



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
JÚLIO DE MESQUITA FILHO  
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO**

# **LETRAMENTO ESPACIAL POR MEIO DE GAMES DIGITAIS**

**Vânia Cristina Pires Nogueira Valente**

BAURU  
2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE  
MESQUITA FILHO  
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO**

**Vânia Cristina Pires Nogueira Valente**

**LETRAMENTO ESPACIAL POR MEIO DE  
GAMES DIGITAIS**

Tese apresentada à Faculdade de  
Arquitetura, Artes e Comunicação da  
Universidade Estadual Paulista Júlio de  
Mesquita Filho para obtenção do título de  
Livre Docente em Representação Gráfica.

BAURU  
2016

## FICHA CATALOGRÁFICA

Valente, Vânia Cristina Pires Nogueira.  
Letramento Espacial por meio de Games  
Digitais / Vânia Cristina Pires Nogueira  
Valente, 2016  
177 f. : il.

Tese Livre Docência - Universidade Estadual  
Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e  
Comunicação, Bauru, 2016

1. Habilidade Espacial. 2. Geometria  
Descritiva. 3. Games Digitais. 4.  
Aprendizagem. 5. Letramento Espacial. I.  
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de  
Arquitetura, Artes e Comunicação. II. Título.

Título em Inglês: Spatial Literacy by Digital Games.

Palavras-chave em Inglês Spatial skill, Descriptive Geometry, Digital Games,  
Spatial Literacy.

Área de concentração: Ensino da Representação Gráfica.

Titulação: Livre Docente em Representação Gráfica.

Banca examinadora: Luis Carlos Paschoarelli, José Carlos Plácido da Silva,  
José Armando Valente, Regina Coeli Ruschel, Lea Cristina Lucas de Souza.

Data da defesa: 21-10-2016.

Departamento de Artes e Representação Gráfica.

Para

Luiz Octávio, que agora me terá mais presente,

Luiz Eduardo, que me verá novamente na torcida dos seus jogos e

Júlia, que não ficará mais sem as orações antes de dormir,

com toda minha dedicação e amor.

# **AGRADECIMENTOS**

À luz divina que me iluminou conduzindo esta pesquisa;

Aos meus pais que me ensinaram, com exemplos, que vencedores são aqueles que resistem um pouco mais;

A toda minha família que me incentivou e compartilhou comigo os momentos de ânimos e desânimos;

Aos professores e funcionários do Departamento de Artes e Representação Gráfica com os quais eu aprendi muito e recebi total apoio para o desenvolvimento deste trabalho;

Aos funcionários da Seção Técnica Acadêmica e da Seção Técnica de Desenvolvimento e Administração de Recursos Humanos da FAAC/UNESP pelas orientações e encaminhamentos.

Graças eternas!

Milhares de velas podem ser acesas de uma única vela  
e a vida da única vela não será encurtada.

A felicidade nunca diminui por ser compartilhada.

**do livro “Os ensinamentos de Buda”**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos da Habilidade Espacial.....	30
Figura 2 - Conversão 2D para 3D.....	31
Figura 3 - Conversão 3D para 2D.....	31
Figura 4 – <b>Capa da obra “Inquiries into human faculty and its development”</b> .....	32
Figura 5 – <b>Sumário da obra “Inquiries into human faculty and its development”</b> .....	33
Figura 6 - Processo de assimilação e acomodação segundo Piaget.....	36
Figura 7 - Aprendizagem em espiral.....	37
Figura 8 - Exemplo de teste MCT.....	45
Figura 9 - Exemplo de teste RTF.....	45
Figura 10 - Exemplo de teste WLT.....	45
Figura 11 - Exemplo de teste DAT:SR.....	45
Figura 12 - Exemplo de teste MRT.....	46
Figura 13 - Exemplo de teste PSVT-R.....	46
Figura 14 - Exemplo de teste 3DC.....	47
Figura 15 - Exemplo de teste TVZ.....	47
Figura 16 – Teste utilizado no Project Talent – Respostas A, A, D, C.	48
Figura 17 - Desenho de Bombas de água.....	50
Figura 18 - Homem desenhando um alaúde.....	50
Figura 19 – A Escola de Atenas.....	51
Figura 20 – <b>Página de rosto e exercício do livro Geometria Descritiva de Gaspard Monge – 1811</b> .....	52

Figura 21 - trabalho do aluno Willian Pieroni de Souza – montagem e projeto.....	61
<b>Figura 22 - Detalhe que mostra a pirâmide seccionada .....</b>	<b>61</b>
Figura 23 - Explicação na lousa do seccionamento do cubo e sua VG	63
Figura 24 - Modelos tridimensionais em madeira .....	63
<b>Figura 25 – Quadros da animação de projeções no 1º Diedro e formação da Épura.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 26 - Exercício de Perspectiva Cavaleira no AutoCAD .....</b>	<b>63</b>
Figura 27 - vista superior de um modelo de madeira obtida via fotografia de celular .....	63
<b>Figura 28 - Exercícios desenvolvidos em papel A3 com instrumentos de Desenho Técnico .....</b>	<b>63</b>
Figura 29 - Telas do sistema Hypergeo.....	65
Figura 30 - Mapa de navegação do Hypergeo .....	66
Figura 31 - Telas do Ambiente Tutor Suporte ao Aprendizado de Geometria Descritiva. ....	67
Figura 32 - Grafo dos pré-requisitos dos conceitos de GD. ....	68
Figura 33 - Gráfico do Esquecimento .....	70
Figura 34 – Gráfico da Repetição Espaçada.....	71
Figura 35 - Gráfico do Fluxo .....	73
Figura 36 - Gráfico do Fluxo / Sentimentos.....	74
Figura 37 - Gráfico do Fluxo / Exemplos de atividades .....	74
Figura 38 - Gráfico do Fluxo nos Games Digitais .....	76
Figura 39 - Gêneros dos Games Digitais mais disseminados .....	78

Figura 40 - Gêneros de Games Digitais que desenvolvem a Habilidade Espacial .....	84
Figura 41 - Cena do game DOOM 2 .....	85
<b>Figura 42 - Cena do game DOOM 3 .....</b>	<b>86</b>
Figura 43 - Cena inicial do game DOOM – 2016.....	86
Figura 44 - Cena do game DOOM – 2016 .....	87
Figura 45 - Cena inicial do game Call of Duty - Black Ops III .....	88
Figura 46 - Cena do game Call of Duty - Black Ops III .....	89
Figura 47 - Cena do game Call of Duty - Black Ops III .....	89
Figura 48 - Tela inicial do Overwatch.....	90
Figura 49 - Cena de deslocamento do Game Overwatch .....	91
Figura 50 - Cena de ataque do Game Overwatch .....	92
Figura 51 - Cena de defesa do Game Overwatch.....	92
Figura 52 – Mapas do game Overwatch.....	93
Figura 53 - Cena de combate do Game Overwatch.....	93
Figura 54 - Triângulo impossível.....	94
Figura 55 - Triângulo de Penrose.....	94
Figura 56 – Escada de Penrose.....	95
Figura 57 – Ascending and Descending de Escher - 1960.....	95
Figura 58 - Waterfall de Escher - 1961 .....	96
Figura 59 - Cena inicial de uma fase de Monument Valley.....	97
Figura 60 – Resolução de uma fase de Monument Valley.....	98
Figura 61 - Cena de Monument Valley que remete à obra Waterfall de Escher .....	99

Figura 62 – Cena de dificuldade média de Monument Valley.....	99
Figura 63 - Cena do game The Bridge.....	100
Figura 64 - Cena do game The Bridge.....	101
Figura 65 - Cena do game The Bridge.....	101
Figura 66 - Fase do game Fez.....	102
Figura 67 - Cena inicial de um mundo de Minecraft.....	103
Figura 68 - Construção de um mundo novo no Minecraft.....	104
Figura 69 - Vista frontal de uma construção no Minecraft.....	106
Figura 70 - Vista superior de uma construção no Minecraft .....	106
Figura 71 - Fachada de um castelo no Minecraft.....	107
Figura 72 - Vista do interior de um castelo no Minecraft .....	107
Figura 73 - Fluxograma do andamento da Disciplina Desenho II com a aplicação dos testes.....	112
Figura 74 - Pré-Teste realizado com os alunos de Design.....	114
Figura 75 - Pós-Teste realizado com os alunos de Design .....	115
Figura 76 - Fluxograma para análise dos resultados dos testes .....	117
Figura 77 - Trabalho: Ficha para catalogo de Game Digital .....	127
Figura 78 - Respostas do Pré-Teste realizado com os alunos de Design .....	156
Figura 79 - Respostas do Pós-Teste realizado com os alunos de Design .....	156

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Componentes da Habilidade Espacial .....	28
Tabela 2 - Componentes da Habilidade Espacial .....	29
Tabela 3 - Fases das pesquisas sobre Habilidade Espacial .....	33
Tabela 4 - Cronologia de Pesquisa sobre Habilidade Espacial .....	34
Tabela 5 - Estágios do desenvolvimento cognitivo .....	35
Tabela 6 - Resultados dos testes aplicados em estudantes de engenharia. ....	40
Tabela 7 - Testes para avaliação de Habilidade Espacial. ....	44
Tabela 8 - Modelos Pedagógicos.....	58
Tabela 9 - Thorndike, Bruner, Csikszentmihalyi e os Games Digitais.....	77
Tabela 10 - Funções exercitadas nos diversos gêneros de games .....	83
Tabela 11 - Participantes da Pesquisa por Gênero .....	110
Tabela 12 - Aproveitamento dos alunos nos testes .....	118
Tabela 13 - Games mais utilizados pelos alunos de Desenho II da FAAC/UNESP .....	122
Tabela 14 - Aproveitamento dos alunos por gênero de Game Digital.....	124
Tabela 15 - Pré-requisitos do Sistema.....	163
Tabela 16 - Estados assumidos pelos conceitos no histórico do aluno .....	167
Tabela 17 - Ações possíveis armazenadas por exercício no histórico do aluno .....	167

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Participantes da pesquisa distribuídos por Gênero .....	111
Gráfico 2 - Aproveitamento dos alunos nos testes aplicados .....	118
Gráfico 3 - Aproveitamento feminino e masculino (que não jogam games) nos testes aplicados .....	119
Gráfico 4 - Aproveitamento feminino e masculino (que jogam games) nos testes aplicados.....	120
Gráfico 5 - Aproveitamento feminino (que joga games) e masculino (que não joga games) nos testes .....	121
Gráfico 6 - Aproveitamento dos alunos no Pré-Teste .....	122
Gráfico 7 - Gêneros de Games Digitais mais utilizados .....	123
Gráfico 8 - Aproveitamento dos alunos por gênero de Game Digital .....	124

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

2D - Bidimensional

3D - Tridimensional

3DC - Three-Dimensional Cube Test

ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas

ARP - Aprendizagem por Resolução de Problemas

CRT - Cards Rotation Test

CUT - Cracow University of Technology

DAT SR - Differential Aptitude Test

EEM - Escola de Engenharia Mauá

FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação

Fem JG - Feminino que joga games

Fem NJG- Feminino que não joga games

FPS - First Person Shooter

GD - Geometria Descritiva

HE - Habilidade Espacial

Masc JG - Masculino que joga games

Masc NJG - Masculino que não joga games

MCT - Mental Cutting Test

MRT - Mental Rotation Test

MTU - Michigan Technological University

PBL - Problem Based Learning

PMA SR - Spatial Relation subset of Primary Mental Abilities Test

PSV T-R - Purdue Spatial Visualization Test

RFT - Rod-and-frame test

STEM - Science, Technology, Engineering e Math

TSP - Third Person Shooter

TVZ - Test de Visualización

UKL - University of Kaiserslautern

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

VG - Verdadeira Grandeza

WLT - The Water Level Test

## RESUMO

VALENTE, Vânia Cristina Pires. **Letramento Espacial por meio de Games Digitais**. Bauru, 2016: Tese de Livre Docência – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 178 p.

Pesquisas sobre as competências necessárias aos profissionais das áreas de Representação Gráfica concluem que o principal pré-requisito para sua conquista é saber raciocinar espacialmente, ou seja, possuir a Habilidade Espacial desenvolvida. Habilidade Espacial é a capacidade de conceber mentalmente objetos em duas ou três dimensões e manipulá-los espacialmente mantendo suas características de forma, tamanho e inter-relações. Essa habilidade é necessária para a criação, representação e leitura de projetos nas Engenharias, Arquitetura, Design e em outras áreas do conhecimento. Embora essencial para a formação profissional, há uma carência de seu desenvolvimento por parte dos discentes ingressantes na universidade e isso se apresenta como um desafio para os docentes, principalmente aqueles que lidam com disciplinas de Desenho Técnico e Geometria Descritiva (GD). Esta pesquisa analisou a possibilidade de aplicação dos Games Digitais presentes no cotidiano dos universitários para, de maneira motivante e natural, instigar o desenvolvimento da Habilidade Espacial favorecendo o pensamento espacial eficiente, ou seja, promovendo seu Letramento Espacial. O método adotado foi o da pesquisa ex-post-facto por buscar a existência de relações entre o desenvolvimento da Habilidade Espacial dos alunos que jogam games digitais, comparando-os com os que não jogam. Foram analisadas duas turmas da Disciplina de Desenho II do Curso de Design da Unesp e em ambas foi constatado um diferencial positivo quanto à Habilidade Espacial nos alunos que possuíam o hábito de jogar games digitais, principalmente os games de atirador em primeira pessoa.

**Palavras chave:** Habilidade Espacial, Geometria Descritiva, Games Digitais, Letramento Espacial.

# ABSTRACT

Researches on the abilities needed by Graphic's Representation professionals conclude that the main prerequisite for its achievement is knowing reason spatially, that is to have the ability Space developed. Spatial skill is the ability to mentally design objects in two or three dimensions and manipulate them spatially maintaining its characteristics of shape, size and interrelationships. This ability is necessary for the creation, representation and reading projects in Engineering, Architecture, Design and other areas of knowledge. Although essential for vocational training, there is a lack of development on the part of students joining the university and this presents a challenge for teachers, especially those dealing with design disciplines Technical and Descriptive Geometry (DG). This research analyzed the possibility of application of Digital Games present at the university for everyday of motivating and natural way, instigating the development of Spatial Ability favoring efficient spatial thinking, that is, promoting your Spatial Literacy. The method used was the research ex-post-facto to search the existence of relations between the development of spatial ability of students playing digital games, comparing them with those who do not play. Was analyzed two groups of Drawing II Discipline of Unesp Design Course and both was found a positive differential as the Spatial skill in students who had the habit of playing digital games, especially first-person shooter games.

**Keywords:** Spatial skill, Descriptive Geometry, Digital Games, Spatial Literacy.

# SUMÁRIO

<b>1 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....</b>	<b>19</b>
1.1 Introdução.....	19
1.2 Objeto de pesquisa.....	21
1.3 Objetivo e metas.....	23
1.4 Metodologia.....	25
<b>2 HABILIDADE ESPACIAL.....</b>	<b>27</b>
2.1 Habilidade Espacial.....	27
2.2 Histórico de pesquisas sobre Habilidade Espacial.....	32
2.3 Habilidade Espacial x Gênero.....	39
2.4 Medição da Habilidade Espacial.....	43
<b>3 LETRAMENTO ESPACIAL.....</b>	<b>49</b>
3.1 Descrição das formas com precisão.....	49
3.2 Letramento Espacial e Geometria Descritiva.....	53
3.3 Ensino de GD no Curso de Design da FAAC/UNESP.....	56
<b>4 GAMES DIGITAIS E APRENDIZADO.....</b>	<b>69</b>
4.1 Motivação e Aprendizado.....	69
4.2 Habilidades Cognitivas estimuladas por Games Digitais.....	76
4.3 Games Digitais e Habilidade Espacial.....	78
4.4 Games de Atirador em 1ª Pessoa.....	84
4.5 Games com labirintos e paradoxos visuais.....	94
4.6 Game de Mundo Aberto.....	103

<b>5 GAMES DIGITAIS E LETRAMENTO ESPACIAL .....</b>	<b>108</b>
5.1 Games Digitais no Curso de Design da Unesp.....	108
5.2 Amostra .....	110
5.3 Método.....	111
5.4 Materiais .....	114
5.5 Análise dos dados .....	117
5.6 Games Digitais promovendo o Letramento Espacial .....	125
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>128</b>
<b>REFERÊNCIA.....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO I – Plano de Ensino da Disciplina Desenho II .....</b>	<b>141</b>
<b>ANEXO II – Autorização para reprodução de fotos do trabalho do aluno     Willian Pieroni de Souza .....</b>	<b>145</b>
<b>ANEXO III – Formulário de Pesquisa.....</b>	<b>147</b>
<b>ANEXO IV – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....</b>	<b>149</b>
<b>ANEXO V – Parecer Consubstanciado do CEP .....</b>	<b>151</b>
<b>ANEXO VI – Resolução dos testes aplicados.....</b>	<b>155</b>
<b>ANEXO VII – Ambiente Tutor desenvolvido na Poli-USP .....</b>	<b>157</b>

## 1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

### 1.1 Introdução

Em 1998 eu era Diretora de Informática da Faculdades de Ciências (FC) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) do Campus de Bauru e havia acabado de obter o título de mestre na Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC) da mesma instituição. Trabalhando em período integral com informática, à noite pesquisava possibilidades para auxiliar os profissionais de *Design* com os recursos computacionais disponíveis na época. Nessa trajetória me aproximei cada vez mais dos docentes de Desenho Técnico do Departamento de Representação Gráfica da FAAC e conheci as dificuldades que eles enfrentavam ao lecionar os Sistemas de Projeções para a representação de objetos tridimensionais no plano.

Naquela época eu dispunha de uma novidade fantástica que poderia ser de grande valia ao ensino, dominava uma tecnologia de ponta com um potencial, ainda não conhecido em plenitude, mas muito promissor: a Internet. Eu havia, em 1996, instalado o primeiro servidor *www*<sup>1</sup> da UNESP e desenvolvido seu primeiro site.

Então, em parceria com a Profa. Maria Antônia Benutti<sup>2</sup>, elaborei e codifiquei, em HTML<sup>3</sup> e Applet Java<sup>4</sup>, um material didático inovador para o ensino das projeções: um “livro animado”, chamado Hypergeo<sup>5</sup>, cheio de conteúdo sobre os Sistemas de Projeções com ilustrações e animações que estão no ar até hoje e, apesar dos seus 18 anos, ainda é citado e utilizado por docentes de inúmeras instituições do Brasil e de outros países de língua

---

<sup>1</sup> Computador com um endereço específico, dedicado a receber solicitações de navegadores web e a entregar o conteúdo nele armazenado.

<sup>2</sup> Docente do Departamento de Artes e Representação Gráfica – FAAC/UNESP

<sup>3</sup> Linguagem de marcação utilizada na construção de páginas na Web.

<sup>4</sup> Programas escrito na linguagem Java que são incluídos em páginas da web e executado nos navegadores dos clientes, por exemplo um formulário, teste ou “Quiz”.

Portuguesa. Esse material foi apresentado aos profissionais da área no 13º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico / International Conference on Graphics Engineering for Artes and Design - Graphica 1998 - em Feira de Santana com o título: Internet como mídia contribuidora no ensino de conceitos de Geometria Descritiva.

Mantendo o foco nas disciplinas de Representação Gráfica, desenvolvi, como pesquisa de doutoramento na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP) no Departamento de Construção Civil, um Ambiente Tutor Interativo e Adaptativo para apoiar o aprendizado de Geometria Descritiva (vide Anexo 1) para ser disponibilizado nas disciplinas de desenho das Engenharias da USP. Essa pesquisa foi uma das oito do Brasil selecionada e apoiada pelo “Programa de Apoio à Pesquisa em Educação à Distância - PAPED” da CAPES e o software foi desenvolvido com a opção de ser utilizado presencialmente ou em programas de educação a distância sem a necessidade de um tutor humano.

Em dezembro de 2005, depois de 19 anos em regime efetivo na FC/UNESP, passei a integrar em regime de tempo integral e dedicação exclusiva o corpo docente do Departamento de Artes e Representação Gráfica da FAAC/UNESP e assumi as aulas de Desenho Geométrico e Geometria Descritiva. Desde então enfrentei os desafios que os docentes da área relatavam sobre os alunos: **“as projeções são difíceis de aprender”**.

Em 2008 me credenciei como docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Televisão Digital da FAAC/UNESP que se instalava naquela data. A partir de então, ampliei minhas pesquisas pois havia uma nova ferramenta para o ensino: a TV Digital Interativa. Em julho de 2015 o referido programa passou a ser denominado “Programa de Pós-Graduação em Mídia e Tecnologia”.

---

<sup>5</sup> Descrito no Capítulo 3 - Ensino de Geometria Descritiva.

## 1.2 Objeto de pesquisa

Em minhas aulas procuro utilizar todos os recursos didáticos disponíveis e os que também desenvolvo especialmente para esse fim: modelos tridimensionais, animações multimídias, vídeos, exercícios no AutoCAD, e, claro, muito desenho na lousa.

Apesar de aplicar diversos recursos didáticos e apresentar o conteúdo da disciplina de várias formas, alguns alunos ainda sentiam muita dificuldade em representar objetos tridimensionais no plano.

Diante disso surgiram as seguintes questões:

- Por que as turmas são tão heterogêneas?
- Por que alguns alunos visualizam as Projeções e outros não?
- Por que o tempo de aprendizado na disciplina de GD é tão longo para uns e razoável para outros?
- O que fazer para auxiliar o desenvolvimento dos alunos com mais dificuldades?

Na busca de soluções para estas indagações, um achado muito especial foi um artigo sobre competências para o desempenho de atividades na área gráfica de Rodrigues (2003) que me remeteu, novamente, à minha tese de doutoramento Valente (2003) na qual eu discorri sobre as seguintes competências a serem alcançadas no estudo da Geometria Descritiva:

- Visão Espacial;
- Capacidade de representar objetos tridimensionais no plano, indicando corretamente sua forma, tamanho e posição;
- Capacidade de interpretar representações gráficas no plano e
- Resolução de problemas espaciais.

A releitura dessa classificação, uma enorme pesquisa bibliográfica e a prática de dez anos em sala de aula ministrando Geometria Descritiva na disciplina de Desenho II para o Curso de Design da FAAC/UNESP, me levaram à constatação de que a Habilidade Espacial refinada é pré-requisito para conquistar as demais competências. Quando um aluno começa a cursar a disciplina de GD com deficiência nesta habilidade cognitiva, ele demandará de mais tempo para que o aprendizado ocorra pois só conseguirá progredir no conteúdo da disciplina à medida em que for aprimorando sua Habilidade Espacial.

A teoria da assimilação cognitiva de Ausubel (1980) evidencia a importância que tem a integração dos novos conteúdos nas estruturas cognitivas prévias do aprendiz.

Inicialmente, a teoria de Ausubel intitulava-se teoria da aprendizagem verbal significativa. Após ampliá-la e modificá-la, atribuiu a ela um novo nome: 'teoria da assimilação', porque, segundo suas próprias palavras, esta denominação mais recente destaca o papel interativo que as estruturas cognitivas existentes no aprendiz desempenham no processo de aprendizagem. (PFROMM, 1987).

De acordo com Ausubel (1980), a aprendizagem significativa acontece quando o aprendiz trabalha com material potencialmente significativo para ele, o qual, ao ser manipulado, pode ser relacionado com sua estrutura cognitiva. Sendo assim, a aprendizagem é facilitada na medida em que ela se apoia no que o aluno já sabe.

Se eu tivesse que reduzir toda psicologia educacional a um único princípio diria isto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos. (AUSUBELI, 1980).

Ausubel (1980) denomina *subsunçores* os “ganchos” cognitivos nos quais os aprendizes ancoram as novas informações. Quando o aluno não dispõe de subsunçores em determinado assunto, os educadores podem recorrer aos *organizadores prévios*, ou seja, fornecer aos estudantes antecipações do assunto que farão o papel de alicerce para apoiar as novas ideias no conhecimento já solidificado.

Velasco (2006) relata que os professores de Desenho Técnico manifestam frequentemente que alguns alunos não progredem adequadamente no processo de aprendizagem devido a seu baixo nível de Aptidão Espacial.

As dificuldades de aprendizagem de Desenho Técnico que experimentam os estudantes de Engenharia relacionam-se com seu nível de aptidão. (VELASCO, 2006).

Sendo assim, após identificar o conhecimento prévio que o aluno deve possuir para servir de alicerce ao aprendizado em atividades de Representação Gráfica, é inútil instigar o progresso em disciplinas específicas sem antes promover o seu desenvolvimento, ou seja, antes de aplicar recursos didáticos com o conteúdo específico de Desenho Técnico ou GD, é necessário que haja um Letramento Espacial.

### **1.3 Objetivo e metas**

O objetivo principal desta pesquisa foi analisar o potencial dos Games Digitais como instrumento facilitador para a promoção do Letramento Espacial.

Para tal, buscou-se: aprofundar-se nos conceitos de Habilidade Espacial (HE) e nos meios para a o seu aprimoramento; pesquisar o potencial de estímulo das habilidades cognitivas dos Games Digitais e classificá-los por gênero; contrastar o aprendizado dos alunos da Disciplina de Desenho II da FAAC/UNESP que utilizam games com aqueles que não

os utilizam e, finalmente, sugerir uma forma para a aplicação dos games na universidade com a finalidade de favorecer o desenvolvimento da HE, ou seja, promover o Letramento Espacial por meio de Games Digitais.

Destacam-se como objetivos específicos:

- Fundamentar teoricamente Habilidade Espacial e Letramento Espacial;
- Elencar as ações pedagógicas utilizadas no Curso de Design da FAAC/UNESP para o Letramento Espacial;
- Realizar um estudo sobre a aplicação de Games Digitais que oferecem possibilidade de desenvolvimento de funções cognitivas, sensoriais e perceptivas;
- Classificar os Games Digitais por gênero e elencar aqueles que promovem o Letramento Espacial;
- Coletar dados de duas turmas da Disciplina de Desenho II (Geometria Descritiva) do Curso de Design da FAAC/UNESP do segundo semestre de 2015 na forma de um questionário sobre a utilização de Games Digitais e dos seus rendimentos em exercícios de Projeção em Épura e Perspectivas Ortogonais no início e no final do semestre.
- Analisar os dados coletados verificando o rendimento dos alunos considerando variáveis sobre a utilização de games digitais e o gênero;
- Sugerir uma forma para a aplicação de Games Digitais durante a Disciplina de Desenho II para o Letramento Espacial dos alunos.

## 1.4 Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa foi o da pesquisa ex-post-facto, que se traduz como “a partir do fato passado”. Neste tipo de pesquisa identifica-se situações que se desenvolveram naturalmente e analisa como se estivessem submetidas a controles.

Na pesquisa ex-post-facto, não se possui controle sobre a variável independente, que constitui o fator de comparação, porque ele já ocorreu. De acordo com Gil (2009), o que se obtém nesta modalidade de delineamento é a constatação da existência de relação entre variáveis. Por isso é que essa pesquisa muitas vezes é denominada correlacional.

Esta metodologia foi adotada na busca da existência de relações entre o desenvolvimento da Habilidade Espacial e o ato de jogar Games Digitais, para isso, foram elencados dois grupos de controle, o dos alunos que jogam Games Digitais, e os que não jogam.

A seguir, está descrita a organização desta tese.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica sobre Habilidade Espacial, detalha sua definição e descreve um histórico de pesquisas sobre esta habilidade cognitiva. Nele também contém um estudo sobre o desenvolvimento da Habilidade Espacial de acordo com o Gênero e são apresentados métodos para medir esta habilidade.

O Capítulo 3 contextualiza o Letramento Espacial. Aborda o ensino tradicional da Geometria Descritiva, seu escopo, conteúdo e como softwares e ambientes de hipermídia podem apoiá-lo. Elenca as competências desejadas que se alcance durante o semestre que essa disciplina é ministrada e como as aulas acontecem atualmente com material didático disponível.

O Capítulo 4 apresenta uma análise dos Games Digitais do ponto de vista motivacional e das habilidades cognitivas estimuladas por eles. Aponta os games que promovem o aprimoramento da Habilidade Espacial e demonstra exemplos de cada um.

O Capítulo 5 analisa a utilização dos Games Digitais pelos alunos do Curso de Design da Unesp e a relaciona com o aproveitamento dos alunos na Disciplina Desenho II. A partir daí, sugere uma ação para inserir a utilização de Games Digitais na disciplina referida com o objetivo de facilitar a promoção do Letramento espacial dos alunos.

O Capítulo 6 apresenta as Considerações Finais.

## **2 HABILIDADE ESPACIAL**

### **2.1 Habilidade Espacial**

Desde os primórdios da humanidade a Habilidade Espacial se mostrou presente e necessária. Entre outras conexões cognitivas, ela possibilitava ao homem voltar à sua caverna depois de um dia de caça. A escuridão da noite e a semelhança das entradas nas pedras impeliam o refinamento desta espacialidade no ser humano.

Não se pode precisar quando as conjecturas na Psicologia ou sobre as teorias de cognição humana e a tridimensionalidade se iniciaram, no entanto, observa-se seu desenvolvimento nas obras de arte, nas navegações e na concepção de mapas que reproduziam territórios, mares e estrelas.

Os termos “Habilidade Espacial”, “Habilidade de Visão Espacial”, “Visão Espacial”, “Aptidão Espacial” e “Pensamento Espacial”, entre outros, são utilizados para definir as mesmas funções cognitivas.

De acordo com Thurstone (1997), Habilidade Espacial é a capacidade para imaginar e conceber objetos em duas ou três dimensões.

McGee (1979) definiu a Habilidade Espacial como “a capacidade de manipular, girar, torcer, ou inverter mentalmente um objeto ou estímulo pictoricamente representado”. Em sua pesquisa, afirmou ainda que “uma infinidade de estudos analíticos desde 1930 apoiaram de forma consistente a existência de pelo menos duas capacidades espaciais distintas: visualização e orientação”. A capacidade de visualização consiste em realizar movimentos e alterações de objetos mentalmente, já a capacidade de orientação provê ao indivíduo a compreensão de configurações espaciais, ou seja, reconhecer arranjos de elementos que compartilham uma cena ou um espaço comum.

Para Newcombe (2010) a Habilidade Espacial é utilizada na localização de objetos, na identificação de suas formas, nas relações entre elas e nas trajetórias que traçam quando se movem. Ela considera que todos utilizam esta habilidade diariamente em situações corriqueiras como rearranjar a mobília em um cômodo, montar uma estante seguindo as instruções de um esquema ou seguir um mapa para se localizar.

Lohman (1979) estabeleceu ainda que esta habilidade é composta por três fatores principais (relações, orientação e visualização), descritos na Tabela 1 e quatro fatores menores: velocidade de aproximação, velocidade perceptual, memória visual e cinestésico.

Tabela 1 - Componentes da Habilidade Espacial

Fator	Descrição
Relações Espaciais	Capacidade de realizar rotações de um objeto mentalmente e de resolver problemas espaciais.
Orientação Espacial	Capacidade de imaginar um objeto por um outro ponto de vista diferente do angulo observado.
Visualização Espacial	Habilidade de resolver mentalmente tarefas de movimentação ou deslocamento de partes de uma imagem.
Velocidade de Aproximação	Velocidade de combinar estímulos visuais incompletos com suas representações da memória de longo prazo
Velocidade Perceptual	Velocidade de combinar estímulos visuais
Memória visual	Memória de estímulos visuais de curto prazo
Cinestésico	Velocidade de fazer discriminação esquerda-direita

Fonte: Adaptação de Lohman (1979)

Com o surgimento da meta-análise, várias pesquisas desta área foram resgatadas e analisadas conjuntamente.

Meta-análise consiste em colocar diferentes estudos juntos em um mesmo banco de dados e utilizar metodologias

analíticas e estatísticas para explicar a variância dos resultados utilizando fatores comuns aos estudos. (ROSCOE; JENKINS, 2005).

A pesquisa de Lohman (1979), posteriormente meta-analisada com a de Carroll (1993), aponta que "a Habilidade Espacial pode ser definida como a capacidade para gerar, manter, recuperar e transformar imagens visuais bem estruturados. Não é uma construção unitária. Existem, de fato, várias habilidades espaciais, cada uma delas destacando os diferentes aspectos do processo de imagem".

Carroll (1993) definiu Habilidade Espacial como a destreza na formação interna de representações mentais de padrões visuais, e no uso de tais representações para a resolução de problemas espaciais.

Linn e Peterson (1985), realizaram estudos através de meta-análise das pesquisas realizadas entre 1974 e 1982 sobre Habilidade de Visualização Espacial e sintetizaram-na como a habilidade transformar, girar, e recordar informações simbólicas não linguísticas.

Foi definido então que a Habilidade Espacial consiste de rotação mental, a percepção espacial e visualização espacial, a Tabela 2 apresenta a definição destes fatores.

**Tabela 2 - Componentes da Habilidade Espacial**

Fator	Descrição
Rotação Mental	Capacidade de girar uma figura de duas ou três dimensões com precisão e sem mudar sua forma.
Percepção Espacial	Capacidade em perceber relações espaciais relativos ao posicionamento do seu próprio corpo.
Visualização Espacial	Relacionamento entre diferentes representações espaciais.

Fonte: Adaptado de Linn e Peterson (1985)

Segundo Kaufman (2007), as habilidades de visualização espacial possibilitam a memorização das partes e a rotação do todo mantendo suas características de inter-relações.

A Figura 1 contém uma ilustração da síntese dos elementos da Habilidade Espacial de acordo com McGee (1979), Carroll (1993), Lohman (1979) e Linn (1985).

Figura 1 – Elementos da Habilidade Espacial

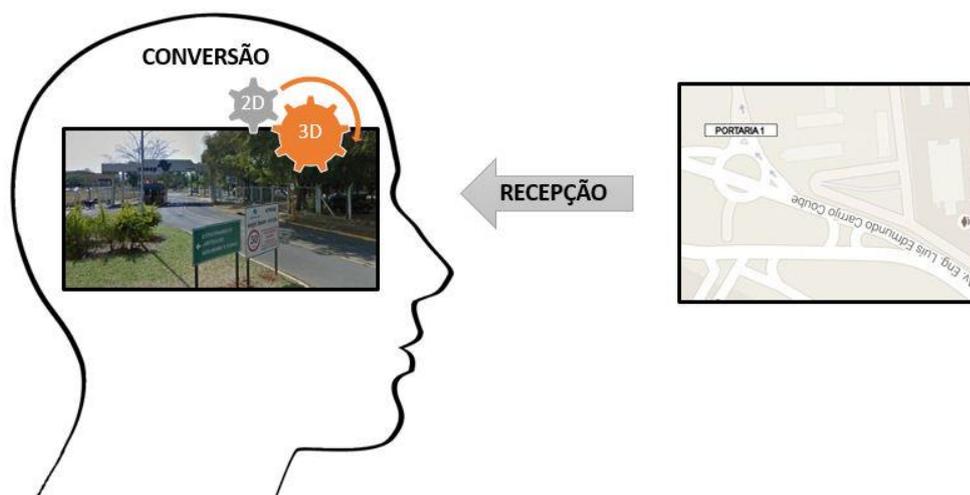


Fonte: Autoria própria

Os mapas tradicionais, assim como os projetos de Engenharia, Arquitetura ou Design, são representações bidimensionais do espaço tridimensional e a sua leitura requer um grande desenvolvimento de competências espaciais pois, desde o nascimento, a Habilidade Espacial é desenvolvida imersa na tridimensionalidade.

A interpretação de um mapa requer transformar informações bidimensionais em tridimensionais para que os símbolos diagramados façam sentido no ambiente real. A Figura 2 ilustra o processo de conversão 2D para 3D.

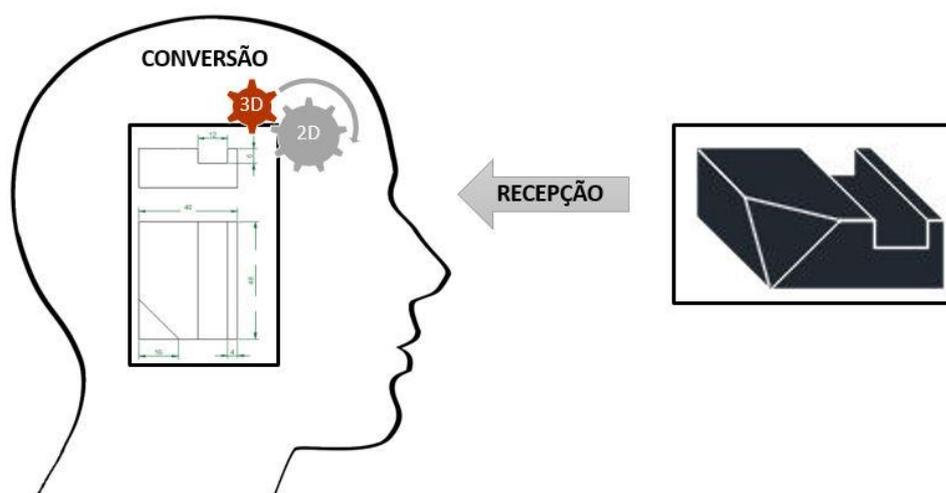
Figura 2 - Conversão 2D para 3D



Fonte: Autoria própria

O desenvolvimento da competência para a realização da operação inversa, ou seja, transformar informações tridimensionais em bidimensionais se iniciam na infância com os desenhos na tentativa de reproduzir pensamentos ou a realidade que se conhece. A Figura 3 ilustra o processo de conversão 3D para 2D.

Figura 3 - Conversão 3D para 2D



Fonte: Autoria própria

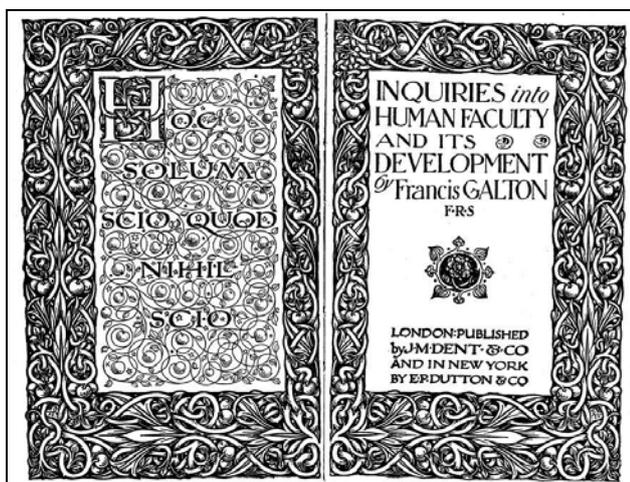
A representação bidimensional de um objeto tridimensional se chama projeção e o conhecimentos de técnicas para traçá-la é fundamental para os profissionais que trabalham com projetos e Representação Gráfica.

## 2.2 Histórico de pesquisas sobre Habilidade Espacial

De acordo com Klein (1970) a investigação sobre Habilidade Espacial foi assunto pioneiro realizado em nome de psicologia. Os primeiros dois dos títulos de doutoramento a serem concedidos em psicologia nos Estados Unidos foi à G. Stanley Hall, na Universidade de Harvard em 1878, por sua tese sobre "A percepção do espaço", e à Joseph Jastrow, na Universidade Johns Hopkins em 1886, por sua tese sobre "A Percepção do espaço pelos sentidos diferentes".

Classificações cronológicas de pesquisas sobre Habilidade Espacial citam inicialmente a obra "Inquiries into human faculty and its development" de 1911, do britânico Sir Francis Galton<sup>6</sup>, cuja capa é apresentada na Figura 4 e parte do sumário na Figura 5, relata sobre experimentos com a construção de imagens na mente realizados por volta de 1880.

Figura 4 – Capa da obra "Inquiries into human faculty and its development"



Fonte: <https://archive.org/details/abv5996.0001.001.umich.edu>

<sup>6</sup> <http://galton.org/>

Figura 5 – Sumário da obra “Inquiries into human faculty and its development”

MENTAL IMAGERY . . . . .	57
<p>Purport of inquiry ; circular of questions (see Appendix for this, p. 255); the first answers were from scientific men, and were negative ; those from persons in general society were quite the reverse ; sources of my materials ; they are mutually corroborative. Analysis of returns from 100 persons mostly of some eminence ; extracts from replies of those in whom the visualising faculty is highest ; those in whom it is mediocre ; lowest ; conformity between these and other sets of haphazard returns ; octile, median, etc., values ; visualisation of colour ; some liability to exaggeration ; blindfold chess-players ; remarkable instances of visualisation ; the faculty is not necessarily connected with keen sight or tendency to dream ; comprehensive imagery ; the faculty in different sexes and ages ; is strongly hereditary ; seems notable among the French ; Bushmen ; Eskimo ; prehistoric men ; admits of being educated ; imagery usually fails in flexibility ; special and generic images (see also Appendix, p. 229) ; use of the faculty.</p>	

Fonte: <https://archive.org/details/abv5996.0001.001.umich.edu>

Desde então a Habilidade Espacial tem sido pesquisada por várias vertentes da filosofia, psicologia e educação o que resultou diversas definições, classificações e métodos para mensurá-la.

Eliot e Smith (1983) dividiram as pesquisas sobre Habilidade Espacial em três fases descritas na Tabela 3.

