como exemplo a elaboração de uma planta baixa de uma casa qualquer. Para que um indivíduo possa criar a planta baixa é necessário primeiramente ter conhecimento na área da geometria bidimensional e tridimensional. A partir destes conhecimentos o indivíduo terá que utilizar as habilidades relacionadas à visualização espacial trazidas no aporte cognitivo da Ciência Visiográfica. A criação do desenho da planta baixa é relacionada ao aporte prático e este possui fundamentação nos outros aportes.

Após conceituar a área da Ciência Visiográfica é possível partir para uma discussão mais aprofundada sobre como o indivíduo aprende os conteúdos dessa área e sobre sua relação com o desenvolvimento das habilidades espaciais.

2.2 Habilidade viso-espacial

A habilidade viso-espacial descrita no aporte cognitivo da Ciência Visiográfica se relaciona às capacidades do indivíduo concernentes à associação entre o aporte teórico e o prático (Lopes; Carneiro-Da-Cunha; Gusmão, 2019). Serão discutidas agora algumas teorias sobre o processo de aprendizagem voltado para a visualização

espacial e para a Geometria e como esses dois últimos conceitos se relacionam.

Sorby (1999) em seu trabalho *“Developing 3-D Spatial Visualization Skills”* apresenta definições para os termos capacidade e habilidade. As Capacidades Espaciais segundo a autora estão relacionadas à aptidão de visualização espacial que os indivíduos possuem de forma inata, antes de qualquer estudo ou treinamento formal. Já as Habilidades Espaciais dizem respeito ao desenvolvimento da visão espacial pelo indivíduo através de treinamento e de estudos formais (Sorby, 1999). Dessa forma, esse trabalho se concentra no estudo sobre o desenvolvimento da habilidade visiográfica e como ela pode ser desenvolvida através do ensino.

Outro autor que em sua obra examina a questão da visualização espacial é o psicólogo cognitivo e educacional Howard Gardner, professor de psicologia da Universidade de Harvard. Os trabalhos de Gardner e de Sorby buscam esclarecer como o processo de aprendizado ocorre na área da Cognição Espacial. Enquanto Sorby desenvolve seu trabalho relacionando as habilidades/capacidades, de visualização espacial especificamente com o ensino da Geometria, Gardner desenvolve sua pesquisa relacionando tais habilidade/capacidades com a existência de várias inteligências no campo da psicologia. Em seu trabalho *“Estruturas da mente a Teoria das Inteligências Múltiplas”* (2002), Gardner aborda a ideia de que o indivíduo possui diversas inteligências. O autor propõe um conjunto de seis inteligências, as quais serão tratadas ao longo deste trabalho. No entanto, a quantidade e a abrangência das inteligências estudadas por Gardner não foram determinadas por completo, não havendo, assim, uma quantidade fechada de inteligências (Gardner, 1994). Para que seja considerada uma “Inteligência”, Gardner elenca alguns critérios:

A meu ver, uma competência intelectual humana deve apresentar um conjunto de habilidades de resolução de problemas — capacitando o indivíduo a resolver problemas ou dificuldades genuínos que ele encontra e, quando adequado, a criar um produto eficaz — e deve também apresentar o potencial para encontrar ou criar problemas — por meio disso propiciando o lastro para a aquisição de conhecimento novo (Gardner, 1994, p.46).

Gardner classifica as inteligências em: Inteligência Linguística, Musical, Lógico-matemática, Espacial, Corporal-cinestésica e Inteligências Pessoais. Cada uma delas está ligada a um conjunto de habilidades e capacidades de determinadas áreas. Por exemplo, no caso de um indivíduo que tenha uma certa aptidão para música, que

toque um instrumento ou compreenda as notas musicais, pode-se notar a presença de uma inteligência musical.

Cada uma das inteligências citadas por Gardner tem uma área de aplicação. Esta pesquisa foca no processo de desenvolvimento da habilidade visigráfica, sendo assim, a inteligência espacial será o foco, afinal ela trata da relação entre o indivíduo e a habilidade de Visualização Espacial.

Centrais à inteligência espacial estão as capacidades de perceber o mundo visual com precisão, efetuar transformações e modificações sobre as percepções iniciais e ser capaz de recriar aspectos da experiência visual, mesmo na ausência de estímulos físicos relevantes. Pode-se ser solicitado a produzir formas ou simplesmente manipular as que foram fornecidas (Gardner,1994 , p.135).

A Inteligência Espacial teorizada por Gardner se assemelha à Habilidade Visigráfica presente na Ciência Visigráfica (Lopes; Carneiro-Da-Cunha; Gusmão, 2019). É possível perceber essa habilidade quando se tenta construir mentalmente um sólido geométrico a partir de vistas planificadas, imaginar objetos inseridos em um ambiente, ou visualizar operações de seção e transformações geométricas em sólidos imaginários, dentre diversas outras aplicações. Podemos destacar essas tarefas específicas como capacidades que em conjunto formam a habilidade de visualização espacial.

Com base nas pesquisas de Tartre (1990) e McGee (1979), Sorby apresenta um esquema para classificar diferentes usos da visão espacial. De acordo com a autora, as habilidades espaciais estariam divididas em dois grandes grupos, as habilidades relacionadas à visualização espacial e as relacionadas à orientação espacial (Fig. 2.4).

Figura 2.4 - Categorização das habilidades espaciais



Fonte: adaptado de Zorby, 1999

Por sua vez, o grupo das habilidades relacionadas à visualização espacial é dividido em duas categorias, a da rotação mental e a da transformação mental. “A diferença entre essas duas categorias é que na rotação mental, o objeto inteiro é transformado girando no espaço, enquanto na transformação mental, apenas parte do objeto é transformado de certa maneira” (Sorby, 1999, p. 22). Por outro lado, a orientação espacial está relacionada à visualização mental, a partir de diferentes ângulos, de um objeto que não se move no espaço (Sorby, 1999).

Sorby utiliza uma teoria Piagetiana utilizada por Bishop (1978) para tratar do desenvolvimento das habilidades espaciais durante a vida de um indivíduo. O primeiro estágio está relacionado às habilidades topológicas e ocorre entre os três e cinco anos de idade. “Com essas habilidades, as crianças são capazes de reconhecer a proximidade de um objeto com os outros, sua ordem em um grupo e seu isolamento ou enclausuramento por um ambiente maior” (Sorby, 1999, p.23). A habilidade de projeção espacial é o segundo estágio de desenvolvimento que ocorre durante a adolescência. Nesse estágio os indivíduos desenvolvem a habilidade de visualizar mentalmente formas tridimensionais e de realizar tanto operações de rotações, como as transformações mentais delas. O terceiro estágio de desenvolvimento está relacionado às grandezas e às operações da Geometria Descritiva. “No terceiro estágio de desenvolvimento, as pessoas são aptas a visualizar os conceitos de área, volume, distância, translação, rotação e reflexão” (Sorby, 1999, p. 23). Nesse estágio o indivíduo é capaz de visualizar as operações da Geometria Descritiva nas operações realizadas com o sólido visualizado.

Gardner e Sorby, em suas pesquisas, destacam a capacidade de aplicar mentalmente transformações em objetos. Tais transformações se relacionam com a Geometria Descritiva a partir de suas operações geométricas, como, por exemplo, a rotação. Ao tratar da visualização, rotação e transformação de formas tridimensionais, Sorby (1999) atribui ao indivíduo a capacidade de realizar tais operações da Geometria Descritiva na sua mente. Essa mesma manipulação de formas pode ser identificada no conceito de Inteligência Espacial proposto por Gardner (1994). Por outro lado, Lopes, Carneiro-Da-Cunha e Gusmão (2018) afirmam que a Geometria, vista como o estudo

das formas bidimensionais e tridimensionais, se relaciona com a visão espacial pelo fato desta última possibilitar a interpretação da forma e das suas transformações.

Diante disso, é possível relacionar a habilidade de realizar as operações descritivas em formas tridimensionais e bidimensionais à capacidade de visualização espacial. Como tratado anteriormente, Sorby disserta sobre maneiras de desenvolver a visão espacial, utilizando a Geometria como ferramenta no processo de aprendizagem no intuito de desenvolver a visão espacial dos estudantes. Consequentemente, a Geometria se torna um meio para se atingir esse objetivo, sendo a base teórica para o desenvolvimento da visualização espacial. É possível concluir, então, que a partir do processo de aprendizagem da Geometria, os estudantes passam a entender e fundamentar as transformações realizadas mentalmente para manipular a forma.

3 A geometria no ensino

Para compreendermos o contexto atual da Geometria na Educação Básica precisamos compreender como foi seu ensino ao longo da história até a criação das diretrizes que regem a Educação brasileira atual. Partindo desde o processo de colonização do Brasil até os dias atuais, é possível afirmar que a Educação no Brasil enfrentou muitas mudanças que a fizeram evoluir, no entanto nem todas foram benéficas para a área de Geometria.

3.1 A geometria no Brasil

As primeiras experiências de ensino no Brasil foram realizadas pelos Jesuítas no período de colonização. Os jesuítas são uma ordem religiosa católica, pertencentes a Companhia de Jesus, que tinha naquele momento o objetivo de catequização de todos os povos (Burci, 2017). Além da educação religiosa, os jesuítas procuravam ensinar outras disciplinas. Na área de Matemática, a Geometria e a Álgebra não eram ensinadas, apenas a Aritmética (Caldatto; Pavanello, 2015).

No Brasil ocorreu um árduo trabalho de catequização, os índios possuíam sua própria língua e cultura, porém era necessário adentrar as suas tribos e ensiná-los uma nova forma de vida. O Padre José de Anchieta ficou conhecido por escrever textos na língua dos indígenas e ensinar as crianças de forma que as mesmas eram responsáveis por transmitir aos pais o que aprendia (sic) (Burci, 2017, p.302).

Dessa forma a cultura portuguesa era passada aos povos nativos, aqueles que não se mostravam favoráveis eram tidos como escravos pelos Jesuítas. Nesse período os Jesuítas eram os únicos responsáveis pela educação na colônia. Com a chegada do Marquês de Pombal no poder de Portugal os jesuítas são retirados do Brasil, sendo implantadas então as aulas régias. Essas aulas funcionavam como disciplinas isoladas e entre elas estavam a Geometria, Aritmética e Álgebra compondo os campos da Matemática. Outras disciplinas também eram ofertadas como Grego, Filosofia e Retórica (Angelo; Santos; Barbosa, 2020)

As aulas régias eram aulas avulsas que não estavam interligadas entre si, de forma que uma não dependia da outra. Elas vieram como um novo sistema de ensino que substituiu o ensino jesuítico (Burci, 2017, p. 304).

Com o objetivo de proteger o território do Brasil, Portugal começa a investir no preparo de militares em sua colônia. Especialistas foram enviados de Portugal para o

Brasil e em 1699 é criada a aula de fortificação no Rio de Janeiro (Caldatto; Pavanello, 2015). É nesse contexto que a Geometria é utilizada para formação dos militares.

Devido a necessidade de desenvolvimento no campo militar, foram criadas as primeiras aulas de Artilharia e Fortificação e a matemática ganhou destaque nesse novo campo, sendo assim criado um novo posto para um profissional do exército, o engenheiro, e a geometria se tornou o principal objeto de conhecimento do engenheiro (Monteiro, 2015, p. 8).

Nesse momento percebe-se que há uma preocupação em incluir Geometria na formação desses profissionais. Afinal, essa disciplina é considerada essencial para campos específicos da área militar. Além de engenheiros, outros profissionais eram formados pelo ensino militar, tais como “cartógrafos, matemáticos, artilheiros, lançadores de bombas e arquitetos” (Caldatto; Pavanello, 2015, p. 106).

Os cursos superiores só passaram a ser oferecidos após a independência do Brasil, que ocorreu em 1822. Tais cursos eram oferecidos nas áreas de Engenharia, Medicina e Direito (Caldatto; Pavanello, 2015). Para aqueles que fossem ingressar nesse ensino foram criadas as aulas avulsas, que tinham como objetivo sua preparação para o ingresso nas escolas de ensino superior (Caldatto; Pavanello, 2015). Como forma de unificar as aulas avulsas são criados os Liceus Provinciais.

Em 1908 o IV Congresso Internacional de Matemáticos acontece em Roma. Uma preocupação expressa durante o congresso foi a qualidade da Matemática ensinada nas escolas (Caldatto; Pavanello, 2015). Dessa forma, surge o movimento de reforma do ensino da Matemática. Em paralelo, devido à “(...) expansão e o desenvolvimento da indústria, os trabalhadores já estavam mais organizados e passaram a exigir uma educação que lhes permitisse melhores condições e oportunidades de ascensão” (Monteiro, 2015, p. 11).

O movimento da reforma da Matemática propôs ações para o ensino da Matemática:

a) a predominância do ponto de vista psicológico. Assim, uma mesma matéria deveria ter um tratamento diferente, a depender da turma a que se dirigia, considerando especialmente a idade do estudante; b) deveria guardar relação com outras disciplinas que simultaneamente fossem ensinadas; c) deveria subordinar-se às diretrizes culturais da época (Roxo, 2003, p.161 *apud* Magalhães, 2017, p. 155).

Foi apenas com o professor Euclides Roxo que houve uma mudança na forma

de ensino da Matemática no Colégio Pedro II, localizado na cidade do Rio de Janeiro. Quando Euclides Roxo realiza as intervenções no ensino da Matemática de acordo com a proposta da reforma da Matemática, outras instituições brasileiras passam a adotar essas mudanças na década de 1930 (Caldatto; Pavanello, 2015). Dessa forma, os ideais da reforma da Matemática iam se estabelecendo na Educação Brasileira, sobre essa reforma Caldatto e Pavanello destacam:

Além de influenciar o ensino naquele momento, este movimento pode ser interpretado como início de um processo de tentativa de modernização do ensino de matemática que tem como continuidade o Movimento de Matemática Moderna ocorrido na década de 1950 (Caldatto; Pavanello, 2015, p. 114).

Após a Segunda Guerra Mundial, o Movimento da Matemática Moderna (MMM) foi criado em resposta à lacuna entre o currículo escolar e as demandas sociais da época. Durante a Guerra Fria entre os Estados Unidos e a Rússia, surgiu uma necessidade crítica por profissionais qualificados para enfrentar os desafios científicos e tecnológicos impostos pelo conflito.

Por conta da influência dos professores franceses nas universidades, o MMM francês é difundido no Brasil. Esse movimento trazia uma abordagem da Geometria a partir das transformações, mas devido à falta de formação para os docentes essa abordagem não é empregada.

Com o movimento, a abordagem da geometria nos livros didáticos, trouxe uma grande resistência para o ensino de geometria, visto que os professores não se sentiam aptos a trabalhar a Matemática como um todo, e principalmente a geometria, em que o trabalho era feito sob enfoque das estruturas, feitas por planos vetoriais ou por transformações geométricas. Por isso, muitos professores do ensino secundário deixaram de ensinar geometria, passando a trabalhar em suas aulas de matemática, predominantemente, a álgebra, visto que os livros tinham ênfase na teoria dos conjuntos (Angelo *et al.*, 2020, p. 4).

Mesmo antes do MMM propor uma nova abordagem da Geometria, os professores já tinham dificuldade com a Geometria tradicional. Com a falta de formação dos professores dos conteúdos de Geometria, a álgebra é ensinada de forma predominante (Caldatto; Pavanello, 2015).

Como os novos métodos de se abordar a Matemática ainda não eram dominados pela grande maioria dos professores, a Geometria passou a ser desenvolvida intuitivamente, sem qualquer preocupação com a construção de uma sistematização. Assim, optou-se por apenas acentuar as noções de figuras geométricas e de intersecção de figuras como conjunto de pontos no plano (Monteiro, 2015, p. 18).

Em 1971, a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) foi lançada modificando os níveis de ensino para o 1º e 2º graus durante o período do regime militar no Brasil. Uma característica se faz presente durante os anos 70 em relação ao ensino da Matemática, a preocupação com um foco maior nos resultados obtidos do que no processo de ensino, como relata Monteiro:

Durante os anos 70 o currículo de Matemática parecia preocupar-se mais com o aumento nas notas de testes e habilidades básicas ou computacionais do que com o ensino propriamente dito. Os alunos eram capacitados para a resolução de exercícios ou de problemas-padrão e a Geometria não fugia à regra nas raras situações em que era abordada (Monteiro, 2015, p. 19).

Após o fim do regime militar, a constituição de 1988 é promulgada, garantindo no Art. 205 que Educação passe a ser um direito de todos. “A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (Brasil, 1988). A partir deste artigo o Estado passa a ter obrigação legal de fornecer Educação a todos.

Em dezembro de 1996 foi promulgada uma nova LDB, que é válida até os dias atuais, trazendo várias modificações no ensino. Uma das mudanças foi referente à organização das etapas de ensino, que passaram a ser: pré escola, ensino fundamental e ensino médio.

São instituídas no Brasil diversas avaliações com o objetivo de avaliar o desempenho dos estudantes. Dentre estas avaliações está o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) que verifica a aprendizagem do estudante ao final do Ensino Médio e que atualmente é utilizado para o ingresso em instituições federais de Ensino Superior (Caldatto; Pavanello, 2015). Estas avaliações propõem uma perspectiva geral do cenário educacional nacional; já em relação ao ensino de Geometria Caldatto e Pavanello comentam:

Os resultados obtidos pelos alunos nessas provas, especialmente no tocante à geometria, mostram que apesar das tentativas explícitas de restabelecimento do ensino desta no Brasil — principalmente por meio de medidas governamentais, como a inclusão de conteúdos da geometria em currículos em nível nacional e estadual — não se tem observado resultados positivos em relação ao alcance dos objetivos dessas medidas (Caldatto; Pavanello, 2015, p. 123).

A partir dos aspectos históricos do ensino da Geometria no Brasil abordados

neste capítulo é possível perceber que houve diversos obstáculos e reveses nesse cenário. A partir destes aspectos o próximo item deste trabalho traz uma discussão sobre como se dá o ensino da Geometria no Brasil nos tempos atuais.

3.2 A BNCC

As LDBs serviram de base para criação de um novo documento que orientasse a forma de organizar os conteúdos do Ensino Básico no Brasil. Dessa forma surge a BNCC (Base Nacional Comum Curricular). A BNCC é:

[...] um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (Brasil, 2018, p.7).

A BNCC é um documento válido em todo o Brasil voltado à Educação Básica em todas as escolas públicas e privadas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi aprovada no dia 22 de dezembro de 2017, por meio da Resolução nº 2 do Conselho Nacional de Educação – Conselho Pleno (CNE/CP), que institui e orienta sua implantação, a ser respeitada obrigatoriamente, ao longo das etapas e modalidades da educação básica (Albino, A.; da Silva, A., p. 138, 2019).

A BNCC traz as competências referentes às disciplinas do Ensino Básico conforme propõe a LDB de 1996. Essas competências são referentes a conhecimentos que o aluno deve compreender em determinado estágio de sua educação (Brasil, 2018). Para a BNCC uma 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, 2018).

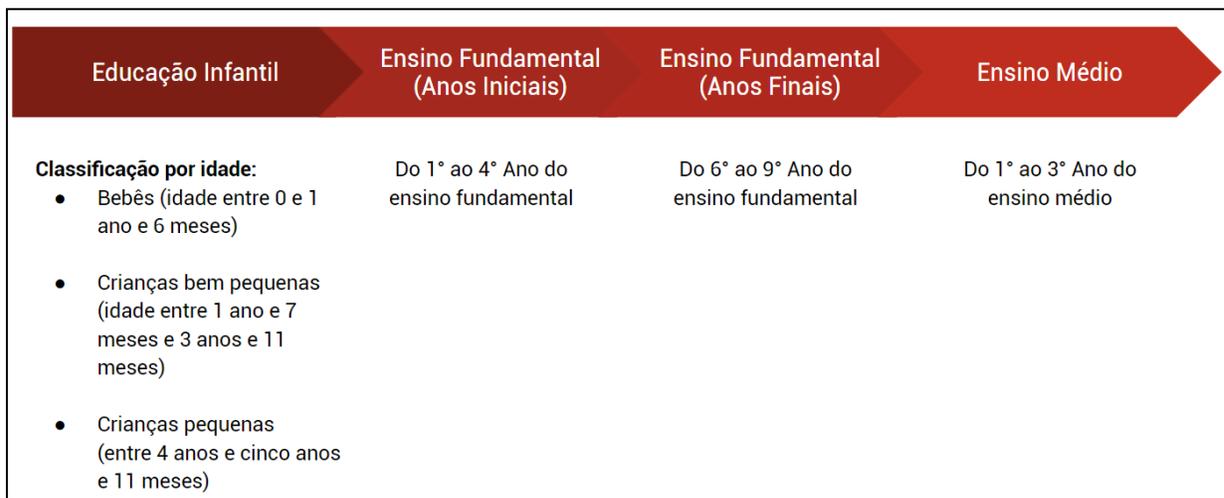
A partir da proposta das competências, distribuídas pelos estágios de ensino, a BNCC busca uma igualdade educacional ao determiná-las como objetivos comuns às unidades escolares (Brasil, 2018). A BNCC direciona os educadores às necessidades que devem ser desenvolvidas com os alunos, utilizando-a como base. Além das competências que a BNCC traz em seu conteúdo que fazem parte da base comum, ela traz uma parte diversificada para as escolas trabalharem conteúdos pertinentes às suas realidades e necessidades.

São essas decisões que vão adequar as proposições da BNCC à realidade local, considerando a autonomia dos sistemas ou das redes de ensino e das instituições escolares, como também o contexto e as características dos alunos (Brasil, 2018, p. 16).

O Brasil, com suas proporções continentais, possui uma diversidade muito grande de culturas. As instituições de ensino têm, então, a oportunidade de adequar uma parte de seu currículo escolar de modo a englobar as realidades mais próximas aos alunos podendo trabalhá-las em sala de aula.

A BNCC traz a Educação Básica dividida em etapas, são elas a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio (fig. 3.1). O ensino fundamental é dividido em anos iniciais (do 1° ao 5° ano) e em anos finais (do 6° ao 9° ano).

Figura 3.1 - Etapas da educação básica na BNCC



Fonte: adaptado de Brasil, 2018.

Embora a BNCC inclua a Geometria em todos os níveis de ensino abordados por ela, neste trabalho o foco será dado apenas à Geometria relativa aos anos finais do Ensino Fundamental. O próximo item traz a discussão sobre como ocorre o ensino da Geometria nessa etapa da Educação Básica.

3.3 A geometria no ensino fundamental (anos finais)

A discussão trazida no item 3.1 deste trabalho, sobre Geometria na história da Educação no Brasil, torna possível a percepção de que diversos contratemplos impossibilitaram que as escolas trabalhassem os conteúdos dessa disciplina como previsto. O contexto atual do ensino da Geometria será analisado com base na BNCC.

A Geometria no Ensino Fundamental é tratada na BNCC como campo de conhecimento pertencente à área da Matemática, junto aos campos da aritmética, álgebra, estatística e probabilidade.

A Geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento. Assim, nessa unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos (Brasil, 2018, p.271).

Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a Geometria é apresentada aos estudantes de forma introdutória com a ideia de distâncias, deslocamentos e a associação de formas geométricas em 2D e 3D, seus elementos e planificações (Brasil, 2018). A BNCC traz a possibilidade de uso de softwares de Geometria Dinâmica para o ensino de Geometria. Já nos anos finais, a Geometria é trabalhada utilizando os conhecimentos estudados nos anos iniciais a partir de uma perspectiva mais avançada. Nesta fase são pontos importantes a aproximação dos conteúdos de Geometria com a álgebra e a contribuição para o pensamento lógico-dedutivo para a matemática.

Assim, a Geometria não pode ficar reduzida a mera aplicação de fórmulas de cálculo de área e de volume nem a aplicações numéricas imediatas de teoremas sobre relações de proporcionalidade em situações relativas a feixes de retas paralelas cortadas por retas secantes ou do teorema de Pitágoras (BRASIL, 2018, p 272).

Buscando analisar o ensino de Geometria de acordo com os conteúdos previstos na BNCC, Barros e Pavanello (2022), escreveram o artigo “Relações entre figuras geométricas planas e espaciais no ensino fundamental: o que diz a BNCC?”. No artigo, as autoras realizam uma análise de duas coleções de livros didáticos, uma voltada para os anos iniciais do Ensino Fundamental e outra para os anos finais, para averiguar os conteúdos da BNCC contemplados por eles que relacionam o conteúdo de geometria plana e espacial. O artigo também lista as competências propostas pela BNCC que relacionam as figuras bidimensionais com as tridimensionais (Quadro 3.1). Nessa análise, as autoras encontraram uma deficiência dessas competências nos anos finais do ensino fundamental.

Quadro 3.1 - Conteúdos da BNCC que abordam a geometria bidimensional e tridimensional

Etapa	Objetos do conhecimento	Habilidades
1º ano	Figuras geométricas espaciais: reconhecimento e relações com objetos familiares do mundo físico.	(EF01MA13) Relacionar figuras geométricas espaciais (cones, cilindros, esferas e blocos retangulares) a objetos familiares do mundo físico.
1º ano	Figuras geométricas planas: reconhecimento do formato das faces de figuras geométricas espaciais.	(EF01MA14) Identificar e nomear figuras planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo) em desenhos apresentados em diferentes disposições ou contornos de faces de sólidos geométricos.
2º ano	Figuras geométricas espaciais: (cubo, bloco retangular, pirâmide, cone, cilindro e esfera): reconhecimento e características.	(EF01MA14) Reconhecer, nomear e comparar figuras geométricas espaciais (cubo, bloco retangular, pirâmide, cone, cilindro e esfera), relacionando-as com objetos do mundo físico.
2º ano	Figuras geométricas planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo): reconhecimento e características.	(EF01MA15) Reconhecer, comparar e nomear figuras planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo), por meio de características comuns, em desenhos apresentados em diferentes disposições ou em sólidos geométricos.
3º ano	Figuras geométricas espaciais: (cubo, bloco retangular, pirâmide, cone, cilindro e esfera): reconhecimento, análise de características e planificações.	(EF01MA13) Associar figuras espaciais (cubo, bloco retangular, pirâmide, cone, cilindro e esfera) a objetos do mundo físico e nomear essas figuras. (EF03MA13) Descrever características de algumas figuras geométricas espaciais (prismas retos, pirâmides, cilindros, cones) relacionando-as com suas planificações.
3º ano	Figuras geométricas planas (triângulo, quadrado, retângulo, trapézio e paralelogramo): reconhecimento e análise de características.	(EF01MA15) Classificar e comparar figuras planas (triângulo, quadrado, retângulo, trapézio e paralelogramo) em relação a seus lados (quantidade, posições relativas e comprimento) e vértices.
4º ano	Figuras geométricas espaciais (prismas e pirâmides): reconhecimento, representações, planificações e características.	(EF01MA17) Associar prismas e pirâmides a suas planificações e analisar, nomear e comparar seus atributos, estabelecendo relações entre as representações planas e espaciais.
5º ano	Figuras geométricas espaciais: reconhecimento, representações, planificações e características.	(EF01MA16) Associar figuras espaciais a suas planificações (prismas, pirâmides, cilindros e cones) e analisar, nomear e comparar seus atributos.
5º ano	Figuras geométricas planas: características, representações e ângulos.	(EF01MA17) Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos e desenhá-los, utilizando material de desenho ou tecnologias digitais.
6º ano	Prismas e pirâmides: planificações e relações entre seus elementos (vértices, faces e arestas).	(EF01MA17) Quantificar e estabelecer relações entre o número de vértices, faces e arestas de prismas e pirâmides, em função do seu polígono da base, para resolver problemas e desenvolver a percepção espacial.
9º ano	Vistas ortogonais de figuras espaciais.	(EF01MA17) Reconhecer vistas ortogonais de figuras espaciais e aplicar esse conhecimento para desenhar objetos em perspectiva.

Fonte: Brasil, 2018 apud Barros; Pavanello, 2022, p. 15.

A pesquisa demonstrou que os livros didáticos nem sempre trazem o conteúdo da forma que expressa a BNCC, e que a própria BNCC não é clara quanto a algumas instruções. A pesquisa mostrou ainda que enquanto alguns conteúdos são bem trabalhados, algumas ilustrações de figuras geométricas foram inseridas desconexas com o conteúdo ensinado (Barros, Pavanello, 2022).

Barros e Pavanello (2022, p. 12) relatam que “Pesquisas mais recentes apontam que o ensino da Geometria se mostra ineficiente e precário, o que evidencia as dificuldades tanto de professores quanto de alunos em todos os segmentos da Educação Básica.” Estas dificuldades estão relacionadas à falta de domínio da área de Geometria pelos profissionais (Passos; Nacarato, 2014).

Constatamos, também, que embora os conteúdos geométricos estejam presentes ao longo dos livros didáticos, os professores optam, na maioria das vezes, para deixá-los para o final do ano e, com isso, eles não são ensinados, ou são apresentados aos alunos de forma acelerada e reduzida (Passos e Nacarato, 2014, p. 1148).

A partir destes problemas é possível verificar que mesmo com a BNCC os conteúdos de Geometria podem não ser bem trabalhados com os estudantes. Como será discutido mais adiante, a Geometria desempenha um papel relevante na visualização espacial. A partir desse cenário da Geometria no Ensino Básico no Brasil esta pesquisa se propõe a analisar o uso do jogo *Minecraft* como uma ferramenta de ensino que, como será visto posteriormente, pode ser utilizada para o ensino de conteúdos de Geometria.

4. Teorias educacionais e o *Minecraft*

4.1 Teorias educacionais e o uso de jogos no ensino

4.1.1 Teorias educacionais

Para se trabalhar com conceitos de Geometria em sala de aula é preciso ter como base teorias educacionais para guiar esse processo. Após a realização de pesquisa bibliográfica sobre metodologias de ensino para a aplicação de jogos em sala de aula, foram selecionadas três teorias para serem trabalhadas nesta pesquisa, pois elas estão relacionadas ao uso do *Minecraft* em sala de aula, são elas: o construtivismo de Papert, a Taxonomia de Bloom Revisada e a Metodologia Ativa de Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais.

4.1.1.1 Construcionismo de Papert

Seymour Papert foi um pesquisador nascido na África do Sul e depois naturalizado nos Estados Unidos (Wash.net), que teve como principal tema de seus estudos o uso de computadores aplicados à educação. Papert foi um dos fundadores do laboratório de inteligência artificial do Massachusetts Institute of Technology (MIT) (Silveira, 2012, p.120). Em um de seus trabalhos, Papert traz a linguagem de programação LOGO, criada por ele como forma de ensinar crianças a programar de forma lúdica utilizando o computador (1986).

Papert (1993) traz o conceito do Construcionismo em seu livro “A máquina das crianças”. Uma das principais ideias do construcionismo proposto por Papert é a interação que o aluno tem com as ferramentas de ensino no processo de aprendizagem. O construcionismo de Papert surge a partir das teorias construtivistas propostas por Piaget e Vygotsky (Silveira, 2012).

[...] o Construcionismo é uma reconstrução do Construtivismo, no sentido de que o saber é adquirido pelo próprio sujeito da aprendizagem ao passo em que este se desenvolve cognitivamente de forma motivada, utilizando como suporte um artefato tecnológico com o qual interage (Boito; Silva, 2020, p. 77).

A teoria piagetiana se baseia em objetivos que devem ser atingidos pelo indivíduo em um estágio pré determinado (Silveira, 2016). A partir desta ideia, os

estudantes possuem etapas em que devem compreender determinados conteúdos. Por sua vez, o construcionismo não aplica tais etapas, ele foca na interação que o estudante tem com a ferramenta e as possibilidades de interação desenvolvidas por ele.

[...] a aprendizagem ocorre, mais efetivamente, na construção pessoal de artefatos como programas de computador, animações ou robôs, que contribui para que os sujeitos enriqueçam seus esquemas de significação com novos esquemas de representações lógico-matemáticas, linguísticas e estéticas, elementos essenciais da aprendizagem (Da Silva, 2018, p. 48).

A teoria do construcionismo vem em contraponto ao método tradicional de ensino. Para Papert a escola acaba por produzir atos mecânicos seguindo planos de aula e conteúdos padronizados (Silveira, 2012). A ideia do construcionismo é que o aluno possa aprender experimentando na prática o conteúdo trabalhado. Ao falar sobre o uso de computadores no contexto escolar Papert diz:

Pode-se dizer que o computador está sendo usado para "programar" a criança. Na minha perspectiva, é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas das idéias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais (Papert, 1985. p.17-18).

A utilização do computador por si só em sala de aula não caracteriza uma abordagem construcionista para o ensino. No momento em que o computador é utilizado apenas para a informatização do modelo tradicional de ensino com questionários digitais, jogos e outros recursos seu uso se adequa ao método instrucionista (Valente, 2005). Em contraponto a essa abordagem Papert traz seus ideais do Construcionismo. “Ele usou esse termo para mostrar um outro nível de construção do conhecimento: a construção do conhecimento que acontece quando o aluno constroi um objeto de seu interesse, como uma obra de arte, um relato de experiência ou um programa de computador” (Valente, 2005, p. 2). Dessa forma o computador é utilizado como uma ferramenta pelo aluno, que tendo a liberdade de experimentação acaba por construir o conhecimento. Trazendo para o contexto do *Minecraft*, o construcionismo pode ser aplicado à metodologia de se trabalhar o jogo em sala de aula. A partir do jogo os alunos podem interagir com um mundo digital e assim construir o conhecimento. Para verificarmos como isso ocorre, no capítulo 6

deste trabalho serão analisados trabalhos que utilizam o *Minecraft* em sala de aula para identificar características dessa teoria aplicadas de forma prática.

4.1.1.2 Taxonomia de Bloom Revisada

A “Taxonomia de Bloom” recebeu este nome por conta do pesquisador Benjamin S. Bloom, que liderava a equipe de pesquisadores. O termo “Taxonomia” se relaciona com a classificação de algo (Taxonomia, 2024). A Taxonomia de Bloom tem como base a classificação de objetivos educacionais segundo os verbos e substantivos presentes neles (Anderson, *et al.*, 2001). Na primeira versão da Taxonomia de Bloom, a classificação dos objetivos ocorria de maneira linear, analisando apenas os verbos presentes nos objetivos para classificá-los em seis categorias, como mostra a Figura 4.1:

Figura 4.1 - Etapas da Taxonomia de Bloom Original



Fonte: Krathwohl, 2002, p. 213

A Taxonomia de Bloom do Domínio Cognitivo é estruturada em níveis de complexidade crescente – do mais simples ao mais complexo – e isso significa que, para adquirir uma nova habilidade pertencente ao próximo nível, o aluno deve ter dominado e adquirido a habilidade do nível anterior (Ferraz, Belhot, 2010, p. 423-424).

Os verbos que os objetivos educacionais trazem guiam os objetivos para cada categoria. No caso de um planejamento dos objetivos relacionados com a etapa de análise podem ser usados os verbos: analisar, reduzir, classificar, comparar, contrastar, determinar, deduzir, diagramar, distinguir, diferenciar, identificar, ilustrar, dentre outros. (Ferraz; Belhot, 2010, p. 426). Por exemplo, em uma aula em que o objetivo foi analisar o clima no Brasil, é possível usar o verbo “diferenciar” para propor como objetivo “diferenciar clima do Brasil dos países europeus”. Nesse caso, o objetivo se enquadra na categoria “Análise” e é criado para se trabalhar o conteúdo de clima através de uma comparação entre o clima presente no território brasileiro e nos países europeus.

Com o avanço da tecnologia e de suas aplicações na Educação foi necessário realizar um trabalho de revisão na Taxonomia de Bloom (Ferraz; Belhot, 2010). Tal

revisão trouxe mudanças, entre elas os nomes das etapas do processo cognitivo e ordem de classificação, como pode ser visto no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Etapas do processo cognitivo Taxonomia de Bloom Revisada

Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Sintetizar	Criar
Lembrar de um conhecimento armazenado na memória	Construir o significado de mensagens instrucionais	A aplicação do conhecimento aprendido	Dividir o material em partes e buscar relações entre essas áreas	Realizar julgamentos baseados em critérios	Colocar os elementos juntos para criar uma nova proposta

Fonte: Adaptado de Anderson; Krathwohl, 2001.

Além das alterações nas etapas da Taxonomia de Bloom, essa revisão adicionou a dimensão do conhecimento para classificar os objetivos educacionais. A partir da dimensão do conhecimento os substantivos presentes nos objetivos educacionais são analisados para classificá-los em uma das categorias da dimensão do conhecimento (Quadro 4.2).

Na Taxonomia de Bloom Revisada a Dimensão do Conhecimento se classifica nas categorias: Conhecimento Efetivo, Conceitual, Procedural e Metacognitivo, como se vê no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 - Classificação da Dimensão do Conhecimento

Conhecimento Efetivo	Conhecimento Conceitual	Conhecimento Procedural	Conhecimento Metacognitivo
Elementos básicos que o estudante deve saber para estar familiarizado com uma disciplina ou para solucionar problemas nela.	A interrelação entre os elementos básicos com uma estrutura maior que permite que eles funcionem juntos.	Como fazer algo; métodos de investigação e critérios para usar habilidades, algoritmos, técnicas e métodos.	Conhecimento da cognição em geral, bem como consciência e conhecimento da sua própria cognição.

Fonte: Adaptado de Anderson; Krathwohl, 2001, p. 214 (Tradução Nossa).

Dessa forma, a classificação dos objetivos educacionais passa de uma perspectiva linear para uma bidimensional, como mostra o Quadro 4.3. O substantivo e verbo dos objetivos são analisados para classificá-los no quadro. As colunas da tabela determinam a Dimensão do Domínio Cognitivo, enquanto as linhas determinam a Dimensão do Conhecimento.

Quadro 4.3 - Taxonomia de Bloom Revisada

Dimensão do conhecimento	Dimensão do processo cognitivo					
	1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Sintetizar	6. Criar
Conhecimento efetivo						
Conhecimento conceitual						
Conhecimento procedural						
conhecimento metacognitivo						

Fonte: Adaptado de Anderson; Krathwohl, 2001.

A partir do quadro apresentado é possível classificar os conteúdos tanto na sua dimensão do conhecimento, quanto no processo cognitivo, divididos respectivamente nas linhas e colunas da tabela. “Dessa forma o verbo indicado no objetivo se relaciona à classificação do processo cognitivo, enquanto o substantivo se relaciona ao tipo de conhecimento” (Anderson, *et al.*, 2001)

Assim, pensando os objetivos em termos de verbos, substantivos e gerúndios, é possível escolher estratégias, conteúdos e instrumentos de avaliação eficazes e efetivos. A montagem da tabela deve iniciar-se a partir da definição dos objetivos específicos da disciplina, curso ou conteúdo (Ferraz; Belhot, 2010, p. 428).

A partir da Taxonomia de Bloom se tem um parâmetro para classificar os objetivos educacionais que forem propostos para sala de aula. Utilizando-se ainda do Construcionismo de Papert é possível direcionar os objetivos para serem realizados a partir da interação do estudante com o computador, a fim de que ele possa construir o conhecimento utilizando o mundo digital. Posteriormente neste trabalho serão analisadas pesquisas relacionadas à área de Educação, onde se buscará identificar relações que podem ser estabelecidas entre essas teorias educacionais em relatos de vivências em sala de aula.

4.1.1.3 Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais (ABJD)

As Metodologias Ativas surgem como uma alternativa às metodologias tradicionais que são comumente utilizadas nas escolas. É possível afirmar que “As

Metodologias Ativas formam um conjunto de estratégias pedagógicas que acabam por colocar como foco no centro do processo de ensino o próprio aprendiz” (Noffs; Santos, 2019, p. 1847). Existem diversos tipos de metodologias ativas, neste trabalho iremos tratar especificamente da Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais por se relacionar diretamente com o tema do trabalho.

A Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais (ABJD) é uma Metodologia Ativa que consiste na utilização de jogos digitais em sala de aula com o objetivo de promover o aprendizado. A terminologia “jogos digitais” se relaciona a várias mídias, desde jogos de *arcade* e *videogames* até dispositivos móveis e computadores (Pimentel, 2021).

A teoria da aprendizagem, baseada em jogos digitais, compreende que os jogos exigem que os jogadores exerçam uma habilidade cognitiva direcionada repetidamente em uma variedade de contextos e em níveis cada vez mais desafiadores. A interação com os jogos pode criar um processamento diferente no cérebro, envolvendo o aluno em um processamento cognitivo (Pimentel, p. 21, 2021).

A ABJD permite que o professor utilize jogos que não tenham como objetivo principal ser um jogo educacional. Os jogos que fazem sucesso no mercado possuem princípios que prendem o interesse dos alunos (Gee, 2005). O professor pode utilizar do interesse do aluno pelo jogo para trazer o conteúdo de forma mais lúdica para ele.

A aprendizagem baseada em jogos digitais é eficaz por que utiliza técnicas de aprendizagem interativa, que não provém de jogos, associadas a técnicas de aprendizagem interativa que já vêm sendo implementadas em jogos comerciais desde os primeiros jogos desenvolvidos. (De Sena et al., 2016, p. 5)

A utilização de jogos não educacionais em sala de aula pode suscitar a ideia que os alunos o utilizariam apenas para entretenimento, dificultando o foco no conteúdo. No entanto, embora criados para o mercado de entretenimento, os jogos propõem diversas experiências para seus jogadores, e são elas que serão utilizadas em sala de aula.

Os jogos digitais promovem experiências concretas de interação com o abstrato, além da interação com outros jogadores (no caso de jogos multiplayer), possibilitam o desenvolvimento de estratégias, podem promover a motivação necessária para o enfrentamento de desafios, como também estimulam diversos tipos de emoções. (Pimentel, 2021, p. 15)

Segundo Pimentel (2021, p. 14) “O êxito da incorporação dos jogos digitais, no contexto educacional, está na proposta pedagógica que vai ser planejada, desenvolvida, mediada e avaliada formativamente”. O professor deve, portanto, trazer

o jogo para ser utilizado em sala de aula de maneira que seja relevante para o aprendizado do aluno.

4.1.2 Princípios dos bons jogos de Gee

Esta seção do trabalho tratará da teoria que fundamenta a escolha do *Minecraft* para a pesquisa. Em seu trabalho “Bons videogames e boa aprendizagem”, publicado em 2005, James Paul Gee propõe 16 princípios, os quais estariam presentes nos bons jogos. O Quadro 4.4 lista os princípios e suas características. Segundo o autor, esses princípios tornam os jogos atrativos para os jogadores. Os princípios de Gee foram propostos com base em jogos populares entre os alunos, mesmo que o objetivo principal desses jogos não estivesse relacionado à Educação. Gee propõe, no entanto, que esses princípios sejam adaptados quando utilizados em sala de aula com o intuito de fazer com que os estudantes tenham um maior engajamento durante as aulas.

Se ninguém conseguisse aprender esses jogos, ninguém os compraria e os jogadores não aceitam jogos fáceis, bobos, pequenos. Em um nível mais profundo, porém, o desafio e a aprendizagem são em grande parte aquilo que torna os videogames motivadores e divertidos. Os seres humanos de fato gostam de aprender, apesar de às vezes na escola a gente nem desconfiar disso (Gee, 2005, p. 34, tradução nossa).

Quadro 4.4 - Princípios de Gee

Princípio	Características
1. Identidade	A relação do jogador com o personagem jogável do jogo, ele se torna a identidade do jogador dentro do jogo e pode ser herdado ou criado por ele.
2. Produção	As modificações no jogo feitas pelos jogadores. Através delas o jogador pode modificações no mundo do jogo ou até mesmo no desenrolar da história
3. Customização	A possibilidade do jogador alterar a dificuldade ou funcionalidades do jogo para se adequar a seu estilo de aprendizado. Um exemplo é a opção de modificar a dificuldade do jogo.
4. Agência	Se refere a sensação de controle que o jogador possui no jogo.
5. Boa ordenação dos problemas	Trata-se da organização dos desafios a serem enfrentados pelos jogadores, de modo que os levem a formularem hipóteses para resolver os desafios futuros.
6. Desafio e consolidação	Maestria desenvolvida pelo jogador para resolução de desafios através da repetição, que necessita ser repensada quando o jogo apresenta uma nova variedade de problemas para o jogador

7. Informação “na hora certa” e “a pedido”	Informações dadas pelo jogo aos jogadores quando necessitam dela, ou disponibilizadas ao jogador para consulta quando ele sentir necessidade.
8. Sentidos contextualizados	.A apresentação de palavras dentro de sentidos contextualizados através das ações expressas pelo jogo. O jogador aprende o sentido da palavra através do contexto expresso através do jogo.
9. Pensamento sistemático	Pensamento do jogador sobre a ideia de suas ações possuírem relações com o mundo do jogo e com outros jogadores.
10.Explorar, pensar lateralmente, repensar os objetivos	Os jogos encorajam os jogadores a explorarem o mundo de forma detalhada ao invés de pensar em ir direto ao objetivo.
11. Equipes transfuncionais	A organização dos jogadores em equipes para realização de tarefas, onde cada um possui uma especialidade.
12. Performance anterior à competência	A possibilidade do jogador ter a possibilidade de apresentar desempenho mesmo antes de serem competentes em determinada tarefa. Isso pode ocorrer pelo apoio de jogadores mais avançados ou até mesmo através das “ferramentas inteligentes” dos jogos.
13. Frustração prazerosa	A percepção dos jogos como “factíveis” mas desafiadores pelos jogadores. A partir dessa ideia o jogador, mesmo enfrentando problemas difíceis, conseguem enxergar a possibilidade de superá-los
14. Interação	Interação entre o jogo e o jogador, oferecendo feedback a partir das ações do jogador.
15.Riscos	O jogador tem a possibilidade de correr mais riscos, pois no jogo caso ele falhe poderá retomar a o último ponto de salvamento.
16. Ferramentas inteligentes e conhecimento distribuído	A distribuição do conhecimento entre o jogador e os personagens do jogo. O jogador não precisa saber de pontos específicos sobre como o personagem realiza suas ações, mas sim como ordená-las.

Fonte: Adaptado de Gee (2005).

Os princípios trazidos por Gee listam as características comuns aos jogos utilizados para o entretenimento. Em seu trabalho, Gee traz, além dos princípios, o seguinte questionamento: Por que não utilizar os princípios dos bons jogos nas sala de aula uma vez que esses princípios são capazes de engajar os usuários enquanto jogam? Entende-se que ao utilizar os princípios dos bons jogos nas sala de aula, os professores estariam gerando um interesse maior do aluno com relação aos conteúdos lecionados.

