instituto de
arquitetura e urbanismo
usp são carlos

Ivanóe De Cunto

O uso de modelos digitais como apoio as disciplinas de Sistemas Estruturais para alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo

São Carlos
2015

Ivanóe De Cunto

O uso de modelos digitais como apoio as disciplinas de Sistemas Estruturais para alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo

Tese apresentada ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Arquitetura e Urbanismo.

Área de Concentração: Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo.

Orientador: Professor Dr. Joubert José Lancha

São Carlos

2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

E-mail: ivanoedc@gmail.com

D278u De Cunto, Ivanóe

O uso de modelos digitais como apoio as disciplinas de Sistemas Estruturais para alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo / Ivanóe De Cunto. São Carlos: USP, 2015.
268p.: il.

Orientador: Joubert José Lancha
Tese (Doutorado - Área de Concentração: Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

1. Arquitetura (Estudo e ensino). 2. Sistemas Estruturais (Estudo e ensino). 3. Modelos Digitais (Arquitetura). 4. Taxonomia de Bloom. 5. Múltiplas Inteligências. I Lancha, Joubert José, oriente. II. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Arquiteto Ivanóe de Cunto

Título da Tese: "Modelos digitais: o ensino de Sistemas Estruturais para Arquitetura e Urbanismo"

Data da defesa: 04/03/2016

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Joubert José Lancha (Orientador)
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo/USP)

Prof. Dr. Márcio Minto Fabrício
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo/USP)

Prof. Dr. Paulo Cesar Castral
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo/USP)

Prof. Dr. Antonio Carlos Zani
(Universidade Estadual de Londrina/UEL)

Prof. Dr. Paulo Adeildo Lopes
(Universidade Estadual de Londrina/UEL)

Resultado:

APROVADO

APROVADO

APROVADO

APROVADO

Aprovado.

Coordenadora e Presidente da Comissão de Pós-Graduação do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo: Profa. Dra. Cibebe Saliba Rizek.

Para Luísa, Penélope e Jon

AGRADECIMENTOS

Essa pesquisa marca o final de uma etapa que teve seu início em 1980 ao ingressar no curso de Arquitetura do Curso A, concluído em 1984. Em 1990, no curso de Desenho Industrial da Unopar iniciei minhas atividades como professor na graduação. A caminhada continuou em 1993 ao ser convidado para ser professor no Curso B no curso de Arquitetura, onde em 1995 fiz a especialização em Teoria e Ensino de Arquitetura. Continuou em 2003 ao entrar no mestrado do curso de Engenharia Civil do Curso A que possibilitou em 2005 o meu ingresso no curso de Arquitetura do Curso A como professor colaborador e posteriormente em 2008, através de concurso público, passei para professor efetivo. Finalmente em 2011 iniciei essa última etapa no doutorado através do DINTER - Doutorado Interinstitucional entre USP-UEM-Curso A. Agradeço a todos os que nesse período de 24 anos, contribuíram para esse momento. Aos meus colegas professores, dentro de todas essas instituições, agradeço pelo incentivo e apoio durante todas essas realizações que partilho com todos.

Ao meu orientador, Professor Doutor Joubert José Lancha, pelo apoio, oportunidade e confiança nessa empreitada.

Aos professores Doutor Paulo Adeildo Lopes e Doutor Marcio Fabricio Minto, pelas valiosas contribuições na banca de qualificação desse doutorado.

A USP, através do IAU, pela oportunidade oferecida através do DINTER-Doutorado Interinstitucional USP-UEM-Curso A.

O Curso A por permitir a minha participação nesse doutorado.

Ao Curso de Arquitetura e Urbanismo do Curso A por viabilizar minha participação.

Ao Curso de Arquitetura e Urbanismo do Curso B pelo apoio durante a minha participação nesse doutorado.

Aos colegas e professores do DINTER pelo companheirismo e por partilhar comigo essa etapa.

Ao amigo Cesar Ballarotti pela ajuda na montagem dos modelos digitais e por partilhar comigo nesses quatro anos as viagens e estadias em São Carlos.

A minha família, minha mãe Mariana, meu pai José Maria e minhas irmãs Luciane e Adriana, pelo apoio incondicional em toda minha jornada.

A minhas sobrinhas queridas de sangue e coração, Mariana, Marianinha, Maira, Stephanie, Julia e Maria Eduarda por estarem presentes em todas as etapas dessa minha jornada. Motivos de alegria em minha vida.

A Penélope por estar presente em todos os momentos, por seu amor incondicional.

A Luísa, toda a motivação para vencer essa etapa.

Meu muito obrigado a todos vocês.

Que venham outros desafios!

RESUMO

DE CUNTO, Ivanóe. **O uso de modelos digitais como apoio as disciplinas de Sistemas Estruturais para alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo**. 2015. 268p. Tese (Doutorado) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

A partir da grande complexidade e dos vários fatores inerentes ao processo de projeto em Arquitetura e Urbanismo, a presente tese busca analisar se na formação do Arquiteto, as escolas e professores estão preparados para enfrentar essa realidade pelo ponto de vista do conhecimento estrutural. Para tanto a presente tese analisou o resultado de trabalhos de TFG, das disciplinas de introdução aos Sistemas Estruturais e os procedimentos adotados por seus professores, de duas escolas de Arquitetura e Urbanismo no Paraná. A primeira é uma Universidade pública e a outra um Centro Universitário particular. A busca pela resposta a essa questão, demonstra que todo o processo de ensino de Arquitetura, requer mudanças significativas. Passando por atualizações nos currículos e nos procedimentos adotados por professores, em face a defasagem percebida durante a pesquisa. A pesquisa propõe inicialmente uma nova sistemática aliada ao cálculo, propiciando que o aluno tenha primeiramente uma visualização real dos diversos Sistemas Estruturais, apoiado em modelos digitais de edifícios reais. Esse novo procedimento foi aplicado aos alunos dessas disciplinas iniciais com resultados positivos quanto ao conhecimento adquirido. Nos períodos seguintes, em acompanhamento a um grupo desses alunos, verificou-se que os trabalhos elaborados nas disciplinas seguintes de Projeto Arquitetônico, não se utilizavam desse conhecimento adquirido em seus trabalhos. Uma pesquisa feita com os professores de Projeto mostrou a dificuldade que os próprios professores enfrentavam com orientações nas questões estruturais. Para tanto, além desse procedimento inicial de uso de modelos digitais, novas mudanças se fazem necessárias também no currículo e na proposta de trabalho de cada uma das instituições pesquisadas, objetivando que os conhecimentos adquiridos com o uso de modelos digitais pudessem ser permanentes. Como embasamento as mudanças de posicionamento pedagógico e curricular com o uso de modelos digitais, a tese foi construída sob dois pontos fundamentais. Primeiramente a Teoria das Inteligências Múltiplas do psicólogo americano Howard Gardner, focando na Inteligência Espacial e a Taxonomia de Bloom, elaborada por Benjamim Samuel Bloom, sobre o Domínio Cognitivo, que são aplicadas para verificação da aprendizagem através da análise de seis categorias hierarquicamente separadas, da mais simples ao de maior complexidade, que envolve conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. Como resultado a essa pesquisa, chegou-se à conclusão de que os cursos pesquisados devem prover o conhecimento de Sistemas Estruturais, através de projetos pedagógicos atualizados e mais eficientes, aliados a professores comprometidos com as modernas metodologias pedagógicas, visando uma ampla compreensão dos conteúdos de suas disciplinas por parte dos alunos e buscando que o conhecimento estrutural adquirido num primeiro momento, seja efetivamente praticado nas demais disciplinas.

Palavras-chave: ensino de Arquitetura e Urbanismo, sistemas estruturais, modelos digitais, taxonomia de Bloom, inteligências múltiplas.

ABSTRACT

DE CUNTO, Ivanóe. **The use of digital models to support the disciplines of structural systems for students of Architecture and Urbanism**. 2015. 268p. PhD Thesis – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

From the great complexity and the various factors inherent in the design process in Architecture and Urbanism, this thesis seeks to analyze whether the architectural education, schools and teachers are prepared to face this reality from the point of view of structural knowledge. For this purpose, this thesis analyzed the result of TFG work, introduction of disciplines to structural systems and procedures adopted by their teachers, two schools of Architecture and Urbanism of Londrina in Parana. The first is a public university and the other a private university center. The search for the answer to this question show that the whole architecture of teaching process requires significant changes. Undergoing upgrades in the curricula and procedures adopted by teachers, given the lag perceived while searching. The search initially proposes a new system combined with calculation, enabling the student to first have a real view of various systems supported by digital models of real buildings. This new procedure was applied to the students of these disciplines with initial positive results regarding the acquired knowledge. In subsequent periods, in monitoring a group of these students, it was found that the works carried out in the following disciplines of Architectural Design, not used this knowledge acquired in their work. A survey of the project teachers showed the difficulty that teachers themselves faced with guidelines on structural issues. For that, beyond this initial procedure using digital models, new changes should also happen in curriculum and work proposal of each of the institutions surveyed, aiming that the knowledge acquired with the use of digital models could be permanent. As basis the changes in teaching and curriculum positioning with the use of digital models, the thesis was built on two fundamental points. First, the Theory of Multiple Intelligences of the American Howard Gardner psychologist, focusing on the Space Intelligence and Bloom's Taxonomy, developed by Benjamin Samuel Bloom, on the Cognitive Domain, which are applied for verification of learning through analyzes six hierarchically separate categories of the simplest to the most complex, involving knowledge, comprehension, application, analysis, synthesis and evaluation. As a result to this research, we came to the conclusion that the surveyed courses should provide the structural systems knowledge through upgraded and more efficient educational projects, together with teachers committed to the modern teaching methods, aimed at a broad understanding of the contents of their disciplines by students and seeking the structural knowledge gained at first, is actually practiced in other disciplines.

Keywords: teaching of Architecture and Urbanism, structural systems, digital models, Bloom's taxonomy, multiple intelligences.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Distribuição dos Sistemas Estruturais nos TFGI do Curso A 2012 e 2013.....	108
Gráfico 2 - Distribuição dos Sistemas Estruturais nos TFGI do Curso B 2012 e 2013.....	109
Gráfico 3 - Tempo de formado de cada professor.....	195
Gráfico 4 - Nível de escolaridade do professor.	196
Gráfico 5 - Tempo de Docência em projeto.....	197
Gráfico 6 - Temas de projeto trabalhados.....	199
Gráfico 7 - Maiores dificuldades enfrentadas pelo professor durante o assessoramento.	201
Gráfico 8 - Quais as disciplinas dadas no curso pelos professores pesquisados.	202
Gráfico 9 - Atividades desenvolvidas pelo professor de Projeto.	203
Gráfico 10 - Obra mais relevante como Arquiteto dos professores de projeto	204
Gráfico 11 - Você como professor faz algo diferente do que seus professores fizeram na graduação?	205

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exterior do Bloco de Oficinas da Bauhaus em Dessau.	19
Figura 2: Graus de liberdade das estruturas.....	82
Figura 3: Tipos de Apoios: Apoio Simples	83
Figura 4: Tipos de Apoios: Apoio Móvel	84
Figura 5: Engaste	85
Figura 6: Simbologia	86
Figura 7: Estádio de Braga	126
Figura 8: Pavilhão de Portugal, Lisboa	127
Figura 9: Estádio de Braga - Arquibancada Poente (oeste).....	128
Figura 10: Estádio de Braga - Detalhe arquibancada Nascente (leste)	129
Figura 11: Estádio de Braga - Detalhe arquibancada Poente.....	130
Figura 12: Estádio de Braga - Detalhe conjunto de montantes da arquibancada Poente	131
Figura 13: Estádio de Braga - Detalhe conjunto de montantes da arquibancada Poente	132
Figura 14: Estádio de Braga – sobreposição de Imagem e esquema estrutural	133
Figura 15: Estádio de Braga – sobreposição de Imagem e esquema estrutural	134
Figura 16: Esboços do Arquiteto.....	135
Figura 17: Tesoura desenvolvida em AutoCAD.....	136
Figura 18: Tesoura em Sketchup.....	137
Figura 19: Tesoura em SketchUp com destaque para os nos estruturais. ...	138
Figura 20: Cobertura com todos os componentes, menos telhas.....	139
Figura 21: Corte Longitudinal na Cobertura.....	140
Figura 22: Perspectiva explodida da Cobertura e de todos os seus componentes.....	141
Figura 23: Estrutura de concreto e fundação do edifício, com blocos e brocas.	142
Figura 24- Modelos feitos pelos alunos da turma 1000 -Curso A	145
Figura 25- Modelos feitos pelos alunos da turma 2000 –Curso A	147
Figura 26 - Modelos feitos pelos alunos da turma 3000 -Curso A	150

Figura 27-Modelos feitos pelos alunos da turma 4000 -Curso A.....	152
Figura 28 - Modelos feitos pelos alunos do Grupo G1 Integral – Curso B ...	155
Figura 29- Modelos feitos pelos alunos do Grupo G2 Integral - Curso B	165
Figura 30- Modelos feitos pelos alunos do Grupo G1 Noturno - Curso B	173
Figura 31- Modelos feitos pelos alunos do Grupo G2 Noturno - Curso B	181
Figura 32 - Mapa visual do Estudo de Caso	189
Figura 33 - Modelos representativos - Curso B.....	190

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estruturação da Taxonomia de Bloom no Domínio Cognitivo	103
Quadro 3: Verbos e objetivos das 6 categorias da Taxonomia de Bloom	106
Quadro 4: Disciplinas de Estrutura no curso de Arquitetura do Curso B.	115
Quadro 5: Disciplinas de Estrutura no curso de Arquitetura do Curso A.	115
Quadro 6: Disciplinas de Apoio à Estrutura no curso de Arquitetura do Curso B.	116
Quadro 7: Disciplinas de Apoio à Estrutura no curso de Arquitetura do Curso A.	116
Quadro 8: Disciplinas de Apoio à Estrutura no curso de Arquitetura do Curso B	117
Quadro 9: Disciplinas de Apoio e de Estrutura no curso de Arquitetura do Curso A.	117
Quadro 10: Mapa visual do Estudo de Caso 4º fase	192