Tabela 3 - Fases das pesquisas sobre Habilidade Espacial

Fase	Descrição das Pesquisas
1901-1938	Psicólogos identificaram um único fator para a Habilidade Espacial.
1938-1961	Vários fatores para a Habilidade Espacial foram identificados, dentre eles estão: a capacidade de <u>reconhecer configurações espaciais</u> e a capacidade de <u>manipular mentalmente as configurações espaciais</u> . Nesta fase também foram desenvolvidos inúmeros testes para apuração da Habilidade Espacial.
1961-1982	Nesta fase, a pesquisas dedicaram-se a subdividir os fatores já conhecidos que implicavam na Habilidade Espacial. Foram descobertas neste período as diferenças de Habilidade Espacial com relação à idade e ao gênero.

Fonte: Eliot e Smith (1983)

Dando continuidade a essa classificação, Sorby (1996), entre outros autores, considera que na Fase 4, a atualidade, figuram com mais ênfase as pesquisas que estabelecem os efeitos da tecnologia computacional no desenvolvimento cognitivo e na medição da Habilidade Espacial.

Outra cronologia das pesquisas sobre a Habilidade Espacial foi sistematizada por Mohler (2008) que as dividiu em quatro grandes períodos de atividade elencados na Tabela 4.

**Tabela 4 - Cronologia de Pesquisa sobre Habilidade Espacial**

Faixa de datas	Temas e Abordagens
1880 - 1940	Estudos psicométricos confirmam a existência de um fator espacial separado da inteligência geral.
1940 - 1960	Reconhecimento de múltiplos fatores espaciais por meio de estudos psicométricos e surgimento de suas avaliações.
1960 - 1980	Estudos psicométricos em problemas cognitivos; surgimento de desenvolvimento de pesquisa diferencial.
1980 -	Efeito da tecnologia no dimensionamento, investigação e melhoria e surgimento de pesquisas sobre o processamento de informações.

Fonte: Mohler (2008)

A partir de 1960 surgiram abordagens divergentes quanto à Habilidade Espacial ser essencialmente uma herança genética ou ser composta por elementos passíveis de aprendizagem e desenvolvimento.

As investigações também apontaram que existe uma diferença significativa de performance em atividades que envolvam a Habilidade Espacial entre homens e mulheres (veja o tópico “Habilidade Espacial x Gênero”).

A seguir, um recorte sobre algumas das teorias sobre o desenvolvimento cognitivo e seu escopo sobre a Habilidade Espacial.

De acordo com a Teoria Cognitiva de Piaget (1967), o desenvolvimento cognitivo acontece em estágios bem definidos, porém cada indivíduo a atinge de forma exclusiva e em seu tempo. A Tabela 5 resume os estágios do desenvolvimento cognitivo segundo a teoria de Piaget. A construção do espaço, ou seja, a percepção e a representação do espaço pela criança foi estudado por Piaget dos pontos de vista psicológico e epistemológico, o qual conclui que o aperfeiçoamento das funções psíquicas e o aprimoramento da Habilidade Espacial evolui de acordo com o desenvolvimento cognitivo da criança.

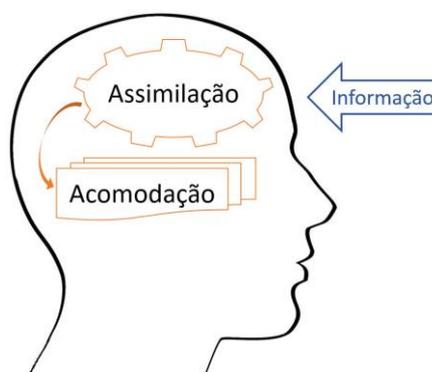
Tabela 5 - Estágios do desenvolvimento cognitivo

Estágio	Faixa etária	Características
Sensório-Motor	0 a 2 anos	Evolução da percepção e motricidade. Percepção dos movimentos e do universo próximo. Desenvolvimento da linguagem.
Pré-operatório	2 a 7 anos	Raciocínio intuitivo e imagens mentais. Desenvolvimento de atividades de comunicação. Pensamento representativo – simbólico. Pensamento intuitivo – percepções. Habilidade topológica: as crianças são capazes de reconhecer a proximidade dos objetos.
Operatório Concreto	7 a 11 anos	Desenvolvimento de conceitos numéricos e relacionais. Habilidade de solucionar problemas concretos. Visualização de objetos tridimensionais.
Operatório Formal	Acima de 11 anos	Desenvolvimento do pensamento hipotético-dedutivo e do raciocínio lógico e sistemático. Visualização de conceitos como área, volume, distância, rotação e reflexão. Conceitos de mensuração e habilidades projetivas

Fonte: Adaptado de Piaget (1967)

De acordo com a teoria de Piaget, o movimento corporal, imitações, jogos, imagens mentais, linguagem e grafismo, entre outras ações, possibilitam a adaptação da criança ao meio exterior e, para que essa adaptação ocorra são necessários dois aspectos fundamentais: a assimilação e a acomodação, ilustradas na Figura 6.

Figura 6 - Processo de assimilação e acomodação segundo Piaget



Fonte: Autoria própria

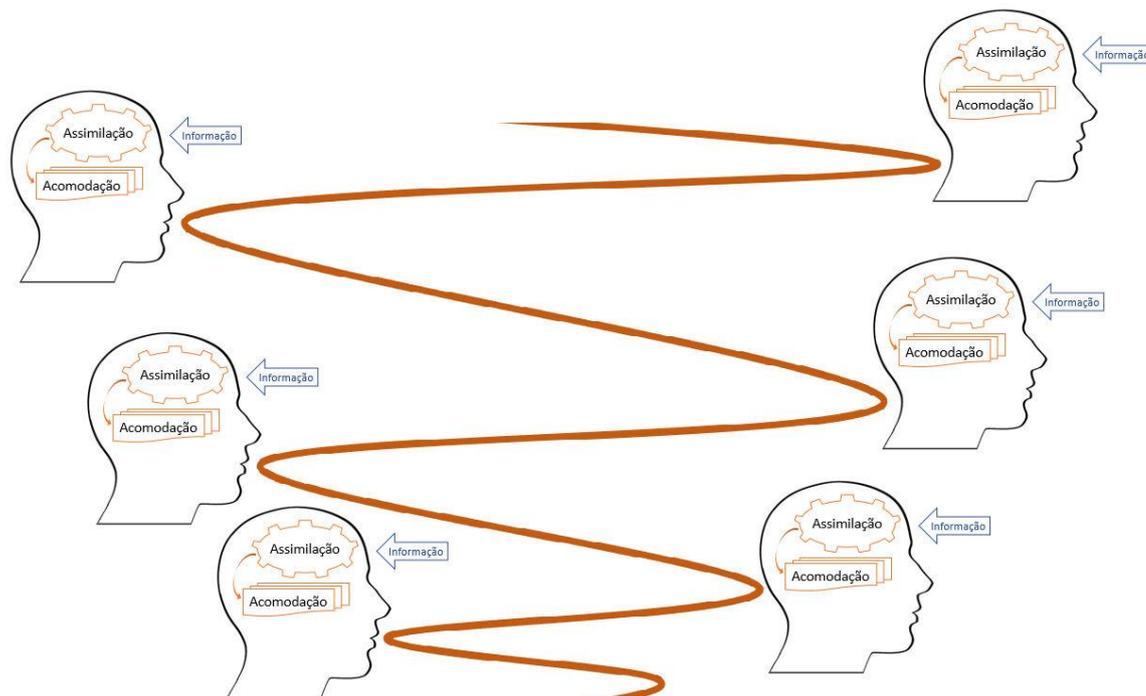
A assimilação é o processo de incorporação de novas informações à estrutura cognitiva já existente.

A acomodação é a transformação das informações de modo a serem organizadas mentalmente.

Cada nova informação recebida provoca um desequilíbrio nas estruturas mentais. Isso é como a chegada de um corpo estranho o qual gera um novo processo de assimilação e acomodação até que o equilíbrio se reestabeleça.

O aprendizado acontece com a repetição destas etapas em espiral, como ilustrado na Figura 7.

**Figura 7 - Aprendizagem em espiral**



**Fonte: Autoria própria**

Bruner (1976) sugere a exploração do conteúdo educacional mais de uma vez. Em sua teoria cognitiva recomenda a aplicação do *currículo em espiral*, ou seja, percorrê-lo de modo a permitir que o aluno veja o mesmo tópico em diferentes níveis de profundidade. Ele observou que a representação visual é uma das primeiras formas de comunicação utilizada pela criança e que a aprendizagem é um processo ativo no qual os aprendizes constroem novas ideias ou conceitos baseados em conhecimentos anteriores.

Novak (1981) pondera que não é simples a tarefa de identificar previamente os conceitos a serem ensinados para os alunos e, menos ainda, a de estabelecer relações hierárquicas entre eles. Sua recomendação é percorrer a hierarquia conceitual várias vezes à medida que em novas informações são apresentadas.

Podemos começar satisfatoriamente com os conceitos mais gerais, mas é preciso ilustrar logo como os conceitos subordinados estão a eles relacionados e, então, voltar, através de exemplos, a novos significados para os conceitos de ordem superior. (NOVAK, 1981).

De acordo com Vygotsky (1984), o desenho é uma das primeiras formas de comunicação das crianças. Em sua teoria, a aprendizagem é uma experiência social e a fala é tão importante quanto as ações durante a resolução de um problema.

Quanto às Habilidades Espaciais, inicialmente as crianças desenhavam o que conhecem e não o que estão vendo. Seus desenhos são a extensão de seus pensamentos e convicções.

De acordo com Gardner (1983) todo ser humano possui múltiplos tipos de inteligência, em graus variados, que se combinam e se organizam para resolver problemas e criar produtos. Ele afirma que as inteligências resultam da combinação da herança genética com as condições de vida do indivíduo e que inteligência é o potencial biopsicológico; competência são atributos adquiridos e habilidade é o produto de aplicação repetida para o aprimoramento de uma competência.

A teoria de Gardner (1983) discorreu sobre as seguintes inteligências: linguística-verbal, musical, lógico-matemática, visual-espacial, corporal-cinestésica, interpessoal, intrapessoal. Em 1999 ele complementou sua pesquisa incluindo mais duas inteligências em sua teoria: a naturalista e a existencialista.

Em relação à Habilidade Espacial, Gardner descreve a inteligência espacial como a capacidade para perceber o mundo visual e espacial, entender as cores, formas, texturas e dimensões e manipular mentalmente formas, objetos e criar composições com estes elementos.

### 2.3 Habilidade Espacial x Gênero

Desde as primeiras pesquisas científicas registradas sobre Habilidade Espacial notou-se a diferença cognitiva entre os gêneros masculino e feminino.

No início as pesquisas referiam-se a esta habilidade como um único fator, no entanto, com a evolução e aprofundamento dos estudos em diversas áreas do conhecimento e com o desenvolvimento de testes padronizados para medição de fatores da Habilidade Espacial (vide tópico Medição da Habilidade Espacial), é consenso que a Habilidade Espacial é um conjunto de fatores cognitivos e os seus testes apresentam resultados distintos entre os gêneros.

Pesquisadores de várias universidades do mundo dedicaram-se a traçar paralelos entre a o raciocínio espacial e o gênero. De acordo com Harris (1978), "definitivamente os homens têm capacidades espaciais maiores do que as mulheres".

Eals (1994) também foi taxativo em relação à superioridade masculina quanto à Habilidade Espacial afirmando que diferenças a favor dos homens acontecem em "todas as regiões universais, classes, grupos étnicos, idades e praticamente todas as outras variáveis demográficas concebíveis".

De acordo com Kimura (1996) e Halpetn (2005), os homens realizam com superioridade tarefas de rotação mental, que demandam percepção espacial, raciocínio matemático e capacidade de segmentação. As mulheres superam quanto à fluência verbal, à memória e à certas habilidades motoras.

Lippa (2010) aplicou testes de rotação mental (vide tópico Medição da Habilidade Espacial) em pessoas de 53 países. As conclusões relataram a superioridade masculina neste fator cognitivo em todos os

países. Outra contribuição importante deste trabalho foi a constatação de que a diferença maior de desempenho aconteceu nos países de menor equidade de gênero, além disso, nos países onde há um tratamento equiparado entre os gêneros o desenvolvimento espacial de ambos é maior.

Prieto (1993) realizou testes de rotação mental com 67 alunos e 67 alunas da Universidade de Psicologia de Salamanca e aferiu que os homens obtiveram mais acertos e demandaram de menos tempo para executar os testes do que as mulheres.

Medina (1998), da Escola de Engenharia Mauá (EEM) e Sheryl Sorby, da Engenharia Civil e Ambiental da Michigan Technological University (MTU), realizaram pesquisas em parceria na qual aplicaram testes práticos nos alunos de engenharia de suas instituições cujo objetivo foi determinar se existiam ou não diferenças de gênero quanto à Habilidade Espacial. Na EEM os testes foram compostos por quatro partes: A, B, C e D e aplicados nos calouros. Cada parte do teste era destinado a avaliar um componente específico da Habilidade Espacial. Na MTU foram aplicados três testes: PSVT:R, MRT e MCT (estes testes estão explicados no tópico “Medição da Habilidade Espacial”). A Tabela 6 demonstra, em porcentagem, o resultado dos testes realizados nas duas universidades. A pontuação resultante indicou uma desenvoltura maior dos alunos do gênero masculino tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos.

**Tabela 6 - Resultados dos testes aplicados em estudantes de engenharia.**

Gender	EEM				MTU		
	Part A	Part B	Part C	Part D	PSVT:R	MRT	MCT
Male	73.2	32.3	65.5	22.0	83.3	75.0	54.3
Female	68.5	26.2	55.1	12.5	76.7	52.5	37.5

**Fonte: Medina (1998)**

Ao final de suas disciplinas de Representação Gráfica, que no Brasil (EEM) foi de um ano e nos Estados Unidos (MTU) de 10 semanas, os estudantes realizaram os mesmos testes. O pós-teste indicou que houve

aumento na pontuação em ambos os gêneros, no entanto, o rendimento dos alunos ainda foi superior ao das alunas e, em alguns itens avaliados, a pontuação feminina ao final do curso não chegavam nem à pontuação mínima masculina do início dos cursos.

Gorska (1998) da Cracow University of Technology (CUT) na Polônia e Leopold (1996) da University of Kaiserslautern (UKL) na Alemanha realizaram os mesmos testes em parceria com o Michigan Technological University (MTU) e chegaram às mesmas conclusões que a pesquisa no Brasil, ou seja, o desempenho masculino superou significativamente o feminino.

Após a comprovação científica, por meio de testes padronizados, de que existe uma diferença de desenvolvimento na Habilidade Espacial entre os gêneros, iniciaram-se as buscas para encontrar as causas desse desnível. Nestes estudos dois fatores se destacaram: o biológico/genético e o social/ambiental.

Eliot (1976) abordou em suas pesquisas que genes recessivos ligados ao gênero poderiam ser determinantes na diferença de Habilidade Espacial entre os gêneros.

Outros fatores imperativos poderiam ser os ambientes educacionais e as práticas culturais dos sujeitos submetidos aos testes.

Vasta (1996) defendeu que, se a desigualdade de gênero nas tarefas espaciais pode ser substancialmente reduzida ou eliminada através de experiências programadas, ou seja de treinamento, é teoricamente provável que o déficit de desempenho resulte principalmente da socialização e, mais ainda, que ele não reflita diferenças fundamentais em competências entre homens e mulheres.

De acordo com Newcomb (2002), uma explicação para esse desequilíbrio concentra-se na condição existencial do homem. Eles são

geralmente os caçadores em sociedades de caça e coleta. As atividades de caça exigem Habilidade Espacial para o rastreamento e a captura dos animais. Os homens provedores de alimento também têm mais receptividade entre as mulheres por estas buscarem a garantia de sustento aos seus filhos e, além de tudo, na luta com outros machos a cognição espacial poderia ser uma condição decisiva.

Para Cherney (2006), o fator comportamental implica na superioridade masculina quanto à Habilidade Espacial. Os homens tendem a ter mais experiências que exijam essa competência. Meninos, em média, brincam com mais jogos que exigem manipulação espacial, praticam mais esportes e jogam mais videogames e jogos de computador.

Parece haver um efeito do tipo “bola de neve”, ou seja, um ciclo que se repete e aumenta a cada volta na relação entre as atividades que promovem o desenvolvimento da Habilidade Espacial e nas escolhas masculinas.

Ainda não ficou estabelecido nas pesquisas se os homens buscam estas atividades por terem maior Habilidade Espacial ou se essa cognição é mais desenvolvida neles em função da prática destas atividades.

## 2.4 Medição da Habilidade Espacial

Desde o início das pesquisas sobre Habilidade Espacial vários testes foram desenvolvidos com o objetivo de mensurá-la, alguns deles estão elencados na Tabela 7. Estes instrumentos de avaliação permitem medir os componentes cognitivos da Habilidade Espacial e indicar aqueles que se diferenciam com maior intensidade nos homens e nas mulheres.

Segundo Lohman (1993) a Habilidade Espacial tem sido medida por meio de quatro tipos diferentes de testes:

- De desempenho: manipulação de blocos tridimensionais, quebra-cabeças e dobraduras de papel;
- Com papel e lápis;
- Verbais, nos quais um problema é exposto oralmente e a resposta dependerá da construção mental de imagens;
- Baseados em animações ou movimentos dinâmicos realizados com ferramentas computacionais.

Os testes para a medição dos componentes da Habilidade Espacial são aplicados basicamente com dois propósitos:

- Para aferir as habilidades cognitivas – aplicados uma vez.
- Para aferir o desenvolvimento das habilidades cognitivas antes e após uma atividade programada (curso, treinamento ou outro programa pedagógico) – são aplicados duas vezes na forma de pré-teste e pós-teste.

A avaliação das respostas, além dos acertos, geralmente considera também a velocidade de execução dos testes.

De acordo com Seabra (2009), indivíduos com baixa Habilidade Espacial repetem o processo de rotação mais vezes do que o necessário pois se esquecem de determinadas representações intermediárias.

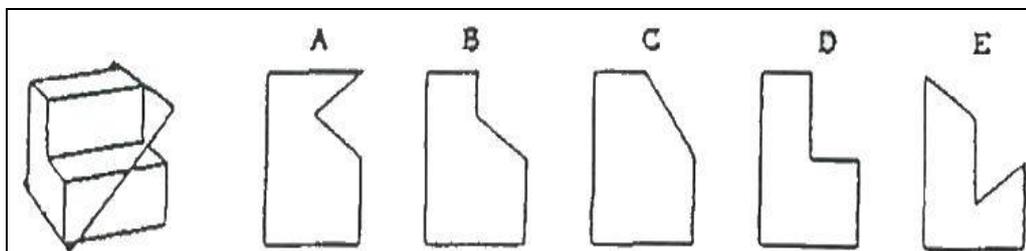
Segundo, Newcombe (2010), a velocidade com a qual tarefas que requerem essa habilidade são realizadas pode ser um parâmetro para indicar a diferença de seu desenvolvimento.

Tabela 7 - Testes para avaliação de Habilidade Espacial.

Teste	Sigla	Autor	Descrição
Mental Cutting Test	MCT	CEEB, 1939	Deve ser determinado o resultado da seção de um objeto. Exemplo: Figura 8
Rod-and-frame test	RFT	Witkin, 1948	A barra deve ser ajustada para ser representada na vertical. Exemplo: Figura 9
The Water Level Test	WLT	Piaget, 1956	Deve-se determinar qual é a inclinação correta do nível do líquido. Exemplo: Figura 10
Spatial Relation subset of Primary Mental Abilities Test	PMA SR	Thurstone, 1958	Deve ser realizada a rotação mental de objetos bidimensionais.
Differential Aptitude Test	DAT SR	Bennett, 1973	A partir do desdobramento de um sólido (figura plana) encontrar seu sólido correspondente. Exemplo: Figura 11
Cards Rotation Test	CRT	Ekstrom, 1976	Deve-se realizar a rotação de objetos bidimensionais.
Mental Rotation Test	MRT	Vandenberg, 1978	Deve-se realizar a rotação de objetos tridimensionais. Exemplo: Figura 12
Purdue Spatial Visualization Test	PSV T-R	Guay, 1977	Criado para medir a capacidade de visualizar rotações no espaço. Exemplo: Figura 13
Three-Dimensional Cube Test	3DC	Gittler, 1998	Comparação de cubos racionados, Exemplo: Figura 14
Test de Visualización	TVZ	Velasco, 2002	Desdobramento de um cubo. Deve ser encontrado o elemento para preencher o local indicado com “?”. Exemplo: Figura 15

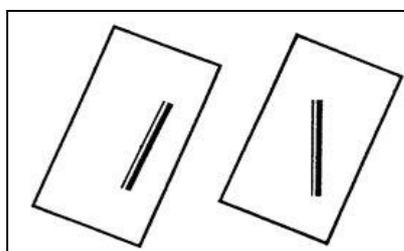
Fonte: Autoria própria.

Figura 8 - Exemplo de teste MCT



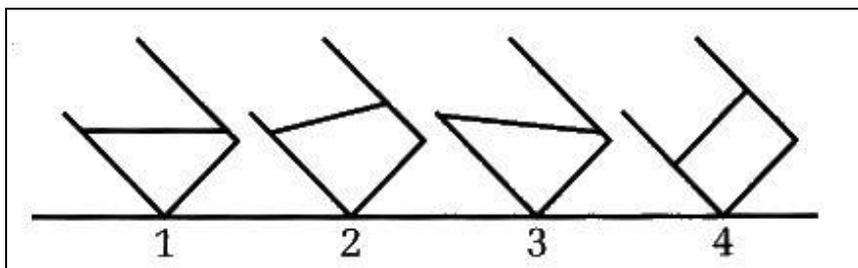
Fonte: CEEB, 1939.

Figura 9 - Exemplo de teste RTF



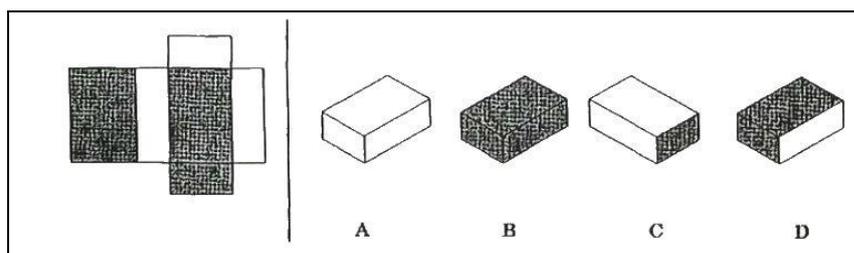
Fonte: <http://sciencepole.com/rod-frame-test/>

Figura 10 - Exemplo de teste WLT



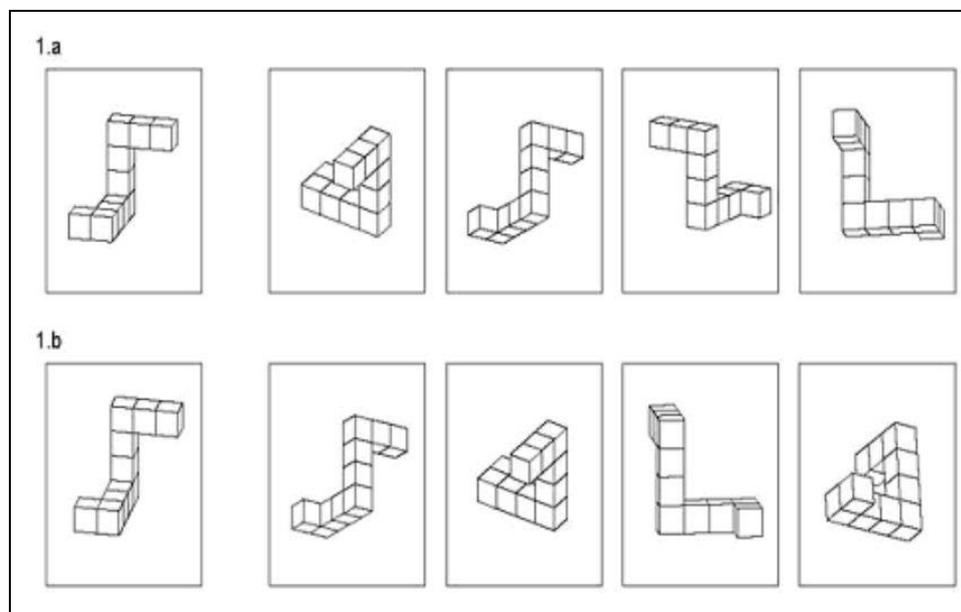
Fonte: <https://onlinecourses.science.psu.edu/stat504>

Figura 11 - Exemplo de teste DAT:SR



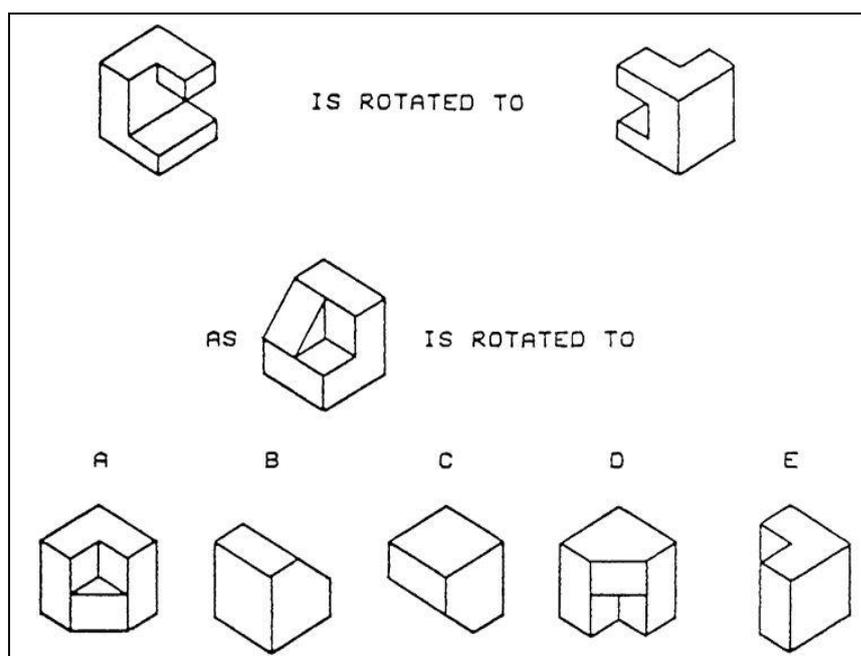
Fonte: Bennett, 1973.

Figura 12 - Exemplo de teste MRT



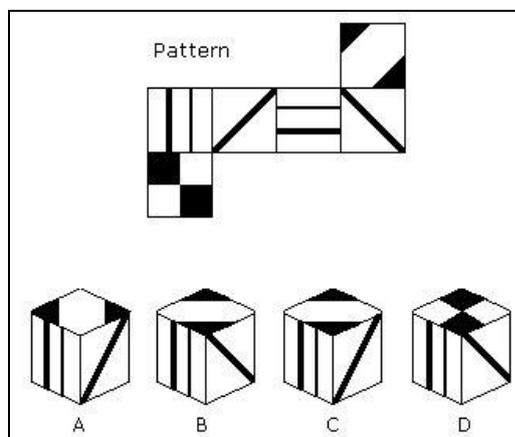
Fonte: Vandenberg, 1978

Figura 13 - Exemplo de teste PSVT-R



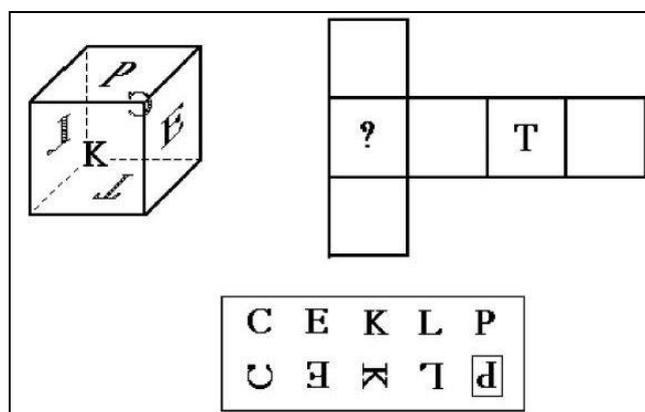
Fonte: Guay, 1977.

Figura 14 - Exemplo de teste 3DC



Fonte: <http://www.psychometric-success.com/aptitude-tests>.

Figura 15 - Exemplo de teste TVZ



Fonte: Velasco, 2002.

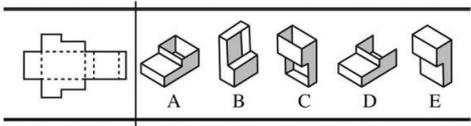
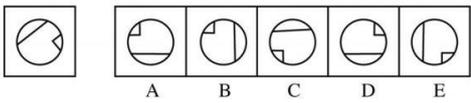
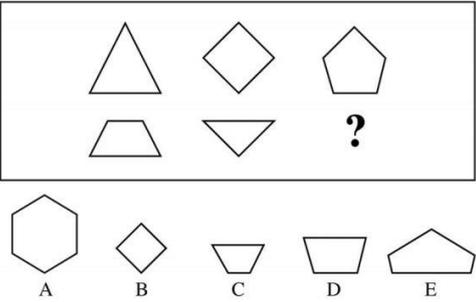
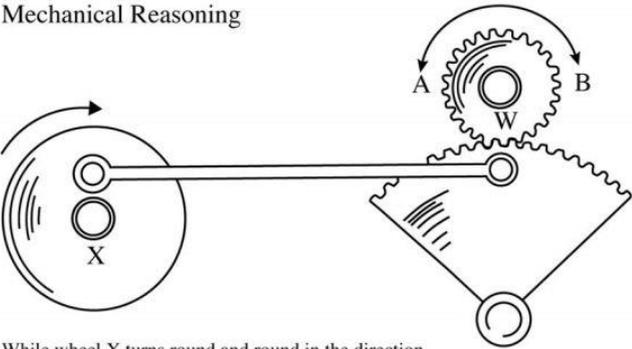
O Project Talent<sup>7</sup>, desenvolvido nos Estados Unidos de 1950 até os dias de hoje, reuniu informações de aproximadamente 440.000 estudantes de todo o país.

Após o teste original, realizado em 1960 com estudantes do

<sup>7</sup> <http://www.projecttalent.org/>

Ensino Médio (High School), os participantes foram contatados por três vezes, em 1, 5 e 11 anos após sua formatura. Durante os estudos de acompanhamento, os entrevistados receberam questionários pelo correio que perguntou sobre nível educacional e ocupacional, o casamento, a formação da família e outros tópicos. A Figura 16 ilustra quatro testes aplicados aos alunos do Project Talent.

Figura 16 – Teste utilizado no Project Talent – Respostas A, A, D, C.

<p>Three Dimensional Spatial Visualization</p>  <p>Two Dimensional Spatial Visualization</p> 	<p>Abstract Reasoning</p> 
<p>Mechanical Reasoning</p>  <p>While wheel X turns round and round in the direction shown, wheel W turns</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>in direction A.</li> <li>in direction B.</li> <li>first in one direction and then in the other.</li> </ol>	

Fonte: <http://www.projecttalent.org>

Entre outras inúmeras conclusões e relatórios, este projeto relacionou a Habilidade Espacial com o sucesso nas disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Nos Estados Unidos a sigla “STEM” (Science, Technology, Engineering e Math) é utilizada para referenciar o conjunto destas disciplinas.

### 3 LETRAMENTO ESPACIAL

#### 3.1 Descrição das formas com precisão

Quando são mencionadas as palavras “engenheiro”, “arquiteto” e “*designer*”, logo vem em mente a palavra “projeto”. Esta associação faz-se em função da linguagem gráfica utilizada por estes profissionais para transmitir suas ideias e se comunicar com os executores de suas obras ou produtos.

Todo e qualquer projeto de Engenharia, Arquitetura ou Desenho Industrial precisa ser desenhado antes de construído. Esse desenho é o diálogo entre quem projeta e quem executa. (PEREIRA, 2001).

O desenvolvimento de técnicas de Representação Gráfica, não só do ponto de vista prático, como também do ponto de vista instrumental, evoluiu com a humanidade desde a Pré-História. Um marco importante foi o desenvolvimento da perspectiva<sup>8</sup>. O pequeno conhecimento do mundo antigo da real profundidade dos objetos em pinturas, apesar de uma rude ilusão tridimensional foi algumas vezes sugerido em cenas apenas pela disposição de figuras umas em frente às outras. Os romanos alcançaram um entendimento parcial da convergência de linhas paralelas, mas nunca desenvolveram a ideia de pontos de fuga.

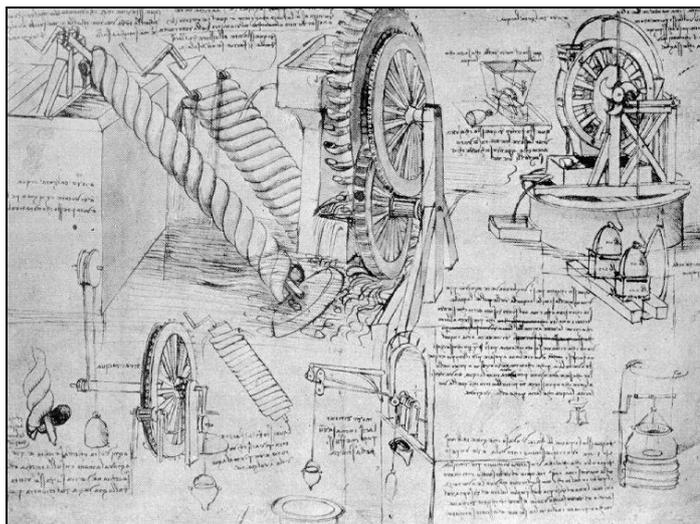
“A história universal das artes visuais é o vasto campo de aplicação de todos os tipos de perspectiva. Todas elas têm seus fundamentos racionais, embora algumas não sejam modelos exemplares. Mas todas estão intimamente ligadas ao esforço dos homens no sentido de descrever, inventar e compreender seu universo”. (FLOCON, 1967)

---

<sup>8</sup> Desenho com o propósito de representações tridimensionais a partir de um determinado ponto de vista. Os objetos representados em perspectivas sofrem distorções angulares e redimensionamentos a fim de obter o aspecto desejado de posição no espaço. Porém os

Estudos sistematizados da perspectiva surgiram a partir da Renascença Italiana, no século XV, a Figura 17 ilustra projetos para bombear água de Leonardo da Vinci elaborado neste período.

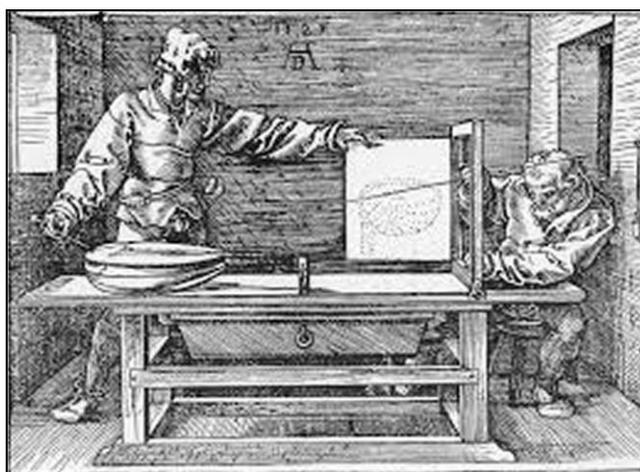
Figura 17 - Desenho de Bombas de água



Fonte: Leonardo Da Vinci (século XV)

A Gravura de Albrecht Dürer (1525), ilustrada na Figura 18, representa um artista utilizando um aparato desenvolvido para se registrar ponto a ponto um objeto a ser representado em perspectiva.

Figura 18 - Homem desenhando um alaúde



Fonte: Gravura de Albrecht Dürer (1525)

---

exatos ângulos, dimensões, distorções e reduções de cada parte são determinadas por processos matemáticos e não por um simples cálculo visual.

A Figura 19 ilustra a obra Rafael Sanzio intitulada “A Escola de Atenas” e desenvolvida entre 1509-1510. Ela é um exemplo de perspectiva exata por ter sido elaborada para criar a ilusão do espaço tridimensional. A intenção foi transmitir a noção de que uma pintura plana é como uma janela através da qual se pode observar uma cena, neste caso, todas as linhas perpendiculares ao plano da janela convergem para um ponto, conhecido como ponto de fuga, na linha do horizonte.

Figura 19 – A Escola de Atenas



Fonte: Pintura de Raphael (1509-1510)

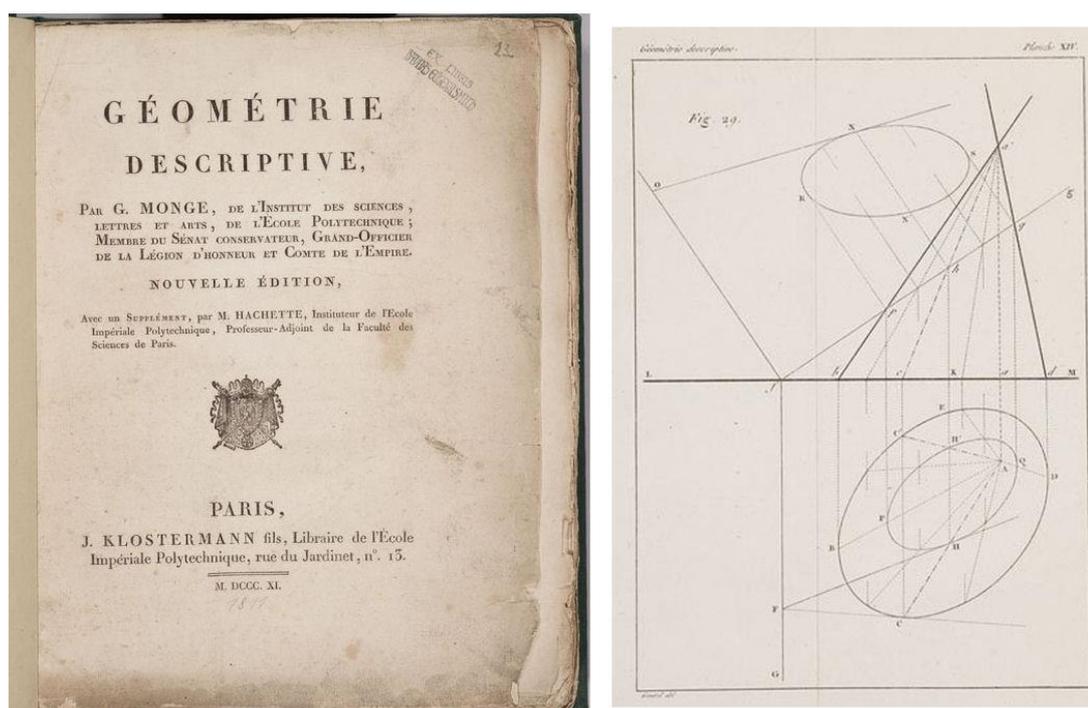
Apesar de facilitar a visualização das formas esta técnica não é suficiente para a elaboração de projetos, pois, a Verdadeira Grandeza (VG), ou seja, as dimensões reais dos objetos e o posicionamento relacional de seus componentes não são explicitados e, para que a comunicação gráfica seja eficiente, a representação deve ser precisa.

Os projetos são representações de objetos tridimensionais em uma superfície plana de modo que demonstrem sua forma de maneira clara, inequívoca e com exatidão.

Foi somente em fins do século XVIII, com a sistematização da Geometria Descritiva por Gaspard Monge (1746-1818), da École Polytechnique de Paris, que o problema de descrição da forma e das dimensões reais dos objetos ficou claramente resolvido. Este fato forneceu às técnicas de desenho o ferramental necessário para transformá-lo na linguagem gráfica dos projetos da Era Industrial que começava a nascer.

O livro “Geometria Descritiva”, redigido por Gaspard Monge em 1811 para apoiar sua disciplina, apresenta técnicas para representação de objetos tridimensionais em duas dimensões. A Figura 20 ilustra a página de rosto e a uma página de exercício com uma projeção em Épura<sup>9</sup> obtida pelo seccionamento de um cone por um plano oblíquo.

Figura 20 – Página de rosto e exercício do livro Geometria Descritiva de Gaspard Monge – 1811



Fonte: <http://www.maa.org/press/periodicals/convergence/mathematical-treasures-gaspard-monges-descriptive-geometry>

<sup>9</sup> Épura é a representação bidimensional de dois planos divididos por uma linha (Linha de Terra). Acima desta linha é representada a projeção do Plano Vertical (PV) e abaixo a projeção do Plano Horizontal (PH)

No século XIX, com o surgimento de várias escolas de Engenharia Civil, a Geometria Descritiva (GD) passou a ser disciplina obrigatória em seus cursos.

Marmo (1974) recomenda a utilização de métodos de GD para resolver os problemas de representação.

A Geometria Descritiva é o meio mais satisfatório para estabelecer um 'diálogo gráfico' entre um projetista e um executor de obras técnicas, permitindo ao primeiro transmitir e ao segundo captar as ideias sobre FORMA, TAMANHO e POSIÇÃO das referidas obras; sem essa 'linguagem gráfica', seria impraticável o exercício da Engenharia e Arquitetura" (MARMO, 1974).

Atualmente a Geometria Descritiva consta da grade curricular dos cursos universitários de Engenharia, Arquitetura e Design e é ministrada com o objetivo de fornecer os subsídios necessários para a representação de objetos tridimensionais e a interpretação de projetos que utilizam essa linguagem.

### **3.2 Letramento Espacial e Geometria Descritiva**

A palavra "letramento" remete à ideia de alfabetização, ou ainda ao ato pedagógico de promover o desenvolvimento da habilidade ler e escrever. Atualmente esse termo também descreve o desenvolvimento de competências.