4.2 O *Minecraft*

Minecraft é um jogo digital desenvolvido pela Mojang em novembro de 2011, seu criador é Markus Persson, conhecido popularmente pelos jogadores como “*Notch*”

(Foerster, 2017). Em 2014 o *Minecraft* teve sua propriedade intelectual comprada pela *Microsoft* (G1, 2014). O jogo está disponível para computadores, consoles de videogame e smartphones. Para adquirí-lo basta ir no site do jogo (<https://www.minecraft.net/pt-br/store/minecraft-java-bedrock-edition-pc>), através de uma mídia física para os consoles (jogo físico), ou nas lojas digitais dos dispositivos disponíveis. No ano de publicação desta pesquisa (2024) o valor do *Minecraft* em sua versão Java mais básica é de R\$148,25 no site oficial do jogo (Citação do site).

Mesmo tendo sido lançado em 2011 o jogo continua a receber atualizações, as quais adicionam ou modificam mecânicas e itens. Além disso, o *Minecraft* possui uma comunidade muito ativa. Em 2019, Helen Chiang, a atual vice-presidente corporativa da franquia *Minecraft*, relatou em entrevista ao site *Insider* que o jogo possuía cerca 112 milhões de jogadores ativos todo mês (Gilbert, 2019). Segundo dados sobre o jogo publicados pela *Microsoft* em 2021 a quantidade de jogadores de *Minecraft* continua a aumentar. Os dados demonstram cerca de 140 milhões de usuários ativos por mês (*Microsoft*, 2021). O número de jogadores demonstra que *Minecraft* é um jogo bastante popular, mesmo sendo um jogo pago. Em comparação, o jogo *Fortnite*, um jogo de tiro que foi lançado em 2011 e que se tornou popular em 2017 a partir de uma atualização que incluiu novos modos de jogo, conta com 70 milhões de jogadores ativos mensalmente (*The Enemy*, 2023). Buscando uma comparação com um jogo mais semelhante ao *Minecraft*, tem-se o *Terraria*, um jogo de exploração e construção em 2D que possui uma média de 40.000 jogadores ativos mensais (*Global-Sports.news*, 2022).

O mercado de jogos eletrônicos tem tido um notável crescimento nos últimos anos. Os números são atestados pela empresa financeira Visa Consulting & Analytics (Visa, 2021) que afirma que as transações de cartões Visa realizadas nas principais plataformas e consoles de jogos no ano de 2020 cresceram 140% em volume em relação ao ano de 2019. “O mercado de jogos continuará crescendo nos próximos anos, ultrapassando US\$ 200 bilhões ao final de 2023, seguindo a média estimada de alta de 7,2% entre 2019 e 2023 para US\$204,6 bilhões” (Forbes, 2022). Segundo a pesquisa da Pricewaterhouse Coopers (PwC), as receitas geradas pelo mercado de entretenimento e multimídia em 2021 tiveram um aumento de 10,4% em relação ao ano

de 2020, com expectativa de atingir 3 trilhões de dólares em 2026 (PwC, 2022). Esse cenário de crescimento vem logo após a pandemia do COVID-19, cujas medidas de isolamento propiciaram um aumento na busca de jogos digitais como forma de entretenimento e até de se conectar com outras pessoas no caso de jogos multijogadores. Segundo a Pesquisa Game Brasil (PGB) 75,8% dos jogadores brasileiros jogaram mais durante o isolamento social causado pela pandemia (IGN, 2021).

O sucesso do *Minecraft* não se limita apenas ao próprio jogo, mas também a conteúdos produzidos a partir dele. De acordo com um artigo do *Youtube Culture & Trends*, os vídeos no Youtube com conteúdos relacionados ao jogo alcançaram o marco de um trilhão de visualizações em 2021 (*Youtube*, [2021]). A popularidade do jogo se deve, em grande parte, aos “*youtubers*”, como são conhecidos os criadores de conteúdo do *Youtube*. Os *Youtubers* exploraram o jogo em diversos contextos, tal fato atrai a atenção dos espectadores, divulgando assim não somente o jogo, mas também as maneiras de jogá-lo. Vários nichos de conteúdo foram criados como construções no jogo, *minigames*, *pixel art*, criação de música e até animações (*Youtube*, [2021]).

O *Minecraft* possui diversas versões e essas possuem algumas diferenças de uso e de conteúdo disponível no jogo. A versão *Java Edition* é exclusiva para computadores. Esta versão pode ser instalada nos sistemas *windows*, *macOS* e *Linux*. Após comprar os direitos do jogo a *Microsoft* criou a versão para *Windows 10* e a tornou compatível com os dispositivos móveis e consoles. O jogo ainda possui a versão *Education*, que é usada para fins educacionais. Visualmente a versão educacional é semelhante ao jogo original, entretanto ela possui conteúdos adicionais voltados para o ensino de diversas áreas do conhecimento.

Na *Microsoft Store*, loja digital da *Microsoft*, no sistema *Windows*, o *Minecraft* está classificado como sendo do gênero “ação e aventura”. Ele também é classificado como um jogo estilo “*sandbox*”. O conceito de *sandbox* remete ao termo “caixa de areia” presente em parques e praças onde estão localizados os brinquedos infantis. Nele, o jogador possui diferentes ferramentas para construir” (Schimidt; Sutil, 2016, p. 1865). Esse tipo de jogo possui um mundo aberto e livre para exploração, além de

permitir que o jogador utilize sua criatividade para elaborar construções e objetos pelo mundo.

O jogo se inicia com a criação de um mundo (Figura 4.2), o *Minecraft* permite que o jogador tenha vários mundos completamente diferentes uns dos outros. Estes mundos podem ser acessados no menu inicial do jogo, para começar a jogar basta criar um novo mundo ou continuar em outro já criado.

Figura 4.2 - Menu de criação de mundo



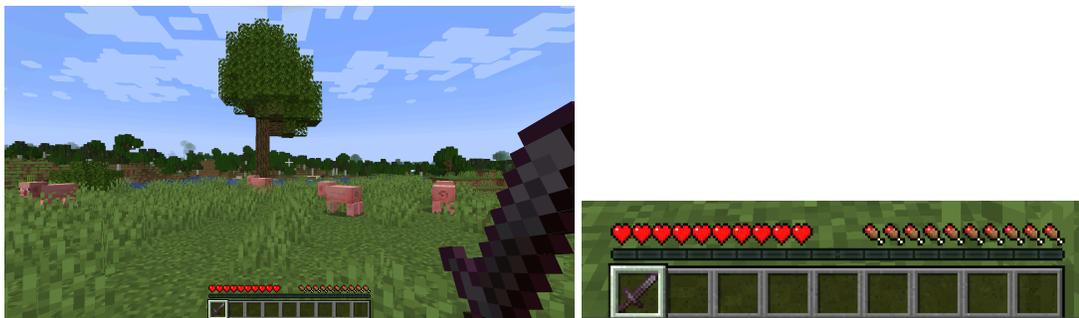
Fonte: Captura de tela do jogo feita pelo autor, 2024

O *Minecraft* conta com vários modos de jogo para diferentes formas de jogar. O **modo sobrevivência** é o mais utilizado no jogo, nele o jogador possui um número limitado de chances de sobreviver e de se alimentar e precisa enfrentar os monstros e o próprio ambiente. Neste modo o jogador deve obter materiais para, assim, gerar recursos minérios para construir equipamentos ou plantações para coletar alimentos. O **modo hardcore** funciona igual ao modo sobrevivência, mas ao morrer o mundo do jogador é deletado. No **modo criativo** o jogador tem acesso a todos os recursos do jogo e pode usá-los para construir qualquer coisa, além de conseguir voar livremente e poder se tornar invulnerável, fazendo com que o jogador se torne imortal. No **modo aventura** o jogador não pode destruir blocos, este modo é comumente usado em mapas criados pela comunidade, nos quais o jogador deve seguir um caminho pré-estabelecido pelo criador sem fazer alterações nele.

Ao entrar no mundo pela primeira vez, o jogador irá aparecer em um local aleatório do mapa e sem nenhum equipamento em seu inventário. Além dos blocos que compõem o mundo, o jogo conta com itens que podem ser fabricados e utilizados pelos jogadores durante o jogo. Dentre eles estão as ferramentas que permitem ao jogador a obtenção de recursos, como é o caso das seguintes ferramentas: picareta, machado, pá, enxada, etc.

Iniciando um jogo no modo sobrevivência o jogador deve providenciar seus próprios recursos. O jogador possui um número limitado de chances de viver e de se alimentar, os quais são informados através dos símbolos de corações e de alimento nas barras inferiores da tela (Figura 4.3). A quantidade de corações baixa quando o jogador sofre algum dano. Caso os corações acabem o jogador morre e renasce perdendo todos os itens que ele carregava. Caso a barra de alimentos seja zerada, o jogador receberá dano constante e não irá regenerar sua vida. Ao se depararem com estes desafios, os jogadores devem vencê-los através de intervenções no mundo. Para se proteger de ataques, os jogadores devem produzir armas para lutar e construções para se defender. Para conseguir comida os jogadores podem constituir plantações ou matar animais.

Figura 4.3 - Elementos de vida e fome



Fonte: Captura de tela do jogo feita pelo autor, 2023.

Um dos recursos mais importantes do jogo é o "*crafting*", que pode ser traduzido do inglês como o ato de fabricar. É através do *crafting* que os jogadores conseguem criar itens no jogo a partir de recursos. Um exemplo é a fabricação de equipamentos básicos, para fabricá-los o jogador deve coletar blocos de madeira de uma árvore para

criar gravetos e tábuas de madeira, a partir destes recursos é possível fabricar as ferramentas de madeira. O resultado do *crafting* muda dependendo dos materiais e da sua disposição nos espaços de *crafting*. A disposição dos itens na mesa de *crafting* é chamada de receitas. O jogo conta com um menu com todas as receitas possíveis, o qual pode ser consultado no inventário sempre que o jogador desejar.

O mundo do *Minecraft* é formado basicamente por cubos (Figura 4.4), que são comumente chamados pelos jogadores de “blocos”. Cada um desses blocos possui seus atributos e funções próprias. Eles podem ser utilizados para fazer construções ou para com que os jogadores interajam com eles. Os blocos comumente representam materiais que podemos encontrar no mundo real como areia, terra, madeira, pedra, etc. Alguns desses blocos apresentam comportamentos verossímeis, como o caso da madeira que pode pegar fogo e deixar de existir.

Figura 4.4 - Imagem de um mundo no *Minecraft*



Fonte: Captura de tela do jogo feita pelo autor, 2023.

Durante a noite os monstros nascem para atacar o jogador, que para se defender tem que construir abrigos e armas. O jogador não está preso a uma história e é livre para explorar o mundo conforme desejar. Para finalizar o jogo o jogador deve eliminar o “*ender dragon*”, um dragão que vive em outra dimensão. Mesmo cumprindo o objetivo principal do jogo que é matar o “*ender dragon*”, o jogo não é encerrado. O jogador recebe os créditos pela morte do “*ender dragon*” e pode continuar jogando em seu mundo normalmente, só que agora com uma nova área desbloqueada para explorar.

O jogo possui mundos gerados de forma procedural (fig. 4.4), dessa forma cada mundo gerado possui características únicas. Esse mapa é composto por diferentes áreas de biomas com características únicas que dão ao jogo uma variedade de paisagens. Esporadicamente no jogo são geradas vilas de aldeões, templos e outras construções que podem ser exploradas pelo jogador. O processo de geração do mundo é guiado por um código criado pelo jogo chamado de “seed”. A *seed* é a base da criação de um mundo no jogo e através desse código é possível criar um novo mundo idêntico, mas sem as interações do jogador.

As interações do jogador com o ambiente influenciam diversos fatores. O jogo possui certas mecânicas de produção de recursos que se assemelham ao mundo real. Ao destruir árvores, o jogador percebe que elas não crescem sozinhas. Para que surjam novas árvores, o jogador deve plantar mudas de árvores. Ao matar muitos animais aos poucos eles começam a sumir naquela área. Estas mecânicas requerem do jogador uma conscientização a respeito da sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

Os jogadores possuem um inventário que funciona como um sistema de armazenamento para os blocos e as ferramentas utilizadas pelo jogador. O inventário dos jogadores possui um limite de itens. Quando o inventário está cheio os itens podem ser armazenados em baús. Os baús podem ser colocados no mundo e seus itens podem ser acessados ao abri-los. O sistema de inventário do *Minecraft* está ilustrado na figura 4.5.

Figura 4.5 - Sistema de inventário do jogo



Fonte: Captura de tela do jogo feita pelo autor, 2023.

As criaturas do jogo são chamadas pelos jogadores de “*mobs*” e podem ser agressivas, passivas ou neutras. Elas possuem uma Inteligência Artificial que controla seus comportamentos e interações com o jogador. Os *mobs* passivos não atacam o jogador mesmo quando atacados. As criaturas agressivas atacam os jogadores quando estes as detectam, existem diversos *mobs* agressivos no jogo e comumente eles aparecem à noite para atacar os jogadores. Os *mobs* neutros não atacam os jogadores a não ser em circunstâncias específicas como, por exemplo, quando o jogador os ataca.

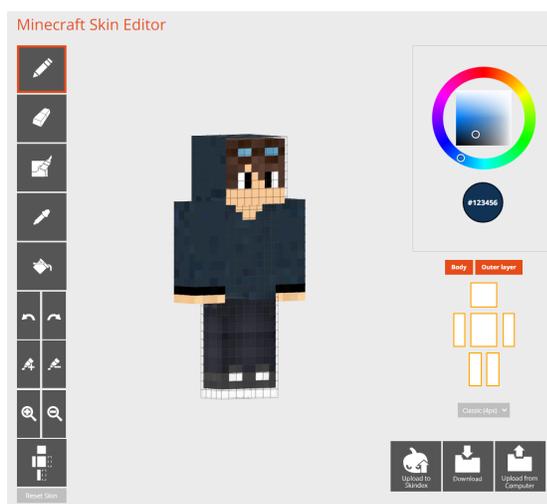
Os personagens dos jogadores podem ser personalizados com “*skins*”. Elas podem ser obtidas prontas, disponibilizadas de forma *online* por outros jogadores, ou criadas a partir de *sites* de terceiros que oferecem essa função (Figuras 4.6 e 4.7). Essa forma de personalização permite ao jogador mudar a aparência de seu personagem se diferenciando de outros jogadores. As versões *Windows 10 edition* e *Education* do *Minecraft* possuem um sistema próprio de personalização de *skins* com base em modelos pré-estabelecidos pelo jogo (Figura 4.8). Entretanto, a maioria dos itens para personalização são adquiridos através de compras dentro do jogo.

Figura 4.6 - Mapa UV de personagem



Fonte: Criação do autor, 2016

Figura 4.7 - Editor de skin online “Minecraftskins.com”



Fonte: Captura de tela do site feita pelo autor, 2023.

Figura 4.8 - Editor de skin do *Minecraft Windows 10 Edition*



Fonte: Captura de tela do site pelo autor, 2023

O sucesso do jogo fez com que a *Microsoft* criasse outros jogos para a franquia. Um deles é o *Minecraft Dungeons* que é um jogo estilo *Role Playing Games* (RPG), com missões por nível e uma história a seguir. Jogos RPG "São jogos de representação de papéis, onde a cooperação e a criatividade são seus principais elementos" (Grando e Tarouco, 2008, p. 3). Esse estilo de jogo permite ao jogador escolher seu papel e seguir na narrativa do jogo resolvendo os eventuais desafios que surjam. Já o *Minecraft Legends* é mais focado em confrontos entre equipes. Diferente do *Minecraft* original, esses outros jogos visam uma jogabilidade construída em fases, em que o jogador as supera e passa para próxima não tendo a mesma liberdade de exploração e construção que o *Minecraft* original tem.

4.3 Uso do *Minecraft* em sala de aula

Como visto anteriormente, a Metodologia Ativa de Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais (ABJD) fundamenta a utilização do *Minecraft* em sala de aula. "Orientada por um professor, a ABJ pode transformar uma sala de aula, uma vez que fomenta estratégias de ensino e de aprendizagem, que permitem dotar o aluno de competências que cada vez mais são colocadas como fundamentais para o século XXI" (Nipo *et al.*, 2022, p. 3). Embora o *Minecraft* tenha sido produzido para o mercado do entretenimento ele encontra nessa metodologia respaldo para ser utilizado em sala de aula.

Gee (2005) defende que os jogos podem proporcionar aprendizado ao jogador, mesmo os que não tenham sido criados com esse objetivo. Este aprendizado está relacionado ao fato do jogador aprender a jogar o jogo, por mais difícil que seja.

O *Minecraft* não necessita de computadores muito potentes para funcionar, pois ele é um jogo construído totalmente em geometria primitiva, a partir de cubos (modelagem 3D com poucos polígonos em sua malha) e texturas de feitas a partir de *Pixel Art*. Esta característica favorece seu uso em sala de aula e em laboratórios, pois tais ambientes, geralmente, não contam com computadores de alto desempenho. Além disso, o jogo possui um modo *multiplayer* que permite que vários estudantes possam interagir dentro de um mesmo mundo.

O fato do jogo ter seu mundo virtual construído com vários recursos que se assemelham ao mundo real torna possível utilizar este ambiente como uma simulação para um conteúdo que se queira ensinar. Um exemplo prático disso são os biomas criados pelo *Minecraft*, que apresentam características semelhantes aos biomas reais. Entretanto, a adaptação do conteúdo a ser ensinado para o mundo virtual do *Minecraft* demanda criatividade e planejamento. Nesse sentido, a grande quantidade de possibilidades de criação e de exploração proporcionadas pelo jogo torna possível a criação de mapas com diversas propostas didáticas.

Como dito anteriormente, o *Minecraft* permite a criação de vários mundos; estes podem ser modificados pelos estudantes ou utilizados apenas em modo de observação. No modo de observação não são permitidas alterações nas construções do mundo, tornando o ambiente apenas expositivo. Caso o professor queira utilizar um mapa já pronto para a aula, poderá encontrar vários já criados online por criadores de conteúdo do jogo. A comunidade do *Minecraft* é bastante ativa no compartilhamento de mundos e de outras adições ao jogo. Dependendo da complexidade das construções das estruturas no mundo, o processo de construção de uma determinada estrutura pode levar dias para ser finalizado. Nem sempre o professor terá disponibilidade para dedicar tanto tempo, sendo mais viável a utilização de mapas já criados ou a criação de construções mais simples para aula. Depois que um mundo é criado, ele pode ser copiado, exportado e utilizado quantas vezes forem necessárias. Ao acessar a pasta

onde o jogo está instalado no sistema com o gerenciador de arquivos é possível ver que cada mundo criado no jogo possui uma pasta.

Diversas são as possibilidades de uso do jogo em sala de aula, trataremos agora de três exemplos de trabalhos que fazem uso do *Minecraft* em sala de aula com o objetivo de explorar diferentes perspectivas que podem ser trabalhadas utilizando o *Minecraft*.

O trabalho desenvolvido por Schimidt e Sutil (2016) intitulado “O jogo digital *Minecraft* como um espaço de discussão, reflexão e ação a partir dos pressupostos da educação CTSA” (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) descreveram a utilização do *Minecraft* para o ensino de conteúdos da área de ciências. Na aplicação em análise os estudantes utilizaram a escola em que estudavam como ambiente de pesquisa procurando por problemas relacionados a temas preestabelecidos pelos professores: energia, lixo, poluição, saúde e água. Após a pesquisa destes problemas, os estudantes buscaram soluções para esses problemas através de discussões em grupo. Alguns grupos ficaram responsáveis por recriar o ambiente da escola dentro do *Minecraft*. Os espaços físicos reproduzidos dentro do jogo apresentavam as propostas de intervenção pensadas pelos alunos para os problemas encontrados por eles na escola. Neste exemplo vemos o *Minecraft* como uma ferramenta para construção de uma maquete virtual da escola, onde através da simulação os estudantes puderam realizar uma intervenção de forma digital.

Na pesquisa dos autores Knittel *et al.* (2017) intitulada “*Minecraft*: experiências de sucesso dentro e fora da sala de aula” vemos outra aplicação do *Minecraft* em sala de aula. Os autores utilizaram o *Minecraft* em diversas atividades, uma delas para ensinar sobre os biomas através de uma atividade proposta a sala. O professor separou biomas para equipes de alunos, em seguida elas pesquisaram as características desses biomas para então recriá-los dentro do *Minecraft*. Para outra atividade, o professor propôs aos alunos construir um estádio esportivo dentro de uma determinada escala no *Minecraft* após uma visita ao estádio da Vila Belmiro, na cidade de Santos, na qual houve a coleta das medidas reais. Em outras atividades relatadas no trabalho os alunos utilizam o *Minecraft* para o estudo das etapas de tratamento da água e para criação de paisagens preservadas e modificadas.

Segundo Schimidt e Sutil ([2015], p. 4) “Os jogos digitais em um âmbito geral, permitem uma experiência de imersão por meio de imagens fictícias e reais, sons e narrativas, onde é possível agir e interagir com o espaço virtual”. Essa imersão proporciona uma interação maior dos alunos com o conteúdo, permitindo que os estudantes possam interagir diretamente com ele através de uma simulação. Dessa maneira, é possível inferir que o uso do *Minecraft* permite deixar a aula mais dinâmica por conta da imersão do jogador. Após a utilização do jogo, Knittel *et al* (2017) concluem que “A escolha pelo jogo *Minecraft* foi bastante acertada por permitir atingir o objetivo da simulação virtual, por ser um jogo conhecido e apreciado pela maioria dos estudantes e pela qualidade da aprendizagem que sistematizou” (Knittel *et al.*, 2017, p. 794).

Outro exemplo de aplicação do *Minecraft* em sala de aula é a pesquisa de Dias e Rosalen (2014) intitulada “*Minecraft*: aprendendo mais com blocos” onde as autoras utilizaram o *Minecraft* para o ensino de ciências. As aulas foram realizadas em uma parceria entre o laboratório de ciências e o de informática. Estudando sobre células, os alunos puderam observá-las através de microscópios do laboratório de ciências e, posteriormente, puderam reconstruir os modelos observados dentro do *Minecraft*.

A intenção dessa junção era que o laboratório de Ciências fornecesse uma aprendizagem por problemas aos estudantes, e com o jogo eles usassem os conceitos desenvolvidos e criassem uma célula, para que, durante esta construção, o conteúdo pudesse ser aplicado de forma lúdica (Dias; Rosalen, 2014, p. 161).

As professoras decidiram utilizar o *Minecraft* em sua versão voltada para educação. A proposta foi utilizar o jogo para criar modelos celulares em 3D em um mundo onde os alunos pudessem construir o modelo juntos no modo multijogador. As professoras relatam que os estudantes jogaram o jogo fora do laboratório. “[...] muitos estudantes não se limitaram à sala de aula e jogavam em casa, produzindo mais do que o esperado/solicitado” (Dias; Rosalen, 2014, p. 162). É possível perceber o engajamento que o jogo gerou nos alunos. As autoras destacam a importância da relação estabelecida entre o professor e aluno no planejamento das atividades escolares. “Isso pode indicar o quanto é importante o professor do século XXI se

aproximar da geração para a qual ministra aulas e utilizar ferramentas que atraiam seus educandos” (Dias; Rosalen, 2014, p. 168).