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivos	7
1.1.1	Objetivo Geral	7
1.1.2	Objetivos Específicos	9
1.2	Hipótese	9
1.3	Justificativas	9
1.4	Organização do trabalho	10
2	CONTEXTUALIZAÇÃO	12
2.1	Legislação e Normas.....	12
2.2	Sistema de Disciplinas no Ensino	13
2.3	Ensino de Arquitetura e Urbanismo.....	18
2.3.1	Bauhaus.....	19
2.4	Ensino de Arquitetura e Urbanismo no Brasil.....	22
2.4.1	Os primeiros momentos.....	22
2.4.2	A expansão urbana.....	25
2.4.3	A semana de Arte Moderna	28
2.4.4	O ministro Gustavo Capanema.....	29
2.4.5	Os anos 40	31
2.4.6	Juscelino Kubitschek e Brasília.....	34
2.4.7	O regime militar e a ditadura.....	38
2.4.8	Os anos finais da ditadura e o início de uma nova era de crescimento 48	
2.4.9	Anos 90, a década de crescimento do sistemas de ensino superior no Brasil	51
2.5	O Ensino de Arquitetura na Era digital	52
2.5.1	Modelos digitais como apoio a compreensão de técnicas construtivas 53	
2.5.2	Novas Propostas para a Educação	57
2.5.3	O uso de modelos digitais em outras áreas.....	58
2.5.4	A Educação Virtual	59
2.5.5	Realidade Virtual	60
2.5.6	BIM	63

3	INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS	66
4	O CONHECIMENTO DE ESTRUTURA PARA ARQUITETURA	80
4.1	Algumas definições utilizadas em Estrutura	80
4.2	A questão estrutural.....	86
4.3	Principais professores de Estrutura pesquisados no Brasil	89
5	METODOLOGIA.....	97
5.1	Estudo de Caso	98
5.1.1	Curso A	98
5.1.2	Curso B	99
5.2	Taxonomia de Bloom	99
5.2.1	Os três domínios	101
5.2.1.1	Taxonomia de Bloom sobre o domínio cognitivo.....	102
5.3	Aplicação do Estudo de Caso	107
5.3.1	Primeira pesquisa – Análise de TFGIs de 2012 e 2013	107
5.3.1.1	Oficina de Estrutura para TFGI 2014 no Curso B.....	112
5.3.1.2	Conclusão da análise dos TFGIs	113
5.3.2	Análise das disciplinas de Sistema Estrutural nos cursos pesquisados 114	
5.3.3	A participação dos professores de Estrutura nas disciplinas de Projeto. 118	
5.3.4	A primeira intervenção nas disciplinas de Estrutura: O Estádio de Braga 126	
5.3.5	O modelo de uma casa com cobertura com tesouras de madeira .	136
5.3.6	Outros modelos	142
5.3.7	Os exercícios elaborados pelos alunos a partir do modelo dado ...	143
5.3.7.1	Modelos elaborados pelos alunos do Curso A	144
5.3.7.2	Modelos elaborados pelos alunos do Curso B	154
5.3.7.3	Conclusão do modelo elaborado pelos alunos das duas escolas ..	188
5.4	A aplicação por parte dos alunos do conhecimento adquirido	191
5.5	Conclusão do Estudo de Caso.....	206
6	CONCLUSÃO.....	209
7	REFERENCIAS	219
8	Anexos	226

1 INTRODUÇÃO

O processo projetual em Arquitetura e Urbanismo é demasiado amplo e complexo por vários fatores, entre eles estão os avanços tecnológicos implícitos em toda sua abrangência. Autores como Ünay e Özmen (2006), citam a história da construção civil, onde no início o "mestre de obras" era o responsável por todos os aspectos da criação de um novo edifício. A obra de Vitruvio demonstra que esse personagem assumia os papéis de Arquiteto, engenheiro estrutural, engenheiro mecânico, bem como de planejador da cidade. No entanto, era uma época em que o conhecimento e a tecnologia científica disponíveis eram limitados e poderiam estar ao alcance de uma única pessoa.

O crescente desenvolvimento implementado pela indústria da construção ao longo dos anos, sobretudo recentemente, exigiu uma especialização das várias disciplinas. Estes foram também reforçados pela complexidade das exigências do mercado, especialmente no campo da engenharia e arquitetura, com todos os pré-requisitos adicionais uso de novas tecnológicas, desenvolvimentos e a introdução de computadores etc.

Dos aspectos ligados a construção aos incorporados no processo de projeto, o trabalho do Arquiteto que molda os espaços onde todas as atividades serão desenvolvidas pelo ser humano deixou de ser uma ação individual e independente, passando a fazer parte de uma ação ampla e muitas vezes colaborativa. Questões relacionadas ao meio ambiente, ao processo de produção e a economia de energia agrupam-se aos fatores já comuns ao processo de projeto de Arquitetura como arte e tecnologia.

Para fazer frente a essas necessidades as escolas de Arquitetura devem repensar seus currículos para se adaptar a essas novas exigências da profissão, inclusive com atualizações de suas práticas pedagógicas, reforçando também o próprio estágio profissional de seus alunos com a finalidade de posicionar esses estudantes a essa nova realidade do mercado.

Várias são as áreas de conhecimento exigidas para esse processo, abordando: aspectos ergonômicos, físicos, psicológicos, ambientais e culturais. Todos esses conhecimentos devem apresentar um equilíbrio perfeito com a tecnologia por ele empregada. Algumas questões surgem ao analisar essas informações. As escolas de Arquitetura estão preparadas para essa realidade? De que forma deve ser a

assimilação desses avanços científicos e tecnológicos que compõem a arte de projetar para os Arquitetos? Os professores, nas diversas áreas de conhecimento estão utilizando as novas tecnologias disponíveis nos seus procedimentos pedagógicos? Esses avanços estão evidenciados nos projetos feitos pelos alunos nas diversas disciplinas e nos TGI - Trabalhos de Graduação Interdisciplinares? As disciplinas ligadas as tecnologias estão contribuindo de forma efetiva na formação do Arquiteto?

A busca pela resposta a essas questões, demonstram que o processo de ensino de Arquitetura requer mudanças significativas em o processo. Passando por mudanças inclusive nos currículos e procedimentos adotados por professores e alunos, em face a defasagem percebida durante a pesquisa ante a crescente renovação com que as tecnologias e os procedimentos se tornam obsoletos.

O filósofo Pierre Lévy afirma que à velocidade com a qual os conhecimentos aparecem, renovam-se e tornam-se obsoletos é bastante alto.

A maneira mais simples e mais marcante de explicar essa velocidade seria dizendo que até uns 25 anos atrás quando um jovem aprendia uma profissão, a maior parte do que aprendia ainda era válido no final de sua carreira profissional. E ele podia até mesmo transmitir esse conhecimento aos seus filhos ou a aprendizes. Hoje em dia, a situação é completamente diferente. Talvez não com relação a todas as profissões, mas com relação a um número cada vez maior de profissões. Hoje em dia, o ciclo de renovação dos conhecimentos é de 3, 5, 10 anos. E não só no caso das profissões ligadas à alta tecnologia. Pertencemos a um ciclo que está em perpétua transformação. (LÉVY, 2001)

Apesar da velocidade como os conhecimentos se renovam, no ensino de Arquitetura, especialmente na área de estrutura, essa velocidade não está presente na metodologia empregada em sala de aula. Pierre Lévy comenta essa mudança.

Estamos vendo hoje o encerramento de um tipo de transmissão do saber. A grande revolução provocada pelas novas tecnologias está apontando para outra relação dos homens com os saberes. (LÉVY, 2001)

Dentre todas as áreas que envolvem o processo de ensino de Arquitetura, é destaque a dificuldade enfrentada pelos alunos com as disciplinas da área de tecnológica, especialmente a que envolve os conhecimentos relacionados a sistemas estruturais. No momento da concepção da estrutura de um projeto percebe-se a distância entre o conhecimento deste assunto por parte de alunos e mesmo de professores de projeto. Uma das poucas tarefas que um Arquiteto pode realizar sem conceber um sistema estrutural são os relacionados a projetos ao ar livre ligados ao paisagismo, pois ao desenvolver o projeto de qualquer edifício ou espaço fechado ou coberto, todo projeto necessita de um sistema estrutural adequado.

A tese pretende propor ações para que o conhecimento de Estrutura possa ser, em primeiro lugar melhor compreendido pelos alunos, através de novas ações pedagógicas por parte dos professores dessas disciplinas e posteriormente que esses conhecimentos possam também ser aplicados nas demais disciplinas de projeto durante o curso e consequentemente na vida profissional desses futuros Arquitetos.

Dentre essas ações necessárias a uma melhor compreensão de seus conteúdos, o caminho proposto por essa tese passa por uma abordagem menos abstrata dessas disciplinas.

Autores como Saramago e Lopes (2009) afirmam que os alunos sentem a necessidade de um aprendizado que proporcione a visualização e a compreensão dos fenômenos físicos, para além das estratégias de dimensionamento por meio de modelos quantitativos e abstratos.

São esses modelos e exercícios abstratos que apresentam a maior dificuldade na compreensão do conteúdo dessas disciplinas por parte dos alunos de Arquitetura e Urbanismo.

Ralph Rapson¹ em prefácio do livro do Arquiteto Heinrich Engel (1981) afirma que as exigências e muitas facetas do projeto requerem do Arquiteto uma compreensão até então nunca antes imaginada. Ao produzir uma solução projetual com as grandes possibilidades tecnológicas atuais, o Arquiteto deve reconhecer que a Arquitetura, ainda que uma arte, tornou-se uma ciência extremamente precisa que

¹ Ralph Rapson (1914-2008) foi professor e diretor da Escola de Arquitetura da Universidade de Minnesota por 30 anos. Foi o incentivador da criação do curso de Estruturas Arquitetônicas por parte do então professor Heinrich Engel, que foi a base para sua obra "Structure Systems" de 1977.

se baseia em aplicações coordenadas dos mais variados campos do conhecimento. O domínio necessário ao Arquiteto entre técnica e arte aplicado no exercício profissional diferencia os profissionais melhor preparados a enfrentar os programas mais complexos e amplos exigidos pelos grandes temas da Arquitetura contemporânea.

Esse domínio exige do profissional uma formação ampla e atualizada, que permita a ele escolher e determinar a forma espacial de seu projeto baseada em sistemas estruturais adequados as diversas condições específicas para cada situação e necessidade funcional, considerando questões variadas e conectadas a acessibilidade, ao clima, ao meio urbano onde está inserida, a adequação financeira entre tantas outras específicas de cada situação projetada.

É importante ressaltar que essa grande complexidade dos projetos atuais exige desse Arquiteto também a coordenação de equipes, onde diversos profissionais contribuem para a realização final. Para tanto sua formação deve ir além dos aspectos filosóficos e artísticos do trabalho. São necessários o desenvolvimento de ferramentas e técnicas necessárias a essa realidade de mercado.

Inicialmente essa tese partiu de uma análise nos trabalhos desenvolvidos no TFG de duas das mais importantes escolas de Arquitetura do Paraná, ambas em Londrina no Paraná e com mais de 35 anos de criação de seus cursos. A primeira é uma Universidade pública e a outra um centro universitário particular. O trabalho focou os cursos de Arquitetura e Urbanismo do Curso A e do Curso B.

O primeiro questionamento feito era relacionado ao porquê os Sistemas Estruturais não eram representados ou discutidos nos projetos apresentados nos TFGs? Os alunos demonstravam em seus projetos que não havia uma preocupação evidente com as questões relacionadas a Estrutura em temas onde a Estrutura poderia ser fator marcante para a Arquitetura. Os trabalhos não apresentavam, em sua grande maioria, ousadia nas formas e nas soluções adotadas.

A busca das respostas a essa questão focou primeiramente nas disciplinas de Estrutura dos cursos, especificamente nas disciplinas de Sistema Estrutural (Curso A) e Introdução as Estruturas (Curso B), base de todo conhecimento estrutural nos cursos de Arquitetura pesquisados e nos procedimentos adotados pelos professores na transmissão desses conteúdos.

O trabalho propôs inicialmente uma nova sistemática aliada ao cálculo, propiciando que o aluno tenha primeiramente uma visualização real dos diversos

sistemas apoiado em modelos digitais de edifícios e de situações reais encontradas no dia a dia pelos alunos.

No acompanhamento feito a esses alunos nos períodos seguintes, verificou-se que os trabalhos elaborados nas disciplinas seguintes de projeto não se utilizavam desse conhecimento adquirido inicialmente, no desenvolvimento de seus trabalhos.

Como embasamento as mudanças de posicionamento pedagógico e curricular, a tese foi construída sob dois pontos fundamentais. No uso de imagens digitais foi utilizada como metodologia **Teoria das Inteligências Múltiplas** do psicólogo americano Howard Gardner, fundamentada pelas características da Inteligência Espacial e a **Taxonomia de Bloom** sobre o **Domínio Cognitivo**, elaborada por Benjamim Samuel Bloom que analisa seis categorias hierarquicamente separadas, que são aplicadas da mais simples ao de maior complexidade, que envolve **conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação**.

Como resultado dessa pesquisa, chegou-se à conclusão de que os cursos de Arquitetura e Urbanismo devem prover esse conhecimento através de currículos atualizados e mais eficientes, aliados a professores comprometidos com as mais modernas metodologias pedagógicas, visando primordialmente uma ampla compreensão dos conteúdos de suas disciplinas por parte dos alunos e buscando que o conhecimento estrutural adquirido num primeiro momento, seja efetivamente praticado nas demais disciplinas.

O conhecimento de estrutura por parte do Arquiteto é importante por propiciar inovadoras e arrojadas soluções projetuais que muitas vezes moldam e diferenciam um profissional de outro. Além disso o conhecimento de estrutura deve estar de acordo com as atribuições que a profissão lhe outorga. Durante a formação do Arquiteto, o conhecimento de Estrutura não pode ser apenas uma aquisição de informações ou resultante de um problema matemático, ela deve acontecer de forma que inspire e estimule o aluno a raciocinar.

Essa nova realidade da Estrutura incorporada no projeto arquitetônico exige do Arquiteto uma base sólida de conhecimentos para poder aplica-la em seus projetos. Saramago (2010) afirma que o estudo de Estruturas dentro dos cursos de Arquitetura por parte dos Arquitetos está apoiado no fato de que sem a Estrutura qualquer que seja a forma espacial, sem uma adequada Estabilidade proporcionada pela Estrutura corretamente escolhida, seria impossível manter a forma projetada.

Sem ela a própria Arquitetura perderia sua razão de ser. Com base nesses argumentos fica evidentemente que há uma interdependência entre a formação e a atuação do profissional. As boas práticas adquiridas na formação contribuirão de forma positiva na forma como os futuros Arquitetos e Urbanistas irão desempenhar suas funções quando profissionais.

Outro ponto destacado na pesquisa é a diferença entre as metodologias utilizadas pelos professores de estrutura, onde apenas um é arquiteto e todos os demais são engenheiros civis. Essas metodologias deveriam ser adaptadas a realidade de cada curso e as suas características específicas. Em entrevista com esses professores, destacam a semelhança entre os conteúdos dados a Engenheiros e a Arquitetos, embora a metodologia empregada não fazia distinção entre esses alunos.

A pesquisa comprovou que na busca de uma melhor qualidade no ensino superior, autores como Ballarotti et al (2007) e Marshal (1999), demonstram em seus estudos que as formas de aprendizagem no ensino superior têm revelado que a concepção de aprendizagem dos docentes influencia a forma como os estudantes aprendem.