De acordo com o relatório da UNESCO (2006) a palavra "letramento" passou a ser utilizada com um sentido muito mais amplo e metafórico para se referir ao desenvolvimento de outras habilidades e competências, por exemplo "Letramento da Informação", "Letramento Visual", "Letramento em Mídia" e "Letramento Científico".

Um grande questionamento nos primórdios das pesquisas em Habilidade Espacial foi sobre sua condição. Essa habilidade é inata, ou seja, inerente ao ser humano desde o seu nascimento ou ela pode ser aprimorada durante a existência humana?

Bertoline (1988) sugeriu que a Habilidade Espacial é desenvolvida por meio de experiências de vida. Ele pontuou que as crianças expostas a ambientes de aprendizagem adequados possuem essa habilidade mais forte posteriormente.

Harle (2010) segue a linha de pensamento de Bertoline (1988) e complementa que a Habilidade Espacial pode ser melhorada.

Grande parte da literatura mostra que a habilidade espacial se desenvolve ao longo do tempo de vida de uma pessoa, e que as intervenções podem melhorar a capacidade espacial. (HARLE, 2010).

Inúmeras pesquisas demonstram o sucesso de intervenções para o desenvolvimento da Habilidade Espacial, dentre algumas já referenciadas neste texto estão Prieto (1993), Vasta (1996), Leopold (1996), Gorska (1998), Medina (1998), Newcomb (2002) e Lippa (2010).

O progresso cognitivo dos sujeitos participantes das pesquisas citadas foi comprovado por meio da comparação dos resultados do pré-teste, realizado antes das atividades programadas, com o pós-teste, aplicado depois das mesmas.

Isso posto, é consenso no meio acadêmico, das mais variadas instâncias e graus, que o Pensamento Espacial pode ser desenvolvido e deve ser promovido em todos os níveis do sistema de educação.

Com os avanços em sistemas computacionais (hardware e software) o Raciocínio Espacial pode ser aprimorado de forma a aumentar

sua velocidade, sua precisão e sua flexibilidade, como afirma o Committee on Support for Thinking Spatially (2006).

Sendo assim, o objeto principal desta tese, que é a promoção do desenvolvimento da Habilidade Espacial é o Letramento Espacial.

Letramento espacial é a realização de ações para promover o desenvolvimento da Habilidade Espacial, que abrange, sinteticamente, as seguintes competências (vide referências “no tópico “Definição deste Capítulo):

- Capacidade para imaginar, conceber, manipular e relacionar objetos em duas ou três dimensões;
- Capacidade para perceber relações espaciais relativos ao posicionamento do seu próprio corpo;
- Capacidade para interpretar e executar a representação de objetos tridimensionais no plano.

Pesquisadores têm apontado diversas ações formativas para melhorar a Habilidade Espacial. Sorby (1999) elenca algumas delas:

- 1) Jogar com brinquedos de construção;
- 2) Participar de aulas de desenho ou mecânica;
- 3) Jogar games tridimensionais em computador;
- 4) Praticar alguns tipos de esportes e
- 5) Ter bem desenvolvidas as habilidades matemáticas.

Sorby (1999) sugere ainda que a resposta para quem busca desenvolver Habilidades Espaciais 3D, a resposta é: “esboçar, esboçar e esboçar”.

Alguns programas de estudo com o objetivo de potencializar a Habilidade Espacial, principalmente os inseridos nos cursos de Cartografia, Geografia e Geologia, têm aplicado treinamento utilizando os seguintes recursos:

- 1) Leitura de mapas;
- 2) Equipamentos GPS<sup>10</sup> (Global Positioning System, ou Sistema de Posicionamento Global);
- 3) Softwares GIS<sup>11</sup> (Geographic Information System, ou Sistemas de Informação Geográfica) e
- 4) Sistemas de Geoprocessamento como o Google Earth<sup>12</sup>.

### **3.3 Ensino de GD no Curso de Design da FAAC/UNESP**

O Plano de Ensino da Disciplina Desenho II do Curso de Design da FAAC/UNESP, cujo conteúdo principal é a Geometria Descritiva, está detalhado no ANEXO I. Esta disciplina é iniciada com os conceitos de Projeção, em seguida apresenta os Sistemas Cônicos e Cilíndricos de Projeção e, em sequência, aborda o Sistema Cilíndrico de Projeção, de forma mais detalhada, por ser este o sistema utilizado na Geometria Descritiva.

Os livros de Geometria Descritiva trazem, de maneira geral, como primeiro tópico a classificação das Projeções, em seguida os Sistemas de Projeção e as Operações Projetivas, em seguida desenvolvem o estudo do ponto, da reta e do plano, nesta ordem. Estes livros apresentam as figuras geométricas planas e os sólidos geométricos apenas nos capítulos finais. No

---

<sup>10</sup> Aparelhos que se comunicam com satélites, fornecem a localização em latitude e longitude e fornecem dados para aplicativos de mapas, esportes, laser, etc.

<sup>11</sup> De acordo com a Universidade de Edimburgo, na Escócia, GIS é "um sistema informatizado para captura, armazenamento, verificação, integração, manipulação, análise e visualização de dados relacionados a posições na superfície terrestre".

<sup>12</sup> <https://www.google.com/earth/>

entanto, observa-se em sala de aula, ao explicar os Sistemas de Projeções, que o aluno consegue visualizá-los melhor, quando toma-se como exemplo um modelo de sólido geométrico, ou um objeto real de seu cotidiano.

Nos cursos de GD a prática, necessariamente, mescla-se à teoria, em conjunto, elas fornecem aos alunos conceitos, teoremas, definições, notações e procedimentos que propiciam a aquisição de habilidades de concepção e representação gráfica. A prática é que possibilita aos alunos a construção, solidificação e fixação do seu conhecimento em GD. **Sendo assim, para que os alunos adquiram a capacidade desejada, uma das metodologias mais utilizadas nos cursos de GD tem sido a Resolução de Problemas.**

A aprendizagem pela resolução de problemas em GD implica em uma tarefa na qual os alunos constroem seu conhecimento manipulando os elementos gráficos e seguindo regras teóricas, de modo a integrá-lo às suas estruturas cognitivas até descobrir suas associações e inter-relações.

Em psicologia, problema geralmente significa uma situação na qual o organismo, motivado para atingir algum alvo, é bloqueado nesse empenho em virtude da existência de um ou vários obstáculos. É interessante notar que, de acordo com um antigo e emérito estudioso, resolver problemas e aprender são processos que praticamente se confundem. Ambos supõem a existência de uma situação problemática e um processo de ajustamento ou adaptação do organismo a essa situação. (DASHIEL, 1935 apud PFROMM, 1987).

A citação acima, de 1935, confirma que, de longa data, a resolução de problemas é reconhecidamente um caminho eficiente para o aprendizado. Este consenso fundamentou a elaboração de várias estratégias pedagógicas que foram sintetizadas e registradas. Cada qual com suas especificidades gerou variações e são aplicadas desde os cursos de ensino fundamental até os de níveis mais altos.

Descoberta Guiada, Resolução de Problemas e Abordagem Investigativa são modelos pedagógico/didáticos centrados no aluno que inserem a resolução de problemas em suas atividades visando seu desenvolvimento substancial.

Gijselaers (1996) explica que a “aprendizagem baseada em problemas” deriva da teoria de que a aprendizagem é um processo no qual quem aprende constrói ativamente o conhecimento.

Ernest (1991) elaborou a Tabela 8 comparando as responsabilidades dos professores e dos alunos nos métodos pedagógicos citados anteriormente.

Tabela 8 - Modelos Pedagógicos.

Modelo	Papel do professor	Papel do aluno
Descoberta Guiada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formula o problema ou escolhe a situação tendo o objetivo em mente.</li> <li>- Conduz o aluno para a solução ou objetivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Segue a orientação.</li> </ul>
Resolução de Problemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formula o problema.</li> <li>- Deixa o método de solução em aberto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encontra o seu próprio caminho para resolver o problema.</li> </ul>
Abordagem Investigativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escolhe uma situação de partida (ou aprova a escolha do aluno)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Define os seus próprios objetivos de acordo com a situação.</li> <li>- Tenta resolver pelo seu próprio caminho.</li> </ul>

Fonte: Ernest (1991)

Os termos “Aprendizagem por Resolução de Problemas” (ARP) e “Aprendizagem Baseada em Problemas” (ABP), também são utilizados no Brasil para referir-se ao método denominado *Problem Based Learning* (PBL) sistematizado no início da década de 70 pelo Dr. Howard Barrows, professor emérito do Department of Medical Education – Southern Illinois University School of Medicine.

O modelo ARP foi idealizado para permitir a participação interativa dos alunos nos cursos de medicina. Ao problematizar casos patológicos, os professores induzem os alunos a pesquisar e colher dados para encontrar sua solução. Motivados, os estudantes se preparam assim para seu trabalho futuro no exercício da medicina.

Embora o modelo ARP tenha suas origens teóricas na educação médica, ele se expandiu a outras formas de ensino como, por exemplo, nas engenharias.

Muitas variantes do modelo ARP foram desenvolvidas nos últimos 30 anos, porém seus elementos essenciais permanecem constantes, onde os problemas são incentivos para a necessidade de conhecer o domínio em questão.

De acordo com Oliveira (1988), ARP é um conjunto de eventos no qual seres humanos usam regras para alcançar algum objetivo, o que leva à aprendizagem, uma vez que as capacidades do indivíduo se modificam. Os processos mentais trazem à tona regras conhecidas para a resolução de um problema e criam novas conexões cognitivas.

Pozo e Echeverria (1988) pressupõem que o ensino baseado na resolução de problemas promove aos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis, para dar resposta a situações variáveis e diferentes. Nesta proposta, os estudantes estabelecem e exploram o que já conhecem e o que necessitam aprender, de forma a progredir no entendimento do domínio em questão.

A habilidade adquirida através de técnicas de aprendizado por resolução de problemas, de lidar com situações desconhecidas e recuperar informações, pode ser um importante indicador para a aprendizagem ao longo da vida. (SHIN, 93).

Os elementos chaves de aprendizagem por resolução de problemas são: a formulação de hipóteses que podem ser exploradas através de investigação autodirigida e o teste e a revisão destas questões pela aplicação de seus conhecimentos.

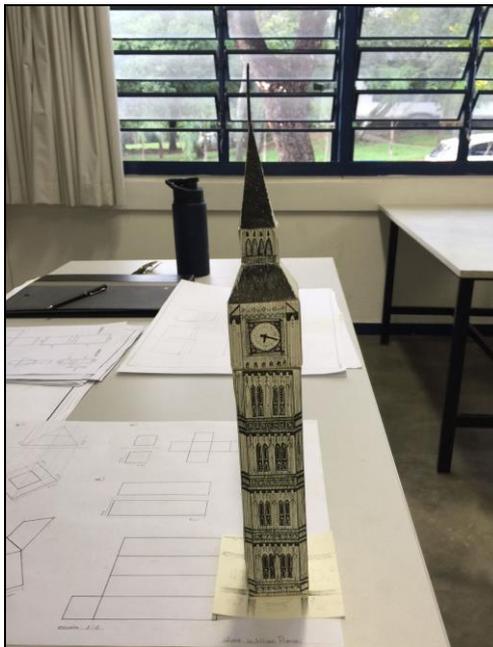
A metodologia para trabalhar com os alunos utilizando o método de aprendizagem baseada por projetos é oferecê-los de forma gradual, estimulando-os assim a procurar soluções e promover o auto aprendizado.

Para que um problema seja útil ao aprendizado ele deve oferecer uma situação diferente das que já se tenha resolvido, podendo até conter partes similares a outros, porém, se for do mesmo tipo que um resolvido anteriormente, este será apenas um exercício no qual o aluno prove seu conhecimento e não um que possa ser considerado como auxiliar para seu progresso.

Durante a Disciplina de Desenho II os alunos se deparam com problemas de representação de objetos individuais em perspectivas e Épuras, representação de composições tridimensionais com intersecção e seccionamento dos mesmos e culmina com o desenvolvimento de projetos de objetos com vários sólidos e as planificações que permitiram a sua montagem.

A Figura 21 e a Figura 22 apresentam o trabalho do aluno Willian Pieroni de Souza (autorização de reprodução no ANEXO II) da turma de Desenho II de 2015. As fotos mostram um relógio elaborado com 5 módulos sobrepostos e o seu projeto com as planificações de cada módulo em Épura.

Figura 21 - trabalho do aluno Willian Pieroni de Souza – montagem e projeto.

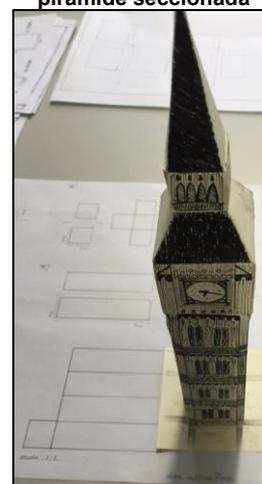


Fonte: Foto da autora.

O Paper Craft, ou seja, objeto tridimensional de papel, solicitado como trabalho deveria ser composto por, no mínimo, 5 módulos (sólidos), sendo pelo menos 3 diferentes e um deles deveria ser uma pirâmide seccionada por um plano notável.

O aluno deveria elaborar as planificações dos elementos do objeto que permitissem sua montagem e a Épura com a pirâmide seccionada para encontrar a VG da secção.

Figura 22 - Detalhe que mostra a pirâmide seccionada



Fonte: Foto da autora.

Este foi apenas um dos inúmeros problemas que os alunos precisaram resolver durante a Disciplina de Desenho II.

No Curso de Design da Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação da UNESP a Habilidade Espacial é promovida utilizando os sólidos geométricos desde as primeiras aulas.

De acordo com McKim (1980) modelos que possam ser vistos e tocados estimulam mais a percepção do que os modelos que possam apenas ser vistos na tela do computador. Para os alunos é mais plausível visualizar objetos e compreender suas projeções do que visualizar entes primitivos (ponto, reta ou plano).

Ao realizar as projeções apenas com os primitivos geométricos a dificuldade aumenta consideravelmente, pois os alunos não alcançam a abstração necessária para o entendimento. Quando a proposta apresentada é inversa, ou seja, tem-se a projeção no plano e o aluno necessita visualizar o objeto no espaço, as dificuldades se acentuam.

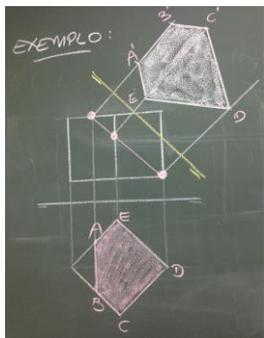
A grande preocupação do docente nesta disciplina é administrar seu conteúdo de forma que, logo no início do curso, o aluno aprimore sua Habilidade Espacial para que seja possível seu aprendizado de GD promovendo assim as competências desejadas (relacionadas no Objeto de Pesquisa desta tese).

A complexidade da teoria necessária para a aplicação das técnicas de Geometria Descritiva e a dissociação de seus conceitos da vivência anterior do aluno são fatores que dificultam o aprendizado.

Para facilitar a compreensão da teoria do Sistema Mongeano de Projeção os docentes buscam estratégias pedagógicas que promovam a lapidação da Habilidade Espacial até que o aluno desenvolva a capacidade de abstração necessária. Nas aulas de Geometria Descritiva do Curso de Design da FAAC/UNESP são utilizados os seguintes recursos:

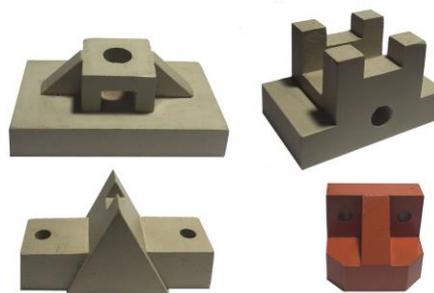
- Explicações na lousa, exemplo: Figura 23 ;
- Modelos tridimensionais em madeira, exemplo: Figura 24;
- Animações / Sistema Hypergeo, exemplo: Figura 25;
- Exercício no software AutoCAD, exemplo Figura 26:
- Fotografias com o celular dos alunos para visualização das faces dos objetos, exemplo: Figura 27;
- Exercícios desenvolvidos em papel A3 com instrumentos de Desenho Técnico, exemplo: Figura 28.

**.Figura 23 - Explicação na lousa do seccionamento do cubo e sua VG**



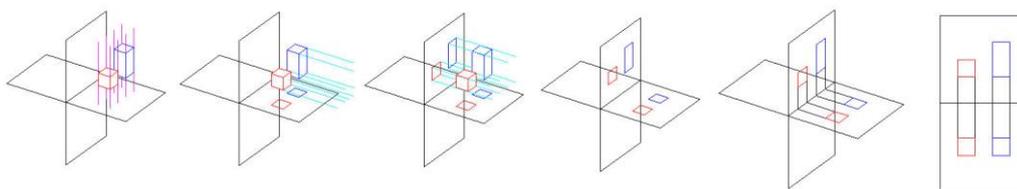
Fonte: Foto da autora

**Figura 24 - Modelos tridimensionais em madeira**



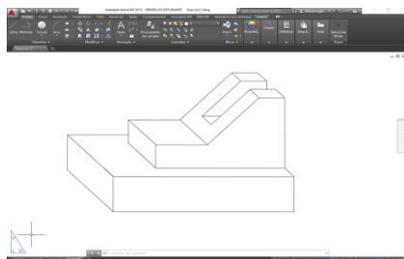
Fonte: Foto da autora

**Figura 25 – Quadros da animação de projeções no 1º Diedro e formação da Épura**



Fonte: Valente (1997)

**Figura 26 - Exercício de Perspectiva Cavaleira no AutoCAD**



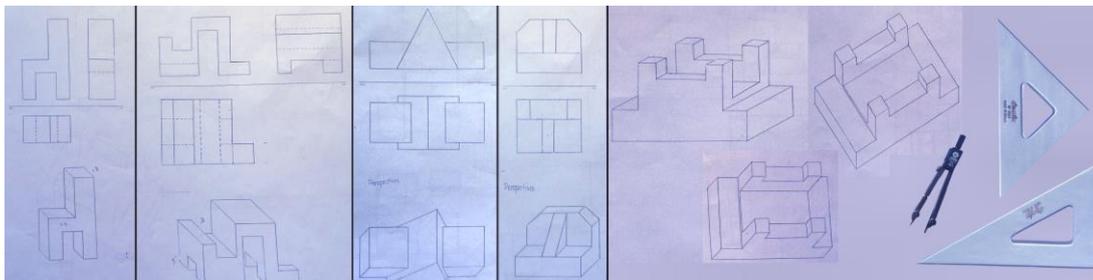
Fonte: Foto da autora

**Figura 27 - vista superior de um modelo de madeira obtida via fotografia de celular**



Fonte: Foto da autora

**Figura 28 - Exercícios desenvolvidos em papel A3 com instrumentos de Desenho Técnico**



Fonte: Foto da autora

Além destes recursos, outros também são utilizados. Percebe-se nas aulas que o entendimento dos mecanismos das projeções se dá de forma mais clara quando se apresenta os planos de projeção com mobilidade ou animações.

As noções de Diedro<sup>13</sup> e Épura são melhores compreendidas quando se mostra à classe um modelo montado em acrílico, ou em papelão, de dois planos se interceptando e formando  $90^\circ$  entre si com flexibilidade para que se possa fazer o rebatimento dos mesmos, ou seja, “abrir” o ângulo de  $90^\circ$  até que ele chegue a  $180^\circ$  e fique um sobre o outro.

De acordo com Strong (2002), o desenvolvimento de novas tecnologias de informática tem sido pesquisado como meios possíveis para ampliar o pensamento espacial e melhorar as habilidades e competências espaciais.

As dificuldades específicas da disciplina de GD, e a heterogeneidade das turmas motivaram o desenvolvimento de ferramentas computacionais como sites como Valente (1997), softwares tutores como Valente (2003), softwares de Realidade Virtual como Seabra (2008), Sistemas Estereoscópicos como Santos (2000), vídeo-aulas, para auxiliar os alunos em seus estudos.

Muitos dos recursos e dos materiais didáticos informatizados que inicialmente foram elaborados para serem utilizados como apoio ao ensino presencial, hoje em dia estão disponíveis em programas de ensino à distância via Internet, permitindo aos alunos ações pedagógicas individualizadas seguindo seu ritmo de aprendizagem.

Pesquisas indicam que, se uma pessoa recebe as informações necessárias em um ritmo que lhe é adequado, seu desempenho melhora. Se ela é obrigada a trabalhar em um ritmo mais rápido, dificilmente obterá o domínio pleno

---

<sup>13</sup> Espaço delimitado por dois planos que formam  $90^\circ$  entre si.

dos objetivos pretendidos pelo professor. Isto não significa deixar o aluno por sua própria conta esperando que ele aprenda algum dia. O acompanhamento de sua evolução e o oferecimento de conteúdos alternativos utilizando diversas linguagens e meios o motivarão e o levarão a continuar sua caminhada. (OLIVEIRA, 2001).

A seguir, a Figura 29 ilustra algumas telas do Hypergeo<sup>14</sup> de Valente (1997), desenvolvido para auxiliar o aprendizado dos Sistemas de Projeções. As animações contidas neste site demonstram como as projeções são utilizadas para a representação de objetos tridimensionais no plano.

Figura 29 - Telas do sistema Hypergeo

The image displays the Hypergeo software interface, which includes a navigation menu at the top, a central logo for 'PROJEÇÕES', and several instructional panels. The panels are organized as follows:

- Top Navigation:** Home, Inicial, 1º D. Obliq., 2º D. Obliq., 3º D. Obliq., 4º D. Obliq., 1º D. Ort., 2º D. Ort., 3º D. Ort., 4º D. Ort., 1º D. Merc., 2º D. Merc., 3º D. Merc., 4º D. Merc.
- Central Logo:** A large yellow oval containing the word 'PROJEÇÕES' in blue, 3D-style letters.
- Attribution:** Prof.ª Ms. Maria Antonia Peruchi Guetta - Universidade Estadual Paulista - UNESP/Bauru; Prof.ª Ms. Valéria Valente - Universidade Estadual Paulista - UNESP/Bauru e UNIP.
- Projection Diagrams (Top Right):** Four panels illustrating the four dihedral systems (1º, 2º, 3º, 4º DIEDRO) with labels for the observer (PH), object, and projection plane (PV).
- Object Orientation Panels (Middle Left):** Three panels with diagrams and text explaining object orientations:
  - PARALELO:** 'OBJETO PERTENCE A UM PLANO PARALELO EM RELAÇÃO AO PLANO DE PROJEÇÃO. A projeção do objeto é exatamente igual ao objeto do espaço e dizemos que a projeção está em VERDADEIRA GRANDEZA, ou simplesmente em V.G.'
  - OBLÍQUO:** 'OBJETO PERTENCE A UM PLANO OBLÍQUO EM RELAÇÃO AO PLANO DE PROJEÇÃO. Há uma acurada modificação na projeção do objeto e dizemos que ele não está em V.G., pois a projeção não apresenta a real superfície do objeto. Para sabermos a forma e superfície real é necessário recorrer a Métodos Descritivos.'
  - PERPENDICULAR:** 'OBJETO PERTENCE A UM PLANO PERPENDICULAR EM RELAÇÃO AO PLANO DE PROJEÇÃO. Neste caso a projeção do triângulo se reduz a um segmento de reta.'
- Fronto-Horizontal Line (Bottom Right):**
  - NO ESPAÇO:** A 3D diagram showing a line AB in space, parallel to the horizontal plane (PH) and perpendicular to the vertical plane (PV).
  - EM EPURA:** A 2D diagram showing the projections of line AB as a horizontal segment A2B2 and a vertical segment A1B1.
  - Text:** 'A reta representada pelo segmento AB é chamada reta FRONTO-HORIZONTAL. Características da reta Fronto-horizontal:
    - O segmento AB tem mesma cota - distância do ponto ao PH - em todos os seus pontos, portanto é paralela ao PH.
    - Tem também, mesmo afastamento - distância do ponto ao PV - em todos os seus pontos e portanto é paralela ao PV.
    - Sendo paralela ao PV e PH também o será à LT.
    - Poe ser paralela ao PH, sua projeção horizontal está em V.G. - Verdadeira Grandeza.

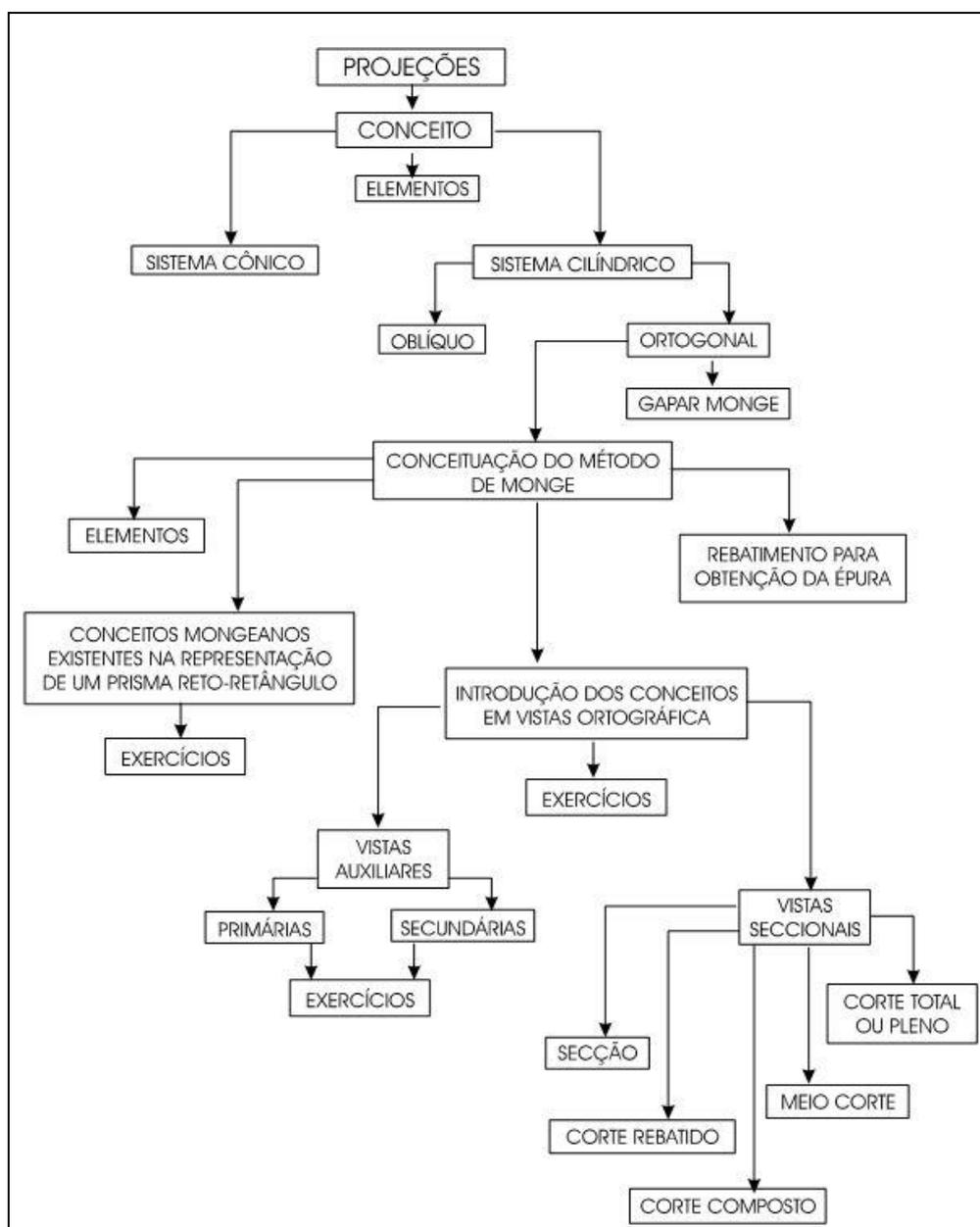
Fonte: Valente, 1997.

<sup>14</sup> <http://www4.faac.unesp.br/pesquisa/hypergeo/index2.htm>

A Figura 30 apresenta a estrutura básica do Hypergeo com a sua hierarquia de acesso aos assuntos do conteúdo.

Este site foi desenvolvido de modo que cada tópico pode ser acessado de forma independente, porém, as páginas de exercícios só se abrem a partir da página que contém os conceitos básicos relativos a eles.

Figura 30 - Mapa de navegação do Hypergeo



Fonte: Valente, 1997.

A Figura 31 apresenta algumas telas do Sistema Tutor de Suporte ao Aprendizado de Geometria Descritiva de Valente (2003), descrito no ANEXO VII, no qual o aluno interage via Internet e desenvolve seu aprendizado por meio da resolução de exercícios.

A cada interação, são avaliados os conceitos que o aluno já conhece e, com base nestes dados, novos exercícios são sugeridos de modo gradual, bem como, quando for o caso, uma lista das teorias básicas que ele deve estudar.

Figura 31 - Telas do Ambiente Tutor Suporte ao Aprendizado de Geometria Descritiva.

Conceitos	Pré-Teste Conhecimento	Pré-Teste Compreensão	Aplicação
Representação do ponto em época			
Representação de Plano			
Traço de Reta			
Pertinência reta/plano			
Intersecção reta/plano			
Aprimoramento de Habilidade			

Fonte: Valente, 2003.



## 4 GAMES DIGITAIS E APRENDIZADO

### 4.1 Motivação e Aprendizado

Para Prensky (2003) “Não se consegue interromper um aluno motivado” (tradução livre). Este pensamento, demonstra sabiamente a força e a importância da motivação. A falta dela também é determinante, pois ninguém pode ajudar quem não está disposto a aprender.

A motivação, ou predisposição ao aprendizado, é elemento fundamental em várias teorias da aprendizagem nas três principais correntes teóricas: Comportamentalismo<sup>15</sup>, Cognitivismo<sup>16</sup> e Humanismo<sup>17</sup>.

Thorndike (1914), definiu a aprendizagem como uma série de conexões estímulo-resposta e escreveu três leis básicas: do Efeito, da Prontidão e do Exercício. Posteriormente incluiu a da Primazia, a da Intensidade e a da Recentidade.

- Lei do Efeito: Ações que geram resultados agradáveis tendem a se repetir. A relação entre um estímulo e uma reação será reforçada ou enfraquecida de acordo com um resultado positivo ou negativo;
- Lei da Prontidão: A conexão entre o estímulo e resposta só acontecerá quando o indivíduo estiver predisposto, ou seja, motivado a estabelecê-la, nesse caso a aprendizagem será efetiva. Quando não houver a prontidão a aprendizagem não acontecerá e a experiência será desagradável;
- Lei do Exercício: As conexões se tornarão mais fortes e duradouras quanto mais forem repetidas e gerarem resultados positivos. Toda prática deve ter um retorno (feedback).

---

<sup>15</sup> Ênfase nos comportamentos e suas consequências.

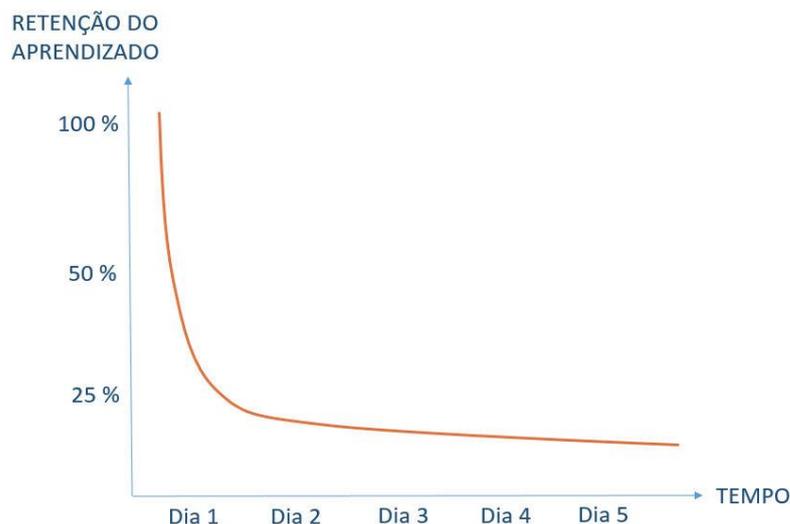
<sup>16</sup> Ênfase na cognição e na construção do conhecimento.

<sup>17</sup> Ênfase na pessoa, em seus sentimentos e autonomia.

- Lei da Primazia: A primeira assimilação/experiência é a mais importante. O que já está assimilado é difícil mudar e corrigir.
- Lei da Intensidade: Experiências mais intensas e emocionantes são mais susceptíveis de promover a aprendizagem. A intensidade da ação aumenta a concentração.
- Lei da Recentidade: Quanto mais recente é o aprendizado, mais forte e vivo ele se encontra na memória. Conforme o tempo passa o que foi aprendido pode cair no esquecimento se não houver um reforço cíclico.

A diminuição da retenção da memória também foi motivo de investigação do alemão Hermann Ebbinghaus. Em 1885 ele elaborou a Lei do Esquecimento (MURRE, 2015), vide Figura 33. Seus estudos concluíram que a retenção da informação diminui drasticamente logo nas primeiras horas após seu recebimento.

Figura 33 - Gráfico do Esquecimento



Fonte: Adaptado de Hermann Ebbinghaus

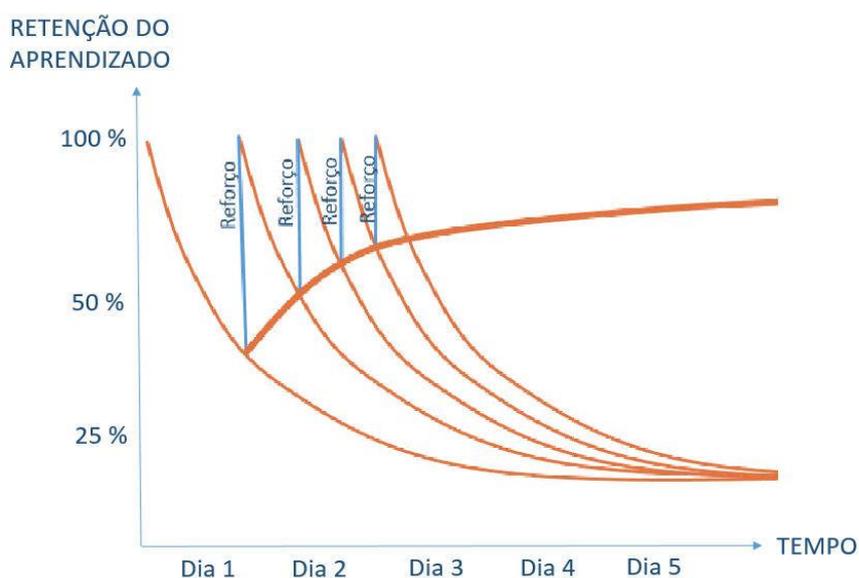
Pergher (2003) cita várias pesquisas a respeito do tempo de retenção de memória. Dependendo do aprendizado e da sua utilização a curva do esquecimento é mais acentuada negativamente, ou seja, nem toda

informação leva o mesmo tempo para ser esquecida. Isso pode ser facilmente verificado em situações cotidianas, é comum as pessoas se esquecerem de nomes, técnicas ou mesmo fatos quando não os utilizam.

A Lei do Exercício do Thorndike (1914) é indicada para minimizar o processo de esquecimento. De acordo com Buchsbaum (2015) a Recentidade e a Repetição são dois fatores que têm grandes efeitos sobre o desempenho da memória humana. “A repetição é uma das variáveis mais poderosas que afeta a memória” (HINTZMAN, 1976).

A técnica da Repetição Espaçada, vide Figura 34, sugere que reforços sobre assunto sejam realizados em intervalos de tempo. Thalheimer (2006) explica que ao espaçar a repetição é gerado um esforço cognitivo maior do que os exercícios consecutivos e isso cria traços de memória mais fortes causando melhor recordação.

Figura 34 – Gráfico da Repetição Espaçada



Fonte: Adaptado de Thalheimer e Ebbinghaus

A Teoria Cognitiva de Bruner (1976), ou Teoria da Descoberta, reforça a ideia de aplicar a Repetição Espaçada na Educação sugerindo a aplicação do Currículo em Espiral, vide Figura 7 (Capítulo 2), ela também enfatiza que a motivação é o fator que impulsiona um indivíduo à aprendizagem. A motivação intrínseca, ou seja, aquela que vem de dentro,

sustenta a vontade de realizar algo. Para que ocorra o aprendizado a predisposição e a motivação são fatores essenciais.

De acordo com Bruner (1976), para que haja o aprendizado o indivíduo deve estar predisposto a aprender e três fatores contribuem para a induzir à predisposição: Ativação, Manutenção e Direção

- Ativação: para ativar o estado de exploração o nível de dificuldade deve estar condizente com a expectativa do indivíduo;
- Manutenção da exploração: a experiência deve gerar um estado positivo onde os erros não levam a consequências que inviabilizam o processo. Os acertos devem ser enaltecidos e o risco de errar não deve ser ameaçador;
- Direção: o objetivo da atividade deve ser claro e, de acordo com o progresso, um retorno sobre o posicionamento em relação ao objetivo deve ser informado (feedback).

Csikszentmihalyi (1990), considerado um dos mentores da Psicologia Positiva<sup>18</sup>, desenvolveu o conceito de “Fluxo” (Flow), ou o “estado de atenção profunda” que ocorre quando alguém está completamente envolvido em alguma tarefa.

O Fluxo é um estado emocional positivo no qual o indivíduo fica absorto em uma atividade. Neste estado a concentração é totalmente dedicada ao momento em questão.

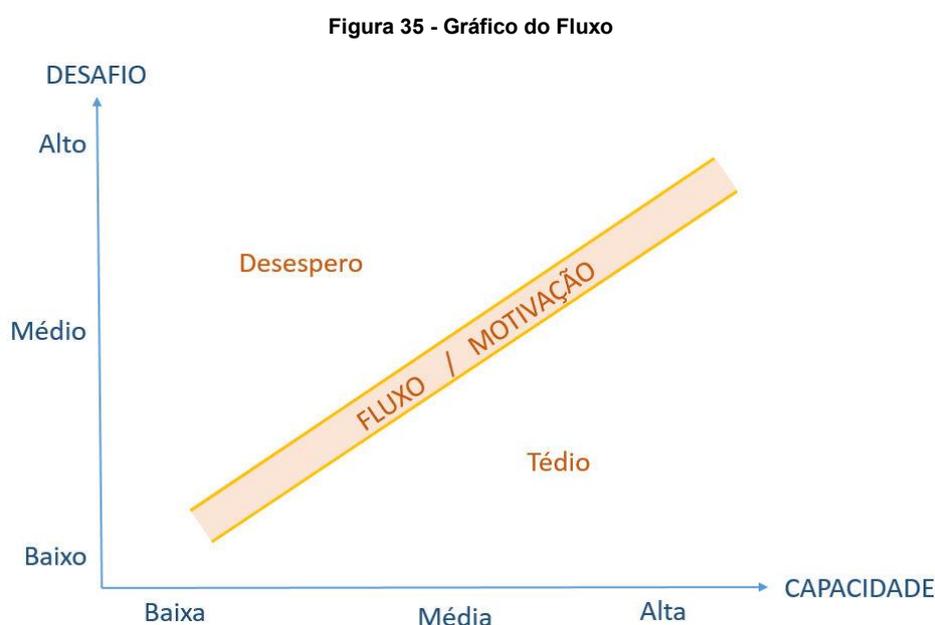
No Fluxo o sentimento é de prazer, as ações são inebriantes e a impressão é de que o tempo passa muito mais depressa que o de costume, o que predomina é a alegria ou mesmo o êxtase.

---

<sup>18</sup> Movimento da Psicologia que visa estudar as potencialidades e as virtudes humanas, pesquisando os fatores que contribuem para a prosperidade.

Segundo Csikszentmihalyi (1990), durante o Fluxo as emoções não são apenas contidas e canalizadas, mas positivas, energizadas e alinhadas às tarefas em execução. Este estado acontece quando a capacidade do indivíduo está em equilíbrio com os desafios exigidos pela atividade em questão.

A Figura 35 apresenta uma adaptação do Gráfico do Fluxo, também conhecido como gráfico da motivação. Este gráfico relaciona o “Desafio” de uma atividade ou tarefa com a “Capacidade” ou habilidade do indivíduo para executá-la.

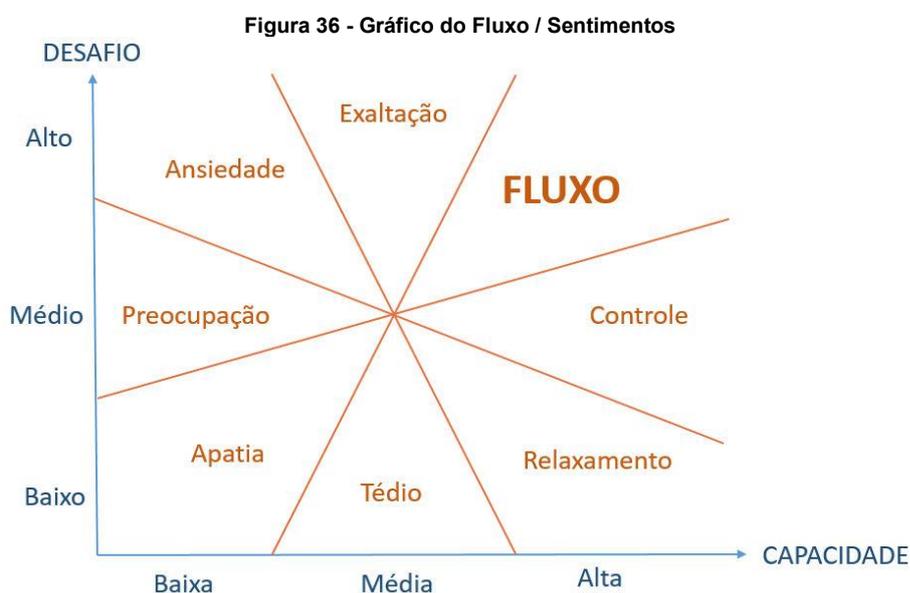


Fonte: Adaptado de Csikszentmihalyi, 1990.