Os três exemplos trazidos tiveram suas atividades propostas envolvendo a utilização do mundo do *Minecraft* para criar estruturas orientadas pelos professores sobre o tema da aula. “A possibilidade de criação os provocou a se dedicarem à modelagem virtual de forma a deixar explícitos os aspectos de cada situação-problema estudada” (Knittel *et al.*, 2017, p. 794). Isso mostra a capacidade do *Minecraft* ser utilizado como esse ambiente virtual interativo, onde os alunos utilizam sua criatividade para realizar as atividades desenvolvidas pelo professor.

A experiência da utilização do *Minecraft* em sala de aula se mostrou positiva para os professores e alunos nas experiências analisadas neste trabalho. Dias e Rosalen relatam que, os estudantes que já tinham habilidade com o jogo se sentiam desafiados a fazer cada vez mais, e aqueles para os quais o *Minecraft* era novidade se sentiam desafiados a aprender a jogar e a construir a célula (Dias; Rosalen, 2014, p. 163). As autoras trazem comentários a respeito da aplicação do jogo em sala de aula:

Observamos que, inicialmente, o jogo despertou a vontade de se jogar por diversão, mas aos poucos os estudantes perceberam a legitimidade do jogo no processo de aprendizagem, afinal toda vez que eles jogavam tinham que pensar na estrutura e conceitos fundamentais do universo celular para trabalharem na construção do ambiente proposto (Dias; Rosalen, 2014, p. 165).

Finalmente, partindo do princípio de que:

O termo Engajamento Acadêmico pode ser entendido como um processo condicional positivo para desenvolvimento da aprendizagem de qualidade, ou seja, ele se dará a partir de um processo de colaboração mútua entre estudantes, professores e gestão escolar no âmbito acadêmico (Procópio, 2022, p. 27).

É possível perceber, através dos comentários e atitudes dos estudantes durante a realização das pesquisas analisadas, que o uso do *Minecraft* para o ensino de diferentes conteúdos promoveu o chamado Engajamento Acadêmico.

No entanto, é preciso chamar a atenção para o fato de que “para que as ações dos professores tenham êxito é importante que os estudantes estejam dispostos a se envolver no processo de ensino aprendizagem” (Procópio, 2022, p. 26). Nesse sentido, o uso de jogos na educação pode facilitar esse processo de envolvimento e de

Engajamento Acadêmico a partir do momento em que essa utilização se apresenta como uma alternativa ao modelo tradicional de ensino.

5 Metodologia

O objetivo geral deste trabalho foi o de explorar o uso do jogo digital *Minecraft* em sala de aula como uma ferramenta de ensino para o desenvolvimento da visualização espacial de estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental. A pesquisa teve caráter exploratório, com abordagem qualitativa e a análise foi realizada a partir das experiências do uso do *Minecraft* em sala de aula relatadas em trabalhos acadêmicos a partir de uma pesquisa bibliográfica.

Para um melhor entendimento do caminho percorrido para alcançar o objetivo principal desta pesquisa, é possível afirmar que o desenvolvimento da mesma foi dividido em três partes (ver quadro 5.1), sendo elas: (1) pesquisa bibliográfica do referencial teórico sobre a habilidade viso-espacial, como se dá seu desenvolvimento e qual a relação dela com a Ciência Visiográfica e com o ensino da Geometria; (2) pesquisa bibliográfica e documental sobre o jogo *Minecraft* e sua utilização em sala de aula; e (3) análise de trabalhos acadêmicos sobre o uso do *Minecraft* em sala de aula.

Quadro 5.1 - Partes e etapas da pesquisa

Partes da pesquisa	Etapas	Resultados
Parte 1 - Construção do referencial teórico	Etapa 1 - Pesquisa bibliográfica (conceituação do termo visualização espacial)	Capítulo 2
	Etapa 2 - Pesquisa bibliográfica (cenário do ensino da Geometria no Brasil)	Capítulo 3
Parte 2 - Uso do <i>Minecraft</i> com o ensino	Etapa 1 - Fundamentação teórica para utilização de jogos em sala de aula	Capítulo 4
	Etapa 2 - Pesquisa documental sobre o <i>Minecraft</i>	
	Etapa 3 - Uso do <i>Minecraft</i> em sala de aula	
Parte 3 - Análise dos trabalhos	Etapa 1 - Seleção dos trabalhos que utilizam o <i>Minecraft</i> em sala de aula para compor a amostra da análise	Capítulos 6 e 7
	Etapa 2 - Análise dos trabalhos da amostra segundo os eixos: Educacional, Cognitivo e Ferramental	Capítulo 6

	Etapa 3 - Análise do <i>Minecraft</i> e dos trabalhos acadêmicos contidos na amostra a partir dos princípios dos bons jogos de Gee	Capítulo 7
--	--	------------

Fonte: Autor, 2024

Na primeira parte do trabalho, que como foi dito anteriormente, consistiu em uma pesquisa bibliográfica, o objetivo foi construir o referencial teórico do trabalho relativo à habilidade viso-espacial, seu desenvolvimento e sua relação com a Ciência Visiográfica e com o ensino da Geometria; para isso houve o desenvolvimento de duas etapas.

A primeira etapa realizou uma pesquisa bibliográfica para buscar a conceituação do termo “visão espacial”. Nesta etapa foram encontrados diversos trabalhos teóricos a respeito da visualização espacial. Dentre eles foram estudados os trabalhos de Suzuki (2002), Bertoline (1998) e Lopes, Carneiro-da-Cunha e Gusmão (2018, 2019) que tratam da conceituação da área da Ciência Visiográfica. As reflexões trazidas por esses autores compuseram a primeira parte do Capítulo 2 deste trabalho. Já a segunda parte do Capítulo 2 apresenta os argumentos de Sorby (1999) e de Gardner (2002) que exploram a Visão Espacial do ponto de vista cognitivo do ensino e de como ocorre o desenvolvimento da habilidade da visualização espacial nas pessoas.

Na segunda etapa da primeira parte da pesquisa, o objetivo foi explorar o cenário do ensino da Geometria no Brasil. Portanto, a área da Geometria foi estudada dentro do contexto educacional do ensino no Brasil levando em consideração os conteúdos previstos para seu ensino e contexto histórico do país. Os resultados desta etapa foram trazidos no Capítulo 3 deste trabalho, no qual se discutiu a história da Geometria no ensino no Brasil e as diretrizes que atualmente regem seu ensino.

A segunda parte da pesquisa, cujo propósito foi relacionar o uso do *Minecraft* ao ensino, contou com três etapas e resultou no Capítulo 4 deste trabalho. A primeira delas objetivou formular uma fundamentação teórica que considerasse a utilização de jogos em sala de aula. A pesquisa bibliográfica contou com a busca das seguintes palavras-chave: “jogos”, “educação” e “computador”. O Construcionismo de Papert, a Taxonomia de Bloom Revisada, a Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais e os Princípios dos Bons Jogos de Gee compuseram o bloco de teorias relacionadas ao processo de ensino que foram estudadas e integraram o corpo teórico desta parte

pesquisa. Já a segunda etapa consistiu em uma pesquisa documental a respeito das características gerais de jogabilidade e os elementos do jogo *Minecraft*. A terceira etapa teve como objetivo relacionar algumas das funcionalidades do *Minecraft*, trazidas na pesquisa documental realizada na anterior com a perspectiva de seu uso na educação a partir da análise de trabalhos que utilizaram o *Minecraft* em sala de aula

Finalmente, a terceira parte do desenvolvimento deste trabalho foi realizada em três etapas, cujos produtos estão nos Capítulos 6 e 7 desta pesquisa. Na primeira etapa foi realizada a busca e seleção de trabalhos acadêmicos que utilizaram o *Minecraft* em sala de aula como ferramenta de ensino com base nos termos de pesquisa “*Minecraft*”, “Sala de aula”, “Visualização Espacial” e “Geometria”. Dentre pesquisas nacionais e internacionais, foram encontrados cerca de quinze trabalhos acadêmicos. Em seguida, para compor a amostra da análise desta pesquisa foram utilizados critérios de relevância para inclusão e exclusão de trabalhos na amostra de análise, sendo eles: (1) uso do *Minecraft* voltado para o Ensino, (2) uso do *Minecraft* em experiências de ensino no Ensino Fundamental; (3) uso do *Minecraft* em experiências de ensino que tratam do desenvolvimento da visualização espacial. Foram selecionados, então, cinco trabalhos, os quais apresentaram o uso do *Minecraft* em sala de aula contemplando diferentes áreas de conhecimento. É importante ressaltar que os trabalhos não tiveram que necessariamente atender aos três critérios simultaneamente, eles atenderam a pelo menos dois dos três critérios (Quadro 6.2)

Já a segunda etapa da terceira parte do desenvolvimento desta pesquisa consistiu na análise dos cinco trabalhos acadêmicos selecionados na amostra segundo três eixos: o Educacional, o Cognitivo e o Ferramental. O Eixo Educacional visou analisar os trabalhos a partir do Construcionismo de Papert e da Taxonomia de Bloom. Por um lado, o Construcionismo visa analisar as interações que o estudante tem com o jogo e como isso se relaciona com o desenvolvimento da visualização espacial. Já na Taxonomia de Bloom os objetivos educacionais propostos pelos trabalhos foram analisados para averiguar se estavam direcionados ao desenvolvimento da visualização espacial dos estudantes. O Eixo Cognitivo utilizou os trabalhos de Sorby (1999) e de Gardner (2002) para analisar as estratégias utilizadas nos trabalhos que puderam contribuir para o desenvolvimento da visão espacial dos estudantes. O Eixo

Ferramental analisou os trabalhos do ponto de vista técnico do uso do jogo, levando em consideração a forma que foi utilizado nas atividades, problemas no uso e a forma como os estudantes puderam acessar. Os resultados desta análise integram o Capítulo 6 deste trabalho.

A terceira e última etapa da terceira parte do desenvolvimento desta pesquisa teve como base a análise do jogo *Minecraft* e dos trabalhos da amostra definida na etapa anterior. A análise buscou relacionar características gerais do jogo aos princípios elencados por Gee (2005) através das experiências do uso do *Minecraft* em sala de aula relatadas nos trabalhos analisados. Por sua vez, o resultado desta análise converteu-se no Capítulo 7 deste trabalho.

Finalmente, o Capítulo 8 traz as conclusões sobre as análises e as considerações finais deste trabalho.

6. Análise do uso do *Minecraft* em sala de aula

O objetivo deste capítulo foi investigar o uso do *Minecraft* como ferramenta didática aplicada ao ensino. Foi realizada uma investigação a partir das experiências empíricas do uso do *Minecraft* em sala de aula através do exame de trabalhos acadêmicos segundo três eixos de análise, são eles: Eixo Educacional; Eixo Cognitivo; e, Eixo Ferramental. A definição desses eixos de análise se deu por meio de uma pesquisa bibliográfica que incluiu trabalhos das áreas educacional/pedagógica, de visualização espacial e de uso de jogos no ensino. A síntese dessa pesquisa bibliográfica resultou no agrupamento de algumas teorias e dos trabalhos de autores relevantes nas áreas mencionadas e posterior organização dos mesmos segundo os três eixos já listados. O Eixo Educacional contemplou a Teoria do Construcionismo de Papert e a Taxonomia de Bloom. Já o Eixo Cognitivo utilizou o trabalho de Sorby e com a Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner. Finalmente, o Eixo Ferramental analisou os trabalhos do ponto de vista técnico e dos problemas ocorridos no uso da ferramenta de ensino.

Os trabalhos acadêmicos selecionados estão no Quadro 6.1, listados segundo o ano de sua publicação em ordem cronológica crescente. Doravante nessa pesquisa os trabalhos serão referenciados segundo seus números no Quadro 6.1. Essa classificação tem como objetivo proporcionar a visualização, através dos trabalhos, de como se deu o desenvolvimento das formas de se trabalhar o jogo em sala de aula ao longo do tempo.

Quadro 6.1 - Amostra da análise

Número	Título do Trabalho Acadêmico	Ano	Autores
1	"Using <i>Minecraft</i> in the Science Classroom" ²	2015	PUSEY; PUSEY
2	"Teaching Spatial Geometry in a Virtual World: Using <i>Minecraft</i> in Mathematics in Grade 5/6" ³	2017	FOESTER
3	"Mundo virtual <i>Minecraft</i> : um contexto de aprendizagens de conceitos geométricos"	2018	SILVA

² Tradução: Usando *Minecraft* na sala de aula de ciências

³ Tradução: Ensinando Geometria Espacial em um mundo virtual: Usando *Minecraft* na Matemática na 5ª/6ª Série

4	“Jogo Minecraft como aliado no processo de ensino e aprendizagem da geometria espacial”	2020	BOITO; SILVA
5	“ <i>Minecraft as a block building approach for developing spatial skills</i> ⁴ ”	2021	CARBONELL-CARRERA et al

Fonte: Autor, 2024.

A seleção dos trabalhos acadêmicos foi fruto de uma pesquisa bibliográfica que focou no uso do *Minecraft* para o ensino de conteúdos de Geometria no Ensino Fundamental com base em experiências empíricas. Como dito anteriormente, tal pesquisa resultou na seleção de uma amostra com cinco trabalhos. Três critérios foram utilizados para incluir trabalhos na amostra: (1) uso do *Minecraft* voltado para o Ensino, (2) uso do *Minecraft* em experiências de ensino no Ensino Fundamental; (3) uso do *Minecraft* em experiências de ensino que tratam do desenvolvimento da visualização espacial. Os trabalhos selecionados tiveram como requisito possuir de forma simultânea ao menos dois dos três critérios de inclusão propostos. No quadro 6.2 são demonstrados os requisitos encontrados nos trabalhos. É importante ressaltar que todos os trabalhos selecionados possuem uma aplicação do *Minecraft* em sala de aula para o ensino de um conteúdo, seja na área do conhecimento de Geometria como também em outras áreas, como, por exemplo, a área de Ciências.

Quadro 6.2 - Critérios de seleção dos trabalhos

Critérios de seleção	Trabalhos				
	1	2	3	4	5
(1) Uso do <i>Minecraft</i> voltado para o ensino	X	X	X	X	X
(2) Uso do <i>Minecraft</i> em experiências de ensino no Ensino Fundamental	X	X	X	X	
(3) Uso do <i>Minecraft</i> em experiências de ensino que tratam do desenvolvimento da visualização espacial.		X	X	X	X

Fonte: Autor, 2024.

⁴ Tradução: *Minecraft* como uma abordagem de construtor de blocos para o desenvolvimento de habilidades espaciais

O Quadro 6.3 lista os cinco trabalhos acadêmicos selecionados com as características relevantes para a análise considerando a experiência da aplicação do jogo em sala de aula.

Quadro 6.3 - Trabalhos acadêmicos e características para análise⁵

Nome do trabalho	Autores	Sobre a aplicação do jogo	Campo	Dispositivo	Capacidades/habilidades/Conteúdos	Participação dos estudantes	Socialização	Tema/Disciplina	Metodologia	Dificuldades
(1) Using Minecraft in the Science Classroom	Megan Pusey; Grant Pusey	Uso do MinecraftEdu para as aulas de Earth Science e Biologia	Escola	Laptops individuais dos alunos	Rochas, minerais e minérios; Estruturas das células animais e vegetais	Feedback positivo dos pais e dos professores. Alunos mais animados em ir para aula	-	Earth-Science (geologia)	Taxonomia de Bloom Revisada	Estudantes que não tiveram contato anterior precisaram de ajuda com o jogo.
(2) Teaching Spatial Geometry in a Virtual World: Using Minecraft in Mathematics in Grade 5/6	Klaus-Tycho Foerster	Uso do minecraft para aulas de geometria espacial. Os estudantes realizaram exercícios propostos dentro do jogo. Pesquisas foram feitas através de questionários com os alunos. Foi feita uma pesquisa em duas turmas 5/6 grade e há breves relatos de uma aplicação em uma turma 12 degree	Escola, Casa	Computadores com hardware de ~2010	Transferência do plano para o espaço; Escala	Os estudantes jogaram o jogo em casa mesmo sem atividades propostas pelo professor	Os estudantes tiveram respeito pelas construções de seus colegas e não houveram atos de vandalismo. Em um questionário os estudantes responderam que preferem atividades de construção em grupo	Geometria espacial 5/6 grades), matemática	-	Falta de programas para desenvolvimento da geometria espacial. (simples ou complicado demais) Preço alto da licença do jogo, necessidade de buscar alternativas gratuitas. Medidas atômicas de tamanho dos blocos, em operações de escala se torna complicado escalar para uma proporção correta
(3) Mundo virtual Minecraft: um contexto de aprendizagens de conceitos geométricos	Ana Lúcia da Silva	18 alunos. Questionário prévio para coleta de dados para pesquisa. Análise do jogo através de um instrumento do grupo TDAC e através dos princípios de GEE. Início da intervenção: Aplicação de questionário para sondagem geométrica. Em seguida os alunos utilizaram o minecraft para realizar exercícios envolvendo área, perímetro, volume e escala	Escola	Smartphone	Perímetro; Área; Volume; Escala	A entrevista posterior revelou que os alunos acharam a experiência interativa e divertida, além de despertar interesse pela disciplina	Cooperação entre os estudantes	Geometria	Van Hiele; Construcionismo de Papert	-
(4) Jogo Minecraft como aliado no processo de ensino e aprendizagem da geometria espacial	Paula Boito; Juliano Tonezer da Silva	12 encontros com os alunos, o primeiro para verificar conhecimentos prévios dos alunos. Após o terceiro encontro os estudantes realizaram atividades dentro do jogo. Os estudantes criaram uma estrutura dentro do jogo e recriaram ela no mundo real em escala utilizando do modelo virtual como base. A possibilidade de experimentação no jogo, possibilidade de cometer erros e resolvê-los contribuiu para a experiência	Escola, casa	computador	Perímetro Área Escala Planificação	-	Os alunos mais experientes ajudaram os que estavam tendo um primeiro contato com o jogo. Os grupos operavam em um único computador cada e se revezavam nas tarefas.	Matemática, geometria espacial	Construcionismo (Seymour Papert), Paulo Freire - Diálogo problematizador e contextualização do saber	-
(5) Minecraft as a block building approach for developing spatial skills	C. Carbonell-Carrera, A.J. Jaeger, J.L. Saorin, D. Melian, J. de la Torre-Cantero	Os estudantes realizaram o teste de rotação mental e em seguida realizaram as atividades no jogo, com exceção do grupo de controle	Escola	laptops individuais dos alunos	Habilidades espaciais: Rotação mental	Não foi levado em conta o engajamento, apenas o foco da pesquisa	-	Workshop - construção com blocos	STEM	-

Fonte: Autor, 2024

⁵ Tabela disponível em: <https://docs.google.com/document/d/1VGpIWpVioyFthdSCv8bfiA0AMcdMNwCsm9EqFZt4w6E/edit?usp=sharing>

6.1 Análise segundo os eixos educacional, cognitivo e ferramental

6.1.1 Definição dos eixos de análise

6.1.1.1 Eixo educacional

A análise a partir do Eixo Educacional teve como objetivo averiguar, do ponto de vista da Educação, as implicações do *Minecraft* para o ensino, nas experiências trazidas nos trabalhos selecionados na amostra. Para essa análise foram utilizadas duas teorias: (1) O Construcionismo de Papert, e (2) a Taxonomia de Bloom.

Para o Construcionismo de Papert não basta utilizar uma tecnologia em sala de aula, tem-se que utilizar as experiências que os alunos criam a partir dela. Papert traz o princípio da “apropriação”, o qual permite os estudantes poderem, eles próprios, fazer ciência (Papert, 1986).

[...] as crianças construindo o veículo Lego ou um trabalho artístico na tela do computador têm suas mãos na massa, mas o fato das crianças trabalharem para fazer algo, e especialmente o fato que eles estão fazendo algo que eles acreditam, adicionam dimensões extras (Papert, 1986, p. 9, tradução nossa).

No Construcionismo de Papert o aluno é o ser ativo da aprendizagem e seu aprendizado ocorre através da experimentação de suas ideias utilizando a ferramenta de ensino (Silva, 2018). A partir dessa ideia os estudos de caso selecionados foram analisados para se verificar como essa teoria foi aplicada utilizando o *Minecraft* em sala de aula para a construção do conhecimento do aluno.

A análise com base na Taxonomia de Bloom Revisada visa compreender as etapas do processo cognitivo (Figura 6.1) e da dimensão do conhecimento (Figura 6.2) que foram alcançadas nas experiências de uso do jogo relatadas nos trabalhos analisados.

Figura 6.1 - Etapas do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom Revisada

Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Sintetizar	Criar
----------------	-----------------	----------------	-----------------	-------------------	--------------

Fonte: Adaptado de: Anderson, *et al.*, 2001

Figura 6.2 - Etapas da dimensão do conhecimento da Taxonomia de Bloom Revisada

Conhecimento Efetivo	Conhecimento Conceitual	Conhecimento Procedural	Conhecimento Metacognitivo
-----------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

Fonte: Adaptado de: Anderson, *et al.*, 2001

6.1.1.2 Eixo cognitivo

O Eixo Cognitivo analisa a relação que os estudantes tiveram com o jogo e de que forma isso pode ter contribuído para o desenvolvimento da visualização espacial. Os trabalhos de Sorby (1999) e Garner (2002) serão utilizados como referencial teórico para este eixo, pois trazem uma perspectiva de como a visualização espacial pode ser desenvolvida.

As experiências de uso do *Minecraft* em sala de aula trazidas nos trabalhos analisados serão utilizadas para buscar quais características poderiam contribuir para o desenvolvimento da visualização espacial dos estudantes.

6.1.1.3 Eixo ferramental

O Eixo Ferramental teve como objetivo analisar as experiências de uso do *Minecraft* em sala de aula relatadas nos trabalhos da amostra a partir de uma perspectiva mais técnica da aplicação do uso do jogo. Nesta análise foram utilizados elementos técnicos de utilização do jogo pelos alunos (versão do jogo, plataforma utilizada, local de utilização do jogo). Procurou-se ainda identificar a ocorrência de problemas relacionados à falhas técnicas do jogo e das relações entre os alunos no ambiente virtual ocorridos durante o uso do jogo nas aulas.

6.1.2 Trabalho 1: “*Using Minecraft in the science classroom*”

O trabalho de Pusey e Pusey, publicado em 2015, “*Using Minecraft in the science classroom*” traz uma aplicação do *Minecraft* em sala de aula voltado para o ensino da disciplina “*Earth Science*” do currículo de ensino utilizado na Austrália. O conteúdo dessa disciplina está relacionado ao estudo do planeta Terra voltado para as disciplinas de Ciências e Geografia. A utilização do jogo ocorreu em duas escolas, uma pública e outra privada, tendo esta última apenas estudantes meninas, com alunos entre 13 e 14 anos de idade. Os estudantes tiveram acesso ao jogo através de seus *laptops* individuais fornecidos pelas instituições de ensino. A instalação do jogo foi feita pelos próprios estudantes com o auxílio dos professores.

O *Minecraft* foi utilizado para o ensino da área de conhecimento da Geologia, sendo utilizado em conjunto com a apresentação de outros recursos como experimentos práticos, apresentações e fichas de exercícios (Pusey; Pusey, 2015). O planejamento das aulas do projeto (Quadro 6.4) compreende conteúdos sobre rochas, minerais e minérios.