O alcance do conhecimento se dá pela relação interna entre o aluno e o objeto a ser estudado e não pela transmissão de conteúdo de um já conhecedor (professor) ao aluno. Assim, o aluno constrói seu conhecimento diretamente com o objeto. A função do professor passa a ser a de sistematizar o conteúdo de uma forma progressiva linear de tal forma que facilite a relação aluno/objeto visando ao alcance do conhecimento mais pleno do objeto pelo aluno. A experiência do professor traz, portanto, a dimensão de uma percepção mais adequada para o nível daquele objeto estudado (BALLAROTTI et al, 2007).

Em face as exigências do mercado e a busca pela atualização, essa pesquisa conclui que são imprescindíveis as mudanças não apenas no ensino das disciplinas de estrutura, mas também nos currículos das escolas de Arquitetura, nos métodos pedagógicos, no uso da tecnologia aliado aos processos e práticas de ensino e, principalmente, na atuação, engajamento e formação dos professores em as áreas.

A partir destas considerações é possível afirmar que apesar dos recursos envolvidos na produção de um projeto arquitetônico desde sua representação até sua execução, passando por sistemas que integram diferentes profissionais e projetos complementares, e que mesmo em um meio extremamente focado na representação visual, as metodologias pedagógicas utilizadas na área de estruturas dos cursos de Arquitetura e Urbanismo ainda estão distantes das utilizadas nas demais áreas, tanto em termos de metodologia como em aplicabilidade prática.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Pensando nas características específicas da formação do Arquiteto, a presente tese propõe a utilização de modelos digitais de edifícios significativos para a Arquitetura, como recurso didático para o ensino dos conceitos básicos e necessários a compreensão dos sistemas estruturais dentro das disciplinas de estrutura nos cursos de Arquitetura e Urbanismo. Posteriormente o aluno também utilizaria desses mesmos recursos em exercícios de compreensão e fixação desses conceitos contribuindo para a solidificação deste conhecimento e para capacitar o futuro profissional na sua tomada de decisão de projeto.

Os usos de modelos por Arquitetos sempre aconteceram ao longo da história tendo inclusive substituído o desenho arquitetônico em muitos momentos (BASSO, 2005). Os modelos eram construídos e serviam de base para a obra a ser executada. Pode-se atribuir à Renascença, o momento de nascimento do modelo ou maquete que se conhece hoje, mas com o passar do tempo, novos materiais e novas técnicas trouxeram mudanças na execução desses objetos tridimensionais. Por outro lado, os modelos tridimensionais físicos sempre estiveram presentes no ensino de Estrutura tanto por parte dos alunos de Engenharia como dos alunos de Arquitetura.

Todos os professores de Estrutura pesquisados já se utilizaram desses modelos como apoio didático a suas aulas. Na maioria das vezes, tais modelos quase sempre abstratos, demonstravam os esforços físicos das forças atuantes e presentes em cada situação específica.

A proposta da tese proporciona um avanço sobre estes modelos abstratos. Seu uso seria ampliado pelo modelo digital onde esses fenômenos seriam demonstrados

em edifícios, o que tornariam esse conhecimento menos abstrato e mais real. O aluno se utilizaria de uma linguagem que domina, que é o uso de *softwares* de desenho e representação. Aos professores de estrutura, cabe o conhecimento necessário para a aplicação desses modelos nos *softwares*.

Vivemos em uma época em que os conhecimentos são renovado ou tornam-se obsoletos em períodos cada vez mais curtos. Especificamente na área da Arquitetura, essa velocidade é intensificada com o incremento de novas tecnologias, novos materiais e novos processos.

Para fundamentar essas ideias a tese usará como apoio a Taxonomia de Bloom que propõem uma classificação de metas a serem atingidas em seis diferentes níveis, que são: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. A pesquisa feita, mostra que os alunos de Arquitetura, nas disciplinas de Estrutura nos cursos de Arquitetura alcançam apenas o primeiro nível da taxonomia de Bloom que é o conhecimento do fenômeno físico e matemático da estrutura. Alguns alunos ainda avançam até a compreensão desses fenômenos, mas os alunos não conseguem atingir os demais níveis pois são incapazes de aplicar esses conhecimentos e consequentemente todas as demais etapas seguintes. A proposta da tese é que através do uso desses modelos digitais e de adequações curriculares necessárias, como visto na pesquisa seja possível modificar essa estrutura permitindo que os conhecimentos sejam ampliados e atinjam os demais níveis da Taxonomia de Bloom.

Para que tais circunstâncias frutifiquem há de existir o compromisso entre os envolvidos no sentido de alterar conceitos, ideias e práticas há muito arraigadas. Por outro lado, é imperativo salvaguardar aquilo que historicamente é caro à profissão, incorporando-se inovação à tradição e tornando tradição à inovação. Nesse contexto o professor tem e terá um papel fundamental, o de mediador pedagógico; aquele que estimula a aprendizagem como processo, que valoriza a parceria entre si e os alunos no sentido da dinamização do processo de aprendizagem. Para tanto, se faz necessário discutir o papel do professor de Arquitetura e Urbanismo que ora se apresenta.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a. Investigar os procedimentos pedagógicos utilizados por professores da área estrutura para a transmissão de conhecimentos aos alunos do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Curso A e do Curso B em Londrina.
- b. Investigar as possibilidades reais de apoio ao processo metodológico por parte dos professores e alunos, no uso de modelos digitais como suporte em suas aulas.
- c. Por fim, Investigar como os currículos dos cursos de Arquitetura podem promover uma maior difusão no conhecimento de estrutura por parte dos alunos.

1.2 HIPÓTESE

O trabalho parte da seguinte hipótese: Ao usar modelos digitais de edifícios significativos para a Arquitetura, destacando sua estrutura, o aluno de Arquitetura e Urbanismo terá uma compreensão maior do conteúdo das disciplinas de estrutura, pela associação feita com a realidade, adquirindo assim um repertório estrutural que permitirá a ele propor sistemas estruturais compatíveis as novas situações de projeto.

1.3 JUSTIFICATIVAS

A justificativa dessa tese se apoia na dificuldade, relatada pela experiência como docente, encontrada pelos alunos de Arquitetura e Urbanismo com as disciplinas da área de Sistemas estruturais.

Mesmo com a aprovação nessas disciplinas é possível perceber claramente, a partir dos temas desenvolvidos nas disciplinas de projeto e na apresentação desses, a grande dificuldade que os alunos enfrentam ao propor um sistema estrutural em seus projetos. Essa dificuldade está em associar o projeto ao sistema escolhido ou simplesmente na total dissociação do projeto com qualquer sistema estrutural. Essa

difficuldade é recorrente ao longo do curso e fica evidenciada nos Trabalhos Finais de Graduação Interdisciplinares.

A pesquisa mostrou que essa desagregação está na falta de conhecimento sobre os diversos sistemas estruturais e a ineficácia dessas disciplinas em transformar seu conteúdo programático em conhecimento prático a ponto de relacionar o projeto proposto e suas necessidades estruturais.

O uso de modelos digitais como forma de associar esses conhecimentos, parte da experiência de trabalho desse pesquisador com alunos de primeiro e segundo ano do curso de Arquitetura e Urbanismo, nas disciplinas de representação arquitetônica utilizando-se de ferramentas tridimensionais.

Esse uso, parte de representações em perspectivas manuais, feitas em sala e utilizando-se do quadro para explicar conceitos relacionados a Cortes e Plantas Baixas em Projetos diversos como telhados, escadas, sistemas de caixas d'água entre tantas dúvidas que sempre surgem ao representar a Arquitetura (ver Fig.01).

O resultado positivo desse procedimento pedagógico, inicialmente nas disciplinas de representação com relação a percepção do aluno, motivou inicialmente essa pesquisa.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho foi dividido em 7 capítulos

- Capítulo 1 – Destina-se a introdução e a justificativa para o desenvolvimento do trabalho, as hipóteses defendidas, seus objetivos, justificativas e sua forma de organização;
- Capítulo 2 – Destina-se a contextualização sobre o tema discutido, buscando um embasamento teórico para fundamentar a pesquisa. A seguir conhecer a legislação acerca do Ensino de Arquitetura e Urbanismo e da atuação profissional do Arquiteto, focada na questão dos Sistemas Estruturais. A pesquisa prosseguiu com um embasamento histórico no ensino de Arquitetura e da questão estrutural, principalmente no Brasil ao longo dos anos, analisando inclusive os principais professores de Estrutura e suas particularidades. A pesquisa buscou

conhecer ainda outros usos do Computador especificamente para Arquitetura.

- Capítulo 3 – Como um dos fundamentos principais para a hipótese da tese está na Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner buscou-se conhecer em detalhes essa teoria e principalmente as diferenciações entre a Inteligência Espacial e a Inteligência Logico-matemática;
- Capítulo 4 – Buscou-se aqui, conhecer os fundamentos de Sistemas Estruturais para os alunos de Arquitetura e Urbanismo;
- Capítulo 5 – Esse capítulo é dedicado a Metodologia Específica da pesquisa como sendo um estudo de caso e sua estrutura para fundamentação da pesquisa. Seu embasamento teórico a partir da Taxonomia de Bloom e suas seis categorias discutidas e aplicadas no ensino de Sistemas Estruturais para o curso de Arquitetura e Urbanismo. Buscou-se conhecer as características específicas das Escolas de Arquitetura e Urbanismo estudadas, o Curso A e o Curso B;
- Capítulo 6 – Nesse capítulo as conclusões da pesquisa são apresentados e as propostas para trabalhos futuros;
- Por fim são apresentadas as Referências que embasaram a pesquisa.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Em sua obra “Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa”, Paulo Freire (1996) afirma que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. Nele o autor estabelece diversas diretrizes e rotinas imprescindíveis a todos que abraçam o dever de educador.

Visando uma compreensão maior do meio pertinente ao tema, nesse capítulo busca-se compreender o fenômeno pesquisado e todas as possíveis intervenientes. Inicialmente foram pesquisadas a legislação acerca da prática de sistemas estruturais para o profissional Arquiteto, e como o ensino de Arquitetura se desenvolveu, principalmente levando-se em conta as questões relativas ao ensino de estruturas ao longo do tempo, principalmente no Brasil.

Esse capítulo tem como principal função subsidiar a pesquisa teoricamente, buscando conhecer os principais temas que possam contribuir com o trabalho.

2.1 LEGISLAÇÃO E NORMAS

Para compreender quais as possibilidades e amplitude do uso de estrutura pelos Arquitetos deve-se conhecer o que a legislação da profissão diz a respeito disso.

Com a saída do CREA e a criação do Conselho de Arquitetura e Urbanismo - CAU através da Lei 12.378 de 31 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010) que define em seu artigo 2º as atividades e atribuições do Arquiteto e urbanista e especificamente, em seu inciso XII: "instalação e serviço técnico relativos ao campo de sistemas construtivos e estruturais, estruturas, desenvolvimento de estruturas e aplicação tecnológica de estruturas" que entrou em vigor com a posse do Presidente e dos Conselheiros do CAU/BR, que ocorreu em 01 de janeiro de 2012.

Esse ponto gerou polêmica entre os Engenheiros que argumentavam da falta de conhecimento técnico por parte dos Arquitetos para tal, embora a legislação anterior do CREA também atribuía aos Arquitetos pontos semelhantes.

Em entrevista ao Site Piniweb, segundo Lima (2010), o Arquiteto Siegbert Zanettini, afirma que a discussão vai além da atribuição de funções de cada área e deveria ser focada na formação dos profissionais. "É necessário resgatar um pouco da visão de tecnologia do Arquiteto, que está muito ruim." Zanettini ressalta ainda que as faculdades de Arquitetura têm seguido uma linha muito mais estética, prejudicando a formação técnica do Arquiteto. Ele defende que o Arquiteto passe dois anos fazendo cursos da área de engenharia e trabalhando com engenheiros e vice-versa, para que as informações possam ser melhor compartilhadas, trazendo benefícios para as duas áreas profissionais.

2.2 SISTEMA DE DISCIPLINAS NO ENSINO

O processo mais comum de distribuição dos vários conhecimentos que compõem o conteúdo curricular de um curso é o de disciplinas. São conhecimentos fragmentados em temáticas, que deveriam ser posteriormente agregados quando o aluno deveria resolver as várias questões inerentes a sua formação específica.

A Universidade moderna foi criada com uma estrutura baseada em departamentos, sugeridos por Humboldt no final do século XVIII e início do XIX, onde a pesquisa deveria ser constante e independente, embora mantida pelo Estado (NARUTO, 2006).

A Universidade de Berlim desde sua criação, foi o modelo por excelência, com seus departamentos e organização dos conhecimentos através das disciplinas científicas. A partir daí até o presente o sistema de disciplinas passou a ser o dominante (MESSER-DAVIDOW, SHUMWY e SYLVN, 2002).

As críticas a esse sistema são várias. Naruto (2006) cita ainda que além da fragmentação do conhecimento, uma das hipóteses centrais para a falta de sucesso nas reformas ocorridas nas propostas elaboradas pela FAUUSP,

[...] parece ser o fato de que há uma questão de caráter estrutural até hoje não objetivada e que se revela na incompatibilidade entre o caráter eminentemente integrador da atividade de projeto e o caráter desintegrador da organização disciplinar do conhecimento e do ensino universitário modernos. (NARUTO, 2006, p. 10).

Os problemas observados no sistema de disciplinas são diversos, como quando o professor da disciplina, a partir de uma ementa² genérica, elabora um programa³ para sua disciplina, sem levar em consideração o que seu colega elaborou. Nesse momento problemas relativos a sobreposição de conteúdo ou supressão de conteúdos necessários para outras disciplinas podem ocorrer. O sistema de disciplinas também implica em um número de trabalhos maior em razão da necessidade de avaliação independente de cada professor em sua disciplina. Na pesquisa feita nas duas escolas que seguem o padrão de organização curricular por disciplinas, esse problema fica evidenciado nas discussões internas.

As discussões acerca das reformas no ensino sempre ocorreram na história do ensino no Brasil. O próprio Lucio Costa colocou como uma condição para assumir a direção da Escola de Belas Artes do Rio de Janeiro uma profunda mudança não só na organização da escola como também na forma de ensino. Mesmo sem o sucesso das mudanças Lucio Costa fomentou num grupo de jovens Arquitetos cariocas o desejo de mudar e inovar na Arquitetura brasileira (FERNANDES et al, 1976).

Ao longo do tempo esta forma de distribuição dos conhecimentos sofreu várias mudanças visando tornar o ensino mais eficiente.

O sistema de Ateliê foi uma das propostas e chegou a ser efetivado na FAUUSP em sua reforma de 1962, como narra Fernandes et al (1976). Funcionava como um novo espaço didático-pedagógico cujas linhas estruturais admitem trabalhos combinados horizontalmente e verticalmente.