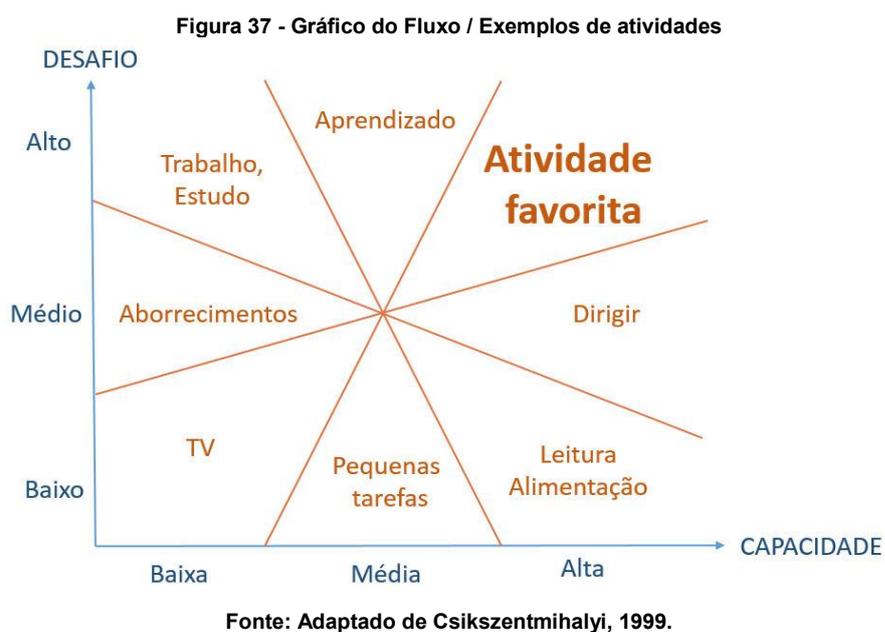
Quando o desafio proposto é muito alto e a capacidade para sua realização é baixa ou média, acontece o desespero ou preocupação e ansiedade, essa é uma zona de desconforto. Quando o desafio é baixo e a capacidade para resolvê-lo é média ou alta, o indivíduo entra na zona do tédio.

O Fluxo ou motivação só acontece quando o desafio oferecido está em consonância com a capacidade em resolvê-lo.

A Figura 36 apresenta um Gráfico de Fluxo adaptado de uma palestra de Csikszentmihalyi (1999) em Sydney/Austrália com os sentimentos gerados nas possíveis relações entre Desafio e Capacidade.



A Figura 37 apresenta o gráfico da figura anterior com exemplos de atividades que possam figurar nos diferentes níveis de Desafio e Capacidade.



De acordo com Csikszentmihalyi (1990), três condições são necessárias para atingir o estado de Fluxo:

1. Estar envolvido em uma atividade cujas metas são claras. Isso impõe direção e estrutura para a tarefa.

2. Receber constante retorno (feedback) das ações executadas. Isso permite ajustar as ações para manter o estado de fluxo.

3. Equilibrar os desafios exigidos e a capacidade de realização.

Quando as metas são claras, o feedback compatível e os desafios e habilidades estão equilibrados, a atenção se torna ordenada e recebe total investimento. Devido à exigência total de energia psíquica, uma pessoa no fluxo está completamente concentrada. Não há espaço na consciência para pensamentos que distraiam, para sentimentos incoerentes. (Csikszentmihalyi, 1990).

Csikszentmihalyi (1990) afirma que o estado de Fluxo é uma das principais razões pelas quais as pessoas jogam videogame. Isso ocorre porque o objetivo destes jogos é criar entretenimento através da motivação intrínseca, condição necessária para estabelecer o fluxo.

De acordo com Holt (2000), a descrição do Fluxo é idêntica à experiência que sente alguém totalmente imerso em um jogo de videogame. Durante esta experiência, o jogador perde a noção do tempo e esquece todas as pressões externas.

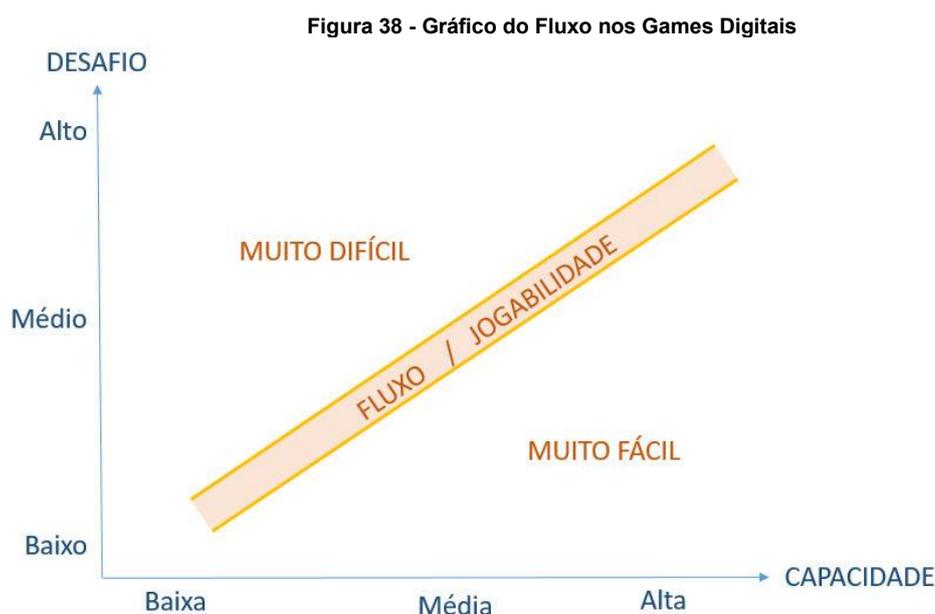
Os jogos de videogame proporcionam o estado de Fluxo o qual está diretamente relacionado à motivação, sendo assim, eles representam um grande potencial ao favorecimento da aprendizagem.

## 4.2 Habilidades Cognitivas estimuladas por Games Digitais

Esta pesquisa adotou o termo “Games Digitais” para denominar conjuntamente os jogos de videogame, os jogos para computador, os jogos digitais portáteis e os jogos para dispositivos móveis.

Os Games Digitais, geralmente, propõem um objetivo principal subdividido em etapas, ou fases, nas quais as tarefas ficam cada vez mais difíceis conforme se avança. A prática promove o aprendizado e habilita o jogador a novos desafios. Esta estratégia de oferecer situações parecidas, porém, com elementos distintos e mais profundidade é a mesma utilizada no Currículo em Espiral defendido por Bruner (1976).

Aplicando a Lei do Fluxo para os Games Digitais, vide Figura 38, os desafios oferecidos devem ser possíveis de se resolver, ou seja, para que a motivação se mantenha e as ações produzam retornos positivos os objetivos oferecidos não podem ser difíceis demais. Por outro lado, se o jogo for muito fácil a tendência é induzir ao tédio resultando em seu abandono. Concluindo: o Fluxo se manterá se as tarefas forem desafiadoras, mas exequíveis.



Fonte: Adaptado de Csikszentmihalyi, 1990.

Os Games Digitais possuem características que atendem às três Leis principais do Aprendizado de Thorndike (1914), aos fatores que contribuem para a induzir ao aprendizado da Teoria Cognitiva de Bruner (1976) e ainda proporcionam o Estado de Fluxo de Csikszentmihalyi (1990). A Tabela 9 demonstra como os Games Digitais se relacionam com os princípios de Thorndike, Bruner e Csikszentmihalyi.

Tabela 9 - Thorndike, Bruner, Csikszentmihalyi e os Games Digitais

Thorndike	Bruner	Csikszentmihalyi	Games Digitais
Lei da Prontidão - Motivação	Ativação	Envolvimento	Os Games Digitais são associados a momentos de lazer e diversão. A motivação está implícita na escolha do jogo.
Lei do Efeito - Resultado positivo leva à repetição	Manutenção da Ativação	Desafio em equilíbrio com a Capacidade	Ações com resultados positivos promovem a sensação de prazer. Para que isso ocorra as fases do jogo não podem ser nem muito difíceis, nem muito fáceis.
Lei do Exercício - Prática repetida - Objetivo claro - Feedback	Direção	Metas Claras	Cada meta atingida com sucesso leva ao jogador querer repetir a conquista, cada insucesso o desafia a tentar novamente.

Fonte: Autoria própria

Considerando a motivação como fator fundamental para os processos educativos e característica principal proporcionada pelos Games Digitais, pesquisadores como Feng (2010), Cherney (2008), Saorín (2015), Granic (2014), Blumberg (2012), Green (2007) e Prensky (2001) se dedicaram ao estudo do potencial de desenvolvimento cognitivo proporcionado por jogos eletrônicos e sua aplicabilidade em processos de ensino-aprendizagem. Nota-se que as pesquisas citadas não se restringiram aos Games Digitais elaborados especificamente para fins educativos, ou seja, aqueles classificados como “Jogos Sérios”.

### 4.3 Games Digitais e Habilidade Espacial

Antes de analisar os Games Digitais que possibilitam o desenvolvimento cognitivo e, principalmente, o aprimoramento da Habilidade Espacial, faz-se necessária a realização de sua classificação.

Os Games Digitais podem ser classificados por várias categorias: por gênero, por plataforma, por gerações, por tecnologia empregada, por quantidade de jogadores, por dimensão de gráficos (2D ou 3D), etc.

A classificação ilustrada na Figura 39 é por gênero, ou seja, os Games Digitais apresentam-se agrupados em categorias de acordo com suas características de jogabilidade, estilo, tipos de tarefas exigidas, formas de navegação, tipos de cenários, velocidades das ações, tipos de objetivos, etc. Observa-se que são encontradas na literatura outras formas de classificação com categorias acrescidas ou subtraídas, aqui estão relacionados os tipos mais disseminados.

Figura 39 - Gêneros dos Games Digitais mais disseminados



Fonte: Autoria própria

De acordo com Bavelier (2013), as melhorias cognitivas são mais susceptíveis em ambientes visuais com navegação tridimensional e exigência de ritmo acelerado os quais exigem decisão rápida e atenção aguda às alterações imprevisíveis durante o jogo. Essas características são predominantemente encontradas nos games de Ação.

Os games de Ação requerem o alinhamento do sistema de percepção visual com a coordenação motora. Neles os jogadores precisam estarem atentos aos objetos em movimento, às informações de controle periféricas que aparecem na tela e ao sincronismo de suas ações com a temporalidade do surgimento dos elementos principais.

Bavelier (2012) ressalta que a melhora do desempenho cognitivo não está documentada para todos os gêneros de games. A maioria dos efeitos robustos no desempenho cognitivo advém de jogar games de Atirador.

Atirador é uma subcategoria dos games de Ação. Esse tipo de jogo normalmente apresenta situações violentas nas quais precisa-se abater com armas inimigos em movimento e esquivar-se para não ser atingido. Os movimentos de ataque e defesa exigem reflexos rápidos e coordenação visual-motora sincronizados. A característica essencial que subdivide esse tipo de jogo é o ponto de vista do jogador:

- Atirador em 1ª pessoa (First Person Shooter – FPS): o jogador é um atirador e a tela do game é como se fosse seus olhos. O cenário aparece de acordo e com o seu posicionamento e seu ângulo de visão, ele não vê seu corpo todo, apenas suas mãos e suas armas. Os jogos de atirador em primeira pessoa exigem que os jogadores fiquem atentos constantemente realizando conexões espaciais e temporais. As relações espaciais são induzidas pela necessidade de prever “onde” possivelmente o inimigo aparecerá e as temporais em “quando” as ações

acontecerão. Neste tipo de jogo a visão periférica é constantemente exigida pois diversas sinalizações aparecem nos cantos da tela, mostrando elementos fora do foco da ação principal, porém com funções igualmente importantes. Exemplos de jogos desse tipo: Doom e Call of Duty (vide o tópico “Games de atirador em primeira pessoa”).

- Atirador em 3ª pessoa (Third Person Shooter - TSP): o que muda do tipo anterior é que o jogador tem uma visão ampliada e vê o próprio personagem. Esta situação de jogo não pode ser considerada uma simulação de situação real como nos de Atirador em Primeira Pessoas pois nela pode-se ver o que está atrás do próprio personagem.

Cohen (2007) declarou que os jogos de ação promovem os maiores desenvolvimentos cognitivos, tanto espacial como temporal, para o sistema visual. O ritmo acelerado requer interações frequente e permite múltiplas oportunidades de aprendizagem, uma vez que cada ação feita gera um retorno (feedback) comportamental. A falta de previsibilidade (eventos em tempos desconhecidos de acontecimentos e localizações) reforça a necessidade de atenção distribuída e leva a erros suficientes para sinalizar que os ajustes no comportamento são necessários, promovendo um alto nível de engajamento ativo e de aprendizagem.

Outros pesquisadores como Geen (2010 e 2012), Bavelier (2013) e Granic (2014) corroboram com Cohen (2007) enfatizando os benefícios dos games de ação para o aprimoramento do raciocínio espacial e da melhora da coordenação visual-motor.

Feng (2007), também observou os efeitos positivos para o aprimoramento cognitivo em jogos de quebra-cabeças dinâmicos nos quais elementos dos games de ação estão inseridos.

Quebra-cabeça (Puzzle), é um gênero de jogo cuja principal característica é oferecer desafios a serem resolvidos pelo jogador. As ações nesse tipo de game podem ser: movimentação de peças seguindo um raciocínio lógico, elaboração de estratégia, reconhecimento de padrões, deslocamento por labirintos com ou sem obstáculos e resolução de problemas. Uma opção válida para o aprimoramento da Habilidade Espacial oferecida por essa categoria são os games com Paradoxos Visuais (vide o tópico “Games com labirintos e paradoxos visuais”).

Outra opção benéfica em games de Quebra-cabeça é a limitação de tempo para a realização de movimentos como acontece no game Tetris<sup>19</sup>, sua utilização demanda grande coordenação visual-motora. Neste tipo de jogo a atenção do usuário é dividida entre o bloco que está caindo, os espaços correspondentes de uma estrutura já formada, a velocidade da queda e as possibilidades de rotação do bloco.

Um gênero de Game Digital muito difundido ultimamente no meio acadêmico para várias faixas-etárias e tem sido utilizado em disciplinas como História, Arte, Matemática, Projeto de Arquitetura e Engenharia, entre outras, é o “Mundo Aberto” (vide o tópico “Games de Mundo Aberto”). Esse tipo de jogo normalmente não apresenta um objetivo definido e o mundo é construído pelo jogador. A navegação pelo mundo criado permite observá-lo por perspectivas distintas demonstrando como é uma visão de fachada ou de planta.

Contrário às crenças convencionais de quem joga videogame é intelectualmente preguiçoso e inerte, Granic (2014) aponta que os jogos de ação, principalmente os jogos de atirador em primeira pessoa, promovem o desenvolvimento de uma ampla gama de habilidades cognitivas. Isto foi testado em diversas pesquisas que recrutaram pessoas que utilizavam jogos de atirador e pessoas que nunca jogaram esse tipo de jogo. Forneceram-

---

<sup>19</sup> <http://tetris.com/>

lhes, ao acaso, um jogo desconhecido de ambos pelo mesmo período de tempo. Comparado os dois tipos de participantes, os que utilizavam os jogos de atirador demonstraram ser mais rápidos, ter a alocação de atenção mais acurada e ter mais habilidade de rotação mental.

Granic (2014) identificou quatro benefícios proporcionados por Games Digitais:

- **Benefício cognitivo:** os games promovem o aumento da atenção, da criatividade, da Habilidade Espacial, da resolução de problemas, induz ao foco e diminui o tempo de reação às tarefas oferecidas.
- **Benefício Motivacional:** os games atraem para o ambiente virtual pessoas de várias idades e escolaridade engajando-as para atingir metas desafiadoras. Mesmo em situações de fracasso recorrente os jogadores se empenham para obter sucesso. Ambientes de jogos podem cultivar um estilo de motivação otimista e persistente.
- **Benefício emocional:** há evidências que os games podem ajudar as crianças a controlarem suas emoções. Os games induzem a estados de humor positivos e ao estado de Fluxo.
- **Benefício social:** Os games atualmente favorecem a interação com outros jogadores, próximos ou distantes em situações de aliados ou adversários. A disseminação da Internet possibilitou os games multijogadores favorecendo assim o aprimoramento das habilidades pró-sociais. Os relacionamentos exercitados em ambientes virtuais de game são levados para os ambientes de convivência real.

Spence (2010) relacionou algumas das funções de percepção e cognição que são exercitadas, em maior ou menor grau, nos diversos gêneros de games, vide Tabela 10.

Tabela 10 - Funções exercitadas nos diversos gêneros de games

Funções de percepção e cognição	Características presentes nos games para o seu exercício	Relevância do game para as características necessárias		
		Ação	Condução	Quebra-cabeça e labirinto
<b>Sensorial</b>				
Identificação	Configuração 3D Complexa, alvos em desordem	■■■■■	■■■■■	■■
<b>Atenção</b>				
Captura	Início abrupto de eventos	■■■■■	■■■■■	■■
Seleção	Seleção de objetos	■■■■■	■■	■
Troca	Alternância de tarefas	■■■■■	■■■■■	■
Divisão	Vários focos	■■■■■	■■■■■	■■
Distribuição	Eventos periféricos	■■■■■	■■■■	■
<b>Visual/motor</b>				
Coordenação	Coordenação, pontaria, tiro	■■■■■	■■■■	■
<b>Velocidade</b>	Ação/reação rápida	■■■■■	■■■■■■	■
<b>Memória</b>				
De trabalho	Tomada de decisão	■■■■■	■■■■■	■■
Longo Prazo	Combinação de conhecimento	■■	■	■■■
<b>Cognição</b>				
Espacial	Rotação mental e navegação	■■■■■	■■	■■■
Analítica	Quebra-cabeças, estratégias	■■	■■	■■■■
Auditivo	Jogos de sons	■■■■■	■■■■■	■
Emocional	Excitação	■■■■■	■■■■■	■

Relevância: ■■■■■ = muito alta, ■■■■ = alta, ■■■ = média, ■■ = baixa, ■ = muito baixa

Fonte: Adaptado de Spence, 2010.

De acordo com Spence (2010), a Habilidade Espacial é amplamente favorecida por games de ação, mas também pode ser beneficiada por games de quebra-cabeça e labirinto.

Diante do exposto, os gêneros de Games Digitais selecionados nesta pesquisa para serem aplicados com objetivos pedagógicos para o desenvolvimento da Habilidade Espacial estão relacionados na Figura 40 e são: os de Atirador, os de Labirintos e Paradoxos Visuais e os de Mundo Aberto.

Figura 40 - Gêneros de Games Digitais que desenvolvem a Habilidade Espacial



Fonte: A autoria própria

A seguir serão exploradas as características principais dos games de Atirador, de Labirintos e Paradoxos Visuais e de Mundo Aberto a partir dos seus exemplares mais utilizados pelos universitários do Curso de Design da FAAC/UNESP.

#### 4.4 Games de Atirador em 1ª Pessoa

Geen (2010), fundamentado por estudos sobre a ação da Dopamina no cérebro durante a utilização de games, considerou a recompensa como fator importante para que ocorra o aprendizado. Os games de Atirador fornecem retornos (feedback) rápidos e constantes e a recompensa é imediata. Quando às decisões tomadas geram sucesso os jogadores recebem retornos positivos, ou seja, mudança de fase, medalhas, etc. Quando acontece um fracasso a possibilidade de um recomeço ou de uma nova tentativa estimula o jogador a desenvolver suas habilidades para obter a conquista do sucesso.

**Doom**, desenvolvido pela id Software<sup>20</sup> foi lançado em 1993 e é considerado um dos games pioneiros de Atirador em primeira pessoa no qual se caminha por cenas tridimensionais a partir do ponto de vista do protagonista. Na primeira versão de Doom, um fuzileiro tem a missão de combater, com um arsenal de armas, demônios e mortos-vivos e sobreviver. A Figura 41 apresenta uma cena do game Doom em sua segunda versão.

Figura 41 - Cena do game DOOM 2



Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=ghCPOd\\_V-JE](https://www.youtube.com/watch?v=ghCPOd_V-JE)

Doom tornou-se uma série de games com versões para vários dispositivos e plataformas (MS-DOS, Mac, Sega 32X, Atari Jaguar, SNES, PlayStation, 3DO, Windows, Sega Saturn, Game Boy Advance, Xbox Live Arcade, Xbox Live Arcade, Nintendo 64).

A Figura 42 mostra uma cena do game Doom 3. As características de atirador em primeira pessoa estão presentes: a visão é a do jogador na qual ele vê a arma que está usando, seus alvos, e o ambiente que o envolve. Note as informações contidas como sinalizadores de status na periferia da tela.

<sup>20</sup> <http://www.idsoftware.com/en-us/>

Figura 42 - Cena do game DOOM 3



Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=CN3\\_hzLHlbs](https://www.youtube.com/watch?v=CN3_hzLHlbs)

A última versão do jogo, lançado recentemente (13/05/2016), de acordo com a sequência de nomenclatura seria o Doom 4, no entanto como a intenção dos desenvolvedores foi um relançamento do game então ele se chama apenas Doom. Note que na tela inicial, reproduzida na Figura 43, é oferecida a possibilidade de escolha do modo de jogo: Multijogador (vários atiradores), Campanha (combate tradicional) ou SnapMap (personalização de fases).

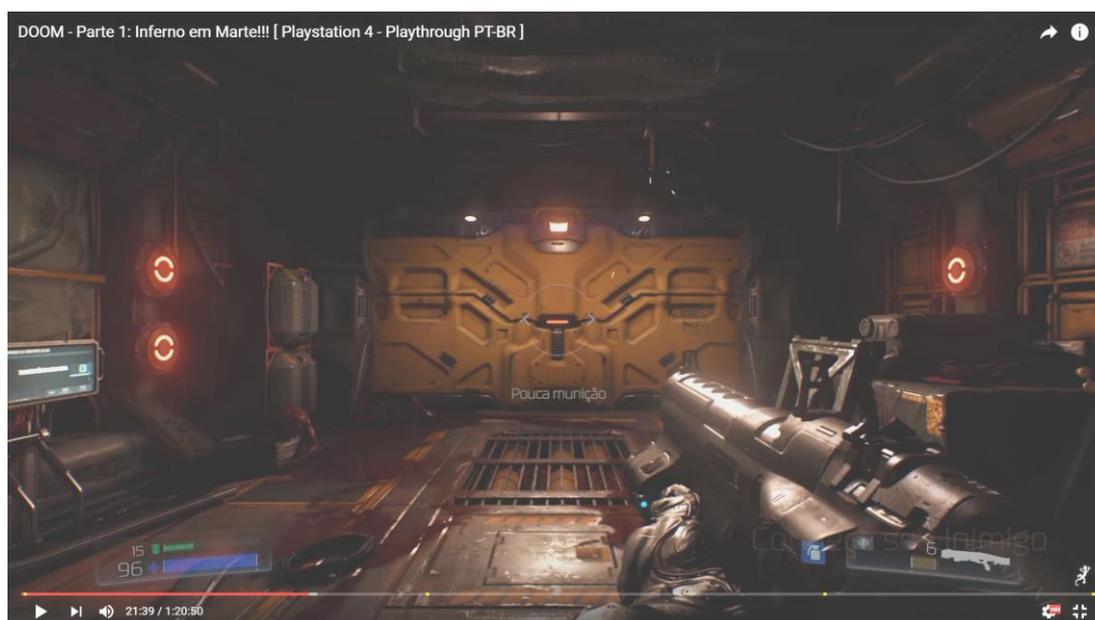
Figura 43 - Cena inicial do game DOOM – 2016



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=O6zEZQXbUf4#t=4041.571872>

A Figura 44 ilustra uma cena da última versão do game Doom na qual aparecem informações ao jogador fora do foco principal de atenção. Uma mensagem pequena no centro da tela informa que há pouca munição disponível e há outros dados icnográficos nos cantos inferiores extremos da tela. Estas informações aparecem com o atirador se deslocando em alta velocidade e com foco no objetivo principal. Esta imagem demonstra a necessidade da percepção visual apurada para conseguir assimilar as todas as informações apresentadas na periferia e a coordenação visual-motor desenvolvida para atirar nos alvos na hora em que eles aparecem e se esquivar dos inimigos que surgem de ângulos inesperados.

Figura 44 - Cena do game DOOM – 2016



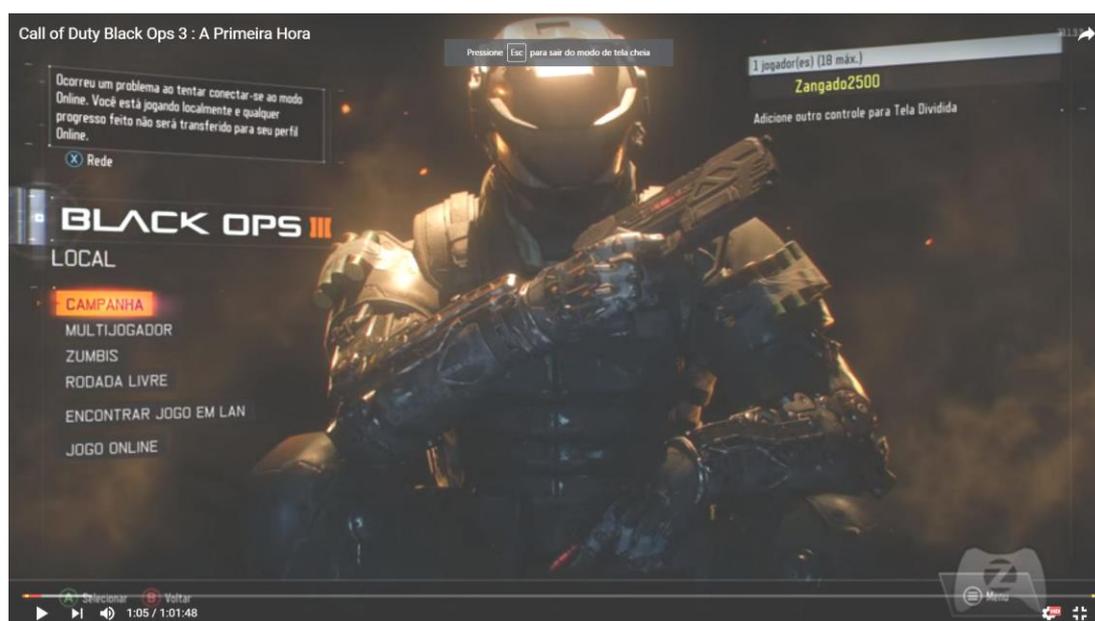
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=O6zEZQXbUf4#t=4041.571872>

O fracasso em uma fase e a sua repetição exercita o jogador promovendo assim o desenvolvimento das habilidades cognitivas de atenção, percepção, visual-motor e de espacialidade.

**Call of Duty** distribuído pela Activision<sup>21</sup> é um dos games de Atirador em Primeira Pessoa mais disseminados. Ele está disponível para as plataformas: Microsoft Windows, OS X, Nintendo DS, Nintendo GameCube, Nokia N-Gage, PlayStation 2, PlayStation 3, PlayStation 4, PlayStation Portable, PlayStation Vita, Wii, Wii U, Xbox, Xbox 360, Xbox One, iOS, Android, BlackBerry.

A Figura 45 apresenta a tela inicial da última versão do jogo Call of Duty - Black Ops III, que foi lançada em novembro de 2015, ela mostra as opções dos modos de jogo que oferece, além das tradicionais, a opção Zumbis na qual uma infinidade de zumbis devem ser abatidos e a opção Jogo On-line a qual permite interagir com outros jogadores via Internet.

Figura 45 - Cena inicial do game Call of Duty - Black Ops III



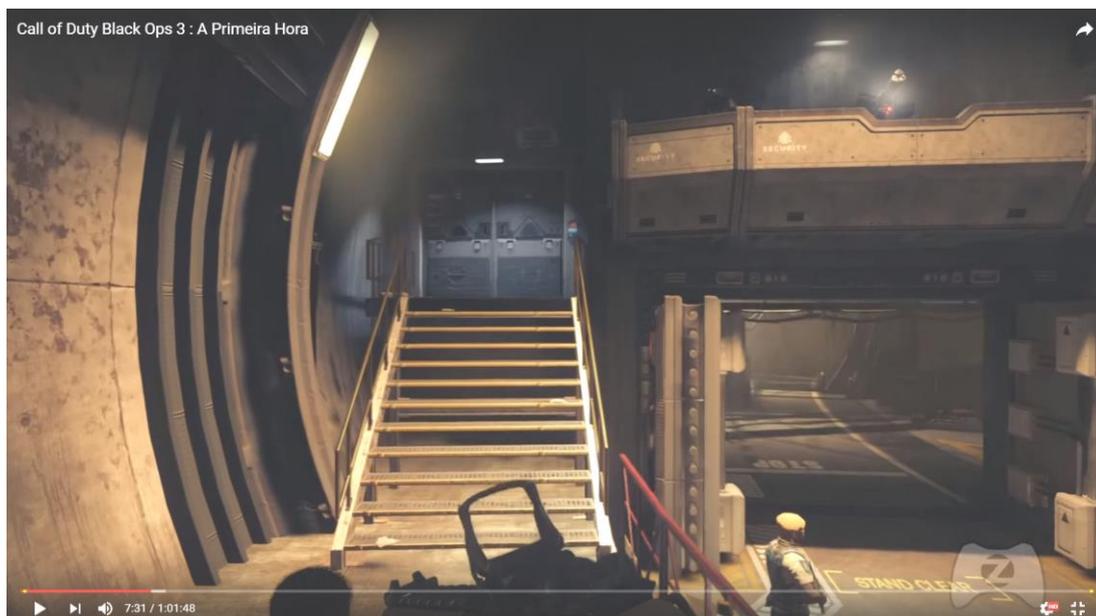
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=JDMiRKMIUOk>

A Figura 46 e a Figura 47 mostram cenas intermediárias do game Call of Duty - Black Ops III. Note em ambas a presença dos elementos de um game de Atirador em Primeira Pessoa: o ambiente 3D é apresentado de acordo com a perspectiva da visão do jogador, a arma utilizada aparece na

<sup>21</sup> <https://www.activision.com/games>

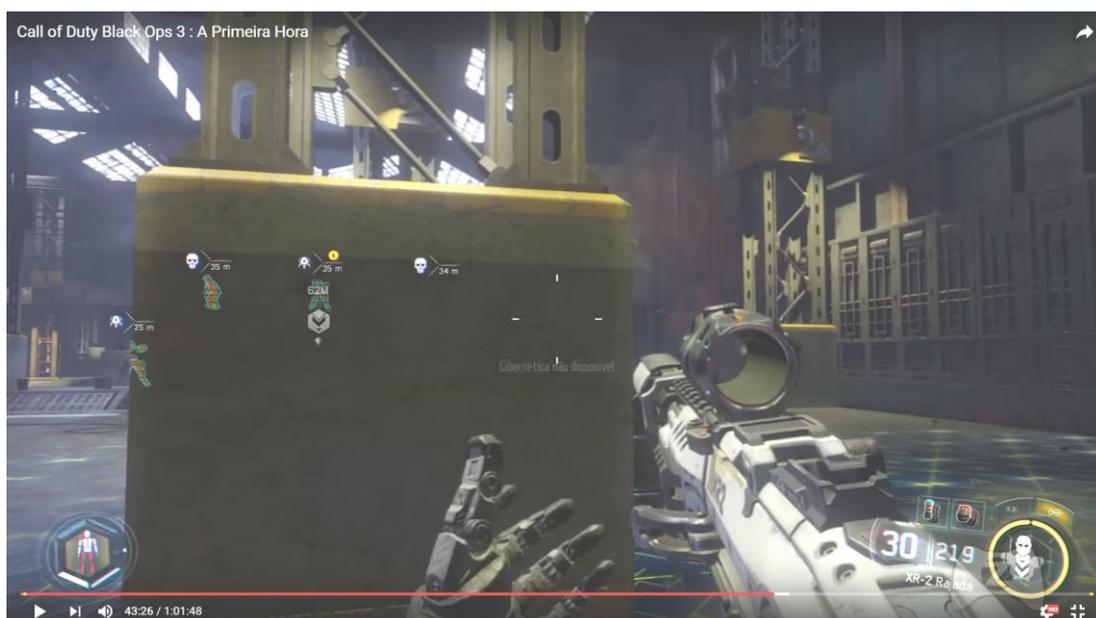
parte inferior da tela como se o atirador a estivesse segurando e informações de controle do jogo aparecem em pontos centrais e periféricos fora do foco principal de atenção demandado.

Figura 46 - Cena do game Call of Duty - Black Ops III



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

Figura 47 - Cena do game Call of Duty - Black Ops III



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

**Overwatch**, é um game de Atirador em 1ª Pessoa diferente dos demais existentes no mercado. Ele quebra a hegemonia do “quanto mais sangue melhor” existente nesse tipo de jogo. Apesar de não haver comprovação científica de que repetidas ações de matança provocam atitudes violentas na vida real, as cenas de morte extremamente sanguinárias tendem a afastar dos games tradicionais de FPS aqueles que não conseguem abstrair essa situação. Isso também afugenta a maioria do público feminino.

Lançado em 24/05/2016 pela Blizzard<sup>22</sup>, Overwatch está disponível para as plataformas: PS4, Xbox One e PC. Sua narrativa e os seus cenários remetem às animações de heróis e vilões que, quando são aniquilados caem como bonecos ou desintegram-se. As cenas de sangue são raras. A Figura 48 apresenta a tela inicial do game.

Figura 48 - Tela inicial do Overwatch



Fonte: <http://www.techtudo.com.br/>

O jogador tem 21 personagens disponíveis. Cada um possui um conjunto de armas e habilidades diferentes. Uma das formas de se obter sucesso e atingir os objetivos é a escolha do personagem certo para cada tipo de ação. Se joga com um personagem de cada vez.

O game se passa em um mundo futurista muito bem elaborado graficamente. Diferente dos games tradicionais de atirador que são praticamente monocromáticos, o espectro de cores utilizado em Overwatch vai dos tons muito claros aos muito escuros e das cores vibrantes às sóbrias com equilíbrio e harmonia.

A Figura 49 apresenta uma cena na qual o personagem caminha pelo cenário com suas armas empunhadas. Note a quantidade de informações periféricas como status de energia, armas e alvos que estão dispostas pela tela nas quais o jogador precisa ficar atento.

Figura 49 - Cena de deslocamento do Game Overwatch



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=NQMuuCzsv-g>

De acordo com os produtores, o game apresenta quatro situações às quais os personagens são submetidos:

- **ATAQUE** - Os atacantes lutam para capturar uma série de objetivos; os defensores impedem o progresso deles até que o tempo se esgote.
- **ESCOLTA** - Os atacantes escoltam uma carga até um ponto de entrega, enquanto os defensores tentam impedir que a carga chegue ao seu destino antes que o tempo acabe.

<sup>22</sup> <http://us.blizzard.com/pt-br/>

- **CONTROLE** - Duas equipes lutam para capturar e assegurar um objetivo de cada vez. A primeira equipe que ganhar duas rodadas vence a partida
- **ATAQUE/ESCOLTA** - Primeiro os atacantes capturam a carga, depois a levam ao seu destino; os defensores tentam impedi-los.

A Figura 50 apresenta uma cena em situação de ataque.

Figura 50 - Cena de ataque do Game Overwatch



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=4PB4g3TVRuQ>

A Figura 51 apresenta uma cena em situação de defesa.

Figura 51 - Cena de defesa do Game Overwatch



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=E2Jzt0HGixY>

A Figura 52 apresenta os mapas disponíveis no game. São cenários inspirados em locais reais distribuídos pelo globo terrestre.

Figura 52 – Mapas do game Overwatch



Fonte: <http://us.blizzard.com/pt-br/>

A Figura 53 apresenta uma cena de combate na qual o jogador, além de utilizar sua arma, utiliza suas habilidades (poderes) específicas.

Figura 53 - Cena de combate do Game Overwatch



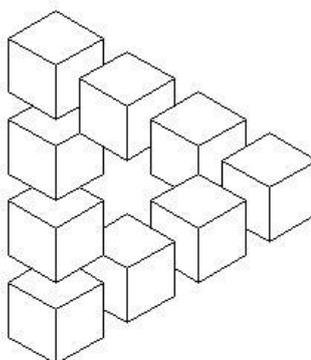
Fonte: <http://blogdoxbox.com/>

#### 4.5 Games com labirintos e paradoxos visuais

Paradoxos visuais são as representações tridimensionais de formas consideradas impossíveis, ou seja, aquelas que podem ser desenhadas, mas não construídas, elas remetem à ilusão de espacialidade ou continuidade.

Existem inúmeras ilustrações com paradoxos visuais, em 1934 o artista sueco Oscar Reutersvärd, considerado o pai das figuras impossíveis, criou uma estrutura triangular a partir de cubos, vide Figura 54.

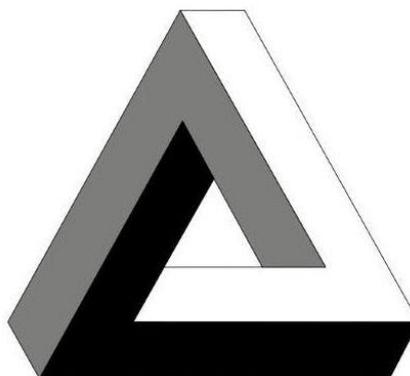
Figura 54 - Triângulo impossível



Fonte: Oscar Reutersvärd, 1934.

Na década de 1950 o matemático e filósofo inglês Roger Penrose, referenciou a estrutura elaborada por Oscar Reutersvärd como "impossível em sua forma pura" e, a partir dela, traçou a forma conhecida como Tribar, ou Triângulo de Penrose, vide Figura 55.

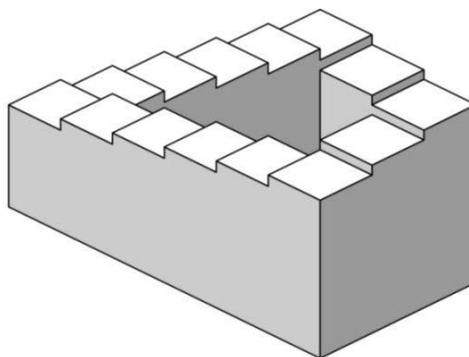
Figura 55 - Triângulo de Penrose



Fonte: Penrose - década de 1950.

Roger Penrose e seu pai Lionel Penrose (1898 - 1972) também criaram uma escada impossível, com elementos de perspectiva isométrica, na qual só se sobe ou só se desce, vide Figura 56.

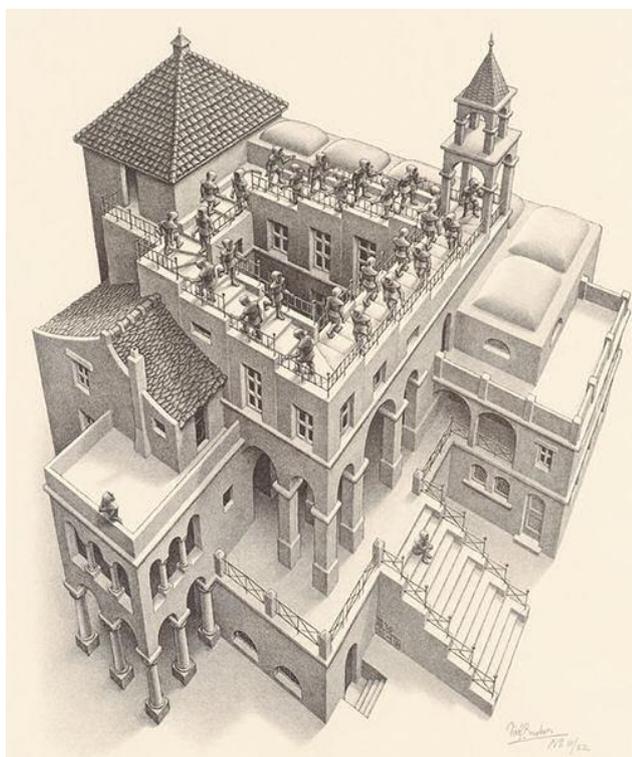
**Figura 56 – Escada de Penrose**



**Fonte: Penrose - década de 1950**

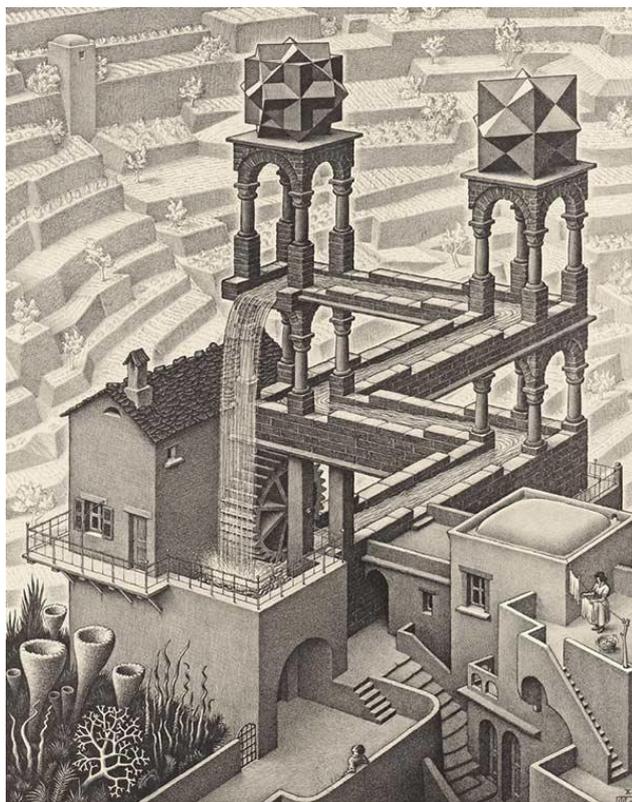
As estruturas criadas por Penrose inspiraram o artista holandês Maurits Cornelis Escher (1898-1972) em várias ilustrações, Figura 57 mostra sua obra *Ascending and Descending* e a Figura 58 apresenta a sua obra *Waterfall*, ambas com o propósito de ilusão.