Quadro 6.4 - Planejamento das aulas do trabalho de Pusey M. e Pusey G.

Semana de aula	Título da aula de <i>Minecraft</i>	Tempo alocado
1	Introdução ao MinecraftEdu: avance pelo mundo tutorial e aprenda como jogar.	40-60 minutos
	Encontrar e classificar: classificação de rochas, minerais e minérios	20-30 minutos
2	Habilidades de investigação científica: encontrar profundidades e localizações onde certos tipos de rochas são formados.	40-60 minutos
3	Estratigrafia: determinar a idade relativa de fósseis escavando camadas de terra	20-30 minutos
4	Quiz de labirinto: navegar por um labirinto respondendo corretamente a perguntas sobre Ciências da Terra	20-30 minutos
5	Projetar e construir: construir um abrigo que se assemelhe à textura de uma rocha ou mineral específico.	20-30 minutos

Fonte: Pusey, Pusey, 2015, p. 25.

O planejamento propõe uma introdução ao jogo na primeira aula com o objetivo dos alunos aprenderem a interagir e se orientarem dentro do mundo virtual do jogo (Pusey; Pusey, 2015). As aulas seguintes seguiram o conteúdo proposto pela disciplina onde foram realizadas atividades como: classificação das rochas, minérios e minerais; estratigrafia e idade relativa de fósseis; e construção de um abrigo usando os conhecimentos das características das rochas. As atividades não foram tratadas com detalhes na pesquisa, apenas citadas e relacionadas à Taxonomia de Bloom.

Após o conteúdo programado da disciplina de *Earth Science*, o *Minecraft* foi utilizado também para as aulas de ciências, sendo trabalhados os conteúdos de células e sistema digestivo. Essas aulas não foram apresentadas no cronograma, os autores apenas citam algumas atividades realizadas.

6.1.2.1 Eixo educacional

Os autores definiram o planejamento das atividades propostas nas aulas baseando-se na Taxonomia de Bloom Revisada (Anderson, *et al.*, 2001) (Figuras 6.2 e 6.3). Ao utilizar os verbos propostos pela Taxonomia de Bloom Revisada, os autores elaboraram atividades que exploram as etapas do processo de aprendizagem propostas pela teoria. Um exemplo trazido no trabalho foi a atividade de classificação das rochas, minerais e minérios, na qual os alunos passaram pela etapa **Aplicar**, utilizando seus conhecimentos sobre o conteúdo no *Minecraft* (Pusey; Pusey, 2015). Essa atividade trouxe um **Conhecimento Conceitual** ao relacionar os conhecimentos aprendidos sobre o conteúdo de rochas, minerais e minérios de forma prática na atividade. A introdução ao jogo realizada com os alunos explorando o *Minecraft* pela primeira vez na aula se enquadra no **Conhecimento Efetivo** e na etapa **Entender** por se tratar da compreensão dos conhecimentos básicos sobre a utilização do jogo para a realização das atividades posteriores. A atividade de estratigrafia explorou a etapa de **Análise** trazendo um **Conhecimento Conceitual** e a atividade de construção do abrigo a etapa de **Criação** a partir de um **Conhecimento Procedural**.

Na parte das aulas relativas ao estudo da Geologia, Pusey e Pusey (2015) fizeram uso do *Minecraft* para que os alunos manipulassem o espaço virtual do jogo visando a experimentação e a realização das atividades propostas. Já na parte dedicada ao estudo das Ciências, mais especificamente na atividade de criação das células animais e vegetais (Figura 6.3) os alunos puderam construir o modelo em uma área (virtual) delimitada pelo professor. Neste exemplo podemos destacar o uso da etapa **Criação** da Taxonomia de Bloom Revisada, onde os alunos utilizaram os conhecimentos aprendidos durante a disciplina para criar um modelo de célula atentando-se às suas características, relacionando esse tipo de conhecimento ao **Conhecimento Procedural**.

Figura 6.3 - Atividade de criação de um modelo celular



Fonte: Pusey; Pusey, 2015, p. 27.

A partir da análise dos objetivos trabalhados obtemos o Quadro 6.5, que demonstra a dimensão do conhecimento trabalhado juntamente com a dimensão do processo cognitivo. A Dimensão do Conhecimento é definida a partir das linhas, enquanto a Dimensão do Processo Cognitivo é definida pelas colunas. Cada “X” marcado no quadro 6.5 representa um par desses atributos, classificando o objetivo educacional.

Quadro 6.5 - Análise do trabalho a partir da Taxonomia de Bloom Revisada

Dimensão do conhecimento	Dimensão do processo cognitivo					
	1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Sintetizar	6. Criar
Conhecimento efetivo	X	X				
Conhecimento conceitual			X	X		
Conhecimento procedural						X
conhecimento metacognitivo						

Fonte: Autor

É perceptível que o Construcionismo de Papert pode ser relacionado a essas atividades devido a suas características de experimentação livre proporcionada no jogo. Durante as atividades os alunos puderam interagir com um mundo virtual

preparado para eles explorando e construindo no jogo, colocando em prática os conhecimentos adquiridos nas aulas.

6.1.2.2 Eixo cognitivo

Os conteúdos relacionados à visualização espacial não foram trabalhados de maneira direta nas aulas, no entanto, é possível relacionar alguns de seus elementos nas atividades propostas. Durante a realização da atividade relativa à estratigrafia os estudantes se movimentam em um espaço tridimensional explorando as camadas do solo. Nesta atividade o jogador consegue ter uma ideia do posicionamento das camadas a partir da disposição do “eixo Z”.

Na figura 6.4 é possível perceber que foi necessário fazer uma escavação no solo para demonstrar as camadas em perfil, criando uma vista para a representação do solo. O jogador tem livre movimentação para explorar a face criada, podendo analisá-la de vários ângulos.

Fig. 6.4 - Camadas do solo construídas no *Minecraft*



Fonte: Pusey; Pusey, 2015, p. 25.

Tanto na construção dos modelos celulares, quanto na atividade de estratigrafia é possível entender a movimentação do jogador ao redor de sua construção como exemplo de desenvolvimento da capacidade de visualização espacial, uma vez que a partir de sua movimentação ao redor da sua construção, o jogador pode enxergá-la de diferentes pontos de vista. Com essa perspectiva tridimensional que o jogo é capaz de

proporcionar para o aluno, é possível afirmar que o jogo pode contribuir para o desenvolvimento da capacidade de visualização espacial (Sorby, 1999).

6.1.2.3 Eixo ferramental

As autoras destacam que para realizar algumas atividades no jogo, o professor deve preparar previamente um “mundo” no jogo. Para explicar sobre as diferentes camadas do solo, um dos professores construiu um mapa para que os estudantes pudessem cavar e visualizar as camadas de forma prática (Figura 6.2). Quando um mundo é gerado de forma padrão no *Minecraft* os blocos de terra e os diferentes tipos de pedra presentes no jogo são posicionados pelo mundo de forma aleatória. Para dar uma sequência lógica às camadas foram construídas camadas coloridas para exemplificar as delimitações entre elas como vemos no mundo real.

A descrição acima demonstra que, a cada atividade que necessite de um mundo pré-modelado é responsabilidade do professor prepará-lo e adequá-lo da melhor forma à proposta de sua aula. A complexidade do mapa varia de acordo com a necessidade da atividade. No entanto, nem sempre um grande preparo é necessário para a aula, como atesta as autoras do estudo.

Tarefas que exigiam que os alunos criassem estruturas necessitavam de muito pouco preparo por parte do professor; os alunos apenas precisavam de uma área no mundo do *MinecraftEdu* para construir. Essas lições ofereciam a maior flexibilidade para os alunos e eram sempre muito bem recebidas (Pusey, Pusey, 2015, p. 26, tradução nossa).

Como já explicado, o *Minecraft* permite a cópia e compartilhamento de mundos, facilitando o trabalho do professor. Assim, basta que um mundo seja criado e então ele poderá ser replicado para os dispositivos dos alunos ou utilizado posteriormente.

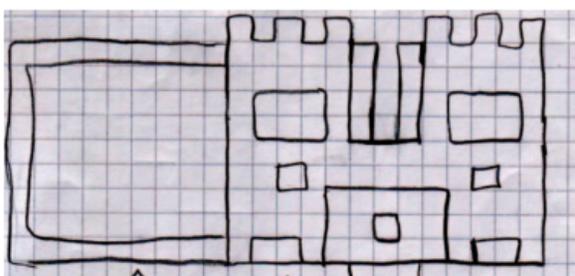
6.1.3 Trabalho 2: “Teaching spatial geometry in a virtual world: using *Minecraft* in mathematics in grade 5/6”

O trabalho desenvolvido por Foerster (2017) surge a partir da necessidade da utilização de *softwares* para o ensino da Geometria em sala de aula. O autor exemplifica algumas possibilidades de programas que podem ser utilizados, no entanto

estes acabam por ser complexos para os estudantes terem um primeiro contato, ou simples demais para desenvolver o conteúdo. A partir daí surgiu a ideia de se utilizar o *Minecraft* para trabalhar os conteúdos de Geometria.

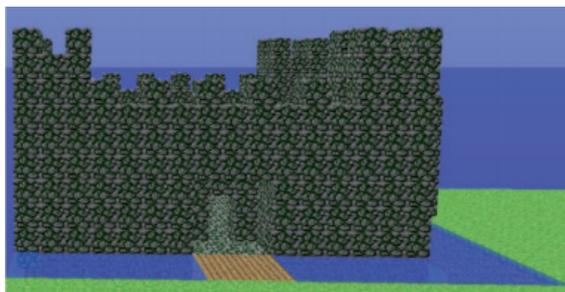
Foram realizados dois experimentos em sala de aula com diferentes grupos de participantes, um trabalhou a passagem do plano para o espaço tridimensional enquanto o outro buscou trabalhar a ideia de escala. O primeiro experimento consistiu na passagem de um desenho planejado para o espaço tridimensional. Para isso, os estudantes primeiramente desenharam os projetos de suas construções no papel (Figura 6.5) e depois o recriaram no mundo do jogo (Figura 6.6).

Figura 6.5 - Projeto de construção do castelo



Fonte: Foerster, 2017, p. 1413.

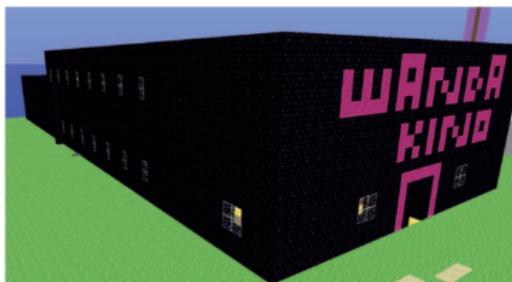
Figura 6.6 - Castelo construído no *Minecraft*



Fonte: Foerster, 2017, p. 1413.

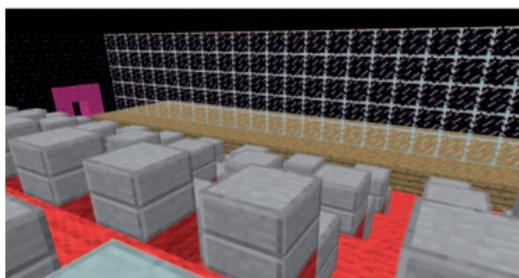
A criação do projeto no papel e a construção no jogo foram feitas em duplas pelos estudantes. Após essa atividade, eles trabalharam de forma colaborativa na criação de uma construção. Uma das turmas participantes construiu um cinema (Figuras 6.7 e 6.8). Foerster relata que a construção do cinema motivou os alunos a criarem uma apresentação teatral dentro do jogo, onde alguns estudantes participavam interpretando na peça e outros assistiam a apresentação nos “assentos” do teatro.

Figura 6.7 - Cinema construído no *Minecraft*



Fonte: Foerster, 2017, p. 1413.

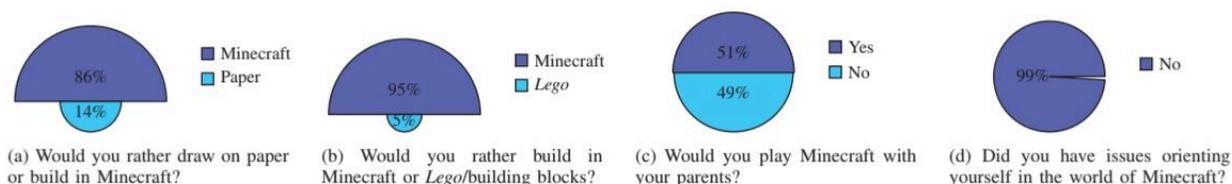
Figura 6.8 - Interior do cinema



Fonte: Foerster, 2017, p. 1413.

Um questionário foi respondido pelos estudantes após a atividade (Figura 6.9). Com as respostas foi possível perceber que 99% dos estudantes participantes não tiveram problemas com a orientação espacial dentro do jogo. Além disso, os estudantes demonstraram uma preferência por realizar os projetos utilizando o *Minecraft* ao invés do uso de papel ou de blocos de lego.

Figura 6.9 - Resultado do questionário realizado com os estudantes

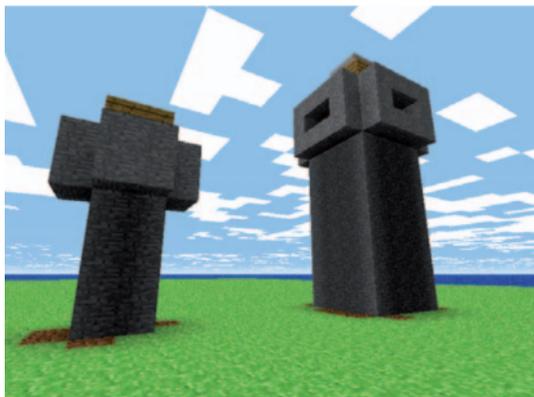


Fonte: Foerster, 2017, p. 1413.

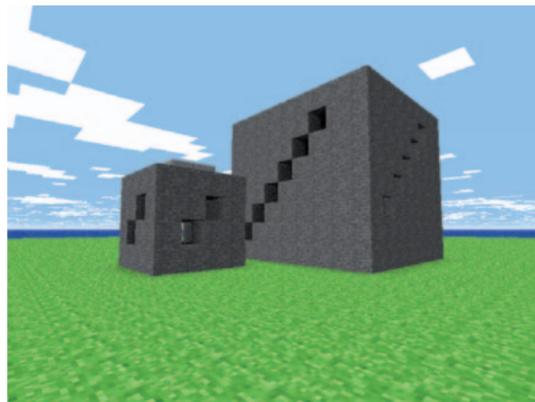
No segundo experimento, realizado com doze estudantes e em duas aulas, o *Minecraft* foi utilizado para trabalhar o conteúdo de escala. Antes de utilizar o jogo, os participantes responderam a um questionário de sondagem com o conteúdo de Geometria Gráfica. Esse questionário serviu como parâmetro para analisar o conhecimento na área antes e depois dos alunos utilizarem o jogo.

A atividade realizada com os estudantes no *Minecraft* consistiu em projetar uma construção no papel para, em seguida, criá-la no jogo. Depois de construída os jogadores tiveram que recriá-la utilizando uma escala equivalente ao dobro da medida original (Figuras 6.10 e 6.11). Alguns estudantes não conseguiram finalizar a atividade por conta da proporção e do nível de detalhamento das construções. Quando a construção era muito detalhada e grande, o trabalho de escalar para um tamanho maior se tornou mais complicado, fazendo os estudantes levarem mais tempo para finalizar a atividade.

Figura 6.10 - Construção da atividade de escala Figura 6.11 - Construção da atividade de escala



Fonte: Foerster, 2017, p.1415.



Fonte: Foerster, 2017, p.1415.

Em seguida, os estudantes realizaram novamente um questionário sobre Geometria Espacial. O questionário foi aplicado também a um grupo de controle composto por 22 estudantes que não tiveram contato com o *Minecraft* no projeto. O questionário mostrou resultados semelhantes, mas os estudantes que tiveram contato com o *Minecraft* obtiveram resultados ligeiramente melhores (Foerster, 2017).

6.1.3.1 Eixo educacional

A partir das construções colaborativas os alunos puderam trabalhar em grupo para construírem seu mundo, construindo as estruturas projetadas por eles. Durante a realização das atividades os estudantes se mostraram motivados a utilizar o jogo além do solicitado pelos professores.

Especialmente as construções colaborativas fascinaram os estudantes, que também demonstraram em seu interesse em construir em seu tempo livre de casa (Não demos aos estudantes nenhum “dever de casa”, foi deixado a critério de cada um) (Foerster, 2017, p. 1413).

É possível perceber características do Construcionismo de Papert na execução das atividades uma vez que os estudantes tiveram liberdade para explorar sua criatividade para planejar suas construções no jogo. Utilizando do *Minecraft* como ferramenta para criar suas ideias no mundo tridimensional do jogo, os estudantes puderam fazer experimentos utilizando a criatividade como, por exemplo, transformar o que haviam proposto previamente no desenho.

Acreditamos que este é um dos potenciais e únicas oportunidades do *Minecraft*, merecendo investigações futuras: *Minecraft* permite que com uma configuração simples grandes grupos possam construir juntos, onde todos os estudantes possam estar imersivos na construção (Foerster, 2017, p.1415).

Os objetivos educacionais do trabalho não foram desenvolvidos a partir da Taxonomia de Bloom Revisada. Para propósito de análise, as atividades desenvolvidas no trabalho foram relacionadas à Taxonomia de Bloom a partir de suas características em comum.

O primeiro contato dos estudantes com o *Minecraft* durante a realização da pesquisa foi um momento para aprender a utilizar o jogo. É possível classificar o objetivo dos estudantes aprenderem a utilizar o jogo como **Conhecimento Efetivo**, por se tratar de um conhecimento básico adquirido, e classificá-lo na etapa **Entender**. No primeiro experimento, os estudantes receberam a atividade de desenhar o projeto no papel para, então, construí-lo no jogo, sendo possível, então, relacionar esta atividade com a etapa de **Aplicação**. Esta atividade tratou da utilização do conhecimento previamente aprendido sobre como desenhar vistas ortográficas e interpretá-las. Para essa atividade o conhecimento utilizado pode ser classificado como **Conhecimento Procedural** por se tratar do “como fazer” de forma prática a transição da representação bidimensional para a tridimensional.

No segundo experimento, que tratou dos conteúdos de escala, os estudantes passaram pela mesma etapa de **Criação** ao desenvolver seus projetos de construção e **Conhecimento Procedural**. Nesta atividade é possível perceber também a etapa de **Análise** devido ao fato dos estudantes terem que examinar os detalhes que seriam omitidos na escala menor. Com a escala reduzida, os estudantes analisaram as principais características do modelo. O conhecimento utilizado nesta etapa foi o **Conhecimento Procedural**, por se tratar de uma abordagem mais prática. O quadro 6.6 representa os resultados da análise do trabalho segundo a Taxonomia de Bloom Revisada.

Quadro 6.6 - Análise do trabalho a partir da Taxonomia de Bloom Revisada

Dimensão do conhecimento	Dimensão do processo cognitivo					
	1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Sintetizar	6. Criar
Conhecimento efetivo		X				
Conhecimento conceitual						
Conhecimento procedural			X	X		X
conhecimento metacognitivo						

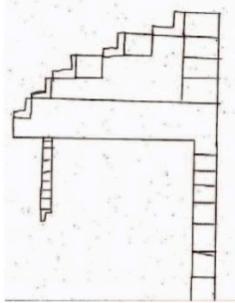
Fonte: Autor

6.1.3.1 Eixo cognitivo

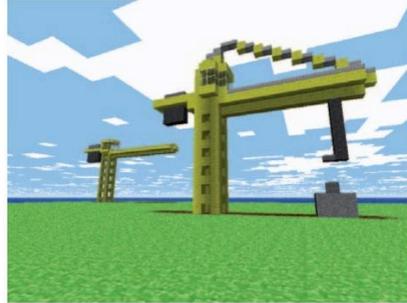
A atividade trabalhada com os estudantes utilizou elementos relacionados à visualização espacial na medida em que objetivou que os estudantes transformassem um desenho bidimensional elaborado pelos próprios estudantes num modelo tridimensional do mesmo (Foerster, 2017). Como é possível ver na Figura 6.12, os desenhos dos estudantes são compostos por quadrados, relacionados com os cubos que compõem o mapa do jogo vistos de forma ortográfica.

Embora seja possível perceber divergências entre os desenhos e o modelo tridimensional final, os estudantes demonstraram um certo grau de inteligência espacial visto que fizeram duas transposições. A primeira transposição foi transformar uma ideia que estava na mente dos estudantes num desenho bidimensional e a segunda transposição consistiu na transformação desse desenho bidimensional numa peça tridimensional representada no *Minecraft*.

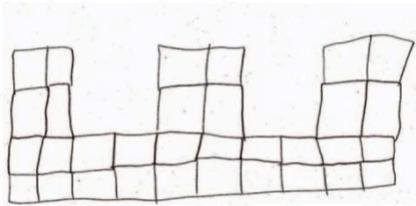
Figura 6.12 - Projetos bidimensionais e tridimensionais



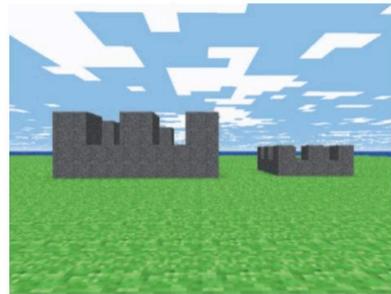
12a - *Sketch* do guindaste na figura 12b



12b - Construção do guindaste da figura 12a, propriamente escalado



12c - *Sketch* da construção na figura 12d, cada linha de contorno do bloco mostrada

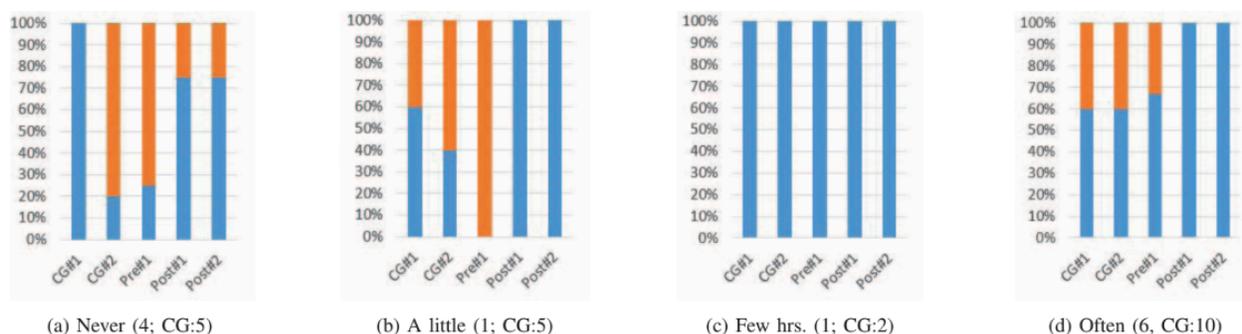


12d - construção propriamente escalada

Fonte: Adaptado de Foerster, 2017, p. 1416.

A visão espacial é trabalhada no processo de interpretação do desenho que é inerente às duas transposições. Para executar a construção da segunda transposição o jogador posicionou os cubos no espaço tridimensional e se movimentou pelo espaço observando sua construção a partir de vários pontos de vistas. O uso do jogo se mostrou essencial para este tipo de atividade. Como dito anteriormente nesta pesquisa, o autor do trabalho não pôde usar outros softwares para conseguir esses objetivos, pois eram muito simples ou complexos demais (Foerster, 2017).