Segundo Millan (1962), a criação dos ateliês tinha dentre seus objetivos, realizar o aprendizado e o domínio dos meios de representação e expressão gráficos; iniciar o aluno, egresso dos cursos médios de caráter geral, no mundo dos valores plásticos e estéticos, desenvolvendo nele, pela experiência, a sensibilidade e a capacidade criadora, aliadas a uma necessária mentalidade de construtor; ser o lugar de estudo, de pesquisa e trabalho do planejamento do meio físico nas suas relações diretas com o homem, onde o aluno entrará em contato com os problemas vivos da

² Ementa é o conjunto de conhecimentos que são descritos em cada disciplina de uma grade curricular. A Ementa é elaborada pelo colegiado do curso e o professor monta seu Programa de disciplina.

³ Programa Disciplinar é o conjunto cronológico de conhecimentos, elaborado pelo professor da disciplina para o efetivo cumprimento da Ementa da disciplina.

Arquitetura e do urbanismo, na forma mais realista e próxima da que teria como profissional (MILLÁN, 1962 p.37).

O ateliê, dentro da FAUUSP, dividiria o curso em dois grupos de anos de curso. Os dois primeiros anos, formavam a primeira série, a do “Aprendizado gráfico e plástico-construtivo”; os três anos seguintes formariam a segunda série, denominada de “Mentalidade de construtor. Formação do Arquiteto” (Milan, 1962).

Essa proposta visava integrar todas as disciplinas que compõem o curso de Arquitetura em torno do eixo central da escola, que seria o ateliê, ou como fora primeiramente denominado de ateliê interdepartamental ou ateliê Integrado, ou simplesmente A.I. (FERNANDES et al, 1976).

O mesmo autor descreve que o ateliê seria a espinha dorsal do curso de Arquitetura; As disciplinas técnicas e históricas teriam a função de comparecer ao ateliê informando e assessorando na elaboração dos projetos, e subordinadas à temática e à programação daquele Departamento; O Projeto, como atividade meio e fim do curso, seria o seu produto final; Os temas de Projeto (que permitam a integração das linhas em horizontal e vertical) escolhidos a partir de um repertório das atividades profissionais exercidas pelos Arquitetos (FERNANDES et al, 1976, p.128).

Segundo Naruto (2006), o ateliê passa a ser um espaço para a exercitação da habilidade de projetar, exigidas pelo caráter prático, ou “aplicativo” da profissão de Arquitetura.

Na medida em que essa atividade é central ao fazer profissional, o ateliê ganha força na organização do ensino de Arquitetura como profissão e como objeto de estudo. Não é sem razão que o ateliê, na sua forma moderna, é implantado como resultado do vigoroso movimento pela valorização do projeto e da profissão sustentado na década de cinquenta e se torna modelo padrão do ensino de Arquitetura. (NARUTO 2006, p.36).

Outro autor reforça essa afirmação,

Quase toda a educação arquitetônica está baseada no trabalho do projeto, boa parte das escolas tem como eixo principal a formação do Arquiteto para a prática do projeto de Arquitetura e urbanismo. Entretanto, as escolas adotam diferentes meios para resolver as

relações entre o conhecimento básico teórico e as habilidades apreendidas por meio da experiência do projeto (KATAKURA 2003, p.32).

Artigas, segundo Milan (1962) afirmava que essa reforma de 1962 cumpria com todas as decisões oriundas de congressos que debatiam o ensino de Arquitetura, organizados pelo IAB.

Outro autor como Prado (1964, apud NARUTO, 2006) afirma que o ateliê proposto era,

[...] único, para todos os alunos da Faculdade; e, nele, a prática escolar se processa ciclicamente, por série de aulas que, para o mesmo tema de trabalho, se estendem por dias consecutivos. A existência de um único atelier, a par de alguns inconvenientes de ordem prática, tem certamente a vantagem de estabelecer contato diário entre alunos e professores de todos os anos, o que redundava em constantes trocas de ideias, amplas e improvisadas, representando repetidas ocasiões para real progresso em conhecimentos. Os programas anuais dos projetos, a desenvolver ali, obedecem a um plano de conjunto para todas as séries do Curso. Assim, a complexidade crescente dos temas vai sendo inserida e vencida naturalmente, no processo do atelier. Os alunos de uma série acompanham, de certo modo, o trabalho dos alunos de outras séries, para diante e para traz, beneficiando-se desta arte, todos os que realmente estudam e trabalham (PRADO 1964, apud NARUTO, 2006 p. 59).

Outras reformas foram feitas através de fóruns ocorridos na FAUSP, primeiramente em 1968 e posteriormente em 1978.

Essas reformas retratam situações críticas, muito semelhantes as descritas e vivenciadas hoje nas duas escolas pesquisadas Curso A E Curso B. Naruto (2006) descreve que em relação a questão pedagógica, após 1962 o sistema de Ateliê, sofreu

uma grande fragmentação de conhecimentos através da criação de novas disciplinas, o que implicava em uma maior sobrecarga para os alunos, com relação ao número de atividades e tarefas desenvolvidas, muitas delas de forma simultânea.

Esse parece ser um dos problemas recorrentes do sistema de disciplinas. Cada uma tem a obrigação de fazer um número determinado de avaliações, que muitas vezes são decompostos em um número maior de trabalhos ou etapas de apresentação de trabalhos e ainda provas, acarretando um volume muito maior de trabalho e dedicação de tempo para sua resolução por parte dos alunos.

Nas Universidades públicas, como é o caso da USP e do Curso A, ainda ocorre o sistema de departamentos que dificulta ainda mais o controle sobre essas atividades por parte dos professores nas disciplinas que são oferecidas por departamentos externos ao curso de Arquitetura.

Esse foi um dos problemas que a pesquisa detectou junto ao Curso A que é estruturada dessa forma. As disciplinas de Estruturas são oferecidas pelo departamento de Estruturas que funciona junto com o curso de Engenharia Civil.

A FAUUSP, como o Curso A, visando a redução do número de trabalhos, propôs a criação de trabalhos integrados por várias disciplinas. Esse sistema necessita de uma coordenação muito eficaz para sua aplicação. No Curso A esse recurso não evoluiu.

A FAUUSP implantou em 1980 esse sistema de trabalhos integrados. A integração ocorria de forma isolada, dentro das disciplinas de cada departamento. Esse sistema adotado encontrou respaldo e condições de implementação integral apenas dentro do Departamento de Projeto, em razão da carga horária das disciplinas. Entretanto esse sistema de integração trouxe novamente um problema sério, acarretou uma ampliação do número de disciplinas do curso de 65 para 94, ou 44,6% (NARUTO, 2006).

O resultado foi o oposto ao esperado. Alunos que trabalhavam anteriormente com 12 trabalhos simultâneos, agora com a integração chegavam a 16. Carga horária de aulas e o número de trabalhos foi ampliada, seminários e provas ocorriam em quantidades muito maior. Foi uma época muito difícil para a USP.

Era necessário um controle administrativo que não havia, em razão dos conteúdos serem muitas vezes específicos.

A FAUUSP passou por novas mudanças, novos recursos e estruturas foram corrigidos em razão do problema acima levantado. Um enxugamento ocorreu no

número de disciplinas, mas não na carga horaria total do curso que continuou em 2880h.

Outra situação inerente ao sistema é a relação aluno professor que passou de 45 alunos para 1 professor para 35 para 1. Atualmente no Curso A em razão das avaliações feitas pelo Ministério da Educação, temos 15 alunos para cada professor nas disciplinas práticas e 30 para 1 nas teóricas. No Curso B essa proporção é outra, 30 para 1 nas práticas.

Percebe-se que muitas vezes a tentativa de solucionar um problema acarretou em outros problemas.

E que mesmo a proposta do Ateliê, criado e defendido por Artigas em 1962 na FAUUSP, foi desgastado pela rotina do tempo e por mudanças nas disciplinas que deveriam ser a base para seu funcionamento, merece uma nova reflexão sobre sua efetiva aplicação.

2.3 ENSINO DE ARQUITETURA E URBANISMO

A pratica de ensinar Arquitetura passa por etapas muito distintas. Na primeira etapa o ensino de Arquitetura ocorria através do repasse dos conhecimentos dos mestres aos aprendizes. Esses mestres eram especializados na área do projeto a construção. Nessa fase inicial as obras levavam décadas para sua conclusão e por ela passavam vários mestres que eram sucedidos por outros, principalmente pela morte do antecessor. Um exemplo da dinâmica das obras desse período, são as construções das grandes catedrais. Uma obra importante é da igreja de *Santa Maria del Fiore*, em Florença.

Do Renascimento até a criação da Bauhaus as inovações científicas e seus criadores são os destaques, várias são as inovações que contribuem significativamente para o desenvolvimento da Arquitetura e das técnicas ligadas a construção. Os nomes de destaque são *Leonardo da Vinci*, *Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni*, *Leon Battista Alberti*, *Francesco Talenti*, *Jean-Nicolas-Louis Durand*, *Eugène Viollet-le-Duc*, entre tantos outros nomes que contribuíram para um repertorio acadêmico forte e que foi a base para a formação de grandes nomes da Arquitetura. Nesse período o conhecimento científico passa a ser a base e o fundamento para os projetos. Especificamente na área de estruturas o conhecimento

é ampliado com a criação de escolas Politécnicas e o desenvolvimento de processos científicos para cálculos. Nesse período as escolas de Belas Artes dão lugar as escolas de Arquitetura com cursos voltados a uma formação mais adequada à realidade e de forma pratica, logica e funcional como o proposto por *Eugène Viollet-le-Duc*, onde o foco do projeto era atender as necessidades de ordem pratica, logica e funcional (HEARN, 2006).

2.3.1 Bauhaus

O ensino de Arquitetura e a formação do Arquiteto no início do século XX rompia com o passado. Nas suas primeiras décadas emergem Arquitetos como Le Corbusier e seu pensamento moderno onde a paisagem urbana deveria ser mais saudável e eficiente e a casa deveria funcionar como uma máquina sem a necessidade de ornamentos desnecessários.

Figura 1: Exterior do Bloco de Oficinas da Bauhaus em Dessau.

Fonte: Ambrose e Harris (2007)

A criação da Bauhaus (fig. 1), em abril de 1919 por Walter Gropius, em Weimar na Alemanha, propunha o equilíbrio entre a forma estética e o objeto industrial.

Segundo Ambrose e Harris (2207) Gropius visava a criação de uma nova abordagem para projeto após a Primeira Guerra Mundial, onde o estilo deveria ser caracterizado por um foco na funcionalidade, ao invés do adorno, e ao uso de formas geométricas.

[...]O manifesto de fundação da Bauhaus – ilustrado por L. Feininger com a “catedral do futuro” – assevera a equidade entre pintura, escultura e Arquitetura, originária de uma concepção do fazer e da fruição das artes que prima por leis comuns a todas elas, a constituir o mesmo princípio regulador para todas, correspondente ao ideário da Bauhaus e também de Gropius acerca das corporações de ofício. Essa situação de igualdade é estendida às artes visuais, juntamente com as aplicadas, e à Arquitetura caberia a função de unilas em sua realização, como o modelo das Bauhütte – associações contemporâneas às corporações de ofício medievais e responsáveis pela construção de catedrais e outras grandes obras, onde a Arquitetura seria a expressão da união de seus trabalhos, cuja organização interna as diferenciava, pois permitia a formação em uma das diversas especialidades relacionadas à construção, como Arquiteto, escultor etc. – adotado por Gropius como inspiração para a Bauhaus (SOUZA, 2014 p. 41).

A Bauhaus de Walter Gropius sempre buscou um aperfeiçoamento do ensino da representação. O próprio Gropius (1962) afirmava da importância já no ensino infantil de desenvolver o senso visual e a habilidade das crianças através de materiais e atividades específicas. Tanto assim que em 1921 todo o processo de ensino da Bauhaus é reformulado com uma preocupação em desenvolver mais em seus alunos as habilidades expressivas através de um estudo de forma que era dividido em quatro fases, como descreve Souza (2014):

- a. Estudo de materiais elementares;
- b. Estudo da natureza;
- c. Estudo da configuração (que consistia de desenho, pintura, modelagem e construção), estudo das formas básicas, configuração de superfície, corpos e espaço, estudo de composição;

- d. Desenho (uma representação mais técnica através de estudo de projeções e desenho de estruturas) e construção de modelos para qualquer estrutura tridimensional (através de criação de modelos de moveis, espaços interiores e edifícios).

Gropius chamava de Chave Ótica, esse aprofundamento em desenho, que seria a forma pela qual o lado artístico seria complementado com a criação do estudo da forma, permitindo a seus alunos uma experimentação mais prática do modelo de ensino da Bauhaus. Essa nova forma de visão buscava tratar de forma igualitária qualquer tipo de projeto, de um mobiliário a um edifício, de um estudo regional a uma cidade (SOUZA, 2014).

A proximidade da guerra e as contradições entre o movimento nazista e a postura humanista e libertaria, culminou com o fechamento da Bauhaus. Em razão disso, seus professores acabaram migrando para fora da Alemanha, possibilitando a disseminação de suas teorias para o Ocidente.

Walter Gropius parte primeiramente para a Inglaterra em 1934 depois, em 1937, chega aos Estados Unidos. Posteriormente também chegam aos Estados Unidos os principais professores da Bauhaus como: Moholy-Nagy, Albers, Schawnsky, Mies van der Rohe, Hilbersheimer (ARGAN, 2005).

Hearn (2006) destaca a Bauhaus pelo papel importante na formação dos Arquitetos desta época. Nela os alunos eram exigidos em todas as habilidades praticas relacionadas à construção.

[...]A Bauhaus se volta para a regra e para o universal, para tanto propõe um ensino que possibilite ao aluno o desenvolvimento de um conhecimento teórico e instrumental necessário para que este desenvolva qualquer atividade produtiva e criativa com o mínimo de excelência, pois sua formação intenta prover o que há de comum na arte. A Bauhaus aposta na média e não na exceção, daí a necessidade de valores impessoais, encontrados em uma visão pura e no próprio fazer artístico (SOUZA, 2014 p. 42).

Walter Gropius, segundo Domschke (2007), foi o mais influente professor de Arquitetura de sua época, tendo sido também membro ativo e opinativo de uma profissão fortemente influenciada pelos padrões que ele mesmo ajudou a estabelecer

na Alemanha e posteriormente nos Estados Unidos. Por mais de quatro décadas a profissão contou com centenas de seus alunos e centenas de admiradores, e milhares de outros que, sabendo disso ou não, foram afetados por seu exemplo.

[...] um dos principais aspectos de seu trabalho em educação é o entendimento dos perigos inerentes à separação entre cabeça e mão, teoria e prática, trabalhadores intelectuais e braçais, artistas e artesãos. Ele sempre tentou transpor a divisão arbitrária entre os dois extremos, procurando reuni-los para o enriquecimento de ambos (DOMSCHKE, 2007 p.35).