**Figura 57 – Ascending and Descending de Escher - 1960**



**Fonte: <http://www.mcescher.com>**

Figura 58 - Waterfall de Escher - 1961



Fonte: <http://www.mcescher.com>

Escher utilizava elementos de perspectivas ortogonais para criar ilusões elaborando estruturas que são aparentemente possíveis, mas, ao observar cuidadosamente os níveis de patamares, desníveis e colunas, verifica-se sua inviabilidade.

Muitos jogos de videogame incorporam em sua mecânica desafios que envolvem paradoxos visuais, como em *The Monument Valley*<sup>23</sup>, *The Bridge*<sup>24</sup> e *Fez*<sup>25</sup>. Esses jogos fazem com que o usuário desenvolva e exercite sua Habilidade Espacial explorando ambientes tridimensionais com geometria impossível. A promoção do aprimoramento da Habilidade Espacial acontece quando o jogador precisa resolver problemas tridimensionais realizando manipulações nas estruturas oferecidas para torná-las navegáveis.

<sup>23</sup> Ustwo Games. <https://ustwo.com/what-we-do/monument-valley>

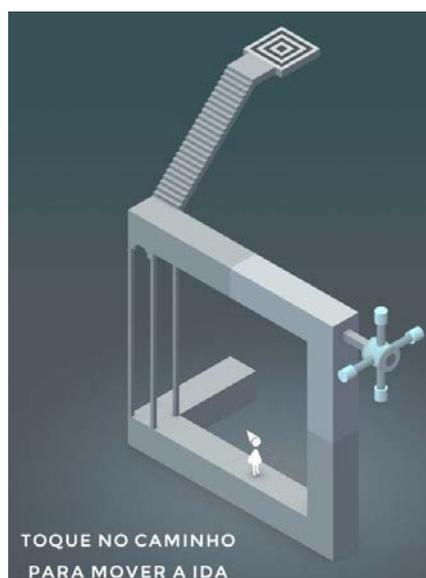
<sup>24</sup> <http://www.thebridgeisblackandwhite.com/>

Nestes jogos, o jogador precisa resolver problemas de caminhos sem saída, como uma escada que leva a uma parede sólida ou objetivos aparentemente inalcançáveis. Para avançar, ele precisa identificar as estruturas paradoxais e alterá-las de forma eficiente para tornar os caminhos viáveis. Do ponto de vista educacional, esse tipo de mecânica ajuda o jogador a entender os diferentes aspectos tridimensionais do mundo oferecido pelo paradoxo visual implementado no game. (KOSKIMAA, 2015).

**Monument Valley** é um jogo para dispositivos móveis com tela sensível ao toque (touch screen) e Sistema Operacional Android, iOS ou Windows. Nele, o jogador guia a Princesa Ida através de caminhos aparentemente sem saída. Para que a jornada seja possível e a personagem atinja o objetivo o usuário deve manipular a estrutura paradoxal oferecida de modo a torná-la transitável.

A Figura 59 ilustra a cena inicial de uma fase do game The Monument Valley na qual a Princesa Ida encontra-se em uma estrutura aparentemente sem nenhum caminho que a permita chegar ao alvo na parte superior da escada.

Figura 59 - Cena inicial de uma fase de Monument Valley



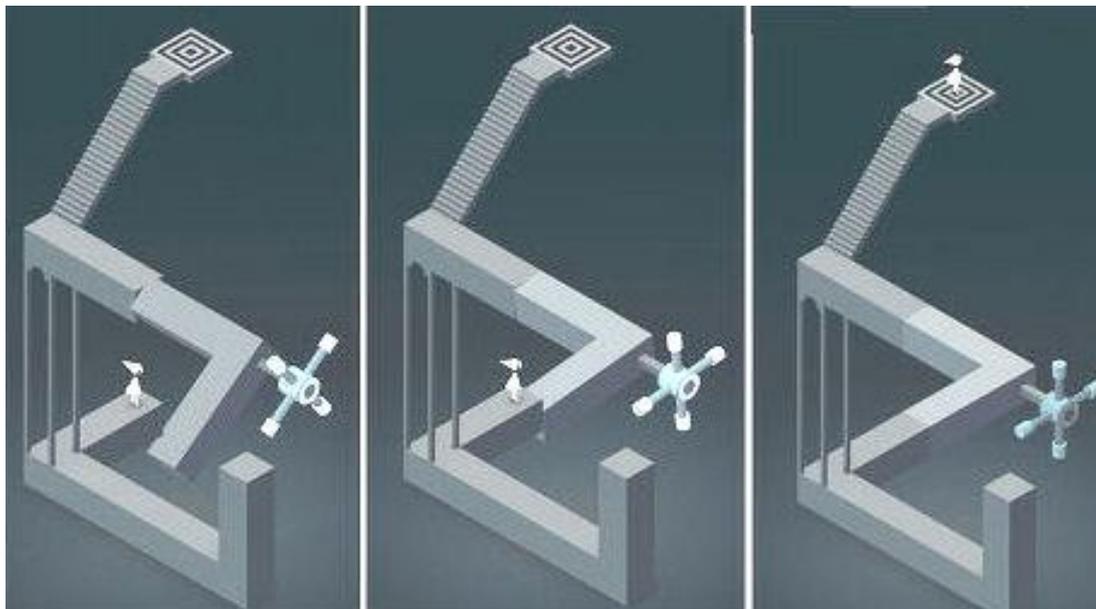
Fonte: Ustwo Games

---

<sup>25</sup> Polytron Corporation. <http://fezgame.com/>

A Figura 60 demonstra a sequência de resolução da fase que se inicia na figura anterior. A alteração do caminho é possibilitada pelo girar da manivela.

Figura 60 – Resolução de uma fase de Monument Valley

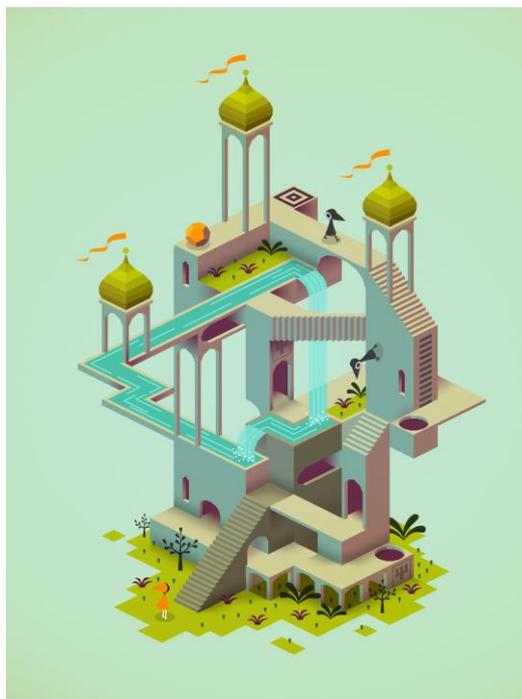


Fonte: Ustwo Games

É interessante notar que, na cena inicial (Figura 59), a Princesa Ida encontra-se em um patamar inferior ao do pé da escada e, ao girar a manivela para modificar a estrutura, os patamares ficam no mesmo nível. Isso é uma estrutura paradoxal. Mesmo depois de modificar o caminho, os pilares de sustentação que ligam a base ao pé da escada continuam garantindo a forma paradoxal. Esta estrutura lembra muito o Triângulo de Penrose (Figura 55).

A Figura 61 mostra outra fase do game Monument Valley, desta vez ela apresenta uma estrutura semelhante à queda d'água da obra Waterfall de M. C. Escher (Figura 58). Esta fase apresenta uma escadaria e uma porta em um plano vertical que obrigará a Princesa Ida se deslocar por um nível diferente do horizontal.

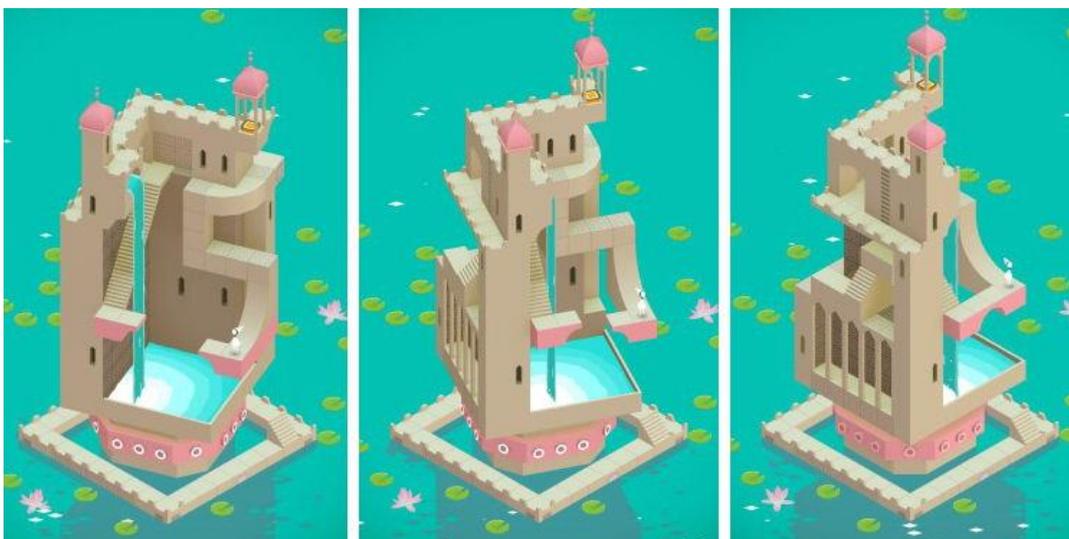
Figura 61 - Cena de Monument Valley que remete à obra Waterfall de Escher



Fonte: Ustwo Games

A Figura 62 ilustra a sequência de movimentos para a resolução de uma fase um pouco mais elaborada do game The Monument Valley. Neste caso, o jogador precisa mover o cenário de modo a unir as pontes e escadarias. Esse tipo de movimento exige um raciocínio de movimentação espacial e operações cognitivas de rotação mental.

Figura 62 – Cena de dificuldade média de Monument Valley



Fonte: Ustwo Games

**The Bridge** é um jogo para Microsoft Windows, Android, Xbox 360, Xbox One, Ouya, PlayStation 3, PlayStation 4, PlayStation Vita e Wii U. Ele disponibiliza vários níveis, cujo objetivo é conduzir o personagem principal para a porta de saída.

Os quebra-cabeças e labirintos do jogo são explicitamente inspirados nas ilustrações de Escher e, como em suas obras de arte, cada nível é apresentado em escala de cinzas com ilustrações desenhadas à mão.

No game *The Bridge* o jogador pode girar o mundo mudando a direção gravitacional de objetos individuais, ou controlar o personagem principal para ir à esquerda e à direita.

A Figura 63 ilustra uma fase deste jogo na qual é nítido o paradoxo do tabuleiro com as peças posicionadas em dois sentidos gravitacionais.

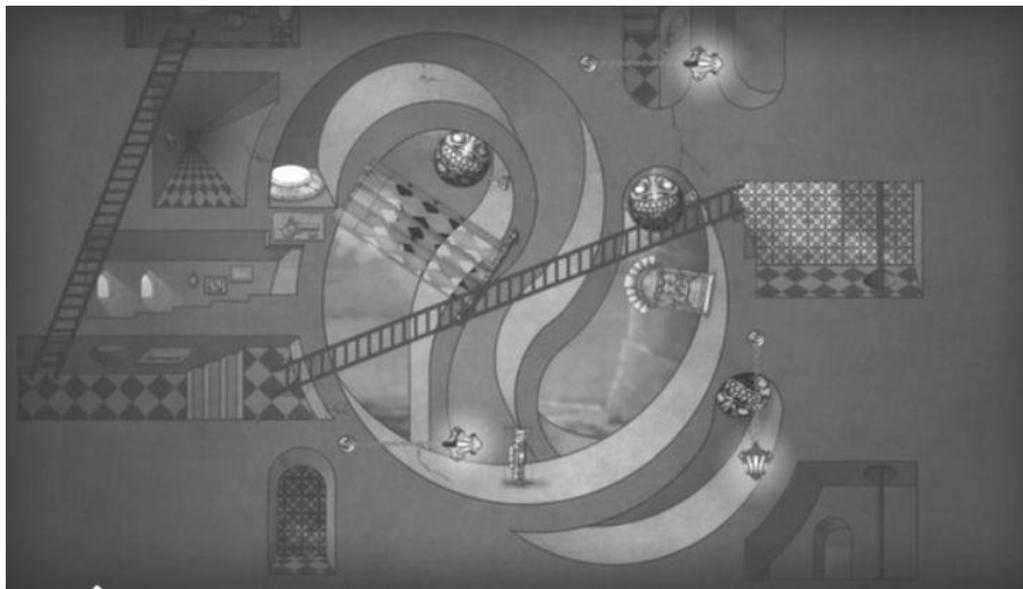
Figura 63 - Cena do game *The Bridge*



Fonte: <http://www.thebridgeisblackandwhite.com>

A Figura 64 e a Figura 65 ilustram outras fases do game The Bridge nas quais os caminhos aparentemente não tem saída e os elementos são posicionados em vários planos gravitacionais.

Figura 64 - Cena do game The Bridge



Fonte: <http://www.thebridgeisblackandwhite.com>

Figura 65 - Cena do game The Bridge



Fonte: <http://www.thebridgeisblackandwhite.com>

**Fez** é um jogo desenvolvido pela Polytron Corporation para as plataformas Xbox 360 (via XBLA), Microsoft Windows (via Steam), Ouya e Sony PlayStation 3. Nele, um personagem bidimensional chamado Gomez, vive em um mundo 2D plano. Certo dia, Gomez encontra um misterioso cubo chamado "Hexahedron" e recebe um chapéu Fez o qual lhe permite ver um mundo tridimensional a sua volta.

Assim que Gomez começa a explorar sua nova habilidade, o hexaedro se divide em 32 pedaços e explode, criando uma falha ao redor de seu mundo e reinicia como um computador antigo.

Depois de o jogo reiniciar, Gomez acorda e descobre que ele agora pode explorar o seu mundo em três dimensões. Em seguida, um hipercubo flutuante explica que ele tem de recolher os fragmentos do Hexahedron, que foram espalhados por todo o mundo.

A Figura 66 ilustra uma fase do jogo Fez.

Figura 66 - Fase do game Fez



Fonte: <http://fezgame.com/>

A navegação nos cenários dos games citados promove o desenvolvimento da Habilidade Espacial. A manipulação de elementos tridimensionais exige que o usuário conceba os componentes espaciais antes de tomar decisões e executar ações promovendo assim o desenvolvimento da Habilidade Espacial.

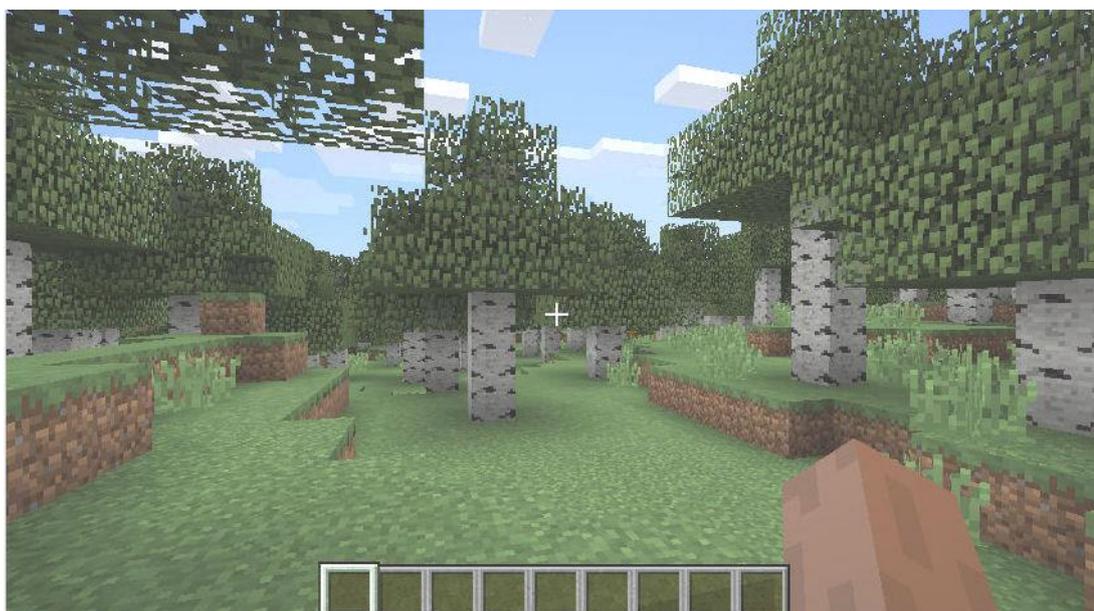
## 4.6 Game de Mundo Aberto

Games do tipo Mundo Aberto oferecem grandes espaços, bidimensionais ou tridimensionais nos quais os jogadores criam seus mundos e definem seus objetivos que, geralmente, envolvem sobrevivência e exploração. Quando as fronteiras não têm limites aparentes o jogo também é classificado como “Sandbox”. Nos games de Mundo Aberto a jogabilidade não é linear, ou seja, não há uma sequência pré-definida de fases ou etapas a serem cumpridas. Cada jogador escolhe qual caminho seguirá e quais ações realizará.

**Minecraft** é um game do tipo Mundo Aberto e Sandbox que foi desenvolvido pelo sueco Markus Notch Persson, lançado em 2009 por sua produtora independente Mojang<sup>26</sup> e vendido em 2014 para a Microsoft.

A Figura 67 apresenta uma tela inicial do Minecraft, cada mundo novo é gerado randomicamente, ou seja, começa com um ambiente diferente.

Figura 67 - Cena inicial de um mundo de Minecraft



Fonte: print screen do jogo

---

<sup>26</sup> <https://mojang.com/>

No Minecraft o jogador interage coletando objetos, construindo ferramentas e abrigos, plantando e colhendo, caçando e se defendendo dos monstros e zumbis que aparecem quando anoitece. Tudo isso acontece no modo de jogo chamado “Sobrevivência”.

Se o jogador quiser apenas exercitar sua criatividade sem se preocupar com nada ele pode utilizar o game no modo chamado “Criativo”, nessa forma de jogo os suprimentos são inesgotáveis e não há elementos ameaçadores.

O conceito do Minecraft é a modificação do cenário inicial todo elaborado por blocos como nos jogos de Lego. No jogo digital as peças são ilimitadas de várias texturas, materiais e cores diferentes.

A Figura 68 mostra um mundo construído no Minecraft.

**Figura 68 - Construção de um mundo novo no Minecraft**



Fonte: <http://www.siwallpaperhd.com/minecraft-wallpaper-hd-20-game.html/minecraft-wallpaper-hd-20-game-2>

As principais ações do game são minerar e construir. Minerar para coletar os blocos, por exemplo, coletar blocos de madeira em árvores e de granito no chão.

O plantio também é necessário no Minecraft, tanto para fins de coleta posterior como de árvores quanto para decoração como de flores.

Infinitas são as possibilidades de aplicação de games de Mundo Aberto para a educação e eles têm sido utilizados em escolas de vários países do mundo por crianças, adolescentes e adultos e por educadores das mais diversas áreas.

Dois exemplos de utilização do Minecraft na educação são: a realização de exercícios de soma e subtração com blocos nas aulas de Matemática e a construção de cenários para as aulas de História, Geografia e Literatura.

Quanto ao desenvolvimento da Habilidade Espacial, a navegação por cenários de games de Mundo Aberto tridimensionais favorece a percepção e o exercício das projeções utilizadas na Geometria Descritiva. Dependendo da localização do jogador ele conseguirá enxergar a vista frontal, superior ou lateral das construções.

A Figura 69 apresenta uma cena do Minecraft com uma construção em pedra cinza ao centro da tela. O posicionamento do jogador permite que ele veja como seria a forma de sua projeção frontal (como uma letra U). Isso demonstra a projeção resultante quando o observador está olhando o objeto de frente.

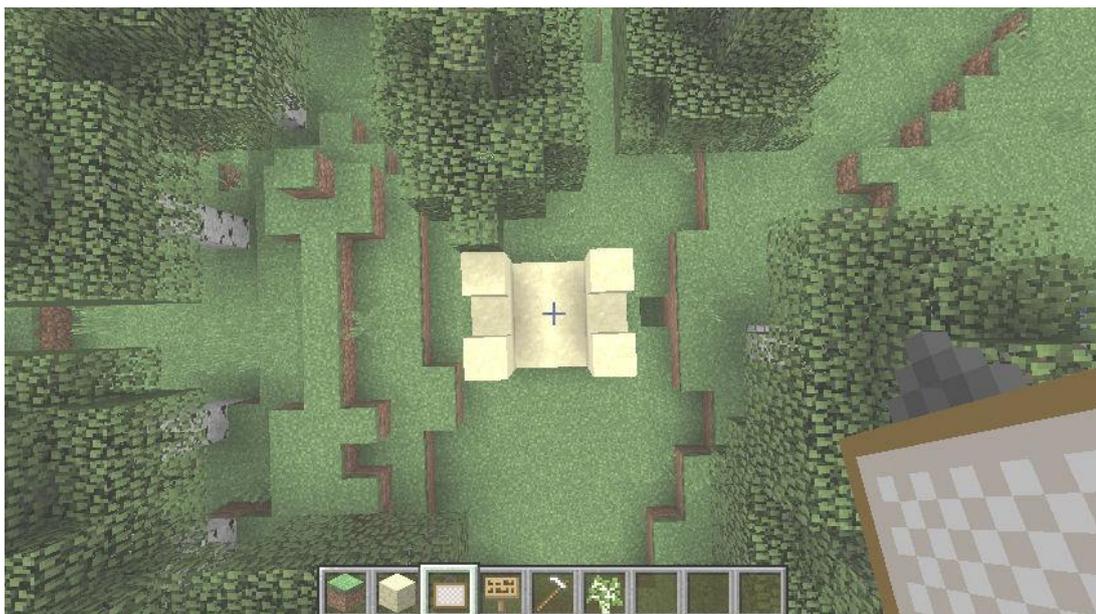
Figura 69 - Vista frontal de uma construção no Minecraft



Fonte: print screen do jogo

A Figura 70 apresenta a mesma construção, porém agora o jogador a vê de cima, ou seja, a projeção superior do objeto. Deste ponto de vista pode-se perceber com clareza a planta da construção. Isso demonstra a projeção resultante quando o observador está olhando o objeto de cima.

Figura 70 - Vista superior de uma construção no Minecraft



Fonte: print screen do jogo

A Figura 71 e a Figura 72 apresentam respectivamente a fachada de uma construção e o seu interior com móveis e elementos de iluminação.

**Figura 71 - Fachada de um castelo no Minecraft**



Fonte: <http://www.minecraftgallery.com/minecraft-castle-akvar/>

É importante notar que, a maioria das construções realizadas pelos jogadores, são simétricas. Este conceito, abordado nas aulas da Disciplina de Desenho I do Curso de Design da FAAC/UNESP, costuma ser uma necessidade estética que os alunos aplicam em seus projetos e suas representações gráficas.

**Figura 72 - Vista do interior de um castelo no Minecraft**



Fonte: <http://www.minecraftgallery.com/minecraft-castle-akvar/>

## **5 GAMES DIGITAIS E LETRAMENTO ESPACIAL**

### **5.1 Games Digitais no Curso de Design da Unesp**

Após a realização de um extenso levantamento bibliográfico em diversas áreas do conhecimento, com predominância nas áreas da Educação e da Psicologia, idealizou-se o desenvolvimento desta pesquisa de Livre Docência que objetivou prover subsídios para o Letramento Espacial dos alunos de nível universitário com o auxílio de Games Digitais.

Durante os dez anos ministrando a Disciplina de Desenho II na FAAC/UNESP verificou-se que a maioria dos alunos que a cursou atingiu os objetivos propostos, ou seja, ao final do semestre eles foram capazes de representar sólidos tridimensionais em planos bidimensionais utilizando as técnicas do Sistema Mongeano de Projeção, bem como traçar perspectivas e realizar projetos de planificação de objetos. Os raros alunos que não desenvolvem essas competências não o fizeram porque abandonam a disciplina ou não realizam as atividades propostas.

Considerando então que os alunos chegam ao final do semestre com as competências desejadas desenvolvidas, a principal questão é: por que alguns precisam se esforçar muito mais para que o aprendizado ocorra? O adjetivo “muito” foi colocado aqui propositalmente, pois, mesmo sabendo que não quantifica nada cientificamente, ele foi empregado para enfatizar que alguns alunos demandam de várias aulas e atividades além dos outros para entender os Sistemas de Projeções.

A dificuldade de visualização tridimensional de certos alunos é claramente maior que a de outros e isso faz com que o seu aprendizado seja mais trabalhoso.

Este cenário conduziu à elaboração das seguintes hipóteses:

- Todos os alunos têm a Habilidade Espacial (HE) aprimorada durante a Disciplina de Desenho II.
- A diferença de gênero implica no desenvolvimento da HE.
- Os Games Digitais promovem o aprimoramento da HE.
- Os alunos chegam à universidade com graus diferentes de desenvolvimento de HE.
- Os games de Atirador em 1ª Pessoa são os que mais favorecem o desenvolvimento da HE.

Para a constatação das hipóteses, o próximo passo foi coletar dados das turmas da Disciplina de Desenho II (Geometria Descritiva) do Curso de Design da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Inicialmente a ideia era realizar apenas uma enquete sobre a utilização de games. As perguntas seriam: “Quem utiliza Games Digitais?” e “Quais games vocês utilizam?”. No entanto, para tornar viável a análise do rendimento dos alunos em relação aos jogos utilizados, seriam necessárias informações nominais que permitissem identificar o desenvolvimento de cada um.

Sendo assim, foi elaborado um questionário contendo as perguntas da enquete inicialmente elaborada acrescida das identificações do nome do aluno e seu gênero. Nesse momento a pesquisa foi encaminhada ao Conselho de Ética da FAAC via Plataforma Brasil<sup>27</sup> para obter permissão para sua realização. A apreciação resultante está no “ANEXO V – Parecer Consubstanciado do CEP”.

---

<sup>27</sup> <http://aplicacao.saude.gov.br/plataformabrasil/login.jsf>

Salienta-se que, como a disciplina Desenho II é oferecida nos semestres pares, só há a oportunidade de realizar esta pesquisa uma vez por ano. O segundo semestre letivo de 2015, período de aplicação desta pesquisa, não coincidiu inteiramente com o segundo semestre cronológico de 2015, ou seja, por conta de uma greve ocorrida dois anos antes, o calendário escolar estava vários meses defasado.

## 5.2 Amostra

Foram convidados a participar desta pesquisa todos alunos das duas turmas da Disciplina Desenho II de 2015 do Curso de Design da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP do campus de Bauru ministradas pela autora desta tese. Cada turma era composta, em média, por 30 alunos, sendo 50% de cada gênero.

Aceitaram participar 41 alunos sendo 31 do gênero masculino e 10 do gênero feminino. A Tabela 11 mostra a quantidade de participantes da pesquisa divididos por gênero e o seu total.

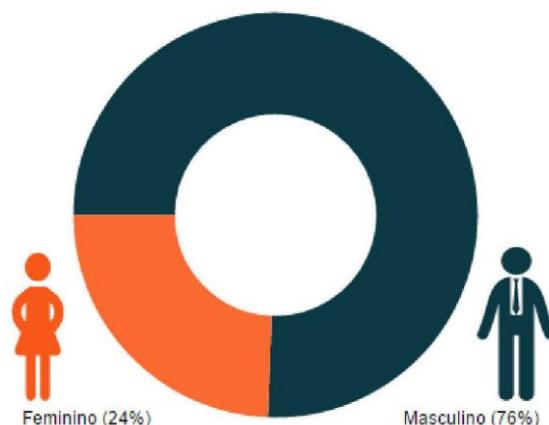
Tabela 11 - Participantes da Pesquisa por Gênero

	Masculino	Feminino	Total
Quantidade de alunos	31	10	41

Fonte: Autoria própria

Os alunos foram informados que a pesquisa seria aplicada para conhecer sua utilização de Games Digitais. Provavelmente essa informação resultou na pouca adesão do público feminino, porém o motivo não foi alvo de investigação.

O Gráfico 1 apresenta as porcentagens de participação da pesquisa por gênero.

**Gráfico 1 - Participantes da pesquisa distribuídos por Gênero**

Fonte: Autoria própria

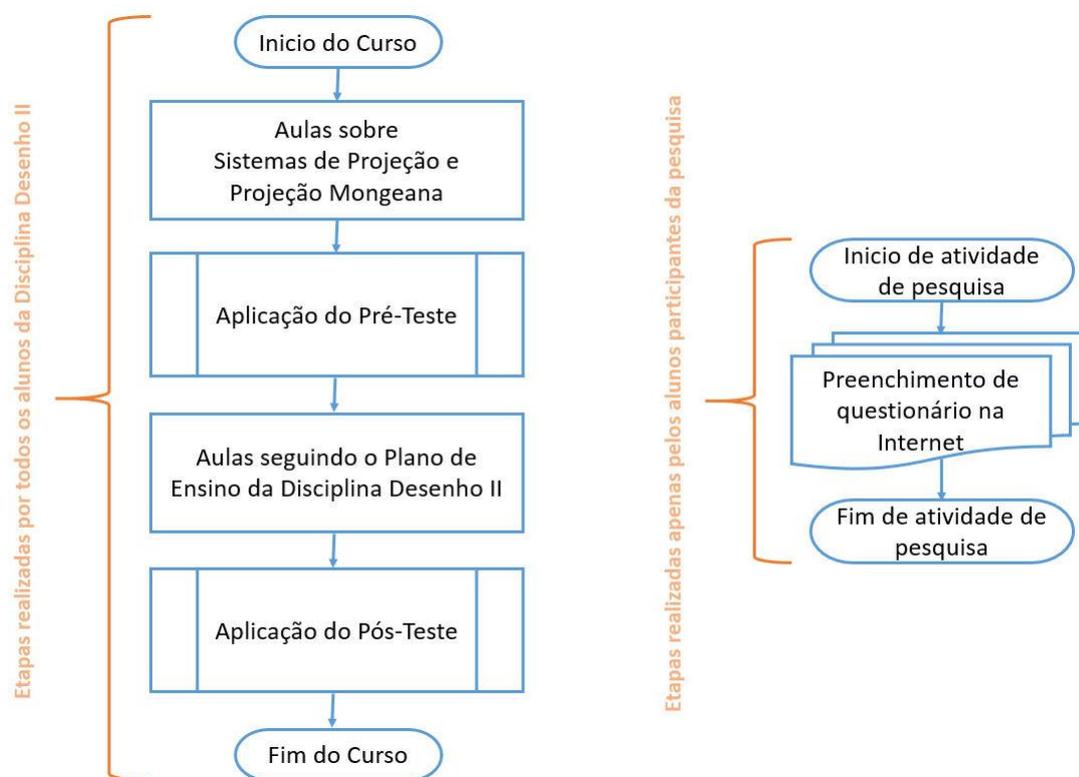
### 5.3 Método

Os alunos que aceitaram participar da pesquisa responderam um questionário sobre a utilização de Games Digitais que estava disponível na Internet em um endereço específico. O questionário foi desenvolvido utilizando a ferramenta Google Forms<sup>28</sup>, cuja reprodução está no “ANEXO III – Formulário de Pesquisa”. O preenchimento desse questionário foi a única atividade extraclasse que eles realizaram.

A Figura 73 - Fluxograma do andamento da Disciplina Desenho II com a aplicação dos testes apresenta o fluxograma do andamento da Disciplina de Desenho II do Curso de Design da FAAC/UNESP na qual foram incluídas duas atividades de testes para que se pudesse constatar o desenvolvimento da Habilidade Espacial dos alunos e, posteriormente, relacioná-la com o questionário aplicado para a comprovação, ou não, das hipóteses levantadas.

<sup>28</sup> <https://www.google.com/forms/about/>

Figura 73 - Fluxograma do andamento da Disciplina Desenho II com a aplicação dos testes



Fonte: Autoria própria

A Disciplina de Desenho II, cujo conteúdo está detalhado no “APÊNDICE A – Plano de Ensino da Disciplina Desenho II”, foi ministrada da forma tradicional no semestre de aplicação pesquisa, ou seja, a metodologia de ensino, a didática adotada, os recursos tecnológicos e as aulas em laboratório, não foram modificados.

A dinâmica da disciplina também não foi alterada para comportar a aplicação dos testes da pesquisa, pois a realização de atividades práticas na forma de exercícios esteve presente em todos os semestres nos quais ela foi ministrada. A prática é fundamental para a assimilação dos conceitos teóricos do Sistema Mongeano de Projeção, que é a forma de representação gráfica utilizada na Geometria Descritiva. São nas atividades práticas que as dúvidas aparecem, são esclarecidas e o aprendizado acontece.

O andamento da Disciplina de Desenho II do segundo semestre de 2015 foi o seguinte: as primeiras aulas abordaram os Sistemas de Projeção (Projeção Cônica, Projeção Cilíndrica Obliqua e Projeção Cilíndrica Ortogonal), as Axonometrias (Ortogonais e Obliquas) e o Método Mongeano. Após estas aulas os alunos deveriam ser capazes de representar objetos tridimensionais em Épura e traçar as suas Perspectivas Isométrica, Cavaleira, Vôo de Pássaro e Militar. Nesta fase o conteúdo não foi exercitado até esgotarem-se as dúvidas, mas alguns exercícios foram realizados. Então aplicou-se o primeiro teste denominado de Pré-Teste.

O Pré-Teste foi realizado por todos os alunos da disciplina, mesmo aqueles que não participaram da pesquisa resolveram as duas questões nele contidas, pois faziam parte da nota final na disciplina.

O sistema de avaliação adotado na Disciplina de Desenho II é composto por dois trabalhos bimestrais nos quais são exigidos a aplicação dos conceitos estudados em cada bimestre (Trabalho Bimestral 1, T1 e Trabalho Bimestral 2, T2) e pelos exercícios realizados em sala de aula com instrumentos tradicionais de desenho (compasso, jogo de esquadros, lápis e bloco A3) ou no laboratório com a utilização do software AutoCAD (Pranchas). Os trabalhos bimestrais têm peso 4 cada um e a média das pranchas tem peso 2. O conceito final é calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Nota Final} = T1 \times 0,4 + T2 \times 0,4 + \text{Média das Pranchas} \times 0,2$$

Após a realização do Pré-Teste a disciplina seguiu sua programação normal e, ao final do semestre, foi aplicado um outro teste para avaliação do desenvolvimento da Habilidade Espacial denominado de Pós-Teste.

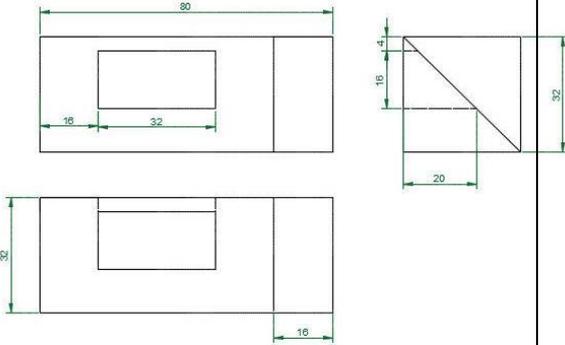
O formulário disponível na Internet poderia ser preenchido em qualquer momento do semestre pelos alunos participantes da pesquisa.

## 5.4 Materiais

Os testes empregados nesta pesquisa ofereceram exercícios específicos de Geometria Descritiva. Esse tipo de avaliação foi preferido em relação aos testes tradicionais de medição da Habilidade Espacial (vide CAPÍTULO 2, Medição da Habilidade Espacial), pois a intenção era averiguar o desenvolvimento do aprendizado dos alunos. Aqueles que conseguiram ter um bom aproveitamento no Pré-Teste demonstraram que aprenderam rapidamente os Sistemas de Projeção. Os outros, supostamente com a Habilidade Espacial menos desenvolvida, precisaram do semestre inteiro para aprimorá-la e atingir o aprendizado desejado, fato que foi demonstrado na análise dos resultados do Pós-Teste.

A Figura 74 - Pré-Teste realizado com os alunos de Design e a Figura 75 reproduzem o Pré-Teste e o Pós-Teste aplicados aos alunos da Disciplina Desenho II do Curso de Design da FAAC/UNESP no segundo semestre de 2015. As respostas de cada questão encontram-se no “ANEXO VI – Resolução dos testes aplicados”.

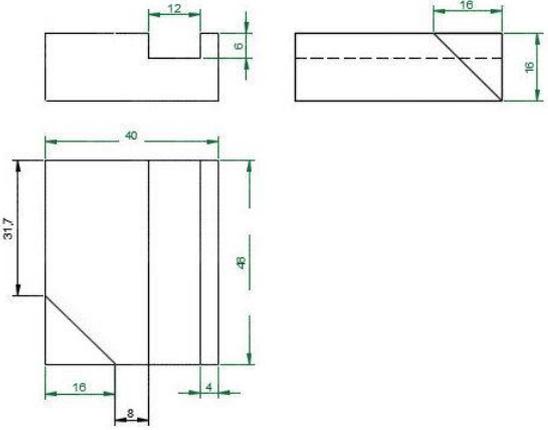
Figura 74 - Pré-Teste realizado com os alunos de Design

<p>1) Represente em Épura o objeto (igual ao da foto) que você recebeu.</p> <p>Obs. A: Coloque o objeto sobre a mesa e não mude mais a sua posição até acabar a representação.</p> <p>Obs. B: Escolha medidas para cada aresta de acordo com a proporcionalidade visual do objeto apresentado.</p> 	<p>2) Trace a Perspectiva Isométrica do objeto representado em Épura</p> 
--	---

Fonte: Aatoria própria

O Pré-Teste foi aplicado no quarto dia de aula do semestre (cada dia de aula tem, em média, 4 horas de duração) e o Pós-Teste foi aplicado uma aula antes da entrega do Trabalho Bimestral 2 (última aula).

Figura 75 - Pós-Teste realizado com os alunos de Design

<p>1) Represente em Épura o objeto (igual ao da foto) que você recebeu.</p> <p>Obs. A: Coloque o objeto sobre a mesa e não mude mais a sua posição até acabar a representação.</p> <p>Obs. B: Escolha medidas para cada aresta de acordo com a proporcionalidade visual do objeto apresentado.</p> 	<p>2) Trace a Perspectiva Isométrica do objeto representado em Épura</p> 
---	--

Fonte: Aatoria própria

Os dois testes foram realizados em sala de aula com mesas que comportavam dois alunos cada uma.

O clima não foi de prova ou avaliação.

Os alunos receberam um bloco de madeira igual ao da foto e realizaram os testes com a mesma descontração com a qual executaram todas as outras atividades práticas desenvolvidas em sala de aula e os instrumentos utilizados foram os tradicionais de desenho: compasso, jogo de esquadros, régua graduada, lápis e bloco A3.

A nota para cada teste foi atribuída considerando a soma da pontuação obtida no exercício 1 com a do exercício 2, cada um valia 5,0.

Nas questões onde a solicitação era a representação em Épura (exercício 1 de cada teste) os seguintes elementos foram avaliados: o posicionamento correto das vistas frontal, superior e lateral; a utilização correta das linhas de chamadas; a representação de todas as arestas da peça; o uso do traço contínuo para representar as arestas visíveis e o do tracejado para as arestas invisíveis; a concordância das linhas nos vértices e as paralelas e perpendiculares exatos.

A recomendação para que os alunos colocassem os objetos sobre a mesa e não os manipulasse mais até acabar o teste foi incluída com o propósito de exigir a utilização da sua Habilidade Espacial, ou seja, eles precisariam realizar operações de rotação do objeto mentalmente para conseguir representar suas vistas (frontal, superior e lateral).

Os elementos de avaliação dos exercícios de perspectiva (exercício 2 de cada teste) foram os seguintes: os eixos da representação necessariamente deveriam seguir os ângulos corretos de acordo com a perspectiva solicitada; o fator de redução de medidas deveria ser aplicado corretamente e todas as arestas deveriam constar na representação, com exceção daquelas ocultas pelo próprio objeto dependendo do seu posicionamento no espaço.