Figura 6.13 - Gráficos com resultados dos questionários



Fonte: Foerster, 2017, p.1415

Os gráficos presentes na figura 6.13 demonstram os resultados dos questionários aplicados aos participantes no final do projeto. Os dados foram divididos a partir da frequência em que os jogadores jogavam o jogo. A cor azul significa acertos, enquanto a laranja significa erros”. Nos testes, os estudantes que não tiveram contato com o jogo durante o projeto, o grupo de controle (CG), não obtiveram melhorias no resultado do teste. Nos gráficos (a) e (b) pode-se perceber uma diminuição de acertos nos grupos de controle 1 (CG#1) e 2 (CG#2).

Os estudantes que tiveram contato com o jogo durante o projeto obtiveram uma melhora visível na realização dos testes os gráficos (a), (b) e (d). O gráfico (c) é exibido apenas com acertos. É possível relacionar essa melhora ao uso do jogo, a partir do uso do *Minecraft* os estudantes conseguiram melhorar seu desempenho no questionário de Geometria. A partir dos dados podemos perceber que a utilização do jogo contribuiu para o desenvolvimento da visão espacial dos estudantes, o que está relacionado à área de Geometria Gráfica.

6.1.3.1 Eixo ferramental

O autor do trabalho em análise relata uma dificuldade sobre o tamanho dos blocos do jogo. A maioria dos blocos do jogo são de uma unidade por uma unidade, sendo assim uma representação da metade de um cubo se torna algo impossível. Embora existam, blocos de 0,5 unidade são minoria, não abrangendo todos os blocos. Para realizarem as atividades os estudantes tiveram que fazer adaptações nas medidas que eram representadas para que elas se adequassem à medida dos blocos.

Nas figuras 6.8 e 6.9 é possível notar que todos os detalhes representados na peça maior não permanecem na peça menor. Essa é uma limitação do jogo que se torna evidente em atividades que se utilize a escala como um recurso.

Para o uso do jogo não foi necessário criar um mundo pré-modelado já que as construções foram feitas no modo de superfície plana do jogo. Uma alternativa que poderia ser experimentada para a atividade para que ela pudesse ter sido finalizada a tempo por todos seria a limitação da construção a uma área pré-estabelecida. Com isso os estudantes não poderiam criar construções muito grandes e, assim, a realização da atividade não extrapolaria o tempo designado para ela.

6.1.4 Trabalho 3: “Mundo virtual *Minecraft*: um contexto de aprendizagens de conceitos geométricos”

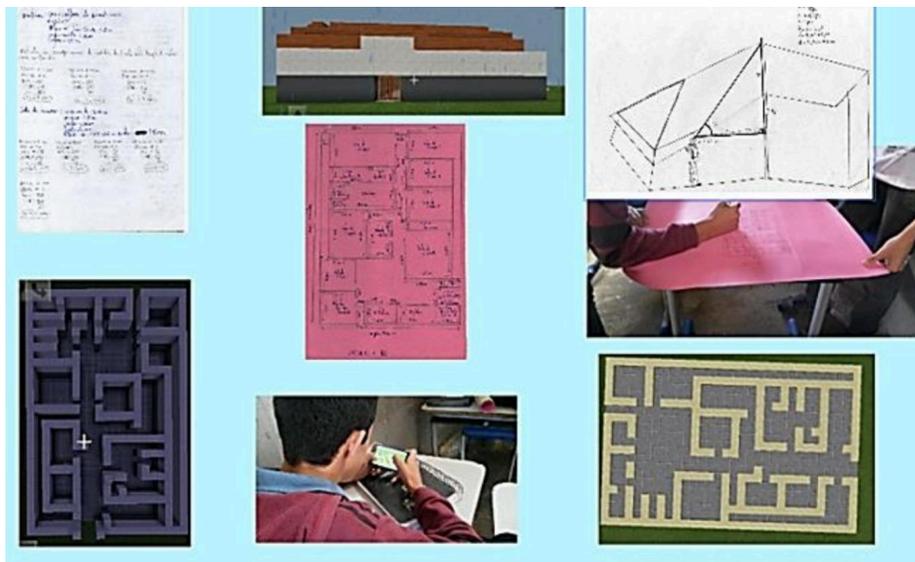
O trabalho foi desenvolvido na Escola Josué Barbosa de Andrade, localizada na Zona Rural do Estado da Paraíba, Brasil. Dezoito estudantes da mesma turma do 9º ano do Ensino Fundamental foram selecionados para participar da pesquisa. A escola não possuía laboratório de informática com máquinas para os alunos, então o projeto foi realizado a partir dos dispositivos celulares dos alunos. Os alunos participantes foram escolhidos pela professora e, então, foi realizado um questionário sociodemográfico sobre a experiência do aluno com jogos.

Em seguida, as professoras realizaram um questionário com conteúdos de Geometria com os estudantes selecionados. O questionário foi chamado de sondagem geométrica e teve como objetivo analisar os conhecimentos prévios dos alunos na área. As questões tratavam dos conteúdos de área, perímetro e de Geometria Gráfica de forma geral como, por exemplo, as relações entre formas geométricas.

Nas aulas as professoras utilizaram a estrutura física da própria escola para a realização das atividades. Dessa forma, os estudantes coletaram dados de perímetro e altura dos espaços da escola e utilizaram conhecimentos sobre o conteúdo de escalas para representar a planta baixa da escola no papel. Em seguida, foi desenvolvida uma atividade intitulada “Nossa Escola”, na qual os estudantes utilizaram o *Minecraft* para

criar uma versão da escola em um espaço digital. Os estudantes utilizaram a escala de 1:100, onde cada aresta de cada bloco media 1m (Figura 6.14).

Fig. 6.14 - Atividade “Nossa Escola”



Fonte: Silva, 2018, p. 80.

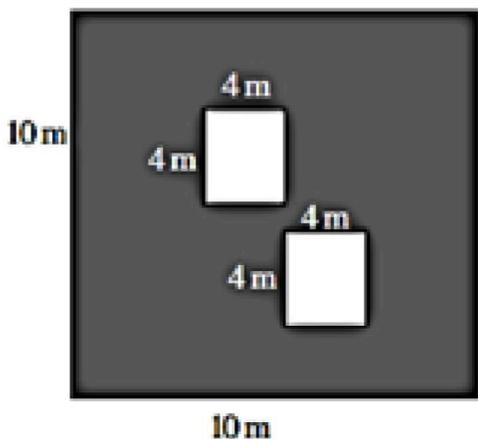
A partir da construção da planta baixa da escola no jogo a professora realizou discussões com os alunos levando-os a refletirem sobre como calcular o perímetro e área dos ambientes utilizando também exemplos de instalação de rodapé e cerâmica na escola.

Posteriormente, os alunos realizaram uma atividade durante a qual projetaram a escola de seus sonhos. A atividade consistia em criar um modelo de escola tido como ideal para os alunos. Tanto esta atividade como a réplica da escola tinham o objetivo trabalhar os conceitos de volume dos sólidos geométricos (Silva, 2018).

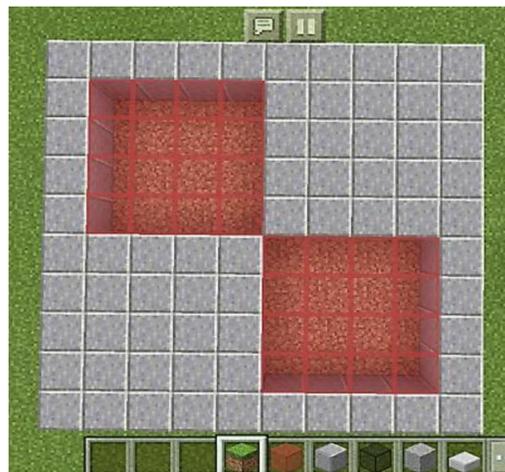
Para fixar o conteúdo, a professora propôs novamente aos estudantes uma questão que estava presente na sondagem geométrica, ver Figura 6.15. Mas dessa vez, a construção do problema foi realizada no *Minecraft*, ver Figura 6.16. Utilizando-se de uma estrutura formada por cubos em uma única camada (Figura 6.15), a professora trabalhou o conceito de perímetro utilizando cada bloco como uma unidade de medida. Utilizando cores diferentes, elas puderam estabelecer uma relação entre as áreas,

como, por exemplo, a subtração de áreas. No exemplo, a área total foi calculada a partir da contagem dos cubos e em seguida subtraída pela área vermelha.

fig. 6.15 - Questão da Sondagem Geométrica fig 6.16 - Adaptação da questão da Sondagem no jogo



Fonte: Silva, 2018, p.73



Fonte: Silva, 2018, p.82

A atividade descrita demonstra como um professor pode adaptar uma questão tradicional de um exercício em uma simulação dinâmica para os alunos a partir do jogo. Mesmo em um ambiente 3D, a construção foi feita utilizando apenas uma camada de cubos, dessa forma quando observada de cima é possível visualizar a construção como um plano.

A partir da contagem de blocos de uma piscina, as professoras puderam ensinar aos estudantes o conceito de volume. Ao observar os blocos necessários para encher a piscina, o estudante pode fazer a relação entre altura, largura e comprimento para obter o volume do sólido geométrico, como ilustrado na Figura 6.17.

Fig 6.17 - Estudo do volume de sólidos a partir de uma piscina criada no jogo



Fonte: Silva, 2018, p. 82

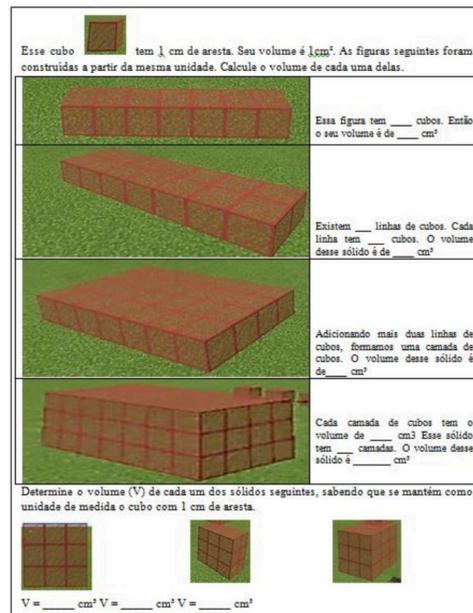
Após as atividades utilizando o mundo virtual do *Minecraft* algumas atividades foram realizadas de forma contextualizada com o jogo, porém não mais no ambiente virtual. Em uma das atividades os alunos deveriam calcular o volume de um *Creeper* (um dos monstros presentes no jogo) a partir das medidas dos sólidos que compõem seu corpo (Figura 6.18). Em outra os alunos calcularam o volume de estruturas construídas no *Minecraft* (Figura 6.19)

Fig. 6.18 - Volume de um *Creeper*



Fonte: Silva, 2018, p. 83

Fig. 6.19 - Atividade sobre volume dos sólidos



Fonte: Silva, 2018, p. 84

6.1.4.1 Eixo educacional

Analisando os objetivos das atividades propostas aos alunos é possível identificar etapas presentes na Taxonomia de Bloom Revisada. A explicação da professora sobre os conceitos de área, perímetro e volume utilizando os blocos do jogo pode ser atribuída à etapa **Entender** da Taxonomia de Bloom Revisada. Nesta etapa o aluno está associando os conceitos estudados em sala ao modelo digital construído no jogo. A medida que a professora propõe um problema, os estudantes utilizam esse conhecimento para solucioná-lo. Neste exemplo é possível classificar o conteúdo estudado em **Conhecimento Efetivo**, tendo em vista que este será a base para os conteúdos seguintes.

A realização da Sondagem Geométrica pode ser classificada como na etapa **Lembrar**, por se tratar de uma sondagem o aluno deve utilizar seus conhecimentos prévios para realizar a atividade. A Sondagem Geométrica pode ser encontrada no **Conhecimento Efetivo**, por se tratar dos conteúdos básicos que irão conduzir as atividades que seguem.

Vemos a etapa **Aplicação** quando os estudantes utilizam os conhecimentos aprendidos para solucionar as questões trazidas e contextualizadas com o jogo. Nas Figuras 6.16 e 6.17 observa-se um exemplo onde o aluno utiliza seus conhecimentos de perímetro, área e volume para resolver as questões trazidas na ficha. O conhecimento nesse caso se classifica como **Conhecimento Conceitual**.

O uso do problema trazido na Sondagem Geométrica a partir do jogo remete à etapa de **Análise** da Taxonomia de Bloom revisada (Anderson, *et al.*, 2001). Nesta etapa o estudante está comparando o desenho trazido no problema (Figura 6.13) com a construção do mesmo desenho no jogo (Figura 6.14). Analisando as semelhanças entre as imagens, o estudante pode perceber a composição da área estudada em quadrados menores, ficando mais fácil visualizar a operação de subtração da área marcada usando a contagem dos blocos, o conhecimento aqui se classifica como **Conhecimento conceitual**. O quadro 6.7 representa as etapas da dimensão do

conhecimento e do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom Revisada encontradas no trabalho analisado.

Quadro 6.7 - Análise do trabalho a partir da Taxonomia de Bloom Revisada

Dimensão do conhecimento	Dimensão do processo cognitivo					
	1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Sintetizar	6. Criar
Conhecimento efetivo	X	X	X			
Conhecimento conceitual				X		
Conhecimento procedural			X			X
conhecimento metacognitivo						

Fonte: Autor

O Construcionismo de Papert é aplicado na experiência a partir do uso do computador voltado à Educação, focando nas possibilidades que o estudante tem ao utilizá-lo. “Na verdade, o papel que atribuo ao computador é o de um portador de "germes" ou "sementes" culturais cujos produtos intelectuais não precisarão de apoio tecnológico uma vez enraizados numa mente que cresce ativamente” (Papert, 1985, p. 23). Partindo dessa ideia é possível relacionar as atividades desenvolvidas no projeto diretamente à proposta de Papert para o uso do computador na Educação. Pode-se perceber que isso ocorreu com os estudantes na medida em que aprenderam o conteúdo, utilizaram o mundo virtual do jogo e depois colocaram em prática o conteúdo aprendido ao solucionar os problemas propostos nas fichas de exercício, sem o uso da ferramenta digital. Nas Figuras 6.16 e 6.17 é possível ver que o conteúdo de volume pode ser aplicado, embora no contexto do jogo, sem o uso de recursos digitais para sua resolução.

6.1.4.2 Eixo cognitivo

Durante a realização das atividades os estudantes puderam interagir com o mundo tridimensional do jogo, tendo livre movimentação e controle de câmera nesse ambiente, dessa forma contribuindo para o desenvolvimento da Visualização Espacial.

A utilização do jogo foi planejada para o ensino de conteúdos de Geometria a partir da capacidade de inserir blocos tridimensionais e de rotacionar e mover a câmera do jogador ao redor da peça. Essas operações de movimentação no jogo em relação a peça favorecem o desenvolvimento da Visualização Espacial (Sorby, 1999). Dessa forma, os conteúdos foram abordados a partir de uma perspectiva diferente da trabalhada em aula tradicional com a representação de peças apenas a partir de vistas ortográficas.

6.1.4.3 Eixo ferramental

A professora utilizou o celular dos alunos para instalar o *Minecraft*, e assim, a partir do próprio celular os alunos puderam realizar as atividades propostas. Dessa maneira, a ausência de um laboratório de informática equipado para as aulas na escola não impediu a realização do projeto.

6.1.5 Trabalho 4: “Jogo *Minecraft* como aliado no processo de ensino e aprendizagem da geometria espacial”

O trabalho em análise propõe o uso do *Minecraft* em sala de aula para o ensino de Geometria. Além do jogo, outras estratégias foram utilizadas para que os alunos tivessem um entendimento do conteúdo, como por exemplo: simulados, planificações e maquetes. As atividades foram realizadas em uma escola localizada na cidade de Tapejara, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O projeto contou com uma série de doze encontros de 50 minutos cada em uma turma composta por nove estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental.

No primeiro encontro, os estudantes foram apresentados ao projeto e, por meio de discussões com os alunos, os professores buscaram averiguar o nível de compreensão da turma a respeito da área de conhecimento da Geometria. Para realização das atividades os estudantes foram divididos em três grupos de três

integrantes cada. Foi realizado ainda um trabalho de campo onde os alunos tiraram fotos de objetos na escola para analisar a geometria presente neles. No segundo encontro, os alunos apresentaram as fotografias do trabalho de campo em forma de seminário. O objetivo da atividade era analisar o conhecimento que os alunos tinham sobre Geometria. A atividade revelou que eles tinham um conhecimento prévio sobre alguns elementos dos sólidos geométricos e sobre figuras planas mas que não tinham “conhecimento formal” a respeito desses conteúdos.

No terceiro encontro, foram iniciadas as atividades com o *Minecraft*. Primeiramente, os estudantes aprenderam a instalar o jogo para poderem jogar em casa mediante autorização do responsável. O jogo também foi instalado nos computadores do laboratório de informática. A partir do quarto encontro os estudantes iniciaram a resolução de atividades propostas pelos professores utilizando o jogo. Como primeira atividade, os alunos deveriam construir um cercado para animais utilizando medidas de área e perímetro pré-estabelecidas pelos professores. A atividade teve como objetivo a utilização do ambiente virtual do jogo por parte dos alunos para que eles realizassem experimentações alterando as medidas do cercado e analisassem as relações entre elas para chegarem no resultado esperado.

No quinto encontro os grupos buscaram tutoriais de construção e recursos úteis para planejar suas construções no mundo do jogo. Neste encontro os autores relatam que os grupos socializaram informações sobre os materiais que deveriam ser utilizados no jogo, bem como sobre problemas que podem ocorrer no mundo do jogo. Do sexto ao oitavo encontro, os estudantes se dedicaram à construção de suas casas no jogo, o que incluiu desde os alicerces até os detalhes das construções.

No nono encontro, os estudantes realizaram uma atividade sobre escala e outra sobre planificação de sólidos geométricos. Na atividade de escala os estudantes desenharam um objeto com escala 1:1 e, em seguida, utilizaram uma escala de redução (1:2) e outra de ampliação (2:1) para representar o mesmo objeto. Já na atividade de planificação os estudantes receberam uma caixa de papelão para usar de referência e folhas de sulfite para criar uma planificação de hexaedro utilizando a menor quantidade de material possível. Após as atividades, os grupos realizaram testes para estipular o tamanho que teriam os cubos que iriam compor a maquete. As

medidas da área da maquete foram de 100cm x 50cm x 3cm e os cubos tiveram 4cm de aresta.

No décimo encontro, os grupos calcularam a quantidade de cubos que seriam utilizados para confecção da maquete. Os alunos necessitaram revisitar os projetos no jogo já que as informações em seus relatórios não foram suficientes para a realização dos cálculos. No décimo primeiro encontro, os estudantes utilizaram folhas de papel ofício para criar os cubos para a maquete. Após a montagem e pintura, as maquetes foram finalizadas. No décimo segundo encontro, as maquetes foram dispostas no corredor principal da escola para socialização e exposição dos projetos. A figura 6.20 é o resultado da maquete de um dos grupos do projeto.

Figura 6.20 - Construção da maquete utilizando os cubos



Fonte: Boito; Silva, 2020, p.82.

6.1.5.1 Eixo educacional

Os autores utilizam do Construcionismo de Papert como base teórica para o trabalho desenvolvido com o jogo. O uso que os estudantes fizeram no computador como ferramenta de experimentação é alinhado com o que a tal teoria propõe. “A possibilidade de experimentar, errar e construir estratégias de solução de situações adversas faz do uso de tecnologias um importante recurso pedagógico” (Boito; Silva, 2020, p.80). A partir da primeira atividade proposta para os estudantes no jogo, a construção da cerca, com perímetro e área pré-determinadas, eles já tiveram a

oportunidade de fazer experimentações no mundo virtual. Os professores deram liberdade para que os estudantes realizassem testes para obter o resultado desejado.

O questionário aplicado no início do projeto pode se relacionar tanto com a etapa **Lembrar** da Taxonomia de Bloom Revisada, quanto com o **Conhecimento Efetivo**, pois a aplicação do questionário suscita a lembrança dos estudantes sobre os conhecimentos que já tinham do conteúdo, o qual servirá de base para o decorrer do projeto.

Dando sequência às discussões iniciais sobre a Geometria, a atividade de fotografar objetos para análise geométrica posterior, pode ser relacionada à etapa **Análise**. Aqui os estudantes analisam as imagens buscando relações entre os objetos fotografados e suas propriedades geométricas. O conhecimento pode ser classificado nesta atividade como **Conhecimento Conceitual**.

As instruções básicas recebidas ao iniciar as atividades utilizando o *Minecraft* podem ser classificadas como **Conhecimento Efetivo**, e se classifica na etapa **Entender**. Aqui os estudantes aprendem o processo de instalação do jogo, assim como os comandos básicos para operá-lo.

Durante a atividade de construção da cerca, dadas as grandezas do perímetro e da área, é possível notar a etapa **Aplicação**. Nesta etapa os estudantes utilizam os conceitos de área e de perímetro para fazer experimentações no jogo, buscando alcançar o objetivo proposto pelos professores. O conhecimento utilizado nessa etapa é o **Conhecimento Procedural**.

A etapa que representa a atividade relacionada a escala e planificação dos sólidos é a de **Aplicação**, uma vez que nessas atividades o estudante aplica seus conhecimentos para resolução dos problemas propostos. O conhecimento trazido nesta atividade pode ser classificado dentro do **Conhecimento Procedural**.

Por fim, o processo de criação da maquete pode ser classificado na etapa de **Criação**, utilizando o **Conhecimento Procedural**. Nesta atividade os estudantes utilizaram os conhecimentos adquiridos anteriormente para confeccionar a maquete física.

A partir das classificações dos objetivos o Quadro 6.8 foi preenchido ao relacionar a Dimensão do Conhecimento com a Dimensão do Processo Cognitivo.

Quadro 6.8 - Análise do trabalho a partir da Taxonomia de Bloom Revisada

Dimensão do conhecimento	Dimensão do processo cognitivo					
	1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Sintetizar	6. Criar
Conhecimento efetivo	X	X				
Conhecimento conceitual				X		
Conhecimento procedural			X			X
conhecimento metacognitivo						

Fonte: Autor

6.1.5.2 Eixo cognitivo

Assim como nos outros trabalhos, os jogadores podem se movimentar livremente ao redor de suas construções no mundo do jogo. As atividades propostas no trabalho, como a realização de maquete, demandaram dos estudantes analisarem mais a fundo suas construções no jogo contando o número de blocos necessários para então construí-las fisicamente.

O uso do jogo permitiu que a criação da maquete fosse facilitada, com o jogo os estudantes têm mais facilidade em criar suas construções devido ao em um espaço tridimensional. As atividades de planificação e escala estão relacionadas com o desenvolvimento da Visão Espacial. Estas atividades não foram realizadas dentro do jogo, mas elas foram utilizadas de forma tradicional com os estudantes.