Segundo Souza (2014) ao buscar exercer um papel importante no começo do século XX dentro das artes aplicadas, a Bauhaus foi a responsável pela criação do designer como a conhecemos hoje, um profissional com uma formação artística, ligado à produção industrial e às diversas atividades adjacentes a esta.

Tal fato ainda de acordo com Souza (2014) ocorre como consequência direta da forma como o curso da Bauhaus foi estruturado e dos objetivos de seu programa e nos estatutos formulados posteriormente ao longo de seu funcionamento.

Segundo Domschke (2007) todas as áreas de projeto foram influenciadas por ela como a Arquitetura, o designer de produtos e de mobiliário, a produção e criação de tecidos, utensílios de prata e cerâmica, as artes gráficas, a tipografia, a pintura, a propaganda, fotografia, cinema, cenografia e o bale. Sua influência foi sempre positiva e extrapolou a proporção de suas dimensões, chegando a Europa e Estados Unidos. Foram cerca de quinhentos estudantes que através de publicações, exposições e palestras ocuparam um vazio intelectual, cuja filosofia de Gropius pudesse ser aplicada em Harvard, tornando-a a partir de sua chegada em 1937, proeminência no mundo da Arquitetura.

2.4 ENSINO DE ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL

2.4.1 Os primeiros momentos

Segundo De Los Rios (1978) a criação em Lisboa em 1790, da Academia Real de Fortificação, Artilharia e Desenho acarretou na conversão da Aula de Fortificação

do Rio de Janeiro e posteriormente em 1792, na criação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, que foi a primeira escola oficial de Arquitetura do Brasil.

No Brasil durante todo o período colonial, Sousa (2001) afirma que o ensino de Arquitetura era feito por um mestre e três alunos que repetiam os desenhos de livros clássicos. O curso completo durava 4 anos, mas para ingressar o aluno deveria ter cursado antes, por um período de 2 anos um curso de matemática em uma escola ligada a Marinha.

Os dois primeiros anos do curso, versavam sobre as fortificações e depois a Arquitetura e a Engenharia civil. Até o final do século XVIII, apenas no Brasil, em todo o continente Americano, eram formados engenheiros. Nessa época buscava-se a racionalidade e a economia e caracterizava-se por simplificações das ordens arquitetônicas, pela severidade formal e pela geometrização. Sousa (2001) destaca que ingleses e franceses criticavam a formação portuguesa, por formar engenheiros militares que faziam Arquitetura e não Arquitetos. Diferentemente nos demais países, o ensino acadêmico francês era a referência.

A vinda da Família Real Portuguesa ao Brasil em 1808 trouxe ao país diversas vantagens como a abertura dos portos e a implantação da Biblioteca Nacional e da imprensa. Posteriormente, a vinda da Missão francesa em 1816 chefiada por Joachim Lebreton que a convite da corte portuguesa trouxe ao Brasil entre outros profissionais de diversas áreas o Arquiteto August Henri Victor Grandjean de Montigny. A missão francesa tinha o objetivo de criar no Rio de Janeiro uma escola de Belas Artes.

O edifício da Academia Imperial de Belas Artes foi projetado por Grandjean de Montigny e inaugurado em 1826 e a abertura do curso de Arquitetura foi um ano depois em 1827. As características do curso são citadas no estatuto da Academia.

O estudo da Arquitetura, ou da ciência da arte de edificar, segundo as regras e proporções determinadas, será teórico e prático. O professor ensinará, cronologicamente, a mudança de gostos e estilos que tem experimentado a Arquitetura, desde a sua mais antiga origem até o seu estado florescente, tendo sempre em vista o conhecimento dos diversos modos de Arquitetura adotados pelos gregos e romanos, dos vários mestres dos séculos XV e XVI a exemplo de Vitruvio, que segundo a sua doutrina, compuseram as

diferentes ordens de Arquitetura; mas, para evitar lecionar todo o sistema a este respeito, fará conhecer como ele está sendo coligido, dando somente aos discípulos exemplos extraídos dos monumentos existentes na Grécia e na Itália e as cinco ordens de Arquitetura de Vignola. Passar-se-á depois à aplicação destes diferentes modos às partes dos edifícios, seguindo-se o estudo da construção considerada debaixo de todas as suas relações, isto é, das partes que pertencem à composição, proporção e decoração dos edifícios em geral; e por isso é de grande importância que os discípulos da classe de Arquitetura se apliquem ao desenho de figura e ornatos, para se dirigirem com boa escolha na parte decorativa de suas composições. Destes conhecimentos, reunidos à teoria desta arte, resulta o bom gosto de Arquitetura, observando sempre as regras do referido Vignola (UIA/UNESCO, 1977, apud MONTEIRO, 2007 pg.).

Para Sousa (2001), por determinação da direção de formação portuguesa, a atuação dos professores franceses foi impedida até 1835 quando passou a dominar a academia brasileira. Grandjean de Montigny, por mais de 20 anos foi mestre no curso de Arquitetura. Suas aulas seguiam o modelo acadêmico francês, baseando-se principalmente em Vignola, na antiguidade greco-romana e no classicismo renascentista. Seus alunos dedicavam a maior parte do tempo em desenhar plantas e fachadas de templos gregos, edifícios antigos e detalhes ornamentais (SOUSA, 2001).

Esse tipo de formação já era criticado na Europa que na época já discutia que os Arquitetos deveriam ter um conhecimento sólido sobre tecnologia da Construção e que os estudantes deveriam ter além da capacidade de desenhar, conhecimentos técnicos, administrativos e jurídicos. Mudanças foram feitas no Brasil com a introdução de novas disciplinas, entretanto nenhuma era da área de tecnologia. O conhecimento tecnológico ainda era superficial para os Arquitetos aqui formados (SOUSA, 2001).

Paralelamente aos acontecimentos, a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho foi transformada em Academia Real Militar em 1810. Com a independência do Brasil em 1822 passou a ser denominada de Imperial Academia Militar. Em 1832 novamente mudou o nome para Academia Militar da Corte. Em 1840 passou a ser denominada como Escola Militar e a partir de 1858 de Escola Central do Rio de

Janeiro. Em 1874 transformou-se na Escola Politécnica. Essa sim passou a ser a grande concorrente no ensino de Arquitetura, inclusive com a recomendação por parte de uma comissão de especialistas ao governo imperial, que em razão do desinteresse do ensino acadêmico para com os aspectos científicos por parte da Academia Imperial de Belas Artes deixasse a formação de Arquitetos para a Escola Politécnica que passaria a reforçar o ensino artístico passando a emitir o diploma de Arquiteto separadamente do engenheiro, transformando-se em centro de ensino de qualidade. A Academia de Belas Artes ficou com a formação de artistas desenhistas (SOUSA, 2001).

As novas exigências e mudanças que aconteceram no final do século XIX, que dá início a uma nova ordem mundial com mudanças significativas no Brasil e no mundo. Essas alterações exigiram profissionais com uma formação adequada para atender a um mercado crescente e exigente formado pelo crescente incremento na população urbana em razão de sua saída do campo em busca de moradia e emprego. Essas mudanças aconteceram com o início da República em 1889 e chegam as principais cidades brasileiras do Rio de Janeiro e São Paulo (SOUSA, 2001).

2.4.2 A expansão urbana

No Rio de Janeiro o prefeito Pereira Passos coloca em prática um projeto de remodelação, embelezamento e saneamento que previa a construção de uma faixa de 25 metros para o porto e outra de 40 metros para a construção de uma avenida, além das ligações do porto com o centro e com os bairros vizinhos, a criação da Avenida Central (atual Avenida Rio Branco) que segundo Rezende (1999), ocasionou a remoção da população de baixa renda que vivia na área. Inaugurada em uma primeira fase em 1905 tornou-se ponto de referência para a cidade e local de implantação de edifícios públicos significativos, como o Teatro Municipal e a Biblioteca Nacional. Na década de 1910 a continuação da Avenida Central é feita, em direção aos bairros de população de alta renda como Copacabana e Ipanema pela Avenida Beira Mar.

Paralelamente em São Paulo são feitas obras de saneamento e abastecimento de água para a capital e principais cidades do estado. Inclusive com a canalização do

Ribeirão Anhangabaú e a retificação do Rio Tamanduateí. Outras cidades brasileiras como Recife, Salvador e Santos tem obras urbanas e sanitárias importantes

Em 1910 a Câmara Municipal de São Paulo aprova o projeto de urbanização para o vale do Anhangabaú, dotando São Paulo de uma aparência europeia semelhante ao estabelecido no Rio de Janeiro, segundo Reis Filho (1994).

Outras obras significativas do período são o Largo da Sé com os terminais de coletivos com acesso aos bairros industriais e o Parque Dom Pedro II estabelecendo como uma área de contenção entre o centro e os bairros mais pobres (REIS FILHO, 1994).

A criação, segundo Segawa (1999) em Londres, da empresa *The City of San Paulo Improvements and Freehold Company*, que tinha a finalidade de criar bairros de alto padrão para a população de maior renda, trouxe para a cidade os projetos de bairros como Pacaembu, Jardim América, e Lapa.

Apesar de toda a evolução urbana que acontecia, o ensino de Arquitetura não apresentava mudanças significativas nesse período. A principal mudança foi que no primeiro período, o ensino era público, no entanto durante as duas primeiras décadas do século XX o número de faculdades aumentou significativamente em todo o território nacional (CUNHA, 2004).

A crise vivida pela Academia Imperial de Belas Artes no período anterior a proclamação da República com um grupo denominado modernos, que defendiam uma renovação do modelo acadêmico e os positivistas que pregavam a manutenção do modelo existente, perdurou até que o governo republicano a extinguiu e em seu lugar criou a Escola Nacional de Belas Artes em 1890. Apesar da extinção, os velhos hábitos e padrões da antiga escola permaneceram. A Arquitetura projetada ainda era a cópia de estilos e o ensino baseava-se na cópia de proporções, simetrias e cânones compositivos propostos por Vignola (MONTEIRO, 2007).

Em 1908 de autoria de Adolfo Morales de los Rios y Garcia de Pimentel, foi inaugurado o edifício da Escola Nacional de Belas Artes. O edifício foi construído em estilo clássico onde suas galerias com modelos também clássicos de estatuárias. Havia ainda uma grande coleção de pinturas de autores nacionais e estrangeiros além de um grande número de mobiliários dos séculos XVII, XVIII E XIX (SOUZA, 1978).

Paralelamente ao que acontecia no Rio de Janeiro em São Paulo foi criada em 11 de maio de 1892 a Escola de Engenharia através da lei estadual nº 26. Em 24 de agosto de 1893 também por lei estadual, a de nº 191, foi aprovado o regulamento que

organizava a Escola Politécnica de São Paulo, com cursos de Engenharia Civil, Engenharia Industrial, Engenharia Agrícola. No ano seguinte em 15 de fevereiro a Escola Politécnica de São Paulo foi inaugurada. O edifício onde funcionaria a escola sofreu várias reformas como a criação da Biblioteca da Escola Politécnica de São Paulo, a segunda biblioteca acadêmica da cidade logo depois da biblioteca da Faculdade de Direito do Largo São Francisco.

Segundo Souza (1978), o ingresso na Escola Politécnica de São Paulo era feito por uma prova única para todas as especialidades. Os aprovados faziam um primeiro ano comum e em seguida havia um Curso Geral de dois anos para que posteriormente, cada grupo seguiria sua área de especialização, onde fariam o curso especial de três anos.

Em termos práticos a formação na Politécnica paulista era muito semelhante à da Escola Nacional de Belas Artes no Rio de Janeiro. O uso do Vignola era a regra para os engenheiros-Arquitetos.

Em 1899, ano em que os primeiros engenheiros se formam, a Escola Politécnica de São Paulo mudou para o Edifício Paula Souza onde foi instalado logo após um dos primeiros Gabinetes de Resistência dos Materiais. Por questões econômicas e políticas a Escola Politécnica estava comprometida com o desenvolvimento econômico e a Urbanização do final do século XIX e início do século XX. O ensino e a formação ao Arquiteto-artista deram lugar ao curso de engenheiro-Arquiteto com uma ênfase maior na racionalidade e na construtibilidade dos edifícios (MONTEIRO, 2007).

O curso da Escola Nacional de Belas artes do Rio de Janeiro, segundo Souza (1978) era composto por uma primeira fase de 3 anos com um curso geral, onde os alunos de Arquitetura, pintura, escultura e gravura tinham aulas conjuntas. Eram aulas de Desenho Figurado, Escultura de Ornatos, Geometria Descritiva, Perspectiva, História da Arte, Física e Química aplicada. Havia uma interdisciplinaridade onde os mesmos florões, capiteis, bustos que eram desenhados na disciplina de Desenho Figurado eram também modelados em argila na disciplina de Escultura de Ornatos.

Souza (1978) afirma que na disciplina de Composição de Arquitetura nos primeiros anos eram executados Desenhos em Planta, corte e fachadas de temas fora da realidade como pórticos, pavilhões de caça e fontes. Nos anos finais os temas continuavam com o projeto de uma residência para uma família distinta ou uma torre para a residência de um filósofo numa ilha deserta. Os temas eram repetidos em

praticamente todas as turmas, ao o aluno cabia unicamente a escolha entre os estilos, colonial, espanhol ou inglês. A fonte de inspiração eram as revistas ou o Vignola. Nada era criado apenas copiado. Os alunos desconheciam totalmente nomes como Walter Gropius e a Bauhaus além de Paul Klee, Wasily Kandinsky, Laslo Mohaly.

2.4.3 A semana de Arte Moderna

Em 1922, ano de comemoração do centenário da Independência, na cidade de São Paulo ocorreu uma exposição de pintura, literatura, música, escultura e Arquitetura. A Semana de Arte Moderna tinha inspiração nas vanguardas europeias. Fizeram parte dela os pintores Anita Malfatti, Di Cavalcanti, Vicente do Rego Monteiro e o suíço John Graz. Na escultura Victor Brecheret, na música o compositor Villa-Lobos e diversos escritores como Oswald de Andrade e Menotti del Picchia. A participação da Arquitetura esteve a cargo do espanhol radicado em São Paulo, Antônio Garcia Moya que segundo Brand (1981), tinha sua obra baseada em casas de inspiração mourisca espanhola e que em suas horas livres executava desenhos de inspiração visionária.

Em termos práticos a Semana de 1922 representou o início de uma mudança no pensamento dos novos Arquitetos, como Gregori Warchavchick que em 1925 lançou o manifesto *Acerca da Arquitetura Moderna*. Enquanto isso na Europa acontecia a Exposição de Artes Decorativas de Paris onde Le Corbusier apresentou o Pavilhão de *L'Esprit Nouveau*, uma das primeiras obras com as características da Arquitetura moderna e com a consolidação da Bauhaus de Walter Gropius. (BRUAND, 1981).