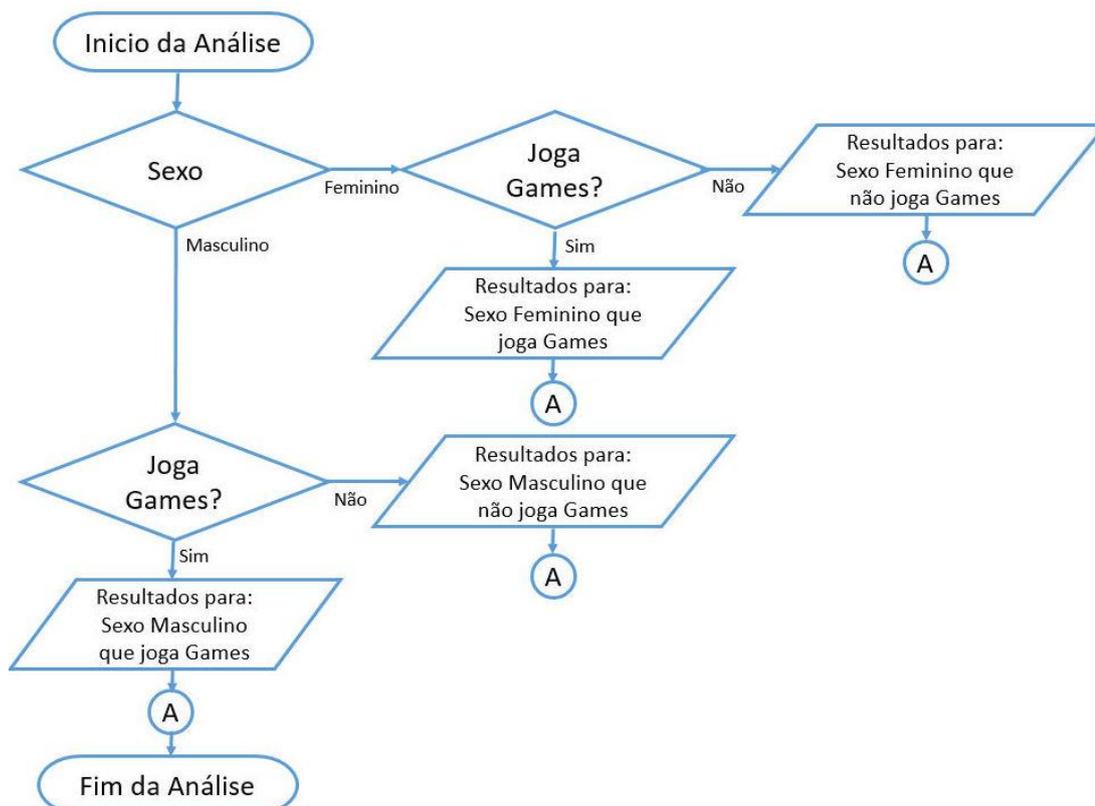
## 5.5 Análise dos dados

A Figura 76 apresenta o fluxograma adotado para a análise dos resultados dos testes aplicados.

Os dados da pesquisa foram divididos em quatro categorias para que a análise estatística pudesse fornecer os subsídios necessários para a constatação das hipóteses levantadas.

- Feminino que não joga games (Fem NJG)
- Feminino que joga games (Fem JG)
- Masculino que não joga games (Masc NJG)
- Masculino que joga games (Masc JG)

Figura 76 - Fluxograma para análise dos resultados dos testes



Fonte: Autoria própria

O tratamento dos dados foi realizado no software XLSTAT<sup>29</sup> que incorpora funções de análise estatística às planilhas do Excel. Os resultados alcançados pelos alunos no Pré-Teste e no Pós-Teste foram classificados de acordo com o Fluxograma proposto e tratados estatisticamente gerando os valores de média e desvio padrão (dp) apresentados na Tabela 12.

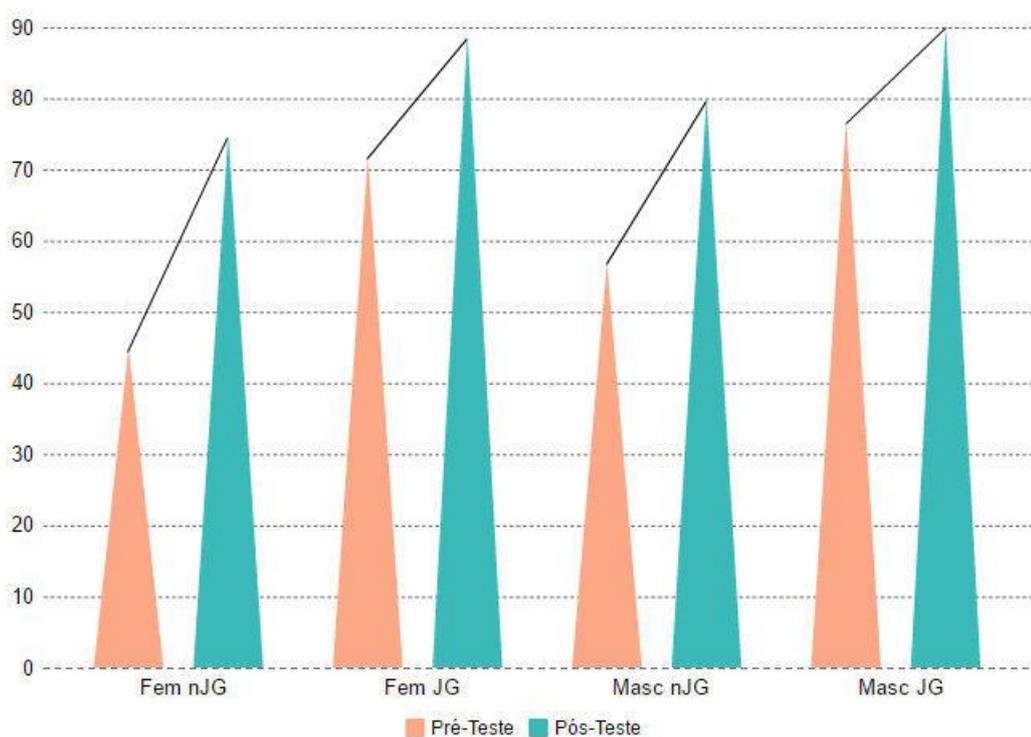
Tabela 12 - Aproveitamento dos alunos nos testes

	Feminino NJG		Feminino JG		Masculino NJG		Masculino JG	
	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp
Pré-Teste	4,500	0,707	7,125	1,553	5,667	1,528	7,679	1,362
Pós-Teste	7,500	0,707	8,875	0,641	8,000	1,000	9,036	0,637

Fonte: Autoria própria

O Gráfico 2 - Aproveitamento dos alunos nos testes aplicados, elaborado a partir dos dados da Tabela 12, enfatiza o aproveitamento dos alunos no Pré-Teste e no Pós-Teste.

Gráfico 2 - Aproveitamento dos alunos nos testes aplicados



Fonte: Autoria própria

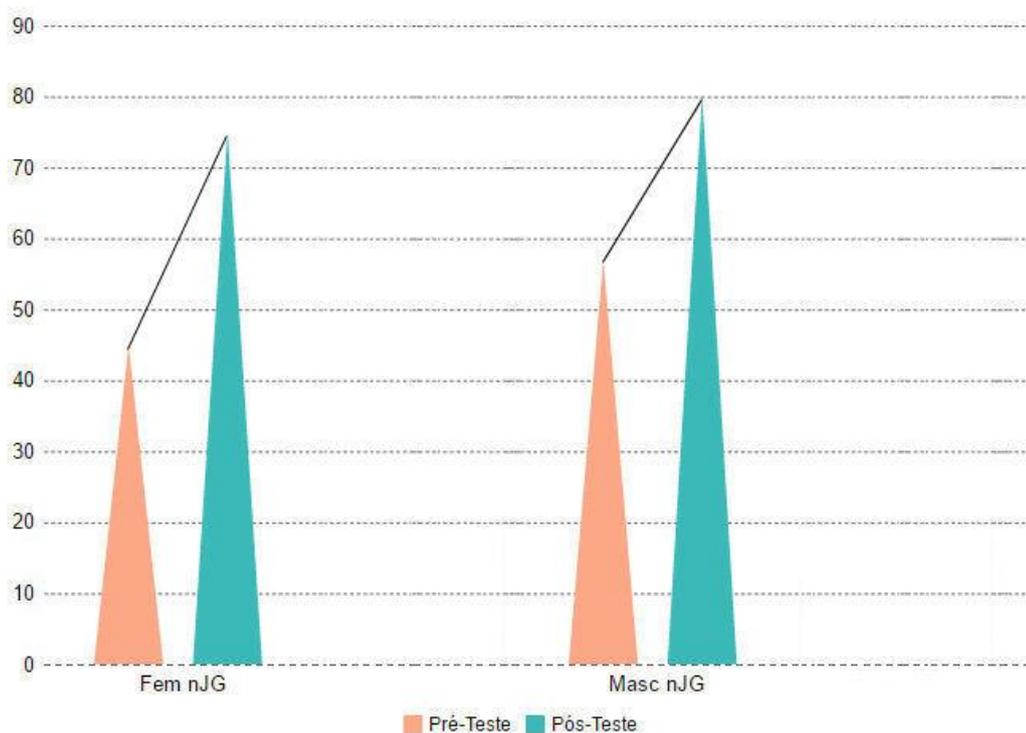
<sup>29</sup> <https://www.xlstat.com/en/>

Os dados demonstram claramente que houve crescimento dos alunos de ambos os gêneros e nas condições de jogadores de Games Digitais ou não, comprovando assim a hipótese: “Todos os alunos têm a Habilidade Espacial aprimorada durante a Disciplina de Desenho II”.

O Gráfico 3 e o Gráfico 4 são recortes do Gráfico 2 que relacionam o aproveitamento dos estudantes, primeiramente dos que não jogavam games e, posteriormente, dos que jogavam games.

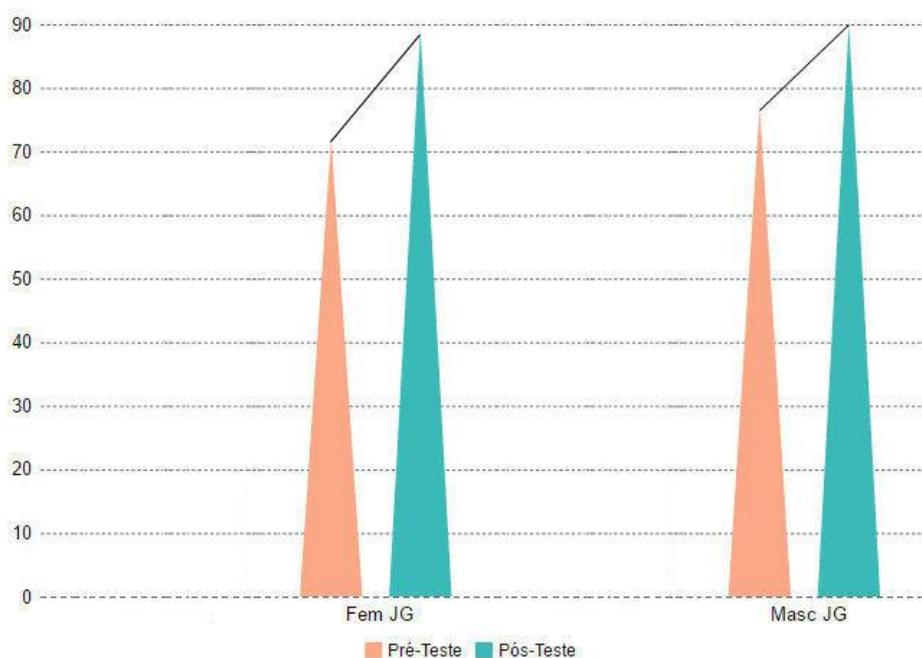
Em ambas situações semelhantes quanto à variável “utilização de games”, os alunos do gênero masculino demonstraram possuir a Habilidade Espacial mais desenvolvida que as do gênero feminino.

**Gráfico 3 – Aproveitamento feminino e masculino (que não jogam games) nos testes aplicados**



Fonte: Autoria própria

**Gráfico 4 - Aproveitamento feminino e masculino (que jogam games) nos testes aplicados**

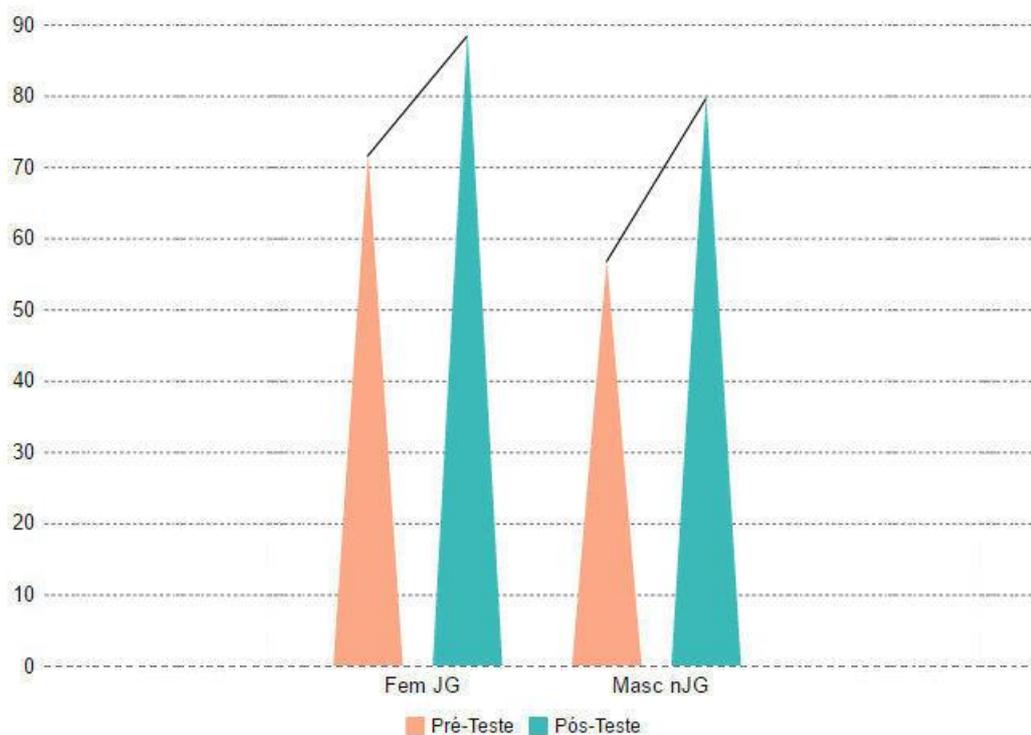


Fonte: Autoria própria

Os recortes destes gráficos comprovam a hipótese: “A diferença de gênero implica no desenvolvimento da Habilidade Espacial”. Esta constatação segue em consonância com as pesquisas referenciadas no Capítulo 2, tópico “Habilidade Espacial x Gênero” as quais afirmam que os homens realizam com superioridade tarefas de rotação mental, que demandam percepção espacial, raciocínio matemático e capacidade de segmentação.

O Gráfico 5, que também é um recorte do Gráfico 2, demonstra um dos pontos mais significativos e importantes desta pesquisa que é a valia dos Games Digitais para o desenvolvimento da Habilidade Espacial.

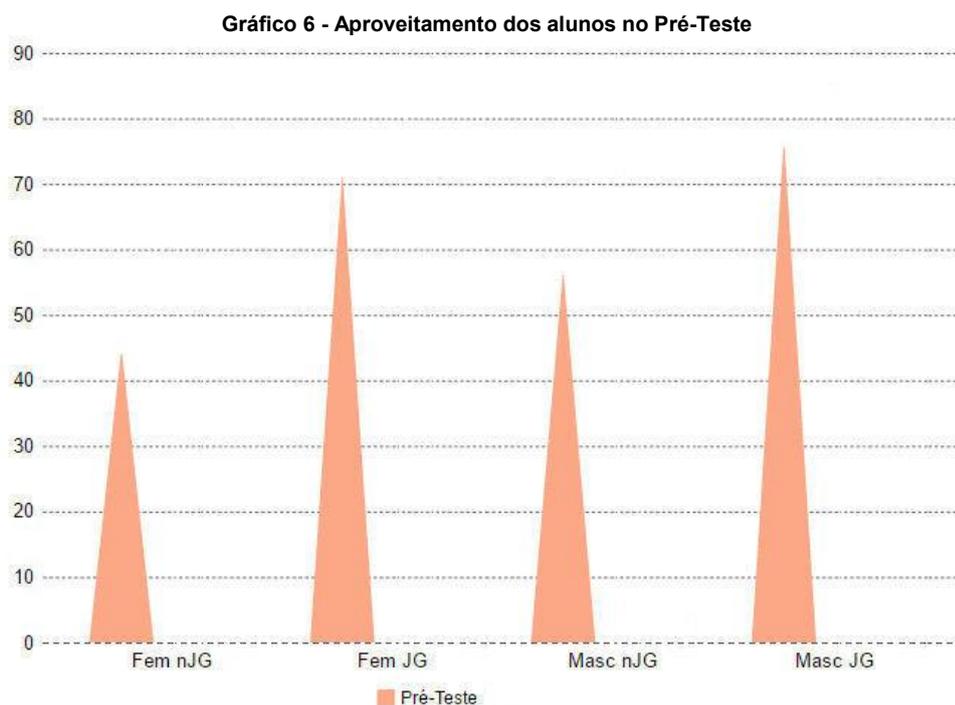
As alunas que jogavam Games Digitais possuíam a Habilidade Espacial mais desenvolvida que os alunos que não os faziam. Isso confirma a hipótese: “Os Games Digitais promovem o aprimoramento da Habilidade Espacial”.

**Gráfico 5 - Aproveitamento feminino (que joga games) e masculino (que não joga games) nos testes**

Fonte: A autoria própria

O Gráfico 6, também retirado do Gráfico 2, apresenta o aproveitamento dos alunos no Pré-Teste.

Considerando que a nota indicaria seu desenvolvimento da Habilidade Espacial, a gama diferente de pontuação obtida comprova a hipótese: “Os alunos chegam à universidade com graus diferentes de desenvolvimento de Habilidade Espacial”



A Tabela 13 apresenta, em porcentagem, os resultados para a seguinte questão da pesquisa: “Que tipos de jogos você utiliza?”. Essa questão oferecia como itens de resposta os tipos de games mais populares e permitia que se assinalasse mais de uma opção. Observa-se que o tipo “Construção” que aparece no formulário significa jogos de “Mundo Aberto”.

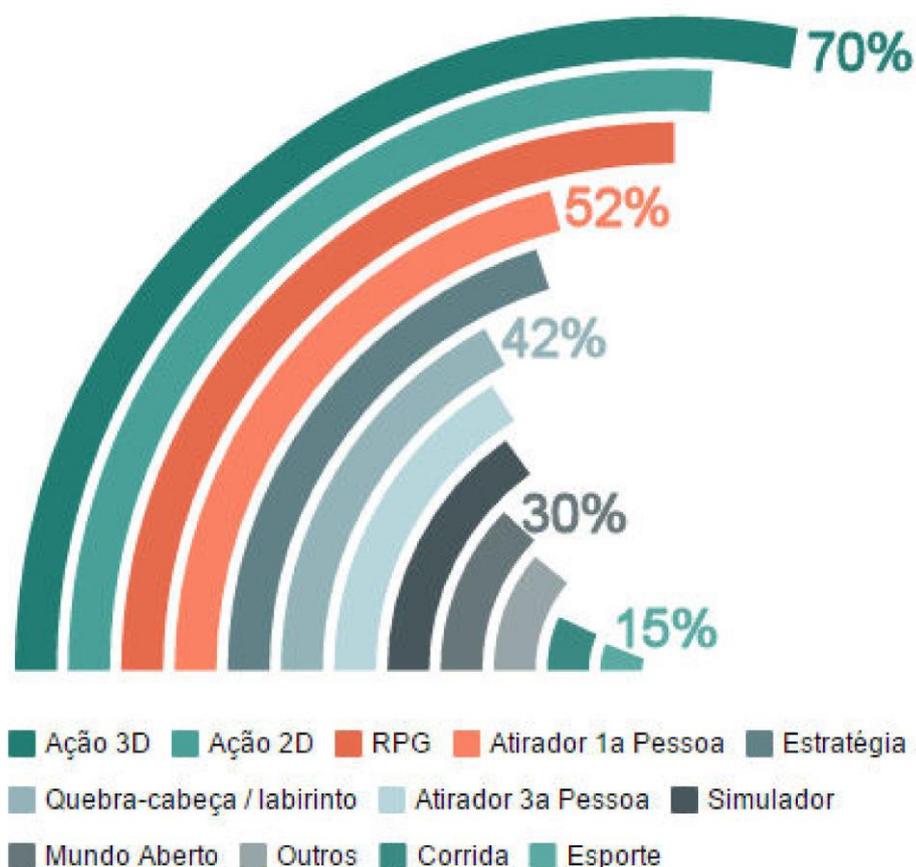
**Tabela 13 - Games mais utilizados pelos alunos de Desenho II da FAAC/UNESP**

Tipo de Game Digital	% de utilização
Ação 3D	70
Ação 2D	65
RPG	63
Atirador em primeira pessoa (você vê apenas sua arma)	52
Estratégia	50
Enigma / Quebra-cabeça / labirinto	42
Atirador em terceira pessoa (você vê o seu personagem)	40
Simulador	38
Construção, Mundo Aberto	30
Outros	28
Corrida	18
Esporte	15

Fonte: Autoria própria

O Gráfico 7 apresenta os resultados, em porcentagem, dos games mais utilizados pelos alunos de Desenho II da FAAC/UNESP. Observa-se que os alunos puderam assinalar mais de uma opção

Gráfico 7 - Gêneros de Games Digitais mais utilizados



Fonte: Autoria própria

De acordo com os dados obtidos, os games que os alunos da Disciplina de Desenho II mais utilizavam na época da realização da pesquisa foram os de Ação 3D e os menos utilizados eram os de esportes.

A Tabela 14 apresenta os dados estatísticos obtidos do relacionamento dos tipos de game que mais promovem o aprimoramento da Habilidade Espacial, de acordo com o CAPÍTULO 4, tópico "Games Digitais e Letramento Espacial", com o aproveitamento dos alunos nos testes.

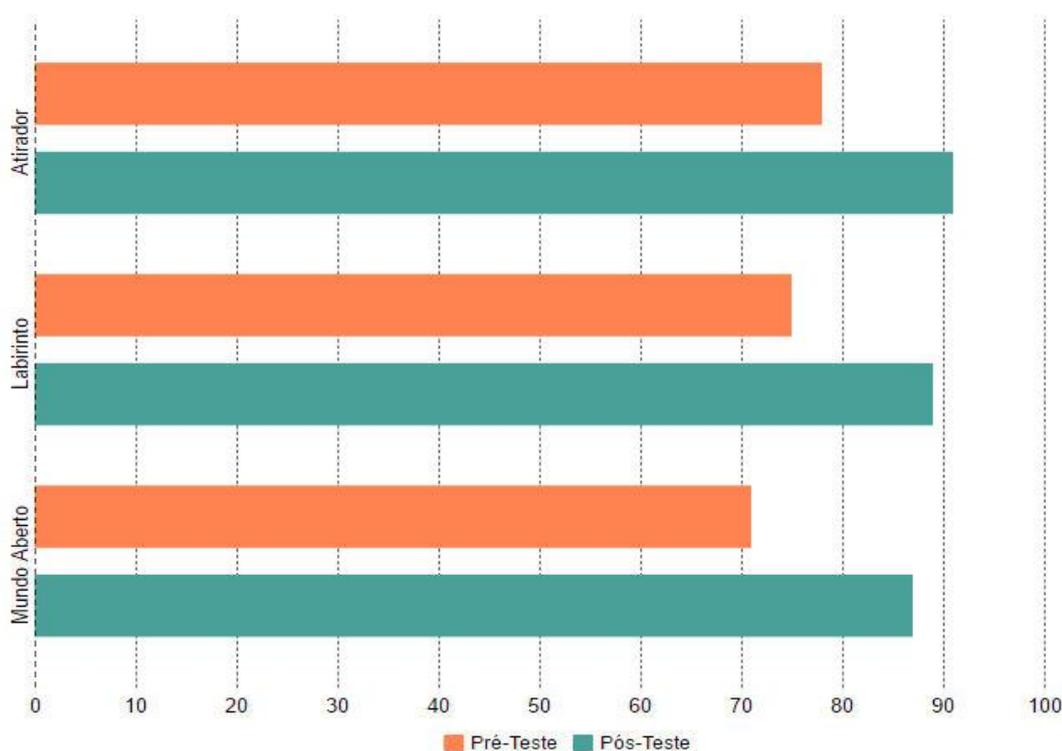
Tabela 14 - Aproveitamento dos alunos por gênero de Game Digital

	Atirador 1ª pessoa		Labirinto		Mundo Aberto	
	Média	dp	Média	dp	Média	dp
Pré-Teste	7,8	1,361	7,5	1,5	7,1	1,452
Pós-Teste	9,1	0,641	8,9	0,5	8,7	1,112

Fonte: Autoria própria

Estes dados, representados no Gráfico 8, demonstram que, tanto no Pré-Teste quanto no Pós-Teste, os alunos que jogavam games de Atirador em 1ª Pessoa obtiveram as notas mais altas. Considerando que os melhores aproveitamentos provêm daqueles que possuem a HE mais desenvolvida, confirma-se a hipótese: “Os games de Atirador em 1ª Pessoa são os que mais favorecem o desenvolvimento da Habilidade Espacial”.

Gráfico 8 - Aproveitamento dos alunos por gênero de Game Digital



Fonte: Autoria própria

## 5.6 Games Digitais promovendo o Letramento Espacial

De acordo com o CAPÍTULO 4, tópico "Games Digitais e Letramento Espacial", os games dos tipos Atirador em 1ª Pessoa, Labirinto e Mundo Aberto são os que mais promovem o desenvolvimento cognitivo espacial e temporal. O ritmo acelerado dos games de Atirador requer interações frequentes favorecendo múltiplas oportunidades de aprendizagem.

Por outro lado, o raciocínio lógico, a elaboração de estratégia e o reconhecimento de padrões, exigidos nos games de Labirinto e Mundo Aberto, promovem o aumento da atenção, da criatividade, da percepção espaço-visual, da resolução de problemas e induz ao foco e diminuindo o tempo de reação às tarefas oferecidas.

Considerando que os Games Digitais dos tipos Atirador em 1ª Pessoa, Labirinto e Mundo Aberto são ferramentas para promover o Letramento Espacial, é conveniente aos docentes das disciplinas de Representação Gráfica, bem como de várias outras, indicar e favorecer a utilização desses jogos.

Sabe-se que não há espaço na grade curricular para a inserção de práticas de games, também não há equipamentos disponíveis sua disponibilização em horários alternativos. A possibilidade viável é instigar os alunos para que utilizem os games em seus dispositivos (celular, computador, videogame, etc.) fora do horário escolar.

No entanto, apenas sugerir aos estudantes a utilização dos games com o argumento de que “promovem o desenvolvimento da sua Habilidade Espacial” não seria eficaz, pois, os alunos que não têm o hábito de jogar preenchem sua rotina com outras atividades de trabalho e de lazer e não seriam motivados a entrar no “mundo dos games” se não fosse realmente necessário. Sendo assim, uma sugestão é incluir nas disciplinas tradicionais atividades que exijam dos alunos a utilização dos games

apropriados fora da classe e levem seus resultados para ela.

Os docentes podem exercitar um tópico ou assunto da sua disciplina utilizando elementos dos games apropriados. Por exemplo, na Disciplina de Desenho I do curso de Design da FAAC/UNESP, durante o estudo de malhas orgânicas, pode ser solicitado aos alunos que desenvolvam suas malhas do trabalho final com imagens ou objetos dos games de Atirador em 1ª Pessoa ou de Labirinto ou de Mundo Aberto. Isso exigiria a busca desses games induzindo um contato inicial com eles objetivando despertar o interesse por ele.

Nas disciplinas de Representação Gráfica, como Desenho II do curso de Design da FAAC/UNESP, na qual a Habilidade Espacial é essencial para o aprendizado, a atividade com games poderia implicar na sua utilização de fato, ou seja, o docente ofereceria como um dos trabalhos uma busca e classificação de games abertos (grátis) de acordo com o roteiro sugerido abaixo que, para cumprir, o aluno precisaria de conhecimento sobre eles que se obtém jogando.

Trabalho de Desenho II:

- Pesquisar games disponíveis na Internet, para o dispositivo que desejar, de um dos seguintes tipos: Atirador em 1ª Pessoa, Labirinto ou Mundo Aberto.
- Apresentar para a classe, em 10 minutos, as características do game e uma demonstração de como se joga. Devem ser enfatizados os pontos de visão tridimensional presentes e, de acordo com sua análise, os pontos positivos, os negativos e o que poderia ser melhorado (adicionado, alterado ou suprimido).
- Entregar preenchida a ficha com as características do Game Digital analisado (reproduzida na Figura 77).

Figura 77 - Trabalho: Ficha para catalogo de Game Digital

**DESENHO II**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_ 

---

Título do game avaliado: \_\_\_\_\_

Desenvolvido por: \_\_\_\_\_

Site: \_\_\_\_\_

Tipo:  Atirador em 1a Pessoa  Labirinto  Mundo Aberto

---

Plataformas / Dispositivos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Descrição do game (ações / objetivos): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pontos Positivos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pontos Negativos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Outras Características:  Multiplayer  On-Line

---

Fonte: Autoria própria

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Habilidade Espacial (HE) é a capacidade de conceber mentalmente objetos em duas ou três dimensões e manipulá-los espacialmente mantendo suas características de forma, tamanho e inter-relações. Essa habilidade é necessária para a criação, representação e leitura de projetos nas Engenharias, Arquitetura, Design e em outras áreas do conhecimento. Embora essencial para a formação profissional, há uma carência de seu desenvolvimento por parte dos discentes ingressantes na universidade e isso se apresenta como um desafio para os docentes, principalmente aqueles que lidam com disciplinas de Desenho Técnico e Geometria Descritiva (GD).

A realização de inúmeros testes padronizados, comprovou cientificamente que existe uma diferença de desenvolvimento na Habilidade Espacial entre os gêneros. As mulheres, geralmente, a têm menos desenvolvida que os homens, porém, esse não é um elemento nato da cognição humana, ou seja, ele pode ser desenvolvido ao longo da vida, justificando assim a necessidade de reflexões quanto às possibilidades tecnológicas e metodológicas para a promoção do seu aprimoramento.

Sendo assim, a presente pesquisa objetivou analisar a possibilidade de aplicação dos Games Digitais para promover o desenvolvimento da Habilidade Espacial e propor ações para viabilizá-la.

De acordo com as pesquisas analisadas, os tipos de Games Digitais que mais favorecem o desenvolvimento da Habilidade Espacial são: os de Atirador em 1ª Pessoa, os de Labirintos e Paradoxos Visuais e os de Mundo Aberto.

A realização de uma pesquisa com os alunos da Disciplina Desenho II do Curso de graduação em Design da Faculdade de Arquitetura,

Artes e Comunicação da Unesp da Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, permitiu constatar que aqueles que habitualmente jogavam esses tipos de Games Digitais conseguiram aplicar as técnicas dos Sistemas de Projeção mais rapidamente e obtiveram um rendimento a curto prazo maior que os outros alunos. Isso pode ser comprovado verificando os resultados dos testes aplicados após poucas aulas iniciais.

Ao longo do semestre, os alunos que se empenharam a aprender os Sistemas de Projeção obtiveram sucesso, mesmo os que não jogavam Games Digitais. Foi o que demonstraram os resultados dos testes aplicados no encerramento da Disciplina de Desenho II.

A análise estatística dos dados coletados na UNESP levou, nas circunstâncias relatadas, à constatação das seguintes hipóteses:

- Os alunos chegam à universidade com graus diferentes de desenvolvimento de HE.
- A diferença de gênero implica no desenvolvimento da HE.
- Os Games Digitais promovem o aprimoramento da HE.
- Os games de Atirador em 1ª Pessoa são os que mais favorecem o desenvolvimento da HE.
- Todos os alunos têm a Habilidade Espacial (HE) aprimorada durante a Disciplina de Desenho II.

É importante ressaltar que o simples fato de jogar Games Digitais de Atirador em 1ª Pessoa ou de Labirinto ou de Mundo Aberto promovem o aprimoramento da Habilidade Espacial. No entanto, a capacidade de raciocinar espacialmente não significa entender o conteúdo específico de cada disciplina que a utiliza.

Promover o Letramento Espacial por meio de Games Digitais significa fornecer condições aos alunos para que eles possam aprender o conteúdo das disciplinas que exijam essa habilidade prévia.

As sugestões de atividades propostas nesta pesquisa serão colocadas em prática na disciplina Desenho II do curso de Design da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho com o intuito de motivar e facilitar o aprendizado de Geometria Descritiva fornecendo subsídios para o desenvolvimento das Habilidades Espaciais.

Esta pesquisa será divulgada e estará à disposição de outros docentes de disciplinas que necessitem que os alunos tenham desenvolvido a Habilidade Espacial como Desenho Técnico, Perspectiva e Projeto.

O desenvolvimento desta pesquisa promoveu ainda:

- A disseminação dos resultados de investigação no domínio da educação e formação com tecnologias digitais, numa perspectiva de construção de novas linhas de investigação e desenvolvimento;
- A contribuição para a análise e desenvolvimento de linhas de orientação curricular inovadoras que contribuam para a construção da escola do século XXI;
- A elaboração de propostas de pesquisa e desenvolvimento em colaboração internacional, a nível de graduação e pós-graduação, do uso de tecnologias midiáticas para o Letramento Espacial;
- Produção Bibliográfica discorrendo sobre o desenvolvimento da pesquisa e os resultados obtidos.

## REFERÊNCIA

- ACHTMAN R. L, GREEN C. S; BAVELIER D. **Video games as a tool to train visual skills**. Restor Neurol Neurosci. 2008.
- ADÁNEZ, G. P.; VELASCO, A. D. **Construção de um teste de visualização a partir da psicologia cognitiva**. Avaliação Psicológica, v. 1, n. 1. 2002.
- ALIAS, M. **Spatial visualisation ability and civil engineering problem solving**. Doctoral thesis, University of Surrey. Guilford, U. Kingdom. 2000.
- ALIAS, M.; BLACKT. R; GRAY, D. E. **Effect of instructions on spatial visualization ability in civil engineering students**. International Education Journal Vol 3, No 1. 2002.
- ARRIAGA, P., SILVA, A.; ESTEVES, F. **Os efeitos de um jogo de computador nas aptidões perceptivas e espaciais**. Psicologia: Teoria, Investigação e Prática, 269-284. 2001.
- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BAENNINGER, M.; NEWCOMBE, N. **The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis**. Sex Roles. 1989.
- BAVELIER, D., & DAVIDSON, R. J. **Brain training: Games to do you good**. Nature, 494, 425– 426. doi:10.1038/494425a. 2013.
- BENNETT, G. K.; SEASHORE, H. G.; WESMAN, A. G. **Differential Aptitude Tests**. The Psychological Corporation, New York, NY. 1973.
- BERTOLINE, G. R. **The implications of cognitive neuroscience research in spatial abilities and graphics instruction**. Proceedings of the International Conference on Engineering Design Graphics. Vienna. 1988.
- BLOOM, B. S.; ENGELHART, M. D.; FURST, E. J., HILL W. H.; KRATHWOHL, D. R. **Taxonomia de objetivos educacionais. Domínio Cognitivo**. Porto Alegre: Globo, 1972.
- BRUNER, J. S. **Uma nova Teoria da Aprendizagem**. Ed. Bloch, Rio de Janeiro, 1976.
- BUCHSBAUM B. R.; LEMIRE-RODGER S.; BONDAD A.; CHEPESIUK A. Recency, **Repetition, and the Multidimensional Basis of Recognition Memory**. The Journal of Neuroscience. 2015.
- CARROLL, J. B. **Human Cognitive Abilities: A Survey of Factor-Analytic Studies**. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 1993.

CHERNEY, I. D.; LONDON, K. **Gender-linked differences in the toys, television shows, computer games, and outdoor activities of 5- to 13-year-old children.** *Sex Roles*, 54. DOI: 10.1007/s11199-006-9037-8. 2006.

COHEN J. E.; GREEN C. S.; BAVELIER D. **Training visual attention with video games: Not all games are created equal.** In: Perez HFONRS, editor. *Computer games and team and individual learning.* Elsevier Science; 2007.

COLLEGE ENTRANCE EXAMINATION BOARD. **CEEB special aptitude test in spatial relations.** New York, NY. 1939.

COMMITTEE ON SUPPORT FOR THINKING SPATIALLY. **Learning to think spatially: GIS as a support system in the K–12 curriculum.** Washington, DC. National Academies Press. 2006.

CONNOLLY, P. E; HARRIS, L. V.; SADOWSKI, M. A. **Measuring and enhancing spatial visualization in engineering technology students.** *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference*, Austin, TX. 2009.

CONTERO M; COMPANY P; SAORIN J.L.; NAYA F.; CONESA J. **Improving Visualization Skills in Engineering Education.** *IEEE Computer Graphics and applications* n. 25. 2005.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Palestra na School of Leisure & Tourism Studies na Universidade de Tecnologia de Sydney.** 1999. <http://austega.com/gifted/16-gifted/articles/24-flow-and-mihaly-csikszentmihalyi.html>

\_\_\_\_\_. **The Psychology of Optimal experience.** HarperCollins Publishers. NY. 1990.

CSIKSZENTMIHÁLYI, M.; ABUHAMDEH, S. & NAKAMURA, J. **Flow, Handbook of Competence and Motivation.** New York: The Guilford Press, pp. 598–698. 2005.

DENIS, G.; JOUVELOT, P. **Motivation-Driven Educational Game Design: Applying Best Practices to Music Education.** ACE'05 Valencia, Spain. *Proceeding of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology.* ACM New York, NY, USA. 2005.

DEVON, R.; ENGEL, R. S.; FOSTER, R. J. **The Effect of Solid Modelling on 3D Visualization Skills.** *The Engineering Design Graphics Journal*, 58.1994.

EALS, M.; SILVERMAN, I. **The huntergatherer theory of sex differences: Proximate factors mediating the female advantage in recall of object arrays.** *Ethology and Sociobiology.* 1994.

ELIOT, J. C.; SMITH, I. M. **An international directory of spatial tests.** Windsor, England. NFER-Nelson. 1983.

ELIOT, J., & FRALLEY, J. S. **Sex differences in spatial ability**. *Young Children*, 31, 487-498. 1976.

FENG, J.; SPENCE, I.; PRATT, J. **Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition**. *Psychol Sci*. 18. 2007.

FLOCON, A.; TATON, R. **A perspectiva**. Editora Difusão Européia do Livro. 1967.

FOREMAN, N.; GILLETT, R. **A Handbook of Spatial Research Paradigms and Methodologies**. Psychology Press. U.K. 1997.

GALTON, F. **Inquiries into human faculty and its development**. London: J. M. Dent & Sons. 1911.

GAN, Y.; SCARDAMALIA, M.; HONG, H. Y.; ZHANG, J. **Early Development of Graphical Literacy through Knowledge Building**. *Canadian Journal of Learning & Technology*. 2010.

GARDNER, H. **Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences**. London: fontana Press. 1983.

\_\_\_\_\_. **Inteligência: um conceito reformulado**. Rio de Janeiro: Objetiva, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo, SP: Atlas, 2009.

GORSKA R.; SORBY, S. A.; LEOPOLD, C. **Gender Differences in Visualization Skills - An International Perspective**. *Engineering Design Graphics Journal*. V.62, n.3, 1998.

GRANIC, I.; LOBEL, A.; ENGELS, R. C. M. E. **The Benefits of Playing Video Games**. *American Psychological Association*. Vol. 69, No. 1, 66–78. DOI: 10.1037/a0034857. 2014.

GREEN C. S. POUGET A, BAVELIER D. **Improved probabilistic inference as a general mechanism for learning with action video games**. *Current Biology*. 2010.

GREEN, C. S.; BAVELIER, D. **Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention**. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32. 2006.

\_\_\_\_\_. **Action-video-game experience alters the spatial resolution of vision**. *Psychological Science*, 18. 2007.

\_\_\_\_\_. **Perceptual learning during action video game playing**. *Topics in Cognitive Science*. Advance online publication. doi:10.1111/j.1756 – 8765.2009.01054.x. 2010.

\_\_\_\_\_. **Learning, Attentional Control, and Action Video Games**. *Curr. Biol.* 6. doi: 10.1016/j.cub.2012.02.012. 2012.

GUAY, R. B. **Purdue Spatial Visualization Test**. Purdue Research Foundation, West Lafayette, Indiana. 1977.

HALPERN, D. F.; COLLAER, M. L. **Sex Differences in Visuospatial Abilities: More Than Meets the Eye**. *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking*; Shah, P., Miyake, A. Cambridge University Press, New York. 2005.

HARLE, M.; TOWNS M. **A Review of Spatial Ability Literature, Its Connection to Chemistry, and Implications for Instruction**. *Journal of Chemical Education*. Catholic University. Washington. Washington, DC. DOI: 10.1021/ed900003n. 2010.

HARRIS, L. J. **Sex Differences in Spatial Ability: Possible Environmental, Genetic, and Neurological Factors**. *Asymmetrical Function of the Brain*; Kinsbourne, M. Cambridge University Press. Cambridge, 1978.