6.1.5.3 Eixo ferramental

O *Minecraft* foi utilizado a partir dos computadores do laboratório de informática, mas também foi permitida a utilização do jogo em casa. O *Minecraft* neste trabalho é utilizado para criar uma maquete virtual da construção projetada pelos estudantes. Neste trabalho essa maquete é utilizada como base para criação de uma versão física da mesma. O jogo nesse caso é utilizado não apenas para construir, mas também

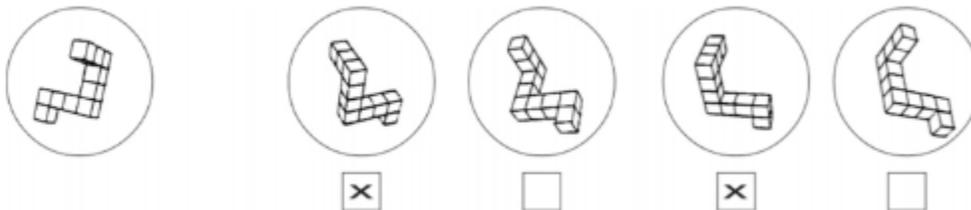
como forma de conseguir as medidas necessárias para maquete física através da contagem de blocos usados no mundo e conversão de medidas.

6.1.6 Trabalho 5: “*Minecraft as a block building approach for developing spatial skills*”

A pesquisa foi realizada na Espanha, em uma escola politécnica de ensino de engenharia. Diferente dos outros trabalhos trazidos nesta pesquisa, este foi realizado com estudantes do nível superior de ensino.

A fim de medir a capacidade de rotação mental, os pesquisadores do trabalho propuseram o “*Mental Rotation Test*” (MRT) (Figura 6.21).

Fig. 6.21 - Exemplo de questão do MRT

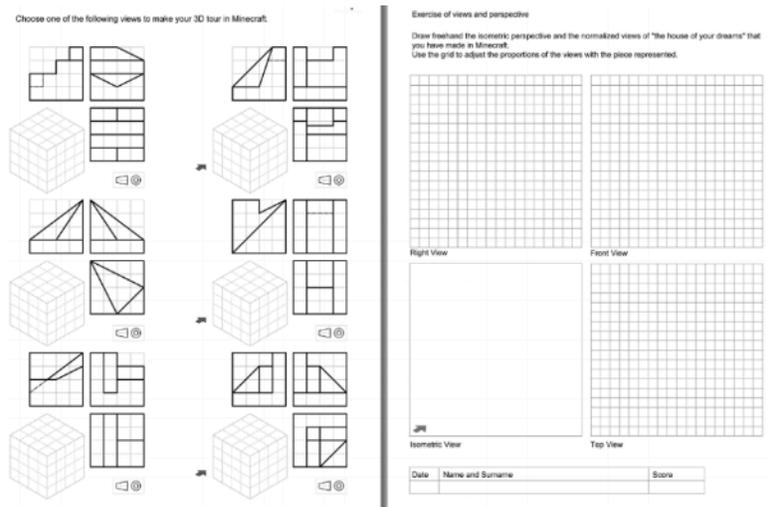


Fonte: Carbonell-Carrera et al., 2021, p.4

O *Minecraft* foi utilizado em três sessões. A primeira se deu com a aplicação do MRT, a segunda com a utilização do *Minecraft* para realização de atividades propostas pelos professores, e, por fim, a terceira sessão fez repetir o teste MRT para verificar o nível dos alunos após o uso do jogo. A pesquisa também contou com um grupo de controle, cujos integrantes fizeram os MRTs e as atividades, mas não tiveram contato com o jogo. A utilização do grupo de controle visa comparar os resultados daqueles que tiveram o contato com o jogo e os que não tiveram para observar se o jogo teve alguma influência sobre os participantes da pesquisa.

Na segunda sessão os estudantes realizaram duas atividades. Na primeira os alunos realizaram um desenho de uma peça em perspectiva no papel e desenharam também três de suas vistas ortográficas (fig. 6.22). O *Minecraft* foi utilizado como parte da atividade para que os alunos construíssem um modelo tridimensional utilizando os blocos do jogo.

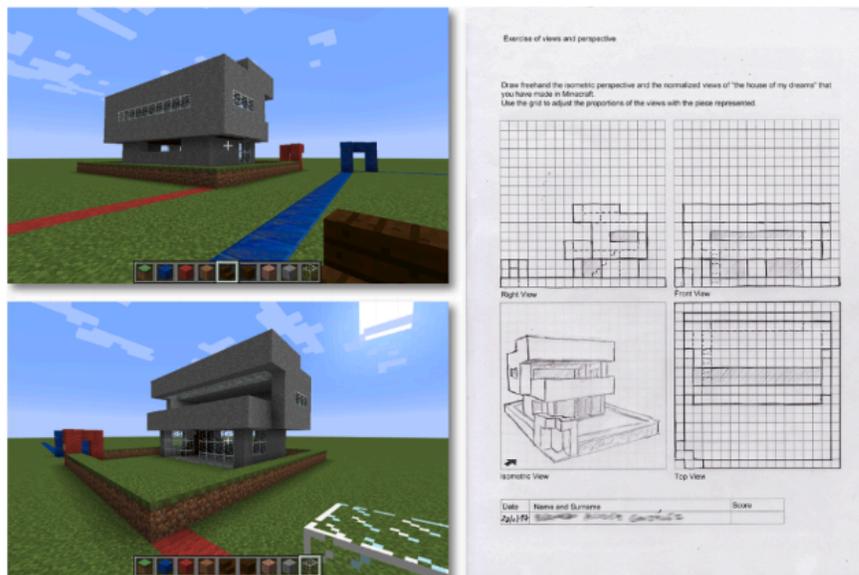
Fig. 6.22 - Exercício de desenho



Fonte: Carbonell-Carrera et al., 2021, p.4.

Na segunda atividade os estudantes realizaram o projeto de criação de uma “casa dos sonhos” (Figura 6.23), onde criaram uma casa utilizando sua criatividade. Após criar o modelo da casa no jogo, os estudantes desenharam três vistas ortográficas e uma perspectiva de sua construção.

Fig. 6.23 - Construção da atividade “casas do sonho”



Fonte: Carbonell-Carrera et al., 2021, p.4.

Na última sessão os estudantes realizaram o segundo MRT. Este teste tinha como objetivo fazer medições com o grupo que utilizou o *Minecraft* e o que não teve

contato com o jogo para comparar os resultados e verificar se o jogo influenciou na aprendizagem.

Os resultados da pesquisa demonstram que os estudantes que utilizaram o *Minecraft* tiveram melhores resultados no teste do MRT do que o grupo de controle (Quadro 6.9). Os alunos do grupo de controle não obtiveram diferença entre os resultados do primeiro teste do último.

Quadro 6.9 - Resultados do Teste de Rotação Mental (MRT)

Group	Pre-test M (SD)	Post-test M (SD)	Gain M (SD)
Treatment N = 17	19.10 (7.50)	25.60 (8.62)	6.50 (5.60)
Control N = 17	19.53 (6.5)	23.47 (6.29)	3.94 (4.72)

Fonte: Carbonell-Carrera et al., 2021, p.4.

A pesquisa também comparou os resultados da aprendizagem com o *Minecraft* com outros *workshops* que utilizam outras ferramentas para se trabalhar o desenvolvimento da rotação mental (Quadro 6.10). Em comparação com as outras abordagens, o *Minecraft* possui classificação semelhante com relação ao desenvolvimento da visão espacial (Carbonell-Carrera et al., 2021). “*The gains observed in the present study were similar to those obtained in other workshops using 3D applications such as Google SketchUp, video games such as Tetris, and Augmented Reality*” (Carbonell-Carrera et al., 2021, p.5).

Quadro 6.10 - Resultados do Teste de Rotação Mental (MRT) utilizando outras abordagens

Maiores ganhos no em valores do MRT em função dos Workshops relacionados a modelagem 3D		
Descrição do Workshop	Participantes	MRT Ganho (SD)
Modelagem 3D baseada em vistas isométricas em formato de papel	17	5.35 (4.35)
workshop sobre visualizações normalizadas no Google Sketchup	12	6.25 (6.55)
Construção de blocos com Tetris, Tetris Revolution e aplicativos de blocos 3D	21	6.72 (4.54)
Treinamento baseado em jogos com Tetris &	14	10.36 (4.76)

aplicativos de quebra-cabeça (Nintendo DS)		
Visualização 3D de peças através de realidade aumentada	25	8.04 (5.31)

Fonte: Carbonell-Carrera et al., 2021, p.5 (tradução nossa).

6.1.6.1 Eixo educacional

Na primeira sessão, os estudantes realizaram atividades de desenho na malha no papel e utilizaram o jogo posteriormente para criar o modelo tridimensional do que haviam desenhado na atividade. Na segunda sessão, os estudantes realizaram atividades que relacionaram a passagem de representações bidimensionais para tridimensionais e vice-versa. Analisando as sessões a partir da Taxonomia de Bloom Revisada elas podem ser relacionadas à etapa de **Aplicação** por se tratarem do uso dos conhecimentos prévios para criação das vistas. O conhecimento é o **Conhecimento Procedural** por se relacionar de forma prática com a criação das vistas.

Na atividade que envolveu a construção da “casa dos sonhos” os jogadores utilizam a etapa de **Criação** da Taxonomia de Bloom Revisada para criarem o projeto de construção da casa a partir de sua criatividade. Como na atividade anterior, a etapa do conhecimento utilizada é o **Conhecimento Procedural**. Posteriormente, os estudantes desenharam as vistas ortográficas da casa. O quadro 6.11 representa as etapas da Taxonomia de Bloom Revisada encontradas no trabalho analisado.

Quadro 6.11 - Análise do trabalho a partir da Taxonomia de Bloom Revisada

Dimensão do conhecimento	Dimensão do processo cognitivo					
	1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Sintetizar	6. Criar
Conhecimento efetivo						
Conhecimento conceitual						
Conhecimento procedural			X			X
conhecimento metacognitivo						

Fonte: Autor

Aqui vê-se a utilização do *Minecraft* como ferramenta para que os estudantes transformassem o desenho feito numa representação bidimensional numa maquetes virtual. Com a atividade “casa dos sonhos” os estudantes puderam explorar a sua criatividade para realizar a atividade e é exatamente nessa atividade que se verifica a presença do Construcionismo de Papert.

6.1.6.2 Eixo cognitivo

O trabalho apresenta como principal objetivo o desenvolvimento da rotação mental dos estudantes participantes. Essa habilidade, que compõe a visualização espacial, foi desenvolvida a partir dos exercícios propostos durante o projeto, onde são exploradas as vistas ortográficas de modelos tridimensionais. A partir dos desenhos na malha geométrica, os estudantes construíram seus modelos tridimensionais no jogo.

Uma proposta recorrente aos estudantes nas atividades foi a passagem do bidimensional para o tridimensional, e vice-versa. Para realizar esta atividade os estudantes precisam explorar como posicionar as vistas dos objetos no mundo do jogo para, assim, construir as peças da maneira correta. A partir da movimentação livre dos jogadores eles poderiam orbitar em volta da peça para verificar se a construção estava correta. Esta movimentação do jogador em relação ao objeto virtual pode contribuir para o desenvolvimento da visualização espacial (Sorby, 1999).

6.1.6.3 Eixo ferramental

Uma versão gratuita do jogo foi instalada nos computadores pessoais de cada um dos participantes. Nas atividades propostas neste estudo, os estudantes utilizaram o *Minecraft* para construir as peças tridimensionais a partir dos desenhos bidimensionais (Figura 6.21). Os professores utilizaram uma área demarcada para limitar as construções dos estudantes com base na atividade, determinando uma área maior ou menor dependendo da atividade.

7. Análise do Minecraft segundo os princípios dos bons jogos de Gee

O objetivo desse capítulo foi analisar o *Minecraft* a partir de suas características como jogo por meio dos Princípios dos Bons Jogos propostos por Gee (2005) e como tais características se relacionam com seu uso em sala de aula pelos estudantes. Os princípios dos bons jogos de Gee (2005) exploram as características presentes nos jogos que despertam o interesse de seus jogadores em jogá-los. Gee (2005) propõe que esses princípios podem ser explorados dentro do contexto educacional, o que pode se refletir em um interesse maior dos estudantes na aula.

A análise feita a seguir descreve como esses princípios estão dispostos no jogo *Minecraft* de forma geral. No entanto, ao longo da análise algumas atividades realizadas nas salas de aula das experiências trazidas nos trabalhos acadêmicos da amostra de análise dessa pesquisa foram utilizadas para ilustrar os princípios trazidos por Gee na prática da sala de aula.

7.1 O princípio da identidade

O princípio da identidade se relaciona ao personagem que o jogador assume ao jogar o jogo, construindo-o durante o jogo ou recebendo um personagem “pronto” (Gee, 2005). No *Minecraft* o jogador assume a identidade de um personagem que não tem uma história prévia, nem contextualização de sua situação. É através de seu personagem que os jogadores podem realizar as atividades propostas pelo professor, assumindo o personagem e controlando suas ações no jogo. Nos trabalhos analisados os estudantes assumiram seus personagens no jogo e através deles interagiram com os outros jogadores no mundo digital, como também realizaram as atividades propostas.

7.2 O princípio da produção

O princípio da produção foi fundamental para realização das atividades que foram propostas nos trabalhos analisados, pois é a partir dela que os jogadores são capazes de realizar modificações no mundo do jogo. Esse princípio é atribuído ao *Minecraft* pela possibilidade do jogador conseguir remodelar o mundo do jogo a seu

gosto. Um exemplo prático de aplicação foi a atividade de criação dos modelos das células dentro do *Minecraft* relatada no trabalho de Pusey e Pusey (2015). Neste exemplo os estudantes foram capazes de remodelar o mundo do jogo para desenvolver os projetos, realizando uma intervenção no mundo.

7.3 O princípio da customização

O princípio da customização foi utilizado nas atividades para alterar o modo de jogo padrão de sobrevivência para o modo criativo possibilitando uma melhor mobilidade e uso de recursos pelos estudantes. Essa escolha permite que os jogadores possuam recursos ilimitados e voo livre, facilitando assim a ação de construir dentro do jogo. A partir do princípio de customização o professor pode adequar o jogo para se adequar a sua proposta de aula, seja através da seleção do modo de jogo como também pelos comandos de texto que permitem modificar características do mundo como hora do dia, clima e regras do jogo.

7.4 O princípio de agência

O princípio de agência, se relaciona ao sentimento de propriedade que os jogadores têm com o jogo (Gee, 2005). Este sentimento de propriedade se dá em relação às ações dos jogadores em relação ao jogo. No *Minecraft* os jogadores são livres para tomar suas decisões e agir conforme sua vontade. Este princípio se relaciona bem com o modo criativo utilizado pelos estudantes, deste modo que permite que eles possuam recursos ilimitados para usar a criatividade para criar o que desejarem no mundo. Nos trabalhos esse princípio está presente no uso do *Minecraft* nas atividades de criação. Nestas atividades o jogo disponibiliza aos jogadores recursos ilimitados, que dão suporte para que criem construções conforme desejarem.

7.5 O princípio da boa ordenação dos problemas

O princípio da boa ordenação dos problemas foi analisado de forma diferente. Gee propõe que o jogo organize os problemas de uma forma que o jogador possa superá-los seguindo uma lógica, podendo ser do mais fácil ao mais difícil, por exemplo

(2005). Por se tratar de um jogo de livre exploração, o *Minecraft* não segue um caminho linear com suas dificuldades a serem superadas pelos jogadores predefinidos. A partir da necessidade de recursos mais raros o jogador será cada vez mais incentivado a correr mais riscos e dificuldades para conseguí-los. No modo criativo, modo utilizado nos trabalhos analisados, o jogador não é exposto a desafios no jogo por conta do modo de jogo. Relacionando as atividades propostas nos trabalhos analisados a este princípio, podemos perceber uma organização dos objetivos onde o estudante consegue desenvolver seu conhecimento a partir das atividades propostas, que fazem bom uso da ordem de dificuldade para o estudante.

7.6 O princípio do desafio e consolidação

O princípio do desafio e consolidação no *Minecraft* consiste nas pequenas tarefas que ficam automatizadas pelos jogadores, como a disposição de blocos no mundo para desenvolver construções básicas. Ao desafiar os estudantes a criarem estruturas mais complexas eles devem repensar o posicionamento dos blocos e até buscar variações diferentes para construção. Em um primeiro contato com o jogo os alunos podem ter dificuldade com os controles, mas no decorrer da jogo se acostumam com os comandos e passam a se preocupar com atividades mais complexas. Nos relatos pode-se observar que os estudantes passam por um período de adaptação ao jogo, aprendendo os controles básicos. Quando os jogadores estão habituados com os controles, passam para outros desafios como utilizar técnicas para construção no jogo.

7.7 O princípio da informação “na hora certa” e “a pedido”

O princípio da informação “na hora certa” e “a pedido” consiste no oferecimento da informação ao jogador dentro do jogo. A informação se caracteriza como “na hora certa” quando é entregue sem que haja solicitação, como a ajuda dos tutoriais automáticos. Esse tipo de informação aparece quando o jogador necessita dela ou é introduzido a um conceito novo que necessita aprender. Quando os jogadores necessitam consultar as receitas de fabricação dos itens ou informações sobre os blocos e o mundo a partir das informações obtidas ao pressionar a tecla “F3” eles estão

utilizando o princípio da “informação a pedido”. Embora este princípio esteja presente no *Minecraft*, os trabalhos analisados não relataram seu uso, provavelmente pelo fato dos alunos usarem o modo criativo nas atividades propostas. Esse modo desabilita os tutoriais de sobrevivência.

7.8 O princípio dos sentidos contextualizados

A partir do princípio dos sentidos contextualizados o jogador aprende o conteúdo a partir da relação entre seu significado e as situações no ambiente virtual. Podemos usar como exemplo a aplicação do jogo no trabalho de Da Silva (2018). Ao introduzir o conceito de volume com uma representação de uma piscina ou construindo um sólido com a área somada dos cubos menores, os estudantes podem ver uma aplicação real do conteúdo de forma prática. Outro exemplo prático deste princípio é a nomeação dos blocos e itens do jogo, que aparecem em contextos específicos. Os jogadores encontrarão os blocos relacionados aos tipos de rochas e minerais no chão, enquanto os relacionados à alimentação com as plantas e animais. Dessa forma, as palavras são trazidas dentro de seu contexto.

7.9 O princípio do pensamento sistemático

O princípio do pensamento sistemático se relaciona às ações dos jogadores e seus impactos no jogo e a outros jogadores. Este princípio pode ser aplicado a partir do modo *multiplayer* do jogo, onde os jogadores podem interagir uns com os outros de forma virtual. Essas interações que são geradas podem ser benéficas mas podem refletir conflitos entre os jogadores. Nos trabalhos apresentados não foram relatados atos de vandalismo nos mundos dos jogadores ou conflitos entre os estudantes. “Uma outra observação que nos surpreendeu é que também não vimos sinais de vandalismo nos mundos de acesso livre e que não recebemos reclamações de nenhum estudante de que a sua construção foi destruída” (Foerster, 2017, p. 1414). Os outros trabalhos apresentam relatos semelhantes, enfatizando a cooperação entre os jogadores.

7.10 O princípio explorar, pensar lateralmente, repensar os objetivos

A partir do princípio explorar, pensar lateralmente, repensar os objetivos os jogadores têm a possibilidade de pensar em abordagens diferentes para resolver determinadas situações. Pensando nas atividades propostas nos trabalhos analisados podemos relacionar esse princípio a alguns casos de construção onde os estudantes devem cumprir algum requisito e planejar suas ações para realizar o que é proposto. Este princípio não se relaciona a todas as atividades, sendo encontrado comumente no modo sobrevivência do *Minecraft*. Neste modo o jogador tem a oportunidade de diante de um problema pensar em abordagens possíveis para resolvê-lo.

7.11 O princípio das equipes transfuncionais

O princípio das equipes transfuncionais explora a ideia que cada jogador tem uma função e que os participantes das equipes trabalham juntos para cumprir os objetivos propostos pelo professor. No trabalho de Boito e Silva (2020) podemos perceber uma cooperação entre os integrantes das equipes que realizavam a atividade. “Como estavam trabalhando no mesmo computador, os integrantes de um mesmo grupo revezavam-se nas tarefas: um operava os comandos enquanto houve a socialização das ideias entre os demais” (Boito e Silva, 2020, p. 81). Neste exemplo é possível perceber a cooperação dos estudantes para cumprir os objetivos propostos.

7.12 O princípio da performance anterior à competência

O princípio da performance anterior à competência se relaciona à possibilidade do jogador conseguir realizar tarefas no jogo sem que antes tenha uma formação formal para adquirir a competência. A partir da interação com o jogo, o jogador vai aprendendo a jogá-lo.

Os jogadores podem ter desempenho antes de serem competentes, apoiados pelo design do jogo e também, frequentemente, pelo apoio de outros jogadores mais avançados (em games com múltiplos jogadores, em salas de bate-papo ou ali em pé na sala) (Gee, 2005, p.37).

Nas intervenções realizadas nas pesquisas selecionadas nem todos os jogadores sabiam jogar *Minecraft*, mas puderam experimentar o jogo de forma direta,

sem necessitar de um grande preparo antes e sem barreiras impostas pelo jogo. Os jogadores puderam aprender de forma prática jogando a realizar as tarefas propostas, contanto também com a ajuda de jogadores mais experientes.

7.13 O princípio da frustração prazerosa

O princípio da frustração prazerosa não entrou em vigor nos trabalhos analisados por conta do modo de jogo utilizado ser o criativo. Esse princípio se relaciona com os desafios que são propostos aos jogadores no jogo. O jogo propõe situações desafiadoras aos jogadores, que mesmo sendo difíceis são vistas como “superáveis” (Gee, 2005). Com o modo criativo, o jogo não oferece desafios aos jogadores. Podemos observar este princípio no modo sobrevivência do *Minecraft*. Estes desafios podem ser desde explorar áreas perigosas até enfrentar inimigos fortes.

7.14 O princípio da interação

O princípio da interação diz respeito à relação que o jogador tem com o jogo através do *feedback* que o jogo dá a partir de suas ações (Gee, 2005). No *Minecraft* esse *feedback* é dado a todo momento ao jogador, sendo um jogo sandbox de mundo aberto o jogador é livre a tomar suas decisões e o jogo dará respostas para elas. Atacar uma criatura, explorar uma construção, explorar uma determinada área são situações que o jogo responderá atacando o jogador, dando recompensas ou até punindo o jogador dependendo de suas escolhas. Como o *Minecraft* foi utilizado a partir do modo criativo, os jogadores das experiências analisadas neste trabalho não tiveram uma relação com este princípio, tendo em vista que utilizaram o jogo apenas para realizar construções.

7.15 O princípio de riscos

Alguns princípios não foram utilizados nas pesquisas selecionadas por conta do modo em que o *Minecraft* foi utilizado. Para facilitar a construção de estruturas feitas pelos jogadores, o modo utilizado nos trabalhos foi o criativo. Esse modo retira a

dificuldade do jogo relacionada à sobrevivência, permitindo o jogador ter recursos ilimitados e ser invulnerável a qualquer inimigo no jogo.