Souza (1978) destaca ainda o papel que teve Rino Levi teria na mudança que aconteceria em seguida. Rino Levi, paulista que estudou na Europa, na Academia de Belas Artes de Milão e na Escola Superior de Arquitetura de Roma, onde se formou em, 1926. Rino Levi, em 1925 quando ainda era estudante, publicou no jornal O Estado de São Paulo uma carta com o título de “A Arquitetura e a estética das cidades”. Nela Rino Levi citava as transformações que vivenciava na Europa e dizia que essas transformações deveriam chegar ao país. Essas transformações deveriam ter características próprias e únicas, baseado no clima, natureza e costumes diferentes das cidades europeias (SOUZA, 1978).

Em 1929, Le Corbusier veio ao Brasil pela primeira vez para uma série de palestras em São Paulo e no Rio de Janeiro. Em São Paulo conheceu Gregori Warchavchick e suas obras. Suas palestras tiveram grande repercussão entre os estudantes brasileiros. Enquanto a Escola Politécnica de São Paulo se firmava como um centro de excelência em ensino e pesquisa na área de engenharia a Escola Nacional de Belas Artes do Rio de Janeiro tem forte influência pelos acontecimentos como a Semana de Arte Moderna de 1922 e a vinda de Le Corbusier ao Brasil. Esses fatos colaboraram para as mudanças que se seguiriam no seu ensino de Arquitetura (MONTEIRO, 2007).

A todos esses fatos e transformações, somados a situação social e política que o país e o mundo atravessava, ocasionou por parte dos estudantes da Escola Nacional de Belas Artes uma greve geral, liderada por Luiz Nunes. Os alunos exigiam a troca do seu diretor, José Mariano Filho e dos professores e seus métodos arcaicos.

O mundo havia entrado em uma crise econômica com a quebra da Bolsa de Nova York, na desvalorização do preço do café nos mercados internacionais. A situação política no Brasil era grave ocorreu a Revolução de 30 e a posse de Getúlio Vargas. Dentre as medidas por ele tomadas estavam a nomeação de interventores para os governos estaduais e a criação de ministérios como o da Educação e Saúde. Com a posse de Getúlio Vargas e em razão da insatisfação com o que acontecia na Escola Nacional de Belas Artes, Lucio Costa foi nomeado em dezembro de 1930 para a sua direção. Lucio Costa afastou os antigos docentes e contratou professores alinhados com a arte moderna (SEGAWA, 1999).

Francisco Campos, o Ministro da Educação elaborou e o presidente Getúlio Vargas decretou, o Estatuto das Universidades Brasileiras. O Decreto nº 19851 de 11 de abril de 1931, que determinava que o Brasil adotara de preferência o sistema universitário, mas ainda assim poderia coexistir com institutos isolados (MONTEIRO, 2007).

2.4.4 O ministro Gustavo Capanema

Em 1934 assume o Ministério da Educação e Saúde Gustavo Capanema, responsável pela construção do edifício do Ministério da Educação e Saúde, projetado por Lucio Costa. Gustavo Capanema foi o responsável pela chamada Universidade

padrão, escolas modelos e pela implantação dos currículos mínimos obrigatórios para todos os cursos (SEGAWA, 1999).

Entre esses novos professores estavam Gregori Warchavchik, Alexander Buddeus e Affonso Eduardo Reidy. Emilio Baumgarten foi chamado para a área de Estruturas, Felipe dos Santos Reis para a área de Resistencia dos Materiais, Mello e Souza para a área de Cálculo Integral e Edson Passos para Materiais de Construção. Começou aí uma grande reforma que deveria atingir também os programas das disciplinas. Lucio Costa avaliava que uma reforma era necessária e que:

[...] visará aparelhar a escola de um ensino técnico-científico tanto quanto possível perfeito, e orientar o ensino no sentido de uma perfeita harmonia com a construção. Os clássicos serão estudados como disciplinas; os estilos históricos como orientação crítica e não para aplicação direta (COSTA, 1995, p. 68).

Essa mudança aconteceu inicialmente nos primeiros anos do curso e os temas mudaram para Casa mínima, postos de gasolina, grupos escolares, equipamentos para cozinhas e banheiros. Segundo Souza (1978), passou-se a estudar a função e o funcionamento daquilo que era projetado. Monteiro (2007) afirma que esses temas eram os mesmos propostos por Le Corbusier em sua passagem pela América do Sul.

Outra situação inovadora foi que os estudantes passaram a estagiar em escritórios de Arquitetura e em obras. Com estas significativas mudanças nomes importantes da Arquitetura brasileira do século XX se formaram como: Oscar Niemeyer, Carlos Leão, Luiz Nunes, Jorge Moreira e Alcides da Rocha Miranda.

Apesar da importância das medidas tomadas, Lucio Costa foi exonerado do cargo de diretor da Escola Nacional de Belas Artes por uma intervenção do Conselho Universitário em solicitação dos professores da própria Escola Nacional de Belas Artes que eram contra as decisões e reformulações por ele tomadas. Em seu lugar tomou posse Archimedes Memória que ficou no cargo até 1937 (SANCHES, 2005 apud MONTEIRO 2007).

A saída de Lucio Costa não interrompeu as mudanças na grade curricular da Escola Nacional de Belas Artes, Monteiro (2007) mostra que foram inseridas disciplinas de Prática Profissional e Organização do Trabalho. Houve uma divisão maior na disciplina de Composição de Arquitetura que passou a ter quatro segmentos

contra três anteriores, com dois desses destinados a temas de Pequena Composição e dois de Grandes Composições de Arquitetura. Novas discussões foram inseridas como o saneamento das cidades, noções de urbanismo aliado ao paisagismo. Para a conclusão do curso seriam necessários pelo menos 6 anos.

Um fato importante citado por Monteiro (2007) é a regulamentação das profissões liberais de engenheiro, Arquiteto e agrimensor, em 1933 através do Decreto nº 23569 promulgado pelo presidente Getúlio Vargas. Foram instituídos também os Conselhos Federal e Regional de Engenharia e Arquitetura.

As transformações empreendidas por Lucio Costa mudaram os caminhos da Arquitetura brasileira nos anos seguintes. Obras importantes surgiram nessa década como o edifício do Ministério da Educação e Saúde coordenado pelo próprio Lucio Costa e que inaugurado em 1945 é uma das obras mais significativas e emblemáticas da Arquitetura brasileira. A sede da ABI - Associação Brasileira de Imprensa realizada em 1936 pelos irmãos Marcelo e Milton Roberto. E o pavilhão do Brasil para a feira Internacional de Nova York de autoria de Lucio Costa e Oscar Niemeyer (BRUAND, 1981).

O ensino superior crescia e em 1934 foi criada em São Paulo a Universidade de São Paulo por iniciativa do governador Armando de Salles Oliveira. A Universidade era baseada na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Outra iniciativa de Gustavo Capanema foi a criação da Universidade do Brasil, criada em 1937 no Rio de Janeiro a partir da Universidade do Rio de Janeiro que em 1920 fora resultado da reunião de diversas faculdades isoladas existentes na época. A Universidade do Brasil tinha como objetivo maior ser um modelo para ser seguido no restante do país para o Ensino superior e que a Universidade de São Paulo também deveria seguir, como uma tentativa de manter um controle por parte do Estado da qualidade do ensino superior (MONTEIRO, 2007).

2.4.5 Os anos 40

A década de 40 foi marcada pela II Guerra Mundial. No Brasil deu-se início a um movimento pela redemocratização. Em 1945, Getúlio Vargas foi deposto e após as eleições assumiu a presidência Eurico Gaspar Dutra que governou. Sua

presidência foi marcada por uma Assembleia Constituinte que promulgou uma Constituição mais democrática.

A década de 40 segue com importantes edifícios sendo construídos e já com as características da Arquitetura moderna presente, como o Aeroporto Santos Dumont (1945) e o edifício de Resseguros do Brasil, projetos de autoria dos irmãos Marcelo e Milton Roberto, a Estação de Hidroaviões de Atílio Correa Lima e a casa Hungria Machado de Lucio Costa entre outros (BRUAND, 1981 e MONTEIRO, 2007).

Mas entre tantos que surgiram anteriormente, foi Oscar Niemeyer que elevou a Arquitetura brasileira a um patamar superior. Após projetar o Grande Hotel de Ouro Preto, Oscar Niemeyer conheceu autoridades mineiras como o então prefeito de Belo Horizonte, Juscelino Kubitscheck que o contrata para o projeto de um novo bairro na capital, as margens de um lago artificial, esse era o projeto da Pampulha. Nesse projeto Oscar Niemeyer projetou um dos mais importantes conjuntos de edifícios da Arquitetura brasileira, composto pelos edifícios do Iate Clube, da Casa de Baile, do Cassino, da Igreja de São Francisco, de um hotel (que não chegou a ser construído) e de uma residência de fim de semana para Juscelino Kubitscheck (BRUAND, 1981).

Em setembro de 1945 Lúcio Costa publicou na Revista do Diretório Acadêmico da Escola Nacional de Belas Artes, o artigo “Considerações sobre o ensino da Arquitetura”. Lúcio Costa dizia no texto que os Arquitetos deveriam ter uma sólida formação técnico-científica, mas tinham que ter a consciência de que a Arquitetura ainda continuava sendo, como no passado, fundamentalmente artes plásticas (COSTA, 1962). Lucio Costa acreditava que ao elaborar o programa necessário para uma escola de Arquitetura o reconhecimento da Arquitetura como arte deveria ser o ponto de partida.

[...] desde a germinação do projeto até a conclusão da obra realizada, o sentimento é seguidamente chamado a intervir, a fim de escolher livremente – dentro dos limites extremos determinados pelo cálculo, preconizados pela técnica, condicionados pelo meio ou impostos pelo programa, - a forma plástica adequada. É arte erudita quando semelhante opção se faz conscientemente, e popular quando ela se processa de forma inconsciente, - razão por que tanto num caso como noutro a qualidade plástica pode estar presente (COSTA, 1962, p. 111).

Para Lucio Costa, Arquitetura embora sendo arte, também é construção, e para tanto o Arquiteto deveria ter em sua formação o conhecimento técnico. E, propor essa união entre arte e conhecimento técnico formulou a seguinte definição para Arquitetura:

[...] construção concebida com uma determinada intenção plástica, em função de uma determinada época, de um determinado meio, de um determinado material, de uma determinada técnica e de um determinado programa (COSTA, 1962, p. 113).

Lúcio Costa questionava na época o que os estudantes de Arquitetura deveriam conhecer, de que forma as soluções arquitetônicas resolveram esses problemas da construção no passado. A seguir no presente, como poderia resolver os mesmos problemas da construção ou outros que fossem a eles apresentados. Para Lúcio Costa a composição arquitetônica era a principal atividade do Arquiteto. Todas as disciplinas do curso de Arquitetura deveriam ter como foco e função principal subsidiar essa atividade.

Esse pensamento de Lucio Costa estava em conformidade com o que Walter Gropius já em 1939 abordava na formação prática dos Arquitetos. Gropius (1977) afirmava a necessidade da experiência adquirida no processo de construção.

[...] O livro e a prancheta não podem substituir a valiosa experiência na oficina e no canteiro. Por isso é preciso que a experiência esteja desde o início unida à formação e não seja meramente acrescentada mais tarde, após o término de uma formação acadêmica. [...] Sem dúvida a separação total entre formação científica e conhecimento acadêmico isolou o Arquiteto da obra durante o desenvolvimento da era técnica. A vinculação correta entre formação científica e prática é um problema crucial no nosso sistema de ensino (GROPIUS, 1977).

O 1º Congresso Nacional de Arquitetura aconteceu em 1944, e sua recomendação para o ensino de Arquitetura foi a da criação de novas Faculdades de Arquitetura dentro das Universidades e sem o vínculo das Escolas de Engenharia

(ABEA, 1978). O IAB - Instituto de Arquitetos do Brasil apoiou e incentivou a criação dessas novas faculdades de Arquitetura dentro das Universidades.

Em 1945 pelo decreto lei nº 7918 de 31 de agosto que dispôs sobre a organização da Faculdade Nacional de Arquitetura e sua separação da Escola Nacional de Belas Artes. Essa mudança permitiu a inserção de novas disciplinas como Arquitetura no Brasil, Geometria Descritiva, Perspectivas e Sombras, Composição Decorativa, Modelagem e História da Arte e Estética. As demais disciplinas permaneceram inalteradas. Eram agora 23 disciplinas distribuídas nos 5 anos de curso (SANCHES, 2005). Um novo curso de dois anos foi criado e era destinado a Arquitetos e engenheiros, e lhes conferia o título de urbanistas (MONTEIRO, 2007).

A Faculdade de Arquitetura Mackenzie foi originada da Escola de Engenharia Civil do Mackenzie, fundada em 1896. A partir de 1917 começou o curso de engenheiros-Arquitetos e teve como professor Christiano Stockler das Neves, Arquiteto com formação americana. Em 1947 foi criada por Decreto Federal de nº 23275 de 7 de julho de 1947 a Faculdade de Arquitetura Mackenzie, primeira escola autônoma no Estado de São Paulo (MACKENZIE, 1997).

Em 1948 na Escola Politécnica de São Paulo semelhante ao processo da Faculdade de Arquitetura Mackenzie, era criada a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo como desmembramento do curso de engenheiro-Arquiteto da Escola Politécnica de São Paulo como consequência ainda do 1º Congresso Nacional de Arquitetura. Seu currículo foi adequado ao padrão da Faculdade Nacional de Arquitetura.

Apesar da importância Internacional adquirida pela Arquitetura moderna brasileira as Escolas brasileiras de Arquitetura somente aderiram a ela após o final da II Guerra Mundial em 1945 quando os principais postos de direção passaram a ser ocupados por Arquitetos ligados ao Movimento Moderno (MONTEIRO, 2007).

2.4.6 Juscelino Kubitschek e Brasília

Um dos primeiros acontecimentos importantes da década de 50, foi a volta de Getúlio Vargas ao poder em 1951 e a eleição em 1955 de Juscelino Kubitschek. O lançamento do seu Plano de Metas em 1956 com o tema cinquenta anos de desenvolvimento em cinco anos de governo. Seu Plano de Metas tinha

desdobramentos nas áreas de energia, transporte, alimentação, indústrias de base e a construção de Brasília com a mudança da capital federal.