HINTZMAN, D. L. **Repetition and Memory in The Psychology of Learning and Motivation**. volume 10. Academic Press. 1976.

HOLT, R. **Examining Video Game Immersion as a Flow State**. B.A. Thesis, Department of Psychology, Brock University. 2000.

KIMURA, D. **Sex, sexual orientation and sex hormones influence human cognitive function**. *Current Opinion in Neurobiology*. 1996.

KLEIN, D. B. **A history of scientific psychology: Its origins and philosophical backgrounds**. London: Routledge and Kegan Paul. 1970.

KOSKIMAA, R.; FENYVESI, K. **A mission impossible? Learning the logic of space with impossible figures in experience-based mathematics education**. *Opus et Educatio*, 2015.

LEOPOLD, C.; SORBY, S.; GORSKA, R. **Gender differences in 3-D visualization skills of engineering students**. *Proceedings of the 7th International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry*. Polonia. 1996.

LEVENE, J. M., SCHULMAN, D., BRAHLEK, R., FLEISHMAN, E. A. **Trainability of abilities: Training and transfer of spatial visualization (Defense Technical Information Center Report No. AD-A283497)**. Washington, DC: Advanced Research Resources Organization. 1980.

LIBRARY OF CONGRESS CATALOGING-IN-PUBLICATION DATA. **Learning to think spatially: GIS as a support system in the K-12 curriculum**. National Academies Press. 2006.

LIEU, D. K.; SORBY, S. A. **Visualization, Modeling, And Graphics For Engineering Design**. Delmar Cengage Learning. 2008.

LINN, M. C.; PETERSON, A. C. **Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis**. Child Development. doi:10.2307/1130467. 1985.

LIPPA, R.A.; COLLAER, M.L.; PETERS, M. **Sex Differences in Mental Rotation and Line Angle Judgments are Positively Associated with Gender Equity and Economic Development across 53 Nations**. Archives of Sexual Behavior. 2010.

LOHMAN, D. F. **Spatial Ability: A Review and Reanalysis of the Correlational Literature**. Aptitude Research Project, Technical Report No. 8, Aptitude Research Project; School of Education, Stanford University: Palo Alto, CA. 1979.

LÓPEZ, J. M. S; GARRIDO, C. D. **Integración pedagógica de la aplicación Minecraft Edu en Educación Primaria: un estudio de caso. Píxel-Bit**. Revista de Medios y Educación. N. 45. doi: <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2014.i45.07>. 2014.

MACHADO, A. **Geometria Descritiva**. São Paulo, Editora Mc Grow Hill do Brasil, 1983.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 282 p.

MARMO, C. **Curso de Desenho**, São Paulo, Editora Moderna, Vol. 7 e 8. 1962.

MARUNIC, G.; GLAZAR, V. **Improvement and Assessment of Spatial Ability in Engineering Education**. Engineering Review, v. 34, n. 2. 2014.

MCKIM, R. H. **Experiences in visual thinking**. Boston, MA: PWS Publishers. 1980.

MCGEE, M. G. **Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences**. Psychological Bulletin 86. 1979.

MEDINA, A. C.; GERSON, H. B. P; SORBY, S.A. **Identifying gender differences in the 3-D visualization skills of engineering students in Brazil and in the United States**. Proceedings of the International Conference 31 for Engineering Education 1998, Rio de Janeiro, Brasil. 1998.

MOHLER, J. L. **A Review of Spatial Ability Research**. Engineering Design Graphics Journal. volume 72 number 3. Purdue University. 2008.

MOREIRA, D. M. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002. 152 p.

MURRE, J. M. J.; DROS, J. **Replication and Analysis of Ebbinghaus' Forgetting Curve**. PLoS One. 2015.

NAGY-KONDOR, R. **Spatial Ability, Descriptive Geometry and Dynamic Geometry Systems Annales Mathematicae et Informaticae**. Líceum University Press, Eger, Hungary. 2010.

NAKAMURA, J.; CSIKSZENTMIHALYI, M. **The concept of flow**. C. R. Snyder, & S. J. Lopez, Handbook of positive psychology. New York: Oxford University Press. 2002.

NEWCOMBE, N. **Methods for the study of spatial cognition**. R. Cohen. The development of spatial cognition. Hillsdale, NJ7 Lawrence Erlbaum Associates. 1985.

NEWCOMBE, N. S. **Taking Science Seriously: Straight Thinking About Spatial Sex Differences**. Ceci, S. J.; Williams, W. Are Sex Differences in Cognition Responsible for the Under-Representation of Women in Scientific Careers? Washington, DC: APA Books. 2002.

NEWCOMBE, N. S. **Increasing Math and Science Learning by Improving Spatial Thinking**. American Educator. 2010.

NIGEL F.; GILLETT, R. **A Handbook of Spatial Research Paradigms and Methodologies** Volume 1: Spatial Cognition in the Child and Adult. Psychology Press, U.K. 1997. Transferred to Digital Printing. 2011.

NORMAN, K. L. **Interface Apparency and Manipulatability: Cognitive Gateways Through Spatial Visualization Barrier**. Computer-Based Technologies <http://www.lap.umd.edu/NSFIA/proposal.html>. 2000.

NOVAK, T. P.; HOFFMAN, D. L. **Measuring the flow experience among web users**. Technical report, eLab. 1997.

OLIVEIRA, J. B. A.; CHADWICK, C. B., **Tecnologia Educacional, Teorias da Instrução**. Editora Vozes, Petrópolis, RJ, 1988.

ORTIZ, J. A. T.; BRAVO, L. E. C. TAMAYO, L. F. V. **Propuesta y aplicación de nuevas herramientas para el desarrollo de habilidades espaciales en la asignatura Dibujo de Ingeniería**. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 46. 2015.

PEREIRA, A. **A. Geometria Descritiva**. Ed. Quartet, Rio de Janeiro, 2001.

Pérez, J. L. S. **Estudio del efecto de la aplicación de tecnologías multimedia y del modelado basado en bocetos en el desarrollo de las habilidades espaciales.** Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. 2006.

PERGHER, G. K.; STEIN, L. M. **Compreendendo o esquecimento: teorias clássicas e seus fundamentos experimentais.** Psicologia, v. 14, n. 1. 2003.

PIAGET, J.; INHELDER, B. **The child's conception of space.** London: Routledge and Kegan Paul. 1956.

\_\_\_\_\_. **Elaboração do pensamento, intuição e operações.** N. Campos, Psicologia da inteligência. São Paulo: Fundo de Cultura SA. 1967.

\_\_\_\_\_. **A equilibração das estruturas cognitivas.** Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

POLAT, U. **Making perceptual learning practical to improve visual functions.** Vision Research. 2009.

PRENSKY, M. **Digital game-based learning.** New York, London: McGraw Hill. 2001.

\_\_\_\_\_. **From Digital Natives to Digital Wisdom: Hopeful Essays for 21st Century Education.** Corwin. 2012.

PRIETO, G.; CARRO, J.; ORGAZ, B.; PULIDO, R. **Análisis cognitivo de un test informatizado de visualización espacial.** Psicotherma, v. 5, n.2. 1993.

ROBERTSON HOLT, **Examining Video Game Immersion as a Flow State,** B.A. Thesis, Department of Psychology, Brock University, 2000.

RODRIGUES, M. H. W. L.; KOPKE, R. C. M.; MATA, S. F. **Competências para o desempenho de atividades na área gráfica.** 16º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. 2003.

ROSCOE, D. D.; JENKINS, S. **A Meta-Analysis of Campaign Contributions' Impact on Roll Call Voting.** Social Science Quarterly, Vol. 86, n. 1. 2005.

SANTOS, E. T. **Uma Proposta para uso de Sistemas Estereoscópicos Modernos o Ensino de Geometria Descritiva e Desenho Técnico.** III Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho, Ouro Preto, Brasil. 2000.

SCHWARTZ, D. L.; HEISER, J. **Spatial Representations and Imagery in Learning**. The Handbook of the Learning Sciences. Cambridge University Press. 2006.

SEABRA, R. D.; SANTOS, E. T. **Evaluation of the Spatial Visualization Ability of Entering Students in a Brazilian Engineering Course**. Journal for Geometry and Graphics, Volume 12, No. 1. 2008.

SELIGMAN, M. **Positive psychology, positive prevention, and positive therapy**. In C. R. Snyder, & S. J. Lopez, Handbook of positive psychology. New York: Oxford University Press. 2002.

SHAWN, G.; BAVELIER, D. **Effect of Action Video Games on the Spatial Distribution of Visuospatial Attention** University of Rochester Journal of Experimental Psychology. 2006.

SHELDON, K. M.; KING, L. **Why positive psychology is necessary?** American Psychologist, 56, 216-217. 2001.

SIEGEL, A. W.; SCHADLER, M. **The development of young children's spatial representations of their classrooms**. Child Development. 1977.

SINTON, D. S. **A Spatial Literacy Initiative in Higher Education: The University of Redlands Integrates Spatial Thinking and GIS Campus**. 2010.

\_\_\_\_\_. **Making the case for GIS in higher education**. D. Unwin, N. Tate, K. Foote & D. Dibaise, Teaching Geographic Information Science and Technology in Higher Education. John Wiley & Sons, London, UK. 2011.

SORBY, S. A.; BAARTMANS. **A course for the development of 3d spatial Visualization Skills**. The Engineering Design Graphics Journal 60. 1996.

SORBY, S. A.; VEURINK, N. **Spatial Skills among minority and international engineering students**. American Society for Engineering Education, 2012.

SORBY, S. A. **Developing 3-D Spatial Visualization Skills**. Engineering Design Graphics Journal v. 63, n 2. 1999.

\_\_\_\_\_. **Educational research in developing 3D spatial skills for engineering students**. International Journal of Science Education. 2006.

SPENCE I.; FENG, J. **Video Games and Spatial Cognition**. Review of General Psychology. American Psychological Association. 2010.

STRONG, S.; SMITH, R. **Spatial Visualization: Fundamentals and Trends in Engineering Graphics**. Journal of Industrial Technology. Volume 18. 2002.

TARTRE, L. A. **Spatial Orientation Skill and Mathematical Problem Solving**. Journal for Research in Mathematics Education. v. 21, n. 3. National Council of Teachers of Mathematics. DOI: 10.2307/749375. 1990.

THALHEIMER W. **Spacing Learning Events Over Time: What the Research Says**. Work-Learning Research, Inc. Publication. 2006.

THORNDIKE, E. L. **Educational psychology: briefer course**. New York: Teachers College, Columbia University. 1914.

THURSTONE, L. L. **Primary mental abilities**. Chicago: University of Chicago Press. 1938.

\_\_\_\_\_. **Teste de Aptidões Mentais Primárias**. CEGOC, Lisboa.1997.

TUFTE, E. **The Visual display of quantitative Information**. Second Edition. Graphics Press LLC. Cheshire, Connecticut, USA. 2007.

ULBRICHT, V. R. **Modelagem de um ambiente hipermídia de construção do conhecimento em Geometria Descritiva**. Tese de Doutorado, Florianópolis, 1997.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL. **Literacy for life**. Graphoprint, Paris, França. UNESCO. 2005.

UTTAL, D. H.; MEADOW, N. G.; TIPTON, E.; HAND, L. L.; ALDEN, A. R.; WARREN, C. NEWCOMBE, N. S. **The Malleability of Spatial Skills: A Meta-Analysis of Training Studies**. Psychological Bulletin. v. 139, n. 2. DOI: 10.1037/a0028446. 2013.

Valente, J. A. **A espiral da espiral de aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação**. Tese de Livre Docência. Instituto de Artes. UNICAMP. 2005.

Valente, V. C. P. N. **Desenvolvimento de um ambiente computacional interativo e adaptativo para apoiar o aprendizado de geometria descritiva**. Tese de Doutorado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo. 2003.

VALENTE, V. C. P. N; BENUTTI, M. A.; **Sistema Hypergeo**. Departamento de Representação Gráfica da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – UNESP. <http://www4.faac.unesp.br/pesquisa/hypergeo/index2.htm>. 1997.

VALENTE, V. C. P. N; BENUTTI, M. A.; **Internet como mídia contribuidora no ensino de conceitos de Geometria Descritiva**. Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico / International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Feira de Santana – BA.1988.

- VANDENBERG, S.G. **Mental Rotation Test**. University of Colorado. 1971.
- VANDENBERG, S.G.; KUSE, A.R. **Mental rotations: A group test of three-dimensional spatial visualisation**. *Perceptual and Motor Skills*, 47. 1978.
- VASTA, R.; KNOTT, J. A.; GAZE, C. E. **Can spatial training erase the gender differences on the water-level task?** *Psychology of Women Quarterly*. 1996.
- VELASCO, A. D.; PRIETOI, G. **Visualização espacial, raciocínio indutivo e rendimento acadêmico em desenho técnico**. *Psicol. Esc. Educ.* vol.10 no.1 Campinas. 2006.
- VELASCO, S. M.; GARCIA-MIJARES, M.; TOMANARI, G. Y. **Fundamentos Metodológicos da Pesquisa em Análise Experimental do Comportamento**. *Psicologia em Pesquisa*, Rio de Janeiro: v. 4 n. 2, p. 150-155, 2010.
- VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente** São Paulo: Martins Fontes. 1984.
- WAI, J., LUBINSKI, D.; BENBOW, C. P. **Spatial Ability for STEM Domains: Aligning Over 50 Years of Cumulative Psychological Knowledge Solidifies Its Importance**. *Journal of Educational Psychology*, v. 101, N. 4. 2009.
- WRIGHT, R., THOMPSON, W. L., GANIS, G., NEWCOMBE, N. S., & Kosslyn, S. M. **Training generalized spatial skills**. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2008.
- WU S.; CHENG, C. K.; FENG, J.; D'ANGELO, L.; ALAIN, C.; SPENCE, I. **Playing a first-person shooter video game induces neuroplastic change**. *J Cogn Neurosci*. 2012.

**ANEXO I – Plano de Ensino da Disciplina Desenho II**

## Plano de Ensino

### Curso

2302D - Bacharelado em Design

### Ênfase

### Identificação

---

#### Disciplina

0003604A - Desenho II

#### Docente(s)

Vânia Cristina Pires Nogueira Valente

#### Unidade

Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação

#### Departamento

Departamento de Artes e Representação Gráfica

Créditos	Carga Horaria	Seriação ideal
4	60	1

#### Pré - Requisito

0003603 - Desenho I

#### Co - Requisito



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Bauru



## Plano de Ensino

### Objetivos

---

O aluno deverá ser capaz de compreender, interpretar e explorar as formas geométricas do espaço e suas relações. Dominar princípios básicos para a representação das formas tridimensionais.

### Conteúdo

---

1. A representação Plana da Forma Tridimensional
  - 1.1 Sistemas de Projeção
  - 1.2 Projeção Cilíndrica
    - Oblíqua
    - Ortogonal
  - 1.3 Projeção Cônica
2. Axonometrias
  - 2.1 Ortogonal
  - 2.2 Oblíqua
3. Projeção Cilíndrica Ortogonal
  - 3.1 Método Mongeano
4. Planos e Retas
  - 4.1 Características
  - 4.2 pertinências
  - 4.3 Intersecções
  - 4.4 Verdadeira Grandeza
5. Operações
  - 5.1 Rotação
  - 5.2 Mudança de Plano
  - 5.3 Rebatimento
6. Poliedros
  - 6.1 Prismas
  - 6.2 Pirâmides
  - 6.3 Poliedros Platônicos
  - 6.4 Poliedros Arquimedianos
  - 6.5 Seccionamentos
  - 6.6 Desenvolvimento de Superfície
  - 6.7 Intersecção
7. Superfícies Curvas
  - 7.1 Geração por Rotação
  - 7.2 Geração por Translação

### Metodologia

---

Através da exploração dos espaço tridimensional a partir de figuras geométricas básicas buscar-se-á as informações teóricas para uma melhor representação e interpretação das formas propostas, utilizando-se de diferentes meios instrumentais disponíveis

### Bibliografia

---

- BERNS, Harold. Sistemas de Representação Gráfica. Bilbao: Urmo, 1969.  
 FONTOURA, Ivens. Decomposição da Forma: Manipulação da Forma como instrumento para a criação. Curitiba: Itaipu, 1982.  
 LACOURT, H. Noções e Fundamentos de Geometria Descritiva. Rio de Janeiro: GuanabaraKoogan, 1995.  
 LEVENS, A.S. Analisis grafico para arquitetura e ingenieria. Mexico/Buenos Aires: Centro Regional de Ayuda Tecnica, 1972.  
 MACHADO, Ardevan. Geometria Descritiva. São Paulo: Mc Graw Hill do Brasil, 1983.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Bauru



### Plano de Ensino

MONTENEGRO, Gildo. Geometria Descritiva. São Paulo: Edgard Blucher, 1992.  
MUNARI, Bruno. Design e Comunicação Visual. São Paulo: Martins Fontes; 1997.  
RODRÍGUEZ, Alvaro J. Geometria Descritiva. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1964.  
SÁ, J.R.C.C., Edros. São José dos Campos, 1982.  
SILVA, B.F.C. Forma e Estrutura: contribuição para o ensino de desenho na formação do arquiteto. Dissertação de Mestrado. São Paulo: FAU/USP, 1995.  
WONG, W. Princípios de forma e desenho. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

#### Critérios de avaliação da aprendizagem

- Serão realizados trabalhos práticos e/ou avaliações teóricas sobre os assuntos desenvolvidos.
- A nota final será calculada com base em, no mínimo, 3 avaliações no semestre. As avaliações efetuadas nos dois primeiros meses terão peso 4. Nos dois últimos meses, terão peso 6.
- Serão considerados a assiduidade na entrega dos trabalhos, o traçado gráfico e a apresentação geral, além da rígida observância dos critérios geométricos nele envolvidos.
- Serão levados em consideração, ainda, a iniciativa e criatividade na elaboração e representação das teorias apresentadas.

#### Ementa (Tópicos que caracterizam as unidades do programa de ensino)

A disciplina abrange o estudo e o desenho das formas geométricas enquanto ferramentas da investigação, compreensão e representação do espaço tri-dimensional, abordando a representação plana da forma tridimensional.

#### Aprovação

Conselho Curso	20/04/2012
Cons. Departamental	20/04/2012
Congregação	21/05/2012

**ANEXO II – Autorização para reprodução de fotos do trabalho do aluno  
Willian Pieroni de Souza**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Bauru



### TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, Willian Pieroni de Souza, declaro, para os devidos fins, que autorizo a reprodução da fotografia de meu trabalho final da Disciplina Desenho II bem como a citação de meu nome na Tese de livre-Docência: **Letramento Espacial por meio de Games Digitais** redigida pela **Profa. Dra. Vânia Cristina Pires Nogueira Valente**, do Curso de Graduação em Design.

Bauru, 17 de maio de 2016

  
\_\_\_\_\_

Assinatura

Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação  
Seção Técnica Acadêmica  
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Vargem Limpa - Bauru/SP  
Fone: 14 3103-6055 - e-mail [sta@faac.unesp.br](mailto:sta@faac.unesp.br) - site [www.faac.unesp.br](http://www.faac.unesp.br)

**ANEXO III – Formulário de Pesquisa**

## Utilização de Games e Geometria Descritiva

\* Required

1. Name \* \_\_\_\_\_

2. Email \* \_\_\_\_\_

3. Qual foi o nível de dificuldade para você realizar as projeções em épura?

Mark only one oval.

- fácil  
 médio  
 difícil

4. Você acredita que a utilização de games contribui para o desenvolvimento da habilidade de visão espacial?

Mark only one oval.

- Sim  
 Não

5. Joga games eletrônicos (videogame, app ou software)? \*

Mark only one oval.

- Sim  
 Não

**Se a resposta nesta questão for "não", a pesquisa para por aqui.**

6. Com qual frequência? \*

Mark only one oval.

- menos que uma vez por semana  
 alguns dias por semana  
 quase todos os dias  
 todos os dias

7. Que tipos de jogos você utiliza? \*

Check all that apply.

- Atirador em primeira pessoa (ex: Doom, Quake, Call of Duty)  
 Atirador em terceira pessoa (você vê o seu atirador)  
 Ação 2D (o personagem se move por um cenário plano com obstáculos ou confronto)  
 Ação 3D (o personagem se move por um cenário tridimensional com obstáculos ou confronto)  
 Enigma / Quebra-cabeça / labirinto  
 Construção  
 comida  
 esporte  
 RPG  
 Estratégia  
 Simulador  
 Outros

8. Coloque o nome de cada jogo e o dispositivo que você o acessa (console, computador, celular, etc) \*

\_\_\_\_\_

**ANEXO IV – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Bauru



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

NOME DO PARTICIPANTE: \_\_\_\_\_

DATA DE NASCIMENTO: \_\_/\_\_/\_\_. IDADE: \_\_\_\_

DOCUMENTO DE IDENTIDADE: TIPO: \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_ GÊNERO: M ( ) F ( )

ENDEREÇO: \_\_\_\_\_

BAIRRO: \_\_\_\_\_ CIDADE: \_\_\_\_\_ ESTADO: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ FONE: \_\_\_\_\_.

Eu,

\_\_\_\_\_, declaro,

para os devidos fins, ter sido informado verbalmente e por escrito, de forma suficiente a respeito da pesquisa: **Letramento Espacial por meio de Games Digitais**. Este projeto propõe fornecer estratégias de aplicação dos games digitais presentes no cotidiano dos universitários para, de maneira motivante e natural, instigar o desenvolvimento da Habilidade Espacial favorecendo o pensamento espacial eficiente, ou seja, promovendo seu Letramento Espacial. Não há riscos previsíveis. O projeto de pesquisa será conduzido pela **Profa. Dra. Vânia Cristina Pires Nogueira Valente**, do Curso de Graduação em Design, pertencente ao quadro docente da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação/UNESP/Bauru. Estou ciente de que este material será utilizado para apresentação de: Relatório de Atividade Docente observando os princípios éticos da pesquisa científica e seguindo procedimentos de sigilo e discrição. Fui esclarecido sobre os propósitos da pesquisa, os procedimentos que serão utilizados e riscos e a garantia do anonimato e de esclarecimentos constantes, além de ter o meu direito assegurado de interromper a minha participação no momento que achar necessário.

Bauru, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisador Responsável/RG: 13.501.287-9

Prof. (ª) Dra. Vânia Cristina Pires Nogueira Valente

Endereço: Tv das Javânicas 2-20, Jd Paineiras. CEP 17018-250. Bauru-SP

Tel: (14)99702-3645

E-mail: vania@faac.unesp.br

Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação  
Seção Técnica Acadêmica  
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Vargem Limpa - Bauru/SP  
Fone: 14 3103-6055 - e-mail sta@faac.unesp.br - site www.faac.unesp.br

**ANEXO V – Parecer Consubstanciado do CEP**



UNIVERSIDADE ESTADUAL  
PAULISTA FACULDADE DE  
ARQUITETURA, ARTES E



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Letramento Espacial por meio de Games Digitais

**Pesquisador:** Vania Cristina Pires Nogueira Valente

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 54821616.9.0000.5663

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.504.756

#### Apresentação do Projeto:

O projeto de pesquisa apresenta a problemática a ser estudada. A fundamentação teórica demonstra o estado da arte do objeto de estudo. É apresentada de forma resumida a metodologia ser utilizada. O cronograma de desenvolvimento da pesquisa para o triênio é compatível com os objetivos apresentados. Destaca-se que o projeto não menciona como será realizada a coleta e análise dos dados em relação aos alunos.

De acordo com o projeto de pesquisa participarão da pesquisa 90 alunos da disciplina Desenho II do Curso de Design da FAAC - UNESP/Bauru. A coleta de dados será realizada sobre dados do rendimento escolar dos alunos que jogam Games Digitais e os que não jogam; sendo posteriormente investigado, quais tipos de games estão associados aos alunos que obtiveram um maior desempenho na disciplina.

#### Objetivo da Pesquisa:

O objetivo da pesquisa é "prover estratégias para o Letramento Espacial dos alunos de nível universitários por meio de games digitais".

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há qualquer risco para o aluno participante da pesquisa. E os benefícios não serão aplicados ao aluno participante da pesquisa.

**Endereço:** Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01  
**Bairro:** VARGEM LIMPA **CEP:** 17.033-360  
**UF:** SP **Município:** BAURU  
**Telefone:** (14)3103-6055

**E-mail:** sta@faac.unesp.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL  
PAULISTA FACULDADE DE  
ARQUITETURA, ARTES E



Continuação do Parecer: 1.504.756

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa é relevante para o ensino da geometria espacial nos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, Design e Engenharia; pois parte dos alunos tem dificuldade em entender a representação bidimensional e tridimensional. Os resultados podem facilitar o entendimento da geometria espacial através da introdução de novas ferramentas digitais.

Com relação aos procedimentos metodológicos apresentados observou-se que o projeto não menciona como será realizada as etapas de coleta e análise dos dados em relação aos alunos que farão parte da pesquisa.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O TCLE apresentado está adequado. A pesquisadora não relata que haverá aplicação do TCLE, embora tenha anexado o respectivo termo na Plataforma Brasil.

**Recomendações:**

Recomenda-se a proponente da pesquisa: i) revisar o índice apresentado, pois alguns itens não conferem com o texto apresentado - não estão presentes no corpo deste texto; ii) inserir no projeto de pesquisa a utilização do TCLE; e detalhar a forma de coleta e análise dos dados.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

As recomendações apresentadas não são mandatórias. O projeto de pesquisa e os procedimentos adotados são pertinentes e atendem aos princípios éticos da pesquisa científica.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O Comitê de Ética em Pesquisa da FAAC acata o parecer exarado e recomenda que as sugestões apresentadas sejam atendidas.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_681681.pdf	22/03/2016 13:52:56		Aceito
Brochura Pesquisa	Formulario_pesquisa.pdf	22/03/2016 13:49:56	Vania Cristina Pires Nogueira Valente	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_Comite_Etica.pdf	22/03/2016 13:49:37	Vania Cristina Pires Nogueira Valente	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	Termo_consentimento_participante.doc	17/03/2016 15:26:50	Vania Cristina Pires Nogueira Valente	Aceito

**Endereço:** Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01  
**Bairro:** VARGEM LIMPA **CEP:** 17.033-360  
**UF:** SP **Município:** BAURU  
**Telefone:** (14)3103-6055 **E-mail:** sta@faac.unesp.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL  
PAULISTA FACULDADE DE  
ARQUITETURA, ARTES E



Continuação do Parecer: 1.504.756

Ausência	Termo_consentimento_participante.doc	17/03/2016 15:26:50	Vania Cristina Pires Nogueira Valente	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_pesquisador.pdf	17/03/2016 15:16:51	Vania Cristina Pires Nogueira Valente	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_diretoria.pdf	17/03/2016 15:06:53	Vania Cristina Pires Nogueira Valente	Aceito
Folha de Rosto	folha_rosto.pdf	17/03/2016 15:04:51	Vania Cristina Pires Nogueira Valente	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BAURU, 18 de Abril de 2016

---

**Assinado por:**  
**Luis Carlos Paschoarelli**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube nº 14-01  
**Bairro:** VARGEM LIMPA **CEP:** 17.033-360  
**UF:** SP **Município:** BAURU  
**Telefone:** (14)3103-6055 **E-mail:** sta@faac.unesp.br

**ANEXO VI – Resolução dos testes aplicados**

## Pré-Teste

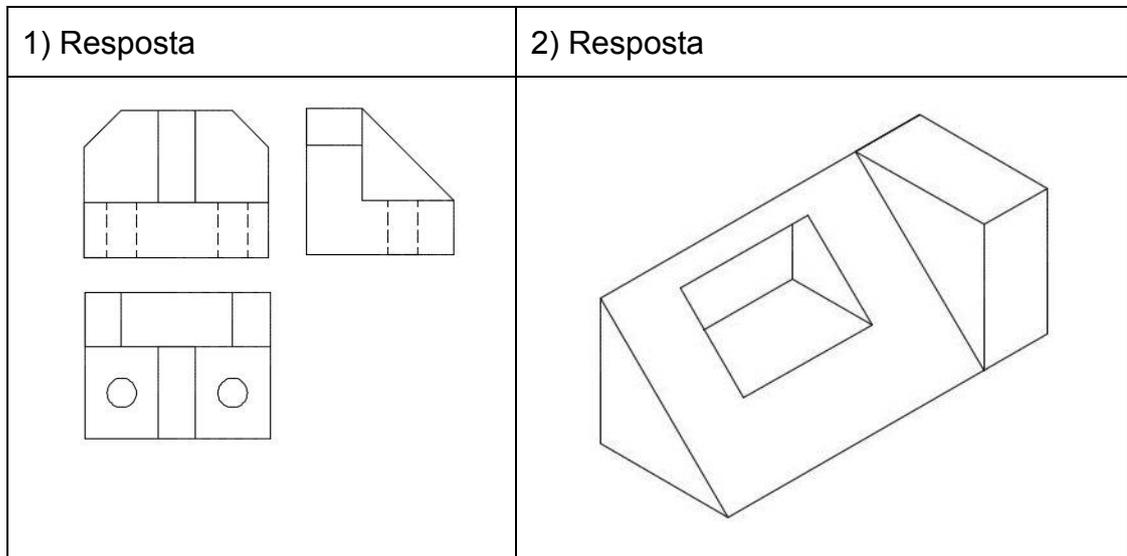


Figura 78 - Respostas do Pré-Teste realizado com os alunos de Design

## Pós-Teste

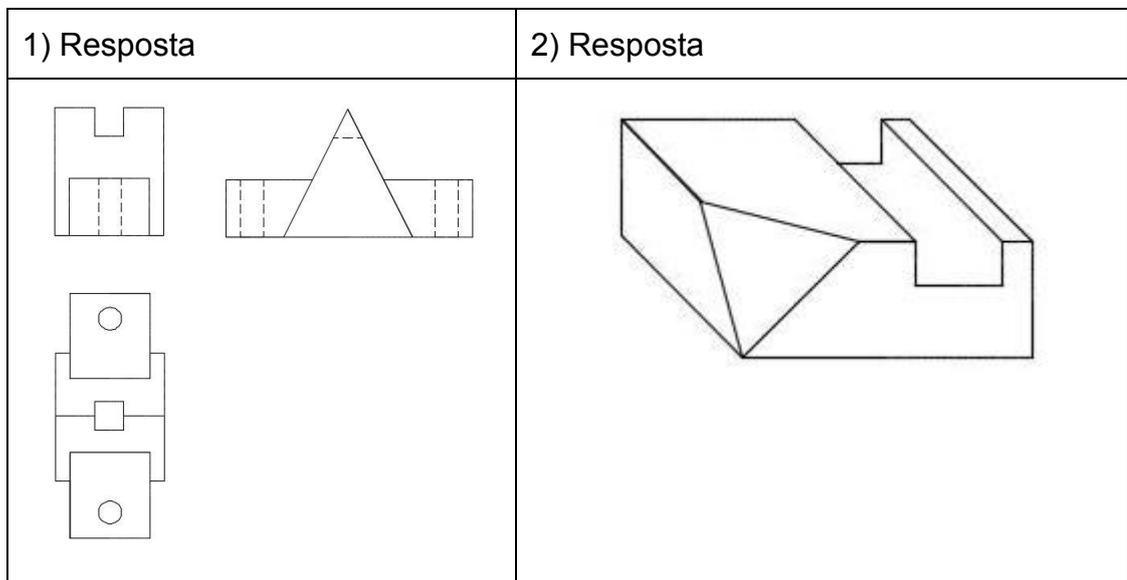


Figura 79 - Respostas do Pós-Teste realizado com os alunos de Design

**ANEXO VII – Ambiente Tutor desenvolvido na Poli-USP**

**Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**  
**Departamento de Engenharia de Construção Civil**

ISSN 0103-9830

**BT/PCC/383**

---

**Ambiente Computacional Interativo e  
Adaptativo para Apoio ao  
Aprendizado de Geometria Descritiva**

---

**Vânia Cristina Pires Nogueira Valente  
Eduardo Toledo Santos**

**São Paulo - 2004**

## **AMBIENTE COMPUTACIONAL INTERATIVO E ADAPTATIVO PARA APOIO AO APRENDIZADO DE GEOMETRIA DESCRITIVA**

### **Resumo**

Esta pesquisa teve como objetivo fundamentar e implementar um Ambiente Computacional de Suporte ao Aprendizado de Geometria Descritiva (GD) capaz de se adaptar às necessidades de aprendizagem do aluno.

No sistema proposto, o aluno interage via Internet e desenvolve seu aprendizado por meio da resolução de exercícios.

Este ambiente tem como suporte uma biblioteca de exercícios de GD e, seguindo uma estratégia pedagógica, sugere caminhos para conduzir o aprendiz a níveis cada vez mais aprofundados em seus estudos.

A cada interação, são avaliados os conceitos que o aluno já conhece e, com base nestes dados, novos exercícios são sugeridos de modo gradual, bem como, quando for o caso, uma lista das teorias básicas que ele deverá estudar.

O referido ambiente de aprendizagem, além de ser uma ferramenta de estudo, também pode apoiar os docentes e pesquisadores da área, oferecendo um repositório de exercícios de GD que pode ser acessado e incrementado por eles. Este módulo, chamado de Biblioteca de Exercícios, permite a busca de exercícios específicos por meio de filtros de seleção como conceitos envolvidos ou complexidade da solução, entre outros.

Espera-se que o sistema desenvolvido se constitua numa ferramenta de grande valia para apoiar à aprendizagem de Geometria Descritiva, uma disciplina importante que tradicionalmente representa um desafio significativo aos estudantes.

### **Abstract**

This research aims to establish the basis for a Descriptive Geometry Computer Learning Environment able to adapt itself to the student's learning needs as well as to implement it.

The student interacts with the proposed system through the Internet and learns by solving exercises.

This learning environment is supported by a Descriptive Geometry (DG) exercise library and, by following a pedagogical strategy, it suggests paths to conduct the student to mastering the target contents.

The concepts learned by the student are evaluated at each iteration and, based on these data, the system gradually proposes new exercises to the learner, as well as, sometimes, offers a list of theory topics that should be studied.

The proposed learning environment, besides being a learning tool, can support DG instructors and researchers by offering them a DG exercise

repository that may be used and increased by them. This module, called Exercise Library, allows searching for an exercise through concept and level of complexity filters, among others.

It is hoped that this developed system constitutes an expressive instrument to support DG learning, a content that traditionally represents a challenge to students.

## **Introdução**

O ensino das representações por vistas ortográficas, fundamentadas nos conceitos de Geometria Descritiva, tem como escopo capacitar os alunos a representar objetos espaciais no plano com formas e dimensões bem definidas. Porém, durante as aulas, nota-se que os aprendizes apresentam grande dificuldade em compreender estas representações gráficas.

Além da heterogeneidade das turmas, outro fator gerador de transtornos nas classes de GD é que a aquisição de habilidades, mentais e motoras, exige um tempo diferente para cada indivíduo. Por isto, o modelo tradicional de ensino presencial nem sempre atende a todos os estudantes que, muitas vezes, encontram dificuldade em acompanhar as aulas e conquistar o conhecimento desejado.

Considerando a variabilidade no ritmo de aprendizagem e a heterogeneidade dos alunos, chega-se à conclusão de que estes são alguns dos motivos pelos quais o ensino individualizado e de qualidade tem sido a razão de muitas pesquisas e projetos.

Nos cursos tradicionais de Engenharia, em função do número excessivo de alunos e da carga horária pré-estabelecida, não há como praticar o ensino individualizado nem anular o fator limitante tempo. Sendo assim, uma sugestão para contornar este quadro é oferecer aos alunos ferramentas que se fundamentem nos princípios de Educação à Distância (EAD) como extensor do curso presencial. Técnicas de EAD podem possibilitar aos aprendizes a continuidade de seus estudos durante o tempo que precisarem para atingir o conhecimento desejado em GD.

A falta de ferramentas computacionais, que amparem o estudo individual da Geometria Descritiva, justifica a importância do desenvolvimento de ambientes informatizados, interativos e inteligentes, que se dediquem a este fim. Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo fundamental, desenvolver e implementar um Ambiente Computacional de Suporte ao Aprendizado de Geometria Descritiva capaz de se adaptar à trajetória do aluno, direcionando-o nos estudos de acordo com sua necessidade.

## **O ensino e GD apoiado pela informática**

Muitos aplicativos computacionais e materiais didáticos que inicialmente foram elaborados para serem utilizados como apoio ao ensino presencial, hoje em dia são aplicados em programas de educação à distância e estão disponíveis na Internet.

Pesquisando por material instrucional apoiado por computadores a respeito de Geometria Descritiva, verificou-se que grande parte do conteúdo encontrado contempla a parte teórica do ensino tradicional, sendo a prática apenas sugerida. As animações contidas na maioria destes “livros eletrônicos” demonstram como as projeções são utilizadas para a representação de objetos tridimensionais no plano. Recursos deste tipo auxiliam muito os alunos com dificuldade de abstração e visão espacial.

No entanto, nos cursos presenciais de GD, a prática necessariamente mescla-se à teoria. Em conjunto, elas fornecem aos alunos conceitos, teoremas, definições, notações e procedimentos que propiciam a aquisição de habilidades de concepção e representação gráfica. A prática é que possibilita aos alunos a construção, solidificação e fixação do seu conhecimento em GD.

Os anais dos congressos que abrangem temas de Representação Gráfica, como o “Graphica 98”, “Graphica 2000”, “Graphica 2001” e “Graphica 2003”, demonstram a preocupação dos docentes de disciplinas relacionadas a estas técnicas, em fornecer cada vez mais subsídios educacionais para seus alunos. Isto comprova-se nos artigos referentes a experiências de desenvolvimento de sistemas próprios e da utilização de aplicativos gráficos comerciais como AutoCAD, 3DStudio e CorelDraw nos cursos tradicionais.

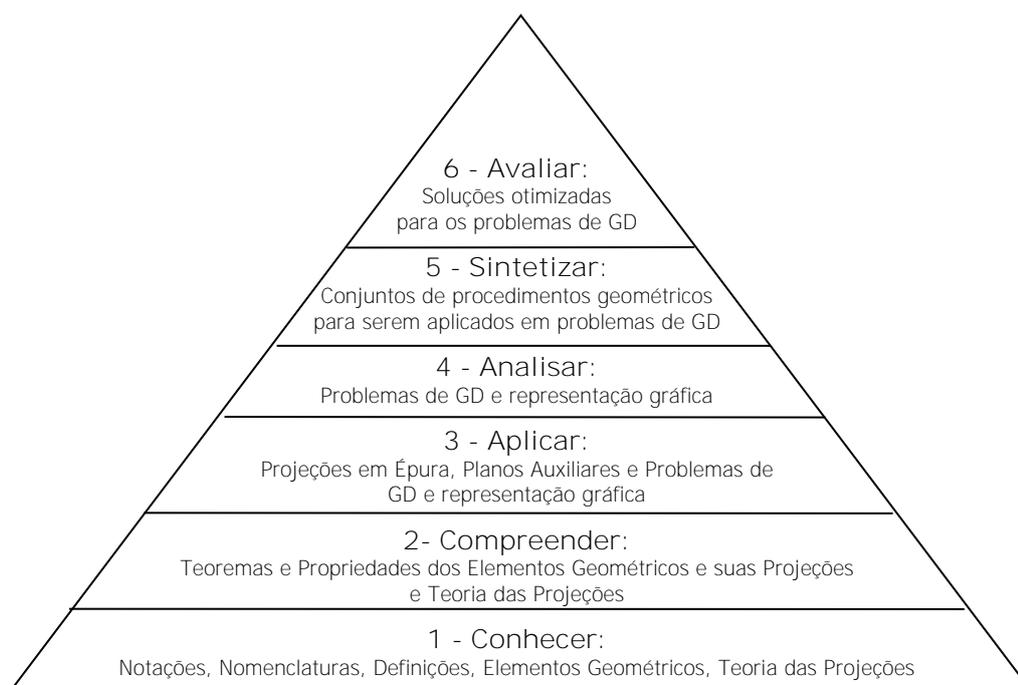
Também têm sido inseridos com freqüência nas aulas de GD dois programas especificamente desenvolvidos para o ensino da Geometria gráfica: o Cabri-géomètre e o Geometer’s Sketchpad.

## **Fundamentações pedagógicas para uma proposta de ambiente de aprendizado computacional**

Nesta pesquisa, onde é proposto um ambiente de aprendizagem de Geometria Descritiva, a importância em definir claramente os objetivos desejáveis que os alunos atinjam é enfatizada pelo fato destes fornecerem um guia para o desenvolvimento do material de estudo. Sendo assim, o sistema adotado neste trabalho para direcionar a classificação dos objetivos na área de GD foi a Taxonomia de Bloom porque, conforme expõe Dib (1974), ela apresenta, de forma sistemática, os diferentes níveis de comportamentos que podem ser alcançados pelos aprendizes.

A idéia central desta taxonomia é que objetivos educacionais podem ser declarados do mais simples ao mais complexo. Bloom (1972) enfatiza também que existem vários tipos de aprendizado, do mais superficial ao mais profundo.

A Figura 80 apresenta a divisão dos níveis hierárquicos evolutivos, de acordo com a Taxonomia de Bloom, a serem galgados pelo aprendiz durante seu estudo de GD.



**Figura 80 - Divisão dos níveis hierárquicos evolutivos**

Os conteúdos especificados nos níveis 1 e 2 da Figura 80, ou seja, de *Conhecimento* e de *Compreensão*, englobam os conceitos teóricos de GD que devem ser previamente assimilados pelos alunos.