Dentre os princípios não vistos nos trabalhos está o de riscos, os estudantes não tiveram a oportunidade de experimentar esse princípio já que todos estavam utilizando o modo criativo, onde o jogador se torna invencível e nada pode matá-lo. Utilizando o modo sobrevivência do jogo esse princípio se relaciona com os perigos encontrados no mundo do jogo. “Os bons videogames reduzem as consequências das falhas dos jogadores; quando erram, eles sempre podem voltar ao último jogo que salvaram. Os jogadores são assim encorajados a correr riscos, a explorar, a tentar coisas novas” (Gee, 2005, p. 35). O *Minecraft* tem esse princípio como um dos mais utilizados pelo jogo. Em seu modo padrão de sobrevivência o jogador é estimulado a explorar o mundo correndo riscos, mas com a oportunidade de voltar a jogar caso morra. Dessa forma mesmo havendo os riscos o jogador tem ciência que mesmo que perca terá a oportunidade de retomar suas atividades de algum ponto.

7.16 Ferramentas inteligentes e conhecimento distribuído

Este princípio consiste no conhecimento que o jogador divide com o jogo. A partir deste princípio o jogador não necessita conhecer tudo do jogo. O próprio jogo auxilia o jogador dando suporte com conhecimentos já presentes no jogo. No *Minecraft* é possível verificar este princípio nas receitas de criação de itens, onde o jogador não necessita saber todas as receitas mas o jogo ajuda a encontrá-las através de um livro com os modelos de construção do jogo. Dentre os princípios analisados este princípio não foi utilizado nos trabalhos da amostra, pois com o modo criativo os jogadores recebem todas as receitas prontas.

Podemos concluir que o jogo *Minecraft* possui todos os princípios dos bons jogos propostos por Gee (2005), embora nem todos tenham sido encontrados na amostra analisada. O modo de jogo selecionado pelas experiências acadêmicas analisadas retirou a presença de alguns princípios, mas a maioria ainda pôde ser percebida nos relatos presentes nesses trabalhos.

8. Considerações finais

O objetivo geral deste trabalho foi explorar o uso do jogo digital *Minecraft* em sala de aula como uma ferramenta de ensino para o desenvolvimento da visualização espacial de estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental. Para que fosse possível alcançar esse objetivo geral, foi necessário atingir alguns objetivos específicos.

O **primeiro objetivo específico** foi alcançado na medida em que, após a pesquisa bibliográfica, chegou-se ao entendimento de que a visualização espacial é a habilidade com a qual o indivíduo realiza operações mentais relacionadas à forma. Em suma, a visualização dos objetos digitais presentes no *Minecraft* a partir de diferentes pontos de vista, por meio de sua movimentação livre pelo mundo do jogo, pode se constituir como uma forma dos jogadores desenvolverem a habilidade de visualização espacial.

A verificação do **segundo objetivo específico** se deu na medida em que, por meio da pesquisa bibliográfica e documental, concluiu-se que o *Minecraft* se mostrou uma ferramenta eficiente para ser utilizada em atividades educacionais. Primeiramente, é preciso colocar que foi feita uma análise com base nos **princípios dos bons jogos de Gee** (2005), Com base em tal análise pode-se concluir que o *Minecraft* possui todos os princípios propostos por Gee, embora nem todos tenham sido encontrados nas experiências de ensino relatadas nos trabalhos da amostra analisada. Segundo o autor, possuir tais princípios torna o jogo um bom jogo do ponto de vista do jogador, ou seja, o *Minecraft* tem as características que fazem um jogador querer jogá-lo. Dessa forma, pode-se inferir que num contexto educacional a presença de tais princípios pode se refletir em um interesse maior dos estudantes na atividade que o utiliza. Além disso, é possível concluir que algumas de suas características como jogo contribuem para seu êxito como ferramenta educacional. Uma dessas características é o fato do *Minecraft* ser um jogo *sandbox*. Tal característica permite aos jogadores a livre exploração e o uso de sua imaginação para criar os mais variados tipos de construções no mundo digital. Outra característica é a possibilidade de uso do jogo no modo *multiplayer*. Tal característica permite que os estudantes possam trabalhar em equipe em um mesmo

espaço virtual (mundo). O **terceiro objetivo específico** foi integralmente alcançado por meio do exame dos cinco trabalhos acadêmicos selecionados na amostra de análise desta pesquisa através de três eixos de análise: o eixo educacional, o cognitivo e o ferramental.

Dessa maneira é possível afirmar que com base nas análises feitas durante essa pesquisa foram identificadas evidências que indicam potencialidades no jogo digital *Minecraft* cujo uso pode contribuir para o desenvolvimento da visualização espacial em estudantes do Ensino Fundamental 2.

Em suma, este trabalho buscou analisar o uso do *Minecraft* como uma forma de se desenvolver a visualização espacial nos alunos de forma dinâmica, a partir de metodologias não tradicionais. Utilizar abordagens dessa natureza, como demonstrado nos relatos das experiências de ensino trazidos na amostra de análise desta pesquisa, incentivam os estudantes a participar das aulas. O uso do *Minecraft* voltado para o desenvolvimento da visualização espacial se mostrou benéfico, embasando a escolha, por parte dos professores, de estratégias de ensino que façam seu uso para este objetivo.

No intuito de mostrar as limitações desta pesquisa é preciso esclarecer que durante a pesquisa bibliográfica foram encontrados diversos trabalhos utilizando o *Minecraft* em sala de aula. Entretanto, os critérios de seleção dos trabalhos para a amostra de análise limitaram-na a cinco trabalhos acadêmicos. Portanto, a seleção realizada nesta pesquisa não garante uma abrangência total dos trabalhos encontrados, mas sim parcial. No entanto, a amostra se mostrou efetiva na medida em que não houve dados discrepantes ou relatos dissonantes. As observações, de algum modo, se mostraram complementares. Como dito anteriormente, esta pesquisa analisou os relatos trazidos nos trabalhos que fizeram parte da amostra de análise e se limitou aos dados informados por seus autores. Conseqüentemente, a análise dos mesmos pode não refletir a totalidade das ações realizadas na utilização do jogo em sala de aula.

A partir da discussão sobre o uso do *Minecraft* em sala de aula surgem outras possibilidades de pesquisa relacionadas ao uso de jogos e de ferramentas dinâmicas para o ensino. As discussões realizadas nesta pesquisa podem contribuir para a

realização de pesquisas futuras na área de jogos e ensino, assim como na área de ensino da Geometria como, por exemplo, uma pesquisa de campo que buscasse coletar outros dados a partir de uma pesquisa de natureza quantitativa relacionada ao desenvolvimento da visualização espacial dos estudantes através do uso do *Minecraft* em sala de aula, podendo reafirmar os resultados deste trabalho

No processo de escrita desta pesquisa foi possível compreender que a utilização de uma ferramenta em sala de aula requer embasamento teórico e planejamento. Foi possível também assimilar a importância de se trabalhar com uma base teórica bem estruturada e diversificada.

Durante o processo de escrita desta pesquisa, ficou evidente que a utilização eficaz de uma ferramenta em sala de aula demanda embasamento teórico e planejamento sólidos. Além disso, foi perceptível a importância de se trabalhar com uma base teórica bem estruturada e diversificada.

Com base na experiência de realizar esta pesquisa, é importante ressaltar que a elaboração de um trabalho no formato de monografia se mostrou uma tarefa desafiadora para um estudante do Curso de Licenciatura em Expressão Gráfica. Isso ocorre porque esse formato difere da abordagem predominantemente prática adotada em outros trabalhos do curso. Por outro lado, este trabalho se mostrou como um produto diretamente relacionado aos conhecimentos aprendidos no curso de Licenciatura em Expressão Gráfica, por unir as áreas de Geometria, Educação e Tecnologia. Foi gratificante conseguir finalizar um trabalho que ao mesmo tempo em que conecta estas áreas, propõe uma abordagem dinâmica que quando aplicada em sala de aula objetiva desenvolver a habilidade da visualização espacial do estudante, contribuindo para a melhoria do seu aprendizado na área da Geometria Gráfica.

Referências

ALBINO, Â. C. A.; DA SILVA, A. F. **BNCC e BNC da formação de professores: repensando a formação por competências**. Retratos da Escola, v. 13, n. 25, p. 137, 5 ago. 2019. Disponível em: <<https://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/966/pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2023.

ANDERSON, Lorin et. al. **A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. Nova York: Addison Wesley Longman, 2001. 336 p.

ANGELO, M. S.; SANTOS, M. F. M.; BARBOSA, R. S. J. **O ensino de geometria no brasil: uma abordagem histórica**. in: colóquio internacional “educação e contemporaneidade”, XIV., 2020. Anais [...] Sergipe: Anais Educon, 2020. p. 1-12. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/4v63bppce5aynjr2jhnrej4lla/access/wayback/http://anais.educonse.com.br/2020/o_ensino_de_geometria_no_brasil_uma_abordagem_historica;_geometr.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2023.

BARROS, R. C. D. P.; PAVANELLO, R. M. **Relações entre figuras geométricas planas e espaciais no ensino fundamental: o que diz a BNCC?** Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática, v. 15, n. 1, p. 11–19, 3 maio 2022. Disponível em: <<https://jjeem.pgsscogna.com.br/jjeem/article/view/9684/6340>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

BERTOLINE, G. R. **Visual Science: an emerging discipline**. Journal for Geometry and Graphics, Local, V.2, No. 2, 181-187, 1998. Disponível em <<https://www.academia.edu/download/41823758/jgg0219.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

BIANEZZI, M. **75% dos gamers brasileiros jogaram mais durante a pandemia**. IGN Brasil, 2021. Disponível em:

<<https://br.ign.com/brasil/88505/news/75-dos-gamers-brasileiros-jogaram-mais-durante-a-pandemia>> Acesso em: 20 abr. 2024

Bishop, J.E.(1978). ***Developing students' spatial ability***. Science Teacher, 45, 20-23.

BOITO, P.; SILVA, J. **Jogo *Minecraft* como aliado no processo de ensino e aprendizagem da geometria espacial**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 13, n. 3, p. 75–92, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/9947/pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2023.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 23 Abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2023.

BURCI, T. **Educação brasileira: do ensino jesuítico às aulas régias**. Colloquium Humanarum, v. 14, n. Especial, p. 301–307, 15 dez. 2017. Disponível em: <<http://www.unoeste.br/site/enepe/2017/suplementos/area/Humanarum/4%20-%20Educa%C3%A7%C3%A3o/EDUCA%C3%87%C3%83O%20BRASILEIRA%20DO%20ENSI NO%20JESU%C3%8DTICO%20AS%20AULAS%20R%C3%89GIAS.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2023.

CALDATTO, M.; PAVANELLO, R. **Um panorama histórico do ensino de geometria no Brasil: de 1500 até os dias atuais**. Quadrante, vol. 14, No. 1, p. 103- 128 Páginas, 30 jun. 2015. Disponível em <<https://quadrante.apm.pt/article/view/22913/16979>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

CARBONELL-CARRERA, C. *et al.* ***Minecraft as a block building approach for developing spatial skills***. *Entertainment Computing*, v. 38, maio 2021. Disponível

em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1875952121000240>> Acesso em: 12 Jan. 2023.

Criadora de 'Minecraft' tem lucro de US\$ 127 milhões em 2013, diz jornal. G1, 2014. Disponível em: <<https://g1.globo.com/tecnologia/games/noticia/2014/03/criadora-de-minecraft-tem-lucro-de-us-127-milhoes-em-2013-diz-jornal.html>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

DA SILVA, A. **Mundo virtual Minecraft:** um contexto de aprendizagens de conceitos geométricos. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia. Paraíba. p.116. Disponível em: <<http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/3617>>. Acesso em: 28 mar. 2023.

Dados da Visa mostram crescimento de quase 140% no faturamento do mercado de games no Brasil. Visa, 2021. Disponível em <<https://www.visa.com.br/sobre-a-visa/noticias-visa/nova-sala-de-imprensa/mercado-de-games-brasil.html#:~:text=Dados%20da%20Visa%20mostram%20crescimento,mercado%20de%20games%20no%20Brasil&text=O%20mercado%20brasileiro%20de%20games,registrou%20aumento%20exponencial%20em%202020.>>>. Acesso em: 22 abr. 2024

DE SENA, S. *et al.* **Aprendizagem baseada em jogos digitais:** a contribuição dos jogos epistêmicos na geração de novos conhecimentos. Novas tecnologias na educação, Rio Grande do Sul, v. 14, n.1, 2016. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/67323>> Acesso em: 28 mar. 2023.

DIAS, N. F.; ROSALEN, M. **Minecraft:** aprendendo mais com blocos. Cadernos de Educação, v. 13, n. 27, p. 158–170, 30 dez. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277938176_Minecraft_Aprendendo_Mais_com_Blocos?enrichId=rgreq-6c7b13d6cfe4bb23ca0534c975d88ebf-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI3NzkzODE3NjUzBUzo0MjE0NjQ1MDg1MTg0MDBAMTQ3NzQ5NjM3NzE5NA%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf> Acesso em: 30 dez. 2023.

EMMA. **Recordes de vapor:** os 10 jogos com o maior número de jogadores. Global-Esports.news, 2022. Disponível em:

<<https://www.global-esports.news/pt/general/recordes-de-vapor-os-10-jogos-com-o-maior-numero-de-jogadores/>> Acesso em: 6 ago. 2023.

FERRAZ, A. P. DO C. M.; BELHOT, R. V. **Taxonomia de Bloom**: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*, v. 17, n. 2, p. 421–431, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2010000200015&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 22 set. 2023.

FOERSTER, K. T. **Teaching spatial geometry in a virtual world**: Using minecraft in mathematics in grade 5/6. 2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Anais... Em: 2017 IEEE Global engineering education conference (EDUCON). Athens, Greece: IEEE, abr. 2017. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7943032/>>. Acesso em: 10 jan. 2023

GARDNER, H.; Tradução: COSTA, S. **Estruturas da mente**: a teoria das inteligências múltiplas. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2002.

GEE, J. **Good video games and good learning**. PHI KAPPA PHI FORUM, v. 85, n.2, 2005. Disponível em: <<https://gamesandimpact.org/wp-content/uploads/2012/02/GoodVideoGamesLearning.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2024

GILBERT, B. **'Minecraft' has been quietly dominating for over 10 years, and now has 112 million players every month**. Business Insider, 2019. Disponível em: <<https://www.businessinsider.com/minecraft-monthly-player-number-microsoft-2019-9>> Acesso em: 22 abr. 2024

GRANDO, A.; TAROUCO, L. **O uso de jogos educacionais do tipo RPG na educação**. *RENOTE*, v. 6, n. 1, 30 jun. 2008. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14403>> Acesso em: 10 abr. 2023.

KNITTEL, T. *et al.* **Minecraft**: experiências de sucesso dentro e fora da sala de aula. *Proceedings of SBGames*, Curitiba-PR, p. 789-795, nov. 2017. Disponível em:

<<https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/CulturaFull/175083.pdf> > Acesso em: 30 dez. 2022.

KRATHWOHL, D. **A revision of Bloom's taxonomy: an overview**. Theory into practice, Ohio, vol. 41, no. 4, 2002. Disponível em: <<https://www.depauw.edu/files/resources/krathwohl.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2023.

LOPES, A. V.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M.; GUSMÃO, M. B. R. DE. **Quem somos?** Uma abordagem epistemológica sobre a Geometria Gráfica e suas práticas. Revista Geometria Gráfica, v. 2, n. 1, p. 5, 11 out. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/geometriagrafica/article/view/238458/30302>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

LOPES, A. ;GUSMÃO, M.;CARNEIRO-DA-CUNHA, M. **Quem somos? O que fazemos? Para onde vamos?** uma reflexão epistemológica sobre a geometria gráfica. Revista Brasileira de Expressão Gráfica, [S. l.], v. 7, n. 2, 2019. Disponível em: <<https://rbeg.net/index.php/rbeg/article/view/81>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

LOVATO, F. et al. **Metodologias ativas de aprendizagem:** uma breve revisão. Acta Scientiae, v. 20, n. 2, p. 154-171, 15 maio 2018. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/3690>>

MAGALHÃES, L., **O sergipano Euclides Roxo e a educação matemática no Brasil**. Revista do Instituto Histórico e Geográfico de Sergipe, Sergipe, N. 47, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufs.br/rihgse/article/view/11972>>. Acesso em: 13 abr. 2024.

MCGEE, M. G. **Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences**. Psychological Bulletin, Texas, v. 86, n. 5, 1979.

Minecraft franchise fact sheet. Microsoft, 2021. Disponível em: <<https://news.microsoft.com/uploads/2017/05/Minecraft-Education-Edition-Fact-Sheet.pdf>> Acesso em: 22 abr. 2024

MONTEIRO, I. O **desenvolvimento histórico do ensino de geometria no Brasil**. Monografia (Graduação em Matemática) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. São Paulo, p. 29. Disponível em: <<https://www.ibilce.unesp.br/Home/Departamentos/Matematica/o-desenvolvimento-historico--ivan-alves-monteiro.pdf>>. Acesso em: 17 jul 2023.

NIPO, D. T.; GADELHA, D. R. S.; SILVA, M. F. DA. **Jogos e aprendizagem: uma análise do jogo Fez para o ensino de conceitos do sistema mongeano sob a ótica da gênese instrumental**. Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2022). Anais... Em: Anais estendidos do simpósio brasileiro de jogos e entretenimento digital. Brasil: Sociedade Brasileira de Computação, 24 out. 2022. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/23688>. Acesso em: 28 mar. 2023

NOFFS, N. D. A.; SANTOS, S. D. S. **O desenvolvimento das metodologias ativas na educação básica e os paradigmas pedagógicos educacionais**. Revista e-Curriculum, v. 17, n. 4, p. 1837–1854, 19 dez. 2019. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/curriculum/article/view/46227>> Acesso em: 10 abr. 2023.

OLIVEIRA, J.; PIMENTEL, F.; FREITAS, R. **Gamificação para o desenvolvimento dos multiletramentos no ensino superior**. In: PIMENTEL, F. Aprendizagem baseada em jogos digitais teoria e prática. Rio de Janeiro: BG Business Graphics Editora, 2021. p. 140-158.

One trillion Minecraft views: exploring the data behind a mind-boggling milestone for gaming creators on YouTube. Youtube Culture & Trends, [2021]. Disponível em: <<https://www.youtube.com/trends/articles/minecraft-trillion/>> Acesso em: 22 abr. 2024.

PACETE, L. **2022 promissor: mercado de games ultrapassará US\$ 200 bi até 2023**. Forbes, 2022. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbes-tech/2022/01/com-2022-decisivo-mercado-de-games-ultra>>

passara-us-200-bi-ate-2023/#:~:text=O%20mercado%20de%20jogos%20continuar%C3%A1,mais%20r%C3%A1pido%20nos%20pr%C3%B3ximos%20anos.>. Acesso em: 22 abr. 2024

PAPERT, S. **A máquina das crianças**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993

PAPERT, S. **Constructionism**: a new opportunity for elementary science education. 1986.

PAPERT, S. **Logo**: computadores e educação. São Paulo: editora brasiliense s.a., 1985

PASSOS, C. L. B.; NACARATO, A. M. **O ensino de geometria no ciclo de alfabetização**: um olhar a partir da província Brasil. São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://jjeem.pgskroton.com.br/article/view/9684>> Acesso em: 30 mai. 2023.

Pesquisa global de entretenimento e mídia 2022–2026: Projeções de cinco anos de dados de gastos de consumidores e anunciantes em 16 segmentos e 52 territórios. PwC, 2022. Disponível em: <<https://www.pwc.com.br/pt/estudos/setores-atividade/entretenimento-midia/2022/outlook-2022.html>> Acesso em: 7 ago. 2023

PIMENTEL, F. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**: teoria e prática. Rio de Janeiro: BG Business Graphics Editora, 2021, 197 p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/351083230_Aprendizagem_baseada_em_jogos_digitais_teorica_e_pratica> Acesso em: 10 abr. 2023.

POVOLERI, B. **Fortnite passa a mostrar contagem de jogadores em cada modo**. The Enemy, 2023. Disponível em: <<https://www.theenemy.com.br/pc/fortnite-contagem-jogadores#:~:text=Recentemente%20o%20CEO%20da%20empresa,milh%C3%B5es%20de%20usu%C3%A1rios%20ativos%20mensalmente>> Acesso em: 6 ago. 2023.

PROCÓPIO, L. **Engajamento acadêmico no ensino de desenho técnico**: diretrizes para a prática docente na educação profissional. Monografia - (Licenciatura em Expressão Gráfica), Recife, p.126, 2022.

PUSEY, M.; PUSEY, G. **Using Minecraft in the science classroom.** International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education, 22-34, 2015. Disponível em: <<https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/67048>> Acesso em: 30 dez. 2022.

Quem foi Seymour Papert? Wash. Disponível em: <<https://wash.net.br/quem-foi-seymour-papert/>> Acesso em: 17 fev. 2024.

SCHIMIDT, D.; SUTIL, N. **O jogo digital Minecraft como um espaço de discussão, reflexão e ação a partir dos pressupostos da educação CTSA.** Indagatio Didactica, Portugal, v. 8, p. 1863-1880, Jul 2016. Disponível em: <<https://proa.ua.pt/index.php/id/article/view/12099/7975>> Acesso em: 11 mar. 2023.

SCHIMIDT, D; SUTIL, N. **Explorando o ambiente virtual do minecraft em sala de aula:** potencialidades do jogo para trabalhar a interação do ser humano com o ambiente.in: Congresso Internacional de tecnologia na educação, XIII, Olinda, 2015. Disponível em: <<https://intranet.pe.senac.br/dr/ascom/congresso/anais/2015/arquivos/pdf/comunicacao-oral/EXPLORANDO%20O%20AMBIENTE%20VIRTUAL%20DO%20MINECRAFT%20EM%20SALA%20DE%20AULA%20potencialidades%20do%20jogo%20para%20trabalhar%20a%20intera%C3%A7%C3%A3o%20do%20ser%20humano%20com%20o%20ambiente.pdf>> Acesso em: 6 ago. 2023.

SILVEIRA, J. A . **Construcionismo e inovação pedagógica:** uma visão crítica das concepções de Papert sobre o uso da tecnologia computacional na aprendizagem da criança. Revista Themis , v. 10, p. 119-138, 2012. Disponível em: <<https://revistathemis.tjce.jus.br/THEMIS/article/view/87/85>>. Acesso em: 27 mar. 2023

SORBY, S. **Developing 3-D spatial visualization skills.** Engineering Design Graphics Journal, v. 6, No. 2, p. 21-32. Disponível em: <<http://www.edgj.org/index.php/EDGJ/article/view/126/122>>. Acesso em: 13 mar. 2023

SUZUKI, K. **Activities of the japan society for graphic science.** Journal for Geometry and Graphics, Local, v. 6, n. 2, p. 221-229, 2002. Disponível em:

<<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=796743abe6f6e31b09cf7b42125712cf7eb96cf7>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

Tartre, L.A. (1990). ***Spatial skills, gender, and mathematics***. In E. H. Fennema & G. C. Leder (Eds.), *Mathematics and Gender*, (pp. 27-59). New York, NY: Teachers College Press.

TAXONOMIA. in: DICIO, Dicionário online de português. Disponível em: <<https://www.google.com/url?q=https://www.dicio.com.br/taxonomia/&sa=D&source=docs&ust=1713833787047888&usg=AOvVaw0VvT8hqgtbxQViAlwF-E-u>> Acesso em: 22 fev. 2024.

VALENTE, J. **Informática na educação: instrucionismo x construcionismo**. 31 dez. 2005. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/2/1/informaacutetica-na-educaccedilatildeo-instrucionismo-x-construcionismo>. Acesso em: 21 abr. 2023.