Para a construção da nova capital federal, Juscelino Kubitschek criou a NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital. Para seu projeto foi realizado um concurso de Arquitetura vencido por Lucio Costa com seu Plano Piloto que representava a síntese do pensamento arquitetônico moderno. Lucio Costa definia seus principais pontos como:

1º - Conquanto criação original, nativa, brasileira, Brasília – com seus eixos, suas perspectivas, sua ordonnance – é de filiação francesa. Inconsciente embora, a lembrança amorosa de Paris esteve sempre presente. 2º - Os imensos gramados ingleses, os lawns da minha meninice, - é daí que os verdes de Brasília provêm. 3º - A pureza da distante Diamantina dos anos vinte marcou-me para sempre. 4º - O fato de ter então tomado conhecimento das fabulosas fotografias da China de começo de século (1904+-) – terraplenos, arrimos, pavilhões com desenhos de implantação – contidas em dois volumes de um alemão cujo nome esqueci. 5º A circunstância de ter sido convidado a participar, com minhas filhas, dos festejos comemorativos da Parson School of Design de Nova York e de poder então percorrer de “Greyhound” as autoestradas e os belos viadutos padrão de travessia nos arredores da cidade. 6º - Estar desarmado de preconceitos e tabus urbanísticos e imbuído da dignidade implícita do programa: inventar a capital definitiva do país (COSTA, 1995, p. 282).

A meta da educação dentro do Plano de Juscelino Kubitschek buscava formar técnicos e poucos resultados no ensino básico. Já no ensino superior seu governo estimulou a criação de novos cursos na área de administração para subsidiar a modernização do estado (MONTEIRO, 2007).

Novos cursos de Arquitetura foram criados como a Faculdade de Arquitetura da Universidade do Rio Grande do Sul originada do Instituto de Belas Artes em 1952 e a Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia oriunda da Escola de Belas Artes da Bahia e a Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal de Pernambuco, as duas em 1959. Paralelo a isso na segunda Metade da década de 1950, novos encontros nacionais foram realizados buscando melhorias no ensino de

Arquitetura. Esses encontros tiveram o apoio do IAB contando com a participação estudantes e professores dos cursos de Arquitetura (MONTEIRO, 2007).

A década de 50 marca também uma nova discussão dentro das Faculdades de Arquitetura, como a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAU-USP onde buscava-se a consolidação da sua autonomia. Segundo Zanettini (1980), queria-se uma escola “dirigida e professada por Arquitetos”, ele afirmava ainda que a FAU-USP seguia ao mesmo tempo o chamado “mundo politécnico”, estruturado, matemático e rígido e o “mundo artístico”, descontraído, acadêmico e sensível. Os novos professores, Joao Batista Vila Nova Artigas e Carlos Milan criaram as discussões a respeito dos problemas sociais do país (ZANETTINI, 1980).

João Batista Vila Nova Artigas criticou o ensino de Arquitetura através do o artigo “Rumos para o ensino da Arquitetura”, publicado pelo Departamento de Ensino do Grêmio da FAU-USP. Esse artigo critica a separação entre a realidade profissional e o que os cursos apresentavam aos alunos. Esse é um problema que constantemente volta a ser discutido pelas escolas atuais no momento de reavaliar seus programas pedagógicos.

Artigas busca fora das escolas a causa desses problemas.

[...]. Não cabe às escolas e à sua melhor ou pior organização a culpa de tudo o que acontece. Antes, pelo contrário, a escola é, igualmente vítima. Ela prepara o profissional, segundo um padrão definido pela experiência universal dos Arquitetos; padrão definido dentro de graus de desenvolvimento econômico e social, ainda não de todo atingido entre nós. Prepara técnicos e artistas que, sobre atenderem os aspectos mais imediatos dos problemas construtivos, ainda o fazem encaminhado as soluções para aquelas formas que culturalmente lhes parecem mais aceitáveis ou justificáveis; técnicos e artistas que exercem, com critérios científicos, as ligações entre as necessidades práticas e a vida cultural – nos seus aspectos de atualidade e de história; o Arquiteto comunica às soluções primárias de construção uma expressão nova, elaborada em função das ideias vigentes na sociedade. A construção é quantidade, a Arquitetura é qualidade (ARTIGAS, 1986, p. 84).

A década de 60 começa com a inauguração de Brasília em 21 de abril de 1960. O plano Piloto de Lucio Costa foi completado com os edifícios públicos projetados por Oscar Niemeyer, como o Palácio da Alvorada, o Congresso Nacional, o Palácio do Planalto, o Ministério do Exterior, A Catedral de Brasília, o Ministério da Justiça, e o Teatro Nacional entre outros. Esse conjunto foi responsável em 1987 por Brasília ter sido considerada Patrimônio da Humanidade.

Críticas a Brasília foram feitas como as de Frampton (1997) como a questão da monumentalidade isolada do centro governamental e o restante da cidade como já ocorrera em Chandigarh em 1951.

É como se os princípios míticos do Humanismo europeu, do modo como foram reinterpretados nas obras das últimas fases de Le Corbusier, houvessem determinado a estrutura de Brasília com consequências infelizes, pelo menos do ponto de vista do acesso. Brasília emergiu como duas cidades: a cidade monumental do governo e dos altos negócios, para a qual os burocratas se deslocavam a partir do Rio por via aérea, e a “cidade dos barracos”, ou das favelas, cujos habitantes serviam ao “esplendor” da cidade alta. Mesmo dentro de seus próprios limites, Brasília (...) era uma cidade dividida em zonas diferentes conforme a estrutura de classe. Contudo, à parte a evidente desigualdade social reforçada por semelhante distribuição, Brasília também produziu resultados formalistas e repressivos no nível da sua própria representação. A esse respeito, pode-se argumentar que o trabalho de Le Corbusier em Chandigarh prenunciou um ponto crítico da própria carreira de Niemeyer, cuja obra se tornou, nitidamente, cada vez mais simplista e monumentalista depois da publicação dos primeiros esboços para Chandigarh (FRAMPTON, 1997, p. 312).

Foi uma década pródiga com relação à situação política do Brasil. Jânio Quadros foi eleito em 1961 e terminou renunciando com apenas 7 meses de governo. Assumiu seu vice-presidente João Goulart, que em 1964 foi deposto através de um golpe militar, que entre viria a implementar os Atos Institucionais que garantiam ao Executivo o poder sobre o Legislativo. A sociedade civil perdeu seu poder de decisão. O governo criou um sistema repressivo, perseguindo opositores, intervindo nas universidades. Reprimindo todas as atividades culturais e políticas. Ao governo coube

criar os mitos de eficiência e do modernismo, mas que não tinham o respaldo real. (PEREIRA, 1997)

O país necessitava crescer através da criação de indústrias de base como ferro, e aço entre outros. Para tanto o governo investiu na produção de energia elétrica, transporte e na própria urbanização das cidades. Segundo Monteiro (2007) os recursos para isso vieram de setores como a educação. Ao mesmo tempo em que retirava esses recursos da educação a viabilização destes investimentos necessitava de mão de obra especializada e qualificada o que ocasionou um aumento expressivo do número de candidatos as poucas vagas. Segundo dados da UIA / UNESCO (1977, apud MONTEIRO, 2007) o número de alunos em 1960 era de 93.202 enquanto o de professores era de 21.064. Em 1970 esse número mudou para 425.478 alunos enquanto o de professores foi de 54.389.

Em 15 de dezembro de 1961 foi criada pelo decreto lei nº 3.998 a Universidade de Brasília. A UNE, como cita Favero (2006), propunha a autonomia universitária, a participação dos alunos e professores na administração das universidades, o regime de trabalho integral para os professores, maior flexibilidade na organização dos currículos dos cursos e o aumento do número de vagas nas escolas públicas.

2.4.7 O regime militar e a ditadura

O Regime Militar em razão desta situação buscou modificar os rumos da universidade brasileira através de convênios e planos como: o Plano de Assistência Técnica Estrangeira, com os acordos MEC/USAID; em 1966 o Plano Atcon; em 1968 o Relatório Meira Matos e em 1969 a reforma do Ensino Superior a partir do Grupo de Trabalho do Ministério da Educação e da Cultura.

O acordo MEC/USAID, segundo Favero (2006):

[...] a intervenção da USAID na América Latina se processa de modo integrado, nos anos 60, em várias áreas e sob três linhas de atuação: assistência técnica; assistência financeira, traduzida em recursos para financiamento de projetos e compra de equipamentos nos EUA, além da assistência militar, concretizada pela vinda de consultores militares norte-americanos ao Brasil e do treinamento de militares brasileiros nos Estados Unidos, assim como do fornecimento de equipamentos militares (FAVERO, 2006 p. 54):

O Plano Atcon, ainda de acordo com Favero (2006), a partir de um trabalho realizado pelo consultor norte americano Rudolph Atcon para a Diretoria de Ensino Superior do Ministério da Educação e Cultura, preconizava a implantação de uma nova estrutura administrativa para as universidades baseada num modelo cujos princípios básicos deveriam ser o rendimento e a eficiência. Entre seus principais objetivos, destaca Graeff (1985) estavam: criar um organismo centralizador, com o intuito de desenvolver uma filosofia educacional única; transformar em privadas as universidades estatais; eliminar a interferência estudantil na administração das universidades; cobrar matrículas crescentes por um período de dez anos, tornando o ensino superior rentável e colocar administradores em sua direção, de forma a que universidade fosse gerida segundo modelos empresariais.

O Regime Militar criou em 1967 uma comissão especial, presidida pelo General Meira Matos que tinha por objetivo:

Com a proposta de fortalecer o princípio de autoridade dentro das instituições de ensino, pretendiam (...) instaurar no meio universitário o recurso da intimidação e da repressão. Tal recurso é implementado plenamente com a promulgação do Ato Institucional nº 5 (AI-5), de 13 de dezembro de 1968, e com o Decreto-lei nº 477, de 26 de fevereiro de 1969, que definem infrações disciplinares praticadas por professores, alunos e funcionários ou empregados de estabelecimentos públicos ou particulares e as respectivas medidas punitivas a serem adotadas nos diversos casos (FAVERO, 2006, p. 32).

Para coibir os movimentos estudantis que pleiteavam um número maior de vagas nas universidades públicas o Regime Militar criou um Grupo de Trabalho, ligado ao Ministério da Educação que deveria propor as mudanças necessárias para acabar com a chamada Crise da Universidade (MONTEIRO, 2007).

Dentre as conclusões a que esse grupo chegou, estava o aumento no número de vagas, o que era realmente necessário, assim como ansiavam os estudantes, porém os níveis inferiores de ensino também deveriam ser ampliados e melhorados a um nível inclusive acima do ensino superior. Fora adotada, em razão disso, uma série de medidas que entraram em vigor: a departamentalização, a matrícula por disciplina, a criação do sistema de matrícula pelo número de créditos, a instituição do curso

básico, o vestibular unificado e a fragmentação do grau acadêmico da graduação, com a definição de cursos de menor duração e o correspondente parcelamento da habilitação a que o curso completo conferia (MONTEIRO, 2007).

Tais medidas eram necessárias para a melhoria da estrutura e da infraestrutura existente. Dessa forma, a departamentalização era uma das formas para diminuir os custos, já que num mesmo departamento eram concentradas as disciplinas afins, que eram ofertadas a diversos cursos sem o correspondente aumento do número de professores. Da mesma forma a oferta de “cursos básicos” também seria uma forma de reduzir custos já que aproveitaria a ociosidade de alguns cursos. Na prática, todas as medidas adotadas tinham como objetivo ampliar o acesso da população ao ensino superior, sem aumentar as despesas do Regime Militar com a educação. Em razão destas mudanças a criação de cursos pela iniciativa privada apresentou um crescimento significativo, que até então não acontecia (PINTO, 1989).

Em 1962, foi criado o curso de Arquitetura da Universidade de Brasília que tinha a coordenação de Oscar Niemeyer. Várias foram as inovações deste curso e desta Universidade no tocante ao trabalho dos Arquitetos, como a criação do CEPLAN – Centro de planejamento, que em razão de todo corpo docente ter um regime de trabalho de tempo integral, era por eles operado e tinha a responsabilidade de projetar e acompanhar as obras no próprio campus da UnB. Todas essas atividades eram ligadas as pesquisas desenvolvidas pelos próprios professores (UIA/UNESCO, 1977, apud MONTEIRO, 2007).

Foram criados também nesta década, em 1961 o curso de Arquitetura da Universidade Federal do Paraná, em 1964 o da Universidade Federal do Ceará e em 1965 os cursos da Universidade Católica de Goiás e da Universidade Federal do Para.

Também em 1961, com projeto de Joao Batista Vila Nova Artigas foi inaugurado o edifício da Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo, que segundo Monteiro (2007), materializava o pensamento dos Arquitetos paulistas sobre como deveria ser o espaço necessário ao ensino de Arquitetura.

Pinto (1989) destaca que a reforma curricular empreendida em 1962 na FAU – USP, colocou o ateliê de projeto de Arquitetura como a estrutura principal do curso, possibilitando que nele os alunos poderiam ter: o aprendizado e o domínio das formas de representação e expressão gráfica; serem iniciados nos valores plásticos e estéticos ao mesmo tempo em que eram desenvolvidas suas capacidades criadoras simultaneamente ao seu conhecimento construtivo; desenvolvida as suas

capacidades de pesquisa e planejamento, através de problemas reais de Arquitetura e urbanismo como aqueles que enfrentariam nas suas atividades profissionais (PINTO, 1989). Esse também um argumento da tese aqui apresentada e que sempre norteou o ensino de Arquitetura.

O mesmo autor destaca que os trabalhos nos dois primeiros anos deveriam ser práticos visando a que o aluno compreendesse essa nova linguagem. Os temas deveriam ter aspectos que permitissem a compreensão e as implicações de ordem construtiva. A partir do 3º ano os temas tinham duas características: primeiramente a partir de uma estruturação horizontal através de trabalhos individuais e posteriormente os chamados trabalhos verticais que eram desenvolvidos com a participação dos alunos das turmas dos últimos anos.

No interior dos ateliês, os alunos deveriam ter suas habilidades, que se imaginavam natas em estudantes de Arquitetura, exponencialmente desenvolvidas. Dessa forma, a síntese do conhecimento arquitetônico, que o estudante deveria realizar por si e a seu modo, dar-se-ia num momento mágico, num instante criativo que, condensado no desenho se transfiguraria em obra, melhor dizendo, na verdadeira Arquitetura (MONTEIRO, 2007 p.93).

A FAU – USP entraria em crise com o regime militar como cita Zanettini (1980): turmas grandes, mas a prática didática aplicada era para grupos pequenos e principalmente a contratação de professores sem a menor experiência didática.

Uma das bandeiras levantadas por professores, alunos e diretores em encontros que discutiam os rumos do ensino de Arquitetura no Brasil era a implantação de um currículo Mínimo para todas as escolas brasileiras de Arquitetura. E durante o III Encontro de Diretores, professores e estudantes de Arquitetura realizado em São Paulo em 1962 foi delineado um projeto para esse Currículo Mínimo.

Segundo Santos Junior (2001), o Currículo Mínimo propunha que o curso teria duração de 5 anos; que a disciplina de Composição, dedicada ao Projeto Arquitetônico deveria ter 50% da carga horária do curso; o estudo teórico das disciplinas científicas como Matemática, Mecânica, Resistência dos Materiais, Estabilidade das Construções, Sistemas Estruturais, Estudos de Técnica de Construção, Materiais de Construção, Física aplicada, Topografia e Higiene deveria ter uma aplicação direta nos projetos desenvolvidos; Deveriam ter ainda matérias teóricas que permitiam uma

melhor compreensão das atividades e necessidades humanas como Economia e Sociologia, história da Arquitetura, Evolução Urbana, Teoria da Arquitetura e do Planejamento; e finalmente matérias ligadas a Prática profissional como Legislação, Organização do Trabalho e Ética profissional.

Tal iniciativa foi acolhida e encampada pelo Conselho Federal de Educação através do Parecer nº 336 de 1962. Essa conquista é citada por Graeff (1985) como um dos grandes avanços do ensino de Arquitetura no Brasil, que até aquele momento viviam ainda a realidade do modelo da antiga Faculdade Nacional de Arquitetura da Universidade do Brasil.

A repressão imposta pelo regime militar mudou tudo e atingiu as universidades e o ensino de Arquitetura e Urbanismo. Foram feitas prisões de estudantes e professores, outros professores foram cassados ou compulsoriamente aposentados e todo o processo de mudanças e avanços que ocorria nas mais importantes escolas do país fora interrompido (INEP, 2010).

A repressão iniciada em 1964 expurgou da Universidade Brasileira centenas de estudantes e docentes, se não os mais competentes pelo menos aqueles que lutavam mais consequentemente pelas reformas necessárias ao aperfeiçoamento do ensino. Na área de Arquitetura, talvez aquela que revelara maior vitalidade inovadora entre 1956 e 1962, a política repressiva definiu-se com muita clareza: foram mais profundamente feridas as escolas da UnB, da URGS, da USP e da UMG, exatamente onde o processo de mudanças curricular e metodológico se encontrava mais desenvolvido. Caracterizou-se, em todos os casos, como subversão às tentativas de mudar as estruturas e os métodos de ensino (GRAEFF, 1983, p. 23).

A Reforma Universitária de 1969 que buscava ampliar o número de alunos sem os custos inerentes a esse aumento foi utilizado pelo Regime Militar para a criação de um novo Currículo Mínimo que alterava o criado em 1962.

Através do parecer nº 384/64 elaborado por uma comissão especial coordenada por Clovis Salgado e relatado por Celso Kelly avaliava as condições que deveriam nortear a formação dos Arquitetos:

A leitura do parecer é reveladora pois, ao mesmo tempo que advogava alguns preceitos da Arquitetura moderna, deixava subentendido prevenções no que dizia respeito às preocupações e envolvimento sociais dos Arquitetos e, amplamente apregoadas pelos principais seguidores daquele movimento. A impressão geral deixa transparecer que os relatores reduziam o entendimento da Arquitetura moderna a uma questão estética, e a atividade de projeto, como uma atividade artística (MONTEIRO, 2007 p.96).

As principais medidas implantadas nesta reforma tinham por objetivo atrair grupos empresariais interessados no setor educacional.

A implantação da Reforma Universitária no auge repressivo da ditadura militar, aliada ao descaso e à omissão dos órgãos governamentais com a manutenção de padrões de qualidade adequados, acabou por transformar o ensino superior em produto mercadológico controlado por empresas educacionais. As condições políticas em que esse processo ocorreu, com a supressão das liberdades democráticas, contribuíram efetivamente para a ruptura da interlocução da universidade com a sociedade, comprometendo a formação acadêmica e profissional de gerações de estudantes (INEP, 2010 p.70).

Embora não seja essa reforma objeto desse trabalho é interessante verificar algumas conclusões de Monteiro (2007) sobre o currículo mínimo adotado pelo regime militar. Quanto aos componentes da Comissão Especial e os conselheiros consultados para a elaboração do currículo mínimo:

Auxiliaram o relator, os conselheiros Flávio Suplicy de Lacerda e Tharcisio Damy de Souza Santos. O primeiro, era formado em engenharia civil, foi reitor, na década de 1950, da Universidade Federal do Paraná; foi também, entre 1964 e 1966 Ministro da Educação e Cultura do governo do General Humberto Castelo Branco e, sancionou a lei nº 4.464/1964 que dispunha sobre os órgãos de representação dos estudantes. Conhecida como a lei Suplicy proibia as atividades políticas nas organizações estudantis, além de definir a

regulamentação destas entidades. O segundo conselheiro, Tharcisio Damy de Souza Santos, formou-se engenheiro civil pela Escola Politécnica de São Paulo, sendo seu diretor entre os anos de 1962 a 1968. Quanto ao coordenador da Comissão Especial, Clóvis Salgado, era formado em medicina, foi vice-governador de Minas Gerais na gestão Juscelino Kubitschek e seu Ministro da Educação e Cultura. Celso Kelly, o relator, era professor e redator da coluna social dos jornais A Manhã e A Noite. Em 1966 foi obrigado a renunciar à presidência da Associação Brasileira de Imprensa – ABI, face ao seu envolvimento com o Regime Militar. Nessa ocasião, passou a ocupar a diretoria do Departamento Nacional de Educação do Ministério da Educação e Cultura (MONTEIRO, 2007 p101).

Nenhum destes nomes citados atuava na área de Arquitetura, o Currículo Mínimo por eles elaborado e imposto pelo Regime Militar em 1969 e que vigorou até 1994 foi um retrocesso aos anseios e acontecimentos anteriores a 1964, em vários aspectos e sob vários ângulos, que segundo Monteiro (2007): colocou um fim as discussões sobre os rumos adotados para o ensino de Arquitetura no Brasil, culminando com uma Arquitetura não mais comprometida com as mudanças do país; O currículo mínimo possibilitou que qualquer instituição privada que observasse o seu roteiro poderia conseguir autorização para abertura de um curso de Arquitetura.

O Brasil vivia na década de 70, com o General Emilio Garrastazu Médici mais um governo do Regime Militar. O Regime Militar continuava com sua política de repressão aos que discordavam e se opunham a ele. Havia tortura, perseguição política, exílio e pessoas desaparecidas. O mundo vivia um momento de crescimento econômico e no Brasil criava-se o mito do “Milagre Brasileiro” que o deixaria em condições econômicas próximas as das grandes potências. O Brasil passou por construções como a Transamazônica, a Ponte Rio Niterói e a Usina de Itaipu. O país se endividou junto aos Bancos Internacionais o que nas décadas seguintes seria uma das causas das dificuldades econômicas que o país enfrentou.

Em 1974 assume a presidência da República outro general, Ernesto Geisel. A economia mundial entra em recessão, causada principalmente pela crise do petróleo. O Brasil sofre com a falta de empréstimos internacionais e o aumento de sua dívida externa (MONTEIRO 2007). No final dessa década, em 1978, o presidente Ernesto

Geisel revoga o AI-5 iniciando um processo lento que culminaria na volta a democracia ao país alguns anos mais tarde.

O ensino de Arquitetura no país vivia uma situação tão difícil como a de qualquer outro setor no país. Suas publicações específicas como descreve Graeff (1985),

[...] a Revista Módulo de Oscar Niemeyer tem sua redação invadida, seus moveis destruídos, seus arquivos queimados e seus redatores presos e maltratados. Arquitetura-AD, Habitat, Acrópole e dezenas de outras publicações, cadernos de estudos, boletins estudantis são lentamente liquidados pelo clima de intolerância e terrorismo instalado no país e, especialmente nas universidades. Por volta de 1971 não se encontrava em circulação no Brasil nenhum periódico especializado em Arquitetura (GRAEFF, 1985 p.78).

Santos Junior (2001) em seu trabalho, mostra que a área de Arquitetura e Urbanismo foi a que mais cresceu no país na década de 1960. No início dos anos 1970 criaram-se vários cursos de Arquitetura e Urbanismo, dentre eles em 1971 Brás Cubas em Moji das Cruzes e a de Santos; em 1972 a Gama Filho no Rio de Janeiro e o curso da Universidade Federal Fluminense em Niterói; em 1973 o da Universidade Federal de Pelotas (ABEA, 1978).

De acordo com Santos Junior (2001) haviam, no Brasil, em 1974, 30 escolas de Arquitetura e Urbanismo. Apenas 14 pertenciam a Universidades Federais 15 eram particulares e 1 era Estadual. Essas escolas estavam localizadas principalmente na região Sul, Sudeste e Nordeste. O estado de São Paulo concentrava a maioria delas, com 8 cursos.

Segundo Zanettini (1980) as novas escolas surgidas na década de 1970 limitaram-se a repetir os modelos existentes e que a melhor experiência no ensino de Arquitetura ainda permanece com as escolas pioneiras, criadas até 1962.

INEP (2010) cita outros pontos importantes como a criação em 18 de dezembro de 1973 da Comissão de Ensino de Arquitetura e Urbanismo – CEEAU, pelo Ministério da Educação e Cultura através do Departamento de Assuntos Universitários – DAU. No mesmo ano nasceu a partir do Instituto de Arquitetos do Brasil – IAB, a Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura – ABEA cuja meta principal era propor medidas gerais e definir critérios para o aperfeiçoamento do ensino de Arquitetura e urbanismo.

Os primeiros relatórios elaborados pelo CEAU mostraram:

Os problemas encontrados foram muitos. Desde bibliotecas com quantidade insuficiente de livros até a inexistência de laboratórios, ou a utilização dos equipamentos e instalações das Escolas de Engenharia próximas ou associadas. Quanto ao corpo docente, exceção feita às Escolas do Recife, Porto Alegre e Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, era constituído de profissionais sem tradição universitária de ensino e pesquisa. Como consequência, o Relatório apontava para o fato de que as escolas de Arquitetura e Urbanismo eram muito frágeis dentro das estruturas políticas das Universidades, já que os Arquitetos e profissionais raramente apresentavam títulos universitários de caráter formal (MONTEIRO, 2007, apud UIA/UNESCO, 1977).

Todos os autores pesquisados colocavam a culpa pelo estágio em que se encontrava o ensino de Arquitetura no Brasil pela implantação do Currículo Mínimo. Santos Junior (2001) afirma que esse Currículo Mínimo era um conjunto integrado de disciplinas e atividades formativas e estruturadas com um objetivo inicial que foi sendo sistematicamente reduzido a uma composição de grades curriculares executadas formalmente por disciplinas desconectadas e desarticuladas que tinham como objetivo maior completar uma carga horaria.

Monteiro (2007) reforça esse fato:

Tal quadro, sem dúvida decorrente da política federal adotada para o ensino superior teve consequências desastrosas para o ensino de Arquitetura e urbanismo. Dentre os efeitos negativos, pode-se apontar: a definição de um modelo de ensino que, baseado na prática profissional, ficava limitado à preparação de uma mão-de-obra que servia ao sistema produtivo vigente; as escolas privadas pouco investiam em pesquisa ou mesmo na carreira de seus docentes; o objetivo de tais instituições era, na maior parte das vezes empresarial, procurando o maior lucro sem o correspondente insumo na qualidade do ensino; inexistência de avaliação das experiências didáticas, e a lista poderia não ter fim (MONTEIRO, 2007 p.107).

Em 1977 foi realizado em Ouro Preto, Minas Gerais, e promovido pela Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura, um encontro entre os representantes na área de Arquitetura e Urbanismo das Comissões de avaliação de ensino – CAE com o objetivo de encontrar uma posição única de todas as escolas para a elaboração de um novo Currículo Mínimo. Desse encontro se originou a Carta de Ouro Preto. Dentre seus resultados, a formação do professor era tida como imprescindível e a criação de um maior número de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo seria importante para a formação de professores com um embasamento crítico e adequadamente instrumentalizado para o ensino da Arquitetura (MONTEIRO, 2007).

Outras posições são destacadas no documento como (CARTA DE OURO PRETO, 1977):

- a. O Currículo Mínimo deveria preservar unidade na formação profissional, em âmbito nacional e atender às amplas atribuições profissionais, evitando-se especializações;
- b. O Currículo Mínimo deveria abranger com percentual mínimo da carga horária total do curso de 40%, 20% e 20%, respectivamente matérias das áreas de Planejamento e Projeto, tecnologia e Instrumentação e Teoria e História. Os demais 20% deveriam ser distribuídos a critério de cada escola;
- c. Os cursos deveriam ter a duração mínima de 5 anos e o Currículo Mínimo deveria ocupar, no mínimo, 75% da carga do Currículo Pleno;
- d. Recomendava-se a inclusão de Paisagismo como matéria do Currículo Mínimo;
- e. O Currículo Mínimo deveria garantir a formação dos estudantes, tendo em vista o exercício das atribuições legais da profissão e não incluir matérias dos cursos secundários que porventura deveriam ser de conhecimento dos candidatos aos cursos universitários;
- f. O Currículo Mínimo assinalava a obrigatoriedade do estágio profissional supervisionado, promovido pelas escolas, durante os cursos de graduação;
- g. Era também indispensável que se destacasse a importância da área tecnológica na formação do Arquiteto;

- h. Os vestibulares deveriam dar ênfase “à prova de aptidão, que visem determinar as habilidades específicas essenciais para a boa formação do Arquiteto”;
- i. Que fosse definida uma estrutura física básica para os cursos de Arquitetura visando a dar a importância adequada à atividade de projetar, entendida em seu sentido mais amplo;
- j. Visando a formação de docentes, deveria ser dada maior relevância à criação de cursos de Pós-graduação em Arquitetura em todo o Brasil.

2.4.8 Os anos finais da ditadura e o início de uma nova era de crescimento

O Brasil entra na década de 1980 com um novo presidente o General João Batista de Oliveira Figueiredo e entre os principais acontecimentos está a Lei da Anistia que possibilitou o retorno ao país daquelas pessoas que estavam exiladas no exterior. Movimentos populares como greves promovidas pelos metalúrgicos no ABC paulista além de outros promovidos por estudantes mostravam o descontentamento da sociedade com os rumos do país. Foram realizadas eleições diretas para o Congresso Nacional e para os governos estaduais. O quadro político nacional mudou com a volta de políticos antes perseguidos pela ditadura.

Um dos mais importantes movimentos populares foi o Diretas Já que reivindicava o voto direto para Presidente da República. Apesar de derrotado no congresso Nacional a eleição foi feita pelo colégio eleitoral e vencida por um político de oposição ao Regime Militar. Foi eleito em 1984, Tancredo Neves para Presidente da República. No mesmo ano no dia de sua posse, fica doente o presidente eleito e o drama no país continuou com sua morte. José Sarney, seu vice assumiu a Presidência da República.

O país novamente estava em processo de redemocratização. Em 1987 foi instalada a Assembleia