O ambiente computacional proposto neste trabalho contempla os níveis de aprendizado 3 e 4 da Taxonomia de Bloom, ou seja, propicia aos alunos o desenvolvimento de capacidades de *Aplicação* e *Análise*, em relação à representação gráfica subsidiada pela Geometria Descritiva. Isto se justifica devido à estratégia pedagógica adotada em sua idealização totalmente fundamentada na Aprendizagem por Resolução de Problemas (ARP). A ARP em GD implica em uma tarefa na qual os alunos constroem seu conhecimento manipulando os elementos gráficos e seguindo regras teóricas, de modo a integrá-lo às suas estruturas cognitivas até descobrir suas associações e inter-relações.

Com caráter aplicado também em problemas, a teoria da assimilação cognitiva de Ausubel (1980) evidencia a importância da integração dos novos conteúdos às estruturas cognitivas prévias do aprendiz. A *aprendizagem significativa* acontece quando o aluno trabalha com material potencialmente significativo para ele, o qual, ao ser manipulado, pode ser relacionado com sua estrutura cognitiva. Sendo assim, a aprendizagem é facilitada na medida em que se apóia no que o aluno já sabe.

## Arquitetura do ambiente computacional de suporte ao aprendizado de Geometria Descritiva

O ambiente está projetado em arquitetura cliente/servidor, e permite acesso via Internet. Sua interface computacional foi projetada para ser auto-explicativa de fácil navegação. O aluno, ao utilizá-la, recebe, em forma de um gráfico, informações sobre o resultado de suas ações, de modo que possa acompanhar o seu progresso e verificar as etapas da meta que já foram atingidas. Estas informações permitem ao aprendiz conhecer o caminho que está trilhando motivando-o assim a continuar seu trabalho.

Os programas necessários para a instalação e acesso ao ambiente de aprendizado de GD são enumerados na Tabela 15.

Lado Servidor	Lado Cliente
Servidor www	Acesso à Internet
Interpretador PHP	Navegador com Java instalado
PostgreSQL	

Tabela 15 - Pré-requisitos do Sistema

### Módulos que compõem o Ambiente de Aprendizado de GD

Os módulos que integram este o ambiente são:

- Um Modelo de Domínio de GD que contém uma Biblioteca de Exercícios de GD, um grafo de relacionamento de pré-requisitos dos conceitos de GD e um repositório ilustrado com explicações teóricas de GD. A Biblioteca de Exercícios contém problemas de diferentes graus de dificuldade e é indexada de modo a permitir seleções específicas pelo Sistema Tutor e de forma independente por usuários autorizados. Ela é aberta aos docentes para que possa ser constantemente ampliada;
- Um Modelo do Aluno que, além de conter informações sobre a identificação de cada aluno, armazena sua trajetória pelo ambiente como: seu histórico com os exercícios executados, os conceitos trabalhados com graus estimados de conhecimento e o tempo que demorou em cada problema. Estas informações são atualizadas a cada interação e, em função do desempenho do aluno na solução dos problemas propostos, fornece subsídios às decisões do Módulo Tutor;
- Um Módulo Tutor, responsável pela análise das resoluções dos exercícios dos alunos. Ele também executa o diagnóstico cognitivo do aprendiz e sugere as ações instrucionais de acordo com as necessidades individuais de cada aluno;

- Uma Interface de Usuários que permite o acesso e interação das pessoas com o sistema. Ela também inclui um módulo de Administração de Turmas, onde o docente inclui novas turmas, definindo quais tópicos devem ser escopo de estudo de cada uma e monitora o andamento de seus alunos;
- Uma Ferramenta de Desenho (applet Java) que permite aos alunos manipular elementos gráficos para resolver os exercícios e aos docentes a alimentar a Biblioteca de Exercícios.

A Figura 81 representa o relacionamento dos componentes do Ambiente Aprendizado de GD.

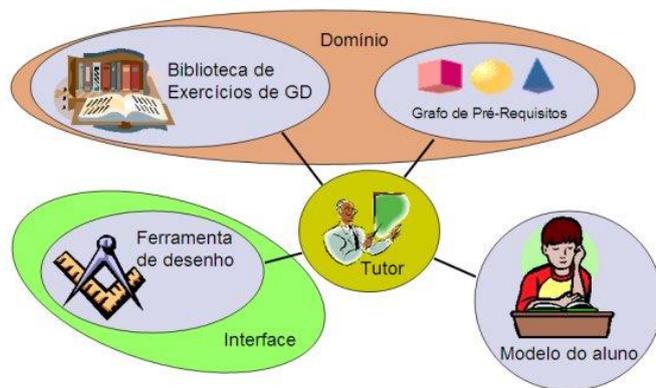


Figura 81 - Módulos que compõe o Ambiente de Aprendizado de GD

A Figura 82 demonstra, em diagrama de blocos, o relacionamento dos componentes do Ambiente Computacional de Suporte ao Aprendizado de Geometria Descritiva.

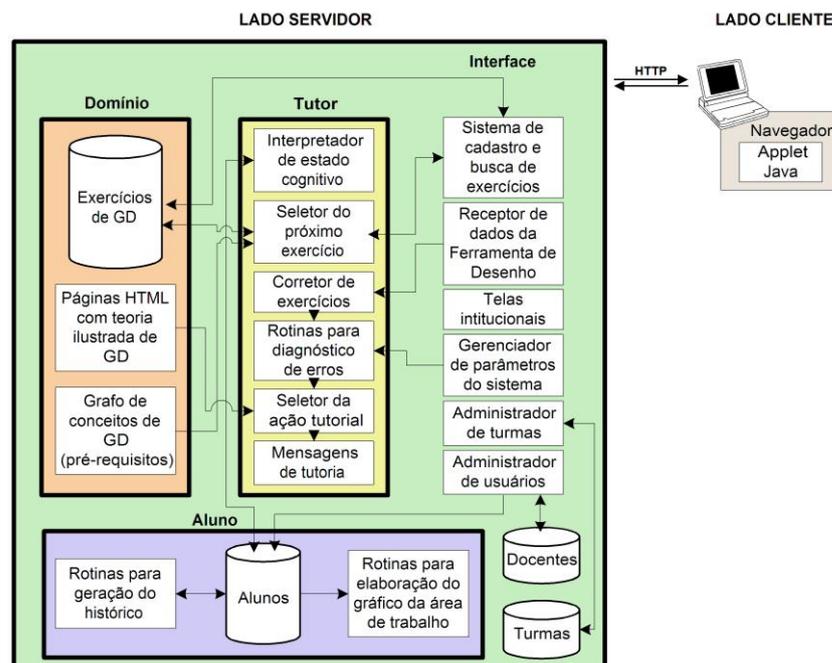


Figura 82 - Diagrama de Blocos do Ambiente Computacional de Suporte ao Aprendizado de GD

## Aprendizado por resolução de exercícios com tutoria informatizada

O ambiente de aprendizado desenvolvido, atua a partir de um universo de exercícios classificados e do perfil do aluno. Suas ações principais são: diagnosticar o conhecimento do aluno e selecionar, em ordem de prioridade, os problemas que podem ser oferecidos a ele a cada momento.

Uma meta importante do processo de tutoria deste sistema é a de gerar questões que levam à aquisição de novos conhecimentos, os quais são construídos e conectados aos já existentes.

Tendo em vista que não é possível quantificar, com certeza, o conhecimento do estudante em cada tópico de um domínio, o sistema adaptativo desenvolvido neste projeto se apóia em um sistema no qual cada exercício resolvido, certo ou errado, pelo aluno apenas diminui a incerteza a respeito de seu estado cognitivo sobre os conceitos envolvidos no problema apresentado.

No caso da Geometria Descritiva, além dos exercícios envolverem geralmente mais de um conceito, vários deles possuem caminhos alternativos para a solução correta. Estes fatores tornam ainda mais complexa a identificação do conhecimento do aluno em cada tópico.

Como o ambiente computacional proposto neste trabalho visa que o aluno atinja os níveis de aprendizado 3 e, se possível, 4 da Taxonomia de Bloom, os níveis 1 e 2 são pré-requisitos. Sendo assim, a fluência nos dois primeiros estágios é avaliada com pré-testes. Este ambiente não estima de forma progressiva a cognição do aluno nos pré-testes. No modelo do aluno consta a aptidão do estudante de forma binária em cada conceito, ou seja, nestas etapas, consideram-se apenas duas possibilidades: o aluno está apto ou não para prosseguir em cada assunto.

A Figura 83 ilustra a faixa de evolução cognitiva aplicada ao ambiente de acordo com a Taxonomia de Bloom.

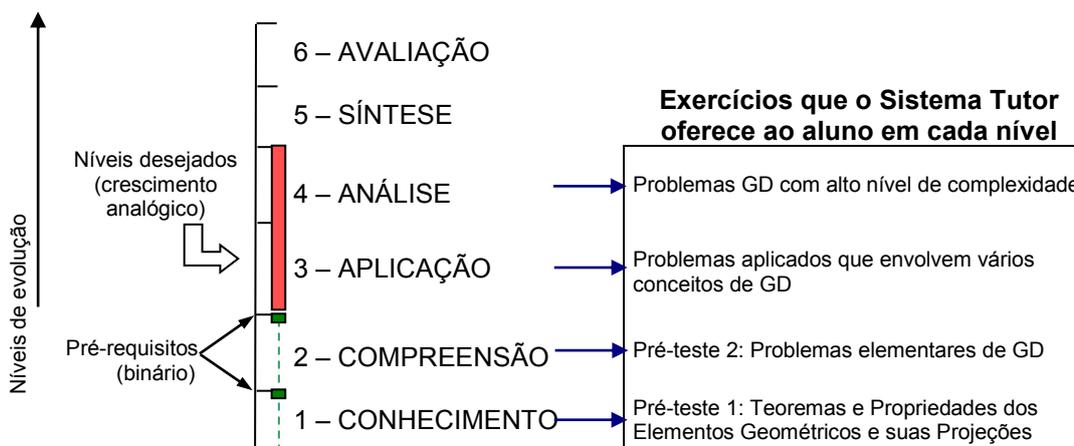


Figura 83 – Faixa de evolução cognitiva aplicada ao ambiente de acordo com a Taxonomia de Bloom

As etapas de pré-testes, elaboradas com tópicos isolados sobre teoria e prática elementar de GD, fornecem dados que possibilitam supor o conhecimento do aluno em cada conceito. Enquanto o aprendiz não possuir

estes conhecimentos ele não estará pronto para continuar e resolver exercícios que envolvam aqueles conceitos.

Considerando que a ordem do oferecimento dos exercícios depende do conhecimento prévio do aluno e que o repertório intelectual de cada indivíduo se constrói a partir de relacionamentos com elementos já memorizados, pode-se afirmar que cada aprendiz, de acordo com seu progresso durante a resolução dos exercícios, ou seja, de seus acertos e erros, tende a necessitar de problemas diferentes.

A implementação computacional de um ambiente que ofereça ao aluno o exercício que ele necessita em cada momento exato demanda um sistema de monitoramento de aprendizagem, ou seja, mecanismos que façam o mapeamento da quantidade estimada do conhecimento do aluno em cada tópico do domínio de GD. Porém, não basta saber o que o aluno já conhece. O sistema necessita ainda de uma rede conceitual na qual os tópicos do conteúdo (domínio) são inter-relacionados por pré-requisitos formando uma estrutura lógica com várias possibilidades gradativas para o aprendizado (vide Figura 84).

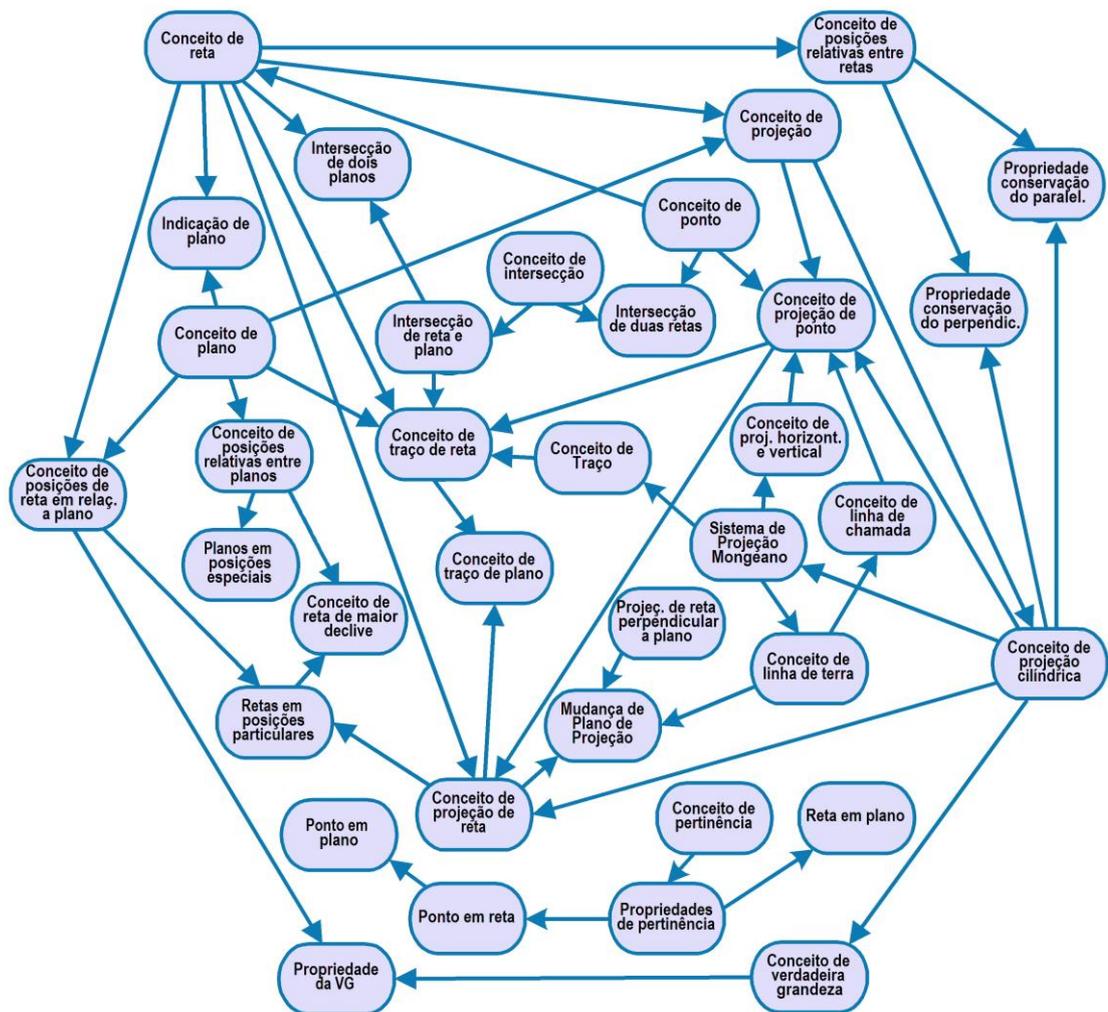


Figura 84 - Grafo Relacionamento de Pré-requisitos dos conceitos de GD

## Modelo do Aluno

Tendo em vista que a estrutura de tutoria deste ambiente foi elaborada a partir da unidade “conceito”, as informações no modelo do aluno são relacionadas de modo que ele possua um histórico por conceito, fornecendo assim dados para o diagnóstico constante do seu estado cognitivo.

No histórico do aluno, cada conceito pode assumir um dos seguintes estados: “dominado” (*mastered*), “em estudo” ou “sem pré-requisito”. Estes estados, relacionados na Tabela 16, são definidos pela desenvoltura do aluno na resolução dos exercícios que o sistema tutor lhe sugere e pelos parâmetros das metas estabelecidas pelo administrador do sistema.

---

Cada conceito pode ser considerado:	quando:
Dominado	O aluno já resolveu corretamente exercícios que contenham o conceito em questão no mínimo o número de vezes que foi estabelecido pelo administrador do sistema, ou seja, já atingiu a meta.
Em estudo	O sistema já tiver aberto a possibilidade ao aluno de tentar resolver algum exercício que contenha o conceito em questão.
Sem pré-requisito	O aluno não possui todos os pré-requisitos para tentar resolver exercícios que contenham o conceito em questão.

---

**Tabela 16 - Estados assumidos pelos conceitos no histórico do aluno**

Quando o sistema remete o aluno a um exercício, ele pode obter de volta os resultados relacionados na Tabela 17.

---

O exercício é considerado:	quando o aluno:
Sem resposta	aluno entrou no exercício, mas não submeteu nenhuma resposta
Erro	submeteu a resposta, mas nela não constava nenhum elemento correto
Acerto parcial	submeteu a resposta, e nela constava pelo menos 1 elemento correto
Acerto	submeteu a resposta, e nela constavam todos os elementos corretos

---

**Tabela 17 - Ações possíveis armazenadas por exercício no histórico do aluno**

## Etapas de estudo

O ambiente de aprendizado desenvolvido neste projeto acompanha a trajetória do aluno visando que ele ultrapasse dois patamares: o dos pré-testes e da etapa de solidificação dos conhecimentos sobre aplicação dos conceitos de GD.

Após os pré-testes, portanto na segunda etapa, são oferecidos aos alunos exercícios de dificuldade baixa envolvendo os conceitos de GD. O aprendiz permanece neste estágio até demonstrar que os conhece bem e sabe aplicá-los em problemas básicos.

A Figura 85 ilustra um exemplo da trajetória de um aluno. O eixo horizontal indica a seqüência dos passos e o vertical as ações executadas.

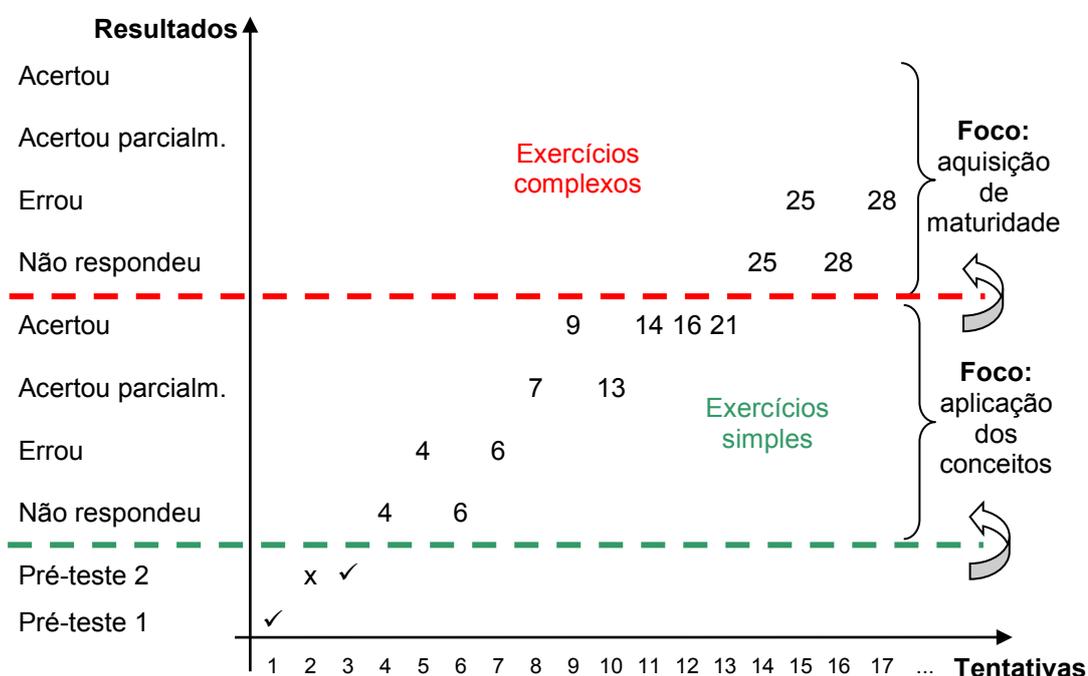


Figura 85 - Exemplo da trajetória de um aluno

Os valores do corpo do gráfico da Figura 85 indicam os números (identificação) dos exercícios tentados. Nas etapas de pré-testes, o símbolo "✓" indica que o aluno o executou com sucesso e o "X" que o aluno foi reprovado.

## Módulo Tutor

O Módulo Tutor consulta o Modelo do Aluno e, de acordo com o histórico encontrado, faz a interpretação do estado cognitivo do aprendiz. A partir desta informação, uma ação tutorial é sugerida ao aluno. Normalmente a ação sugerida é a indicação de um exercício para o aluno resolver.

Antes de indicar um exercício, são verificados quais pré-requisitos o aluno já possui e quais as características que o exercício deve ter. Então, o exercício necessário é buscado na biblioteca de exercícios.

Ao receber a resposta do aluno, o sistema a avalia, envia o resultado

para o histórico do estudante e gera uma nova ação diagnóstica, a qual é entregue na área de trabalho do aluno (interface).

A Figura 86 ilustra, esquematicamente, o funcionamento do Módulo Tutor deste ambiente.



Figura 86 - Esquema do funcionamento do Módulo Tutor

### Ações tutoriais

Na maior parte das vezes, a ação tutorial é propor um exercício para o aluno resolver. No entanto, quando o sistema detectar que o aprendiz se encontra em dificuldade e necessita de auxílio, ou mesmo quando esta ajuda for solicitada, o procedimento aplicado, dependendo do caso, pode ser, entre outras: indicar para estudo a teoria referente a um conceito, informar ao aluno quais conceitos estão envolvidos no exercício que ele tenta resolver, mostrar a explicação conceitual do exercício ou mostrar a resolução do exercício.

### A Interface web

Os alunos e docentes interagem com o Ambiente de Aprendizado de Geometria Descritiva via uma interface web. Esta interface possui as seguintes áreas:

- Pública (para usuários não cadastrados)
- Restrita (com acesso via login e senha)

A entrada no ambiente se faz pela tela ilustrada na Figura 87.



Figura 87 - Tela inicial do Ambiente de Aprendizado

## **A área pública**

A área pública, contém as seguintes opções:

- informações sobre a proposta deste ambiente;
- informações sobre os tipos de usuários que podem se beneficiar do sistema;
- informações sobre como utilizar o sistema;
- manual de utilização da ferramenta de desenho;
- entrada para a tela de cadastro;
- entrada para a tela de login;
- entrada para o sistema de e-mail, para enviar uma mensagem ao administrador do sistema;
- informações sobre os créditos do ambiente.

Para utilizar todos os recursos disponíveis no ambiente de aprendizado proposto nesta tese, o usuário deve inicialmente se cadastrar como aluno ou docente.

Imediatamente após se cadastrar, o aluno terá acesso ao ambiente. No entanto, os docentes necessitam da liberação do administrador para utilizar o sistema, isto porque suas possibilidades de interação vão além da utilização receptiva da biblioteca de exercícios, podendo até ampliar seu repositório.

## **A área restrita**

A área restrita prevê três tipos de usuários:

- Alunos,
- Docentes,
- Administrador do sistema

### **Área do aluno**

O aluno pode utilizar o sistema fazendo parte de uma turma ou sendo um usuário independente. Para se cadastrar em uma turma, ele deve possuir a senha da mesma, a qual deve ter sido previamente gravada pelo docente responsável daquela turma.

O menu da área do aluno mostra, além de todas as opções da área aberta, mais dois itens:

- Área de Trabalho, na qual o aluno interage efetivamente, recebe todas as instruções do Sistema Tutor e resolve os exercícios.
- Busca Teoria, na qual o aluno seleciona o conceito cuja teoria gostaria de rever. Esta opção remete o aluno a páginas HTML do próprio sistema que contém explicações teóricas com animações

A área de trabalho do aluno contém um gráfico e uma área de texto.

Na primeira vez que o aluno entrar nesta tela ele receberá informações sobre as fases de seu estudo de GD, sobre como acompanhará sua evolução e instruções de como utilizar o sistema.

Cada vez que o aluno é bem sucedido em uma ação, seja ela uma questão do pré-teste ou a resolução de um exercício, um quadradinho é preenchido no gráfico. Um exemplo de gráfico é ilustrado na Figura 88.

Conceitos	Pré-Teste Conhecimento	Pré-Teste Compreensão	Aplicação
Representação do ponto em épura			
Representação de Plano			
Traço de Reta			
Pertinência reta/plano			
Intersecção reta/plano			
Aprimoramento de Habilidade			

Figura 88 – Exemplo de gráfico da área de trabalho do aluno

## Ferramenta de desenho

A ferramenta de desenho para a resolução de exercícios é um applet Java. A Figura 89 ilustra sua interface.



Figura 89 - Ferramenta gráfica para resolução de exercícios

Esta ferramenta gráfica foi desenvolvida no Departamento de Ciência da Computação do IME – USP, pelo projeto iGeom, o qual tem como responsável o Professor Doutor Leônidas de Oliveira Brandão.

## Área do Docente

O docente, ao utilizar o sistema, pode criar turmas, definir o escopo a ser estudado em cada uma delas e acompanhar o desenvolvimento de seus alunos. Além disto o docente pode utilizar a Biblioteca de Exercícios realizando consultas ou incluindo novos problemas.

O menu da área do docente mostra, além de todas as opções da

área aberta e da área do aluno, mais quatro itens:

- Cadastro de exercícios, no qual o docente entra para incluir, alterar ou excluir exercícios da biblioteca. Obs.: o docente apenas consegue alterar ou excluir os exercícios cadastrados por ele;
- Busca de exercícios, na qual o docente pode pesquisar, utilizando filtros de seleção, e ver todos os exercícios da biblioteca;
- Histórico, no qual o docente acompanha a evolução dos alunos de sua turma;
- Turma, no qual o docente pode cadastrar novas turmas (vide Figura 90).

### Cadastro: Turma

Código:

Código:

Descrição:

Senha:

Redigite:

Título da turma ou disciplina

Perfil de Aprendizagem

conceitos disponíveis

- Intersecção plano/plano
- Intersecção reta/plano
- Mudança de plano/Rotação/Rebatimento
- Paralelismo
- Perpendicularismo
- Pertinência ponto/reta
- Pertinência reta/plano
- Representação da reta
- Representação de Plano
- Representação do ponto em é pura
- Retas concorrentes

>>

<<

conceitos a serem estudados

Selecione com o mouse um conceito da lista de disponíveis e clique sobre este botão para incluí-lo no escopo da turma

Selecione com o mouse um conceito da lista de conceitos a serem estudados e clique sobre este botão para removê-lo do escopo da turma

Perfil de Meta

Exercícios obrigatórios:

Digitar o número (identificação) dos exercícios que o aluno deve acertar

Além dos exercícios obrigatórios o aluno deve realizar:

Exercícios trabalhosos:

Exercícios complexos:

Exercícios difíceis:

Nestes três campos, digitar apenas o número (quantidade) de exercícios.

Figura 90 - Tela para cadastro de turma

Para cadastrar ou alterar um exercício, o docente utiliza a tela Cadastro de Exercícios que está ilustrada na Figura 91.

## Cadastro: Exercício

- Para Incluir um exercício selecione a área, digite o texto do enunciado e clique em Gravar.
- Para Alterar um exercício selecione seu número.

The screenshot shows the 'Cadastro: Exercício' form with the following fields and callouts:

- Exercício:** A dropdown menu with the text '»» Selecione'. Callout: 'Este campo só deve ser utilizado para o caso de alteração de exercícios'.
- Área:** A dropdown menu with the text '»» Selecione'. Callout: 'Se a área do exercício não figurar na lista ao lado, seu nome deve ser digitado neste campo.' (pointing to the 'Outra:' text box).
- Outra:** A text input field.
- Enunciado Texto:** A large text area. Callout: 'Digite aqui o enunciado do exercício'.
- Buttons:** 'Gravar' and 'Limpar'.

Figura 91 - Tela inicial para cadastro de exercício

Ao clicar no botão gravar abre-se a tela ilustrada na Figura 92.

## Cadastro: Exercício

The screenshot shows the 'Cadastro: Exercício' form after clicking 'Gravar'. The fields are populated and include callouts:

- Exercício:** A dropdown menu with the value '5'. Callout: 'Identificação do exercício'.
- Área:** A dropdown menu with the value 'Abstrata'. Callout: 'Clique aqui para abrir a ferramenta de desenho para incluir o enunciado gráfico do exercício' (pointing to the 'Enunciado Gráfico' field).
- Outra:** A text input field.
- Enunciado Texto:** A text area containing the text 'Determinar na épura os traços da reta cujas projeções são dadas.'.
- Enunciado Gráfico:** A field with the text 'Pendente (abrir)'. Callout: 'Clique aqui para abrir a tela de seleção dos conceitos abrangidos pelo exercício' (pointing to the 'Conceitos' field).
- Gabarito Gráfico:** A field with the text 'Pendente'.
- Explicação Conceitual:** A text area.
- Nº Passos da Resolução:** A text input field.
- Nº Elementos Gráficos:** A text input field.
- Conceitos:** A field with the text 'Alterar (abrir)'. Callout: 'Clique aqui para abrir a tela de seleção dos conceitos abrangidos pelo exercício'.
- Tempo de Resolução:** A text input field with the text 'minutos'.
- Buttons:** 'Gravar', 'Excluir', and 'Limpar'.

Figura 92 - Tela de cadastro de exercício

A Figura 93 ilustra a tela da ferramenta de desenho aberta para a inclusão do enunciado gráfico do exercício. A parte superior da tela contém o texto do enunciado.

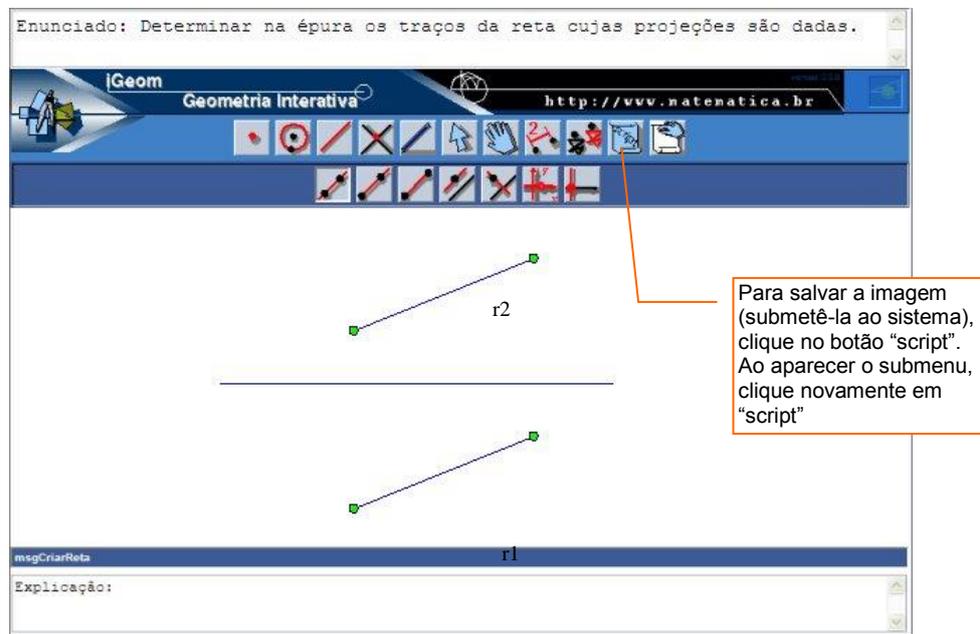


Figura 93 - Inclusão do enunciado gráfico

Ao submeter ao sistema o enunciado gráfico do exercício, aparecerá novamente a tela da Figura 92, desta vez com a palavra "abrir" na frente do campo "Gabarito Gráfico". O docente deverá clicar sobre ela para cadastrar a resolução do exercício. Neste momento a ferramenta de desenho é fornecida ao docente (Figura 94) já com enunciado gráfico para que ele possa desenvolver os passos da resolução.

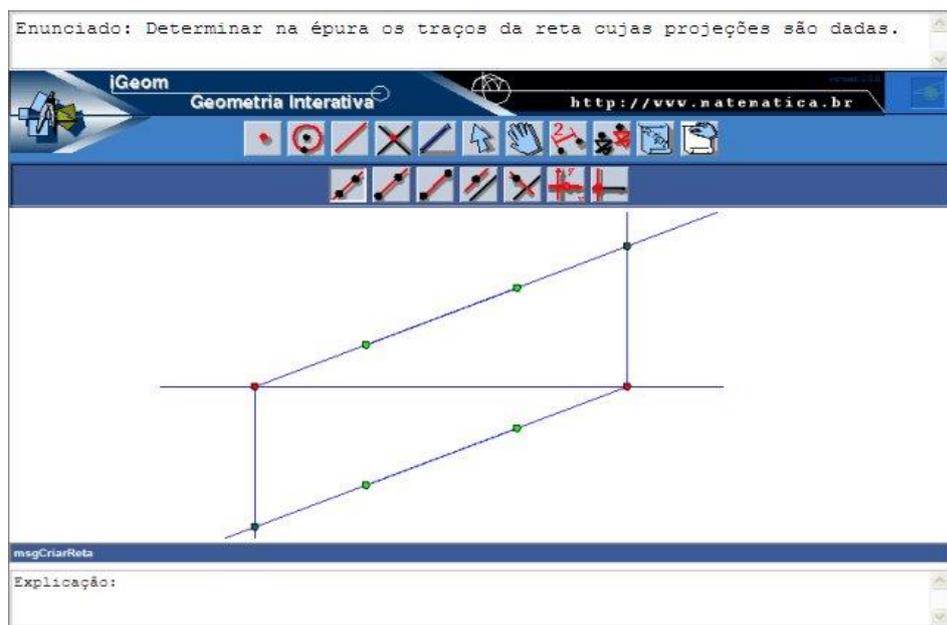


Figura 94 - Resolução do exercício

Após resolver o exercício, o docente deve selecionar os elementos que fazem parte da sua solução. Só então a imagem deve ser submetida ao sistema.

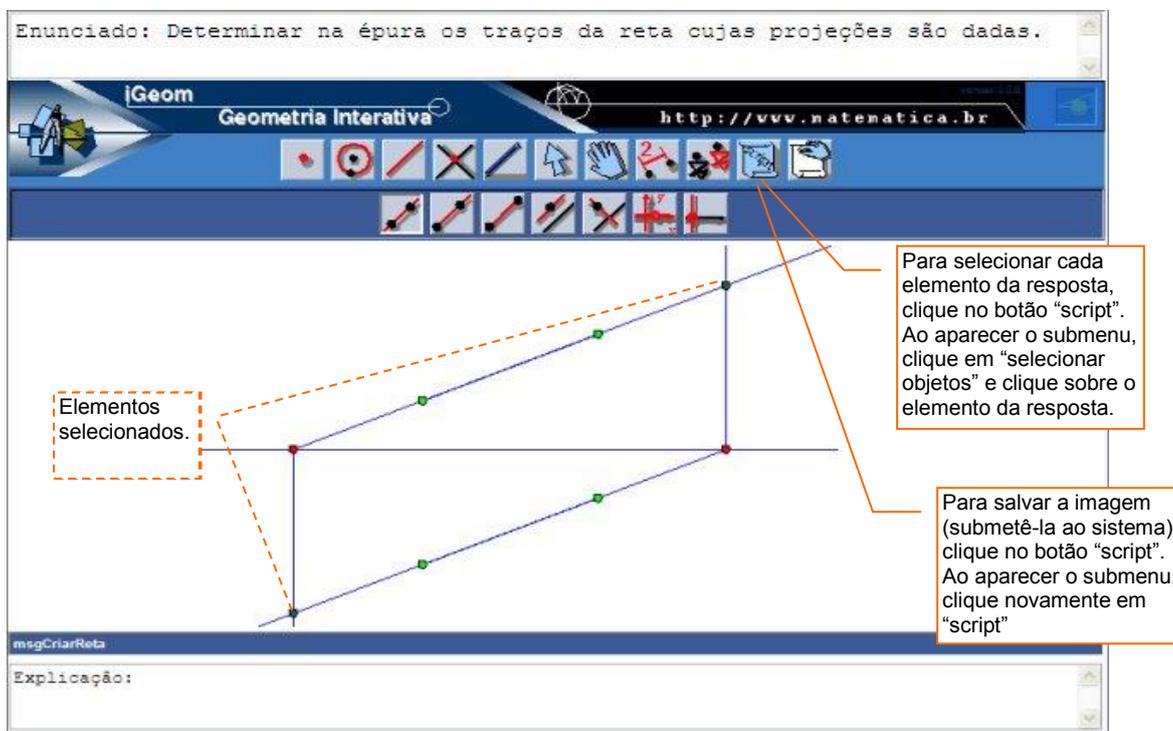


Figura 95 – Seleção do resultado

A Figura 96 ilustra a tela de seleção dos conceitos englobados pelo exercício. O docente a receberá quando clicar sobre o item "Conceitos (abrir)" da tela de Cadastro de exercícios (Figura 92).

## Cadastro Exercício: Conceitos



Figura 96 – Seleção de conceitos abrangidos pelo exercício

## Área do Administrador do sistema

O menu da área do administrador mostra, além de todas as opções da área aberta, da área do aluno e da área do docente, mais dez itens: Pré-teste 1, Parâmetros Pré-teste 1, Parâmetros Dificuldade, Parâmetros Pedagógicos, Parâmetro de Erro, Liberação de Docentes, Área, Conceito, Usuário e Permissão de Acesso.

## Conclusões e Trabalhos Futuros

Esta pesquisa fundamentou e implementou um projeto piloto de um Ambiente Computacional de Suporte ao Aprendizado de Geometria Descritiva adaptável à trajetória do aluno.

No sistema desenvolvido, o aluno pode interagir via Internet e desenvolver seu aprendizado por meio da resolução de exercícios de Geometria Descritiva.

A cada interação do aluno, o sistema avalia quais conceitos o mesmo domina e, com base nestes dados, sugere novos exercícios de modo gradual. Quando for o caso, é oferecido ao aprendiz uma lista com as teorias a serem estudadas e exemplos de exercícios resolvidos.

O ambiente desenvolvido pode ser utilizado individualmente e a partir de computadores ligados à Internet, isto possibilita ao estudante ter o tempo que necessitar para a solidificação de sua aprendizagem.

O domínio de Geometria Descritiva, implementado inicialmente no sistema, foi modelado de uma forma lógica e organizado hierarquicamente gerando um grafo de pré-requisitos o qual subsidia o módulo de tutoria do ambiente.

A pesquisa desenvolvida permitiu a definição de uma estratégia pedagógica para ser implantada no Sistema Tutor do ambiente de aprendizado, sua validação depende da utilização efetiva pelos alunos das disciplinas que contenham GD, fato que espera-se que ocorra no próximo ano letivo.

A aplicação do sistema desenvolvido pode gerar publicações nas áreas de educação, educação à distância, representação gráfica e engenharia sobre o funcionamento deste ambiente de aprendizado, no intuito de contribuir positivamente para a elaboração de novos programas de ensino.

A partir deste trabalho, podem ser realizadas pesquisas sobre a análise dos históricos dos alunos e a comparação de suas trajetórias. Isto permitirá a verificação de quais caminhos seguidos foram mais breves e eficientes.

Sugere-se também a implementação de rotinas de inteligência artificial no sistema para que acompanhe e corrija a resolução dos exercícios em cada passo dos estudantes.

## Referências

BARROS, L. N.; SANTOS, E. T. **Um Estudo da Modelagem do Domínio de Geometria Descritiva para a Construção de um Sistema Tutor Inteligente**. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Informática Educativa (SBIE'2000), p. 259-66, Maceió-AL, nov. 2000.

BLOOM, B. S., ENGELHART, M. D., FURST, E. J., HILL, W. H., KRATHWOHL, D. R. **Taxonomia de objetivos educacionais. Domínio Cognitivo**. Globo, Porto Alegre, 1972.

BRUNER, J. S. **Uma nova Teoria da Aprendizagem**. Ed. Bloch, Rio de Janeiro, 1976.

DIB, C. Z. **Tecnologia da Educação e sua aplicação à aprendizagem de Física**. Ed. Primavera, São Paulo, 1974.

FREDERIKSEN, N. **Implications of cognitive theory for instruction in problem solving**. Review of Educational Research, 54 (3):363-407. 1984

HAWK, M. C. **Descriptive Geometry**. McGraw-Hill, New York, 1962.

MARMO, C. **Curso de Desenho**. São Paulo, Ed. Moderna, 1974.

MCARTHUR, D.; LEWIS, M.; BISHAY, M. **The roles of artificial intelligence in education: current progress and future prospects**. Santa Monica, USA, 1993.

PEREIRA, Aldemar A. **Geometria Descritiva**. Ed. Quartet, Rio de Janeiro. 2001

POLSON, M.C., Richardson, J.J. **Foundations of Intelligent Tutoring Systems**. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 1988

RONDON, Miguel Velido. **Aplicações da Geometria Descritiva no Desenho Técnico**. Bauru, São Paulo, 1994.

SANTOS, Eduardo Toledo & ROJAS-SOLA, José Ignacio. **An On-Line Library of Descriptive Geometry Problems**. In: Proceedings of the 9th International Conference on Geometry and Graphics, v.1, p. 295-299, Johannesburg, South Africa, July 2000.

SANTOS, Eduardo Toledo. **Un applet Java™ para hacer disponibles ejercicios de Geometría Descritiva en Internet**. In: Actas del II Congreso Iberoamericano de Expresión Gráfica, v.1, p.144-149, Salta, Argentina, Septiembre 1999.

SANTOS, Eduardo Toledo e RODRIGUES, Marcos. **Educação à Distância - Conceitos, Tecnologias, Constatações, Presunções e Recomendações**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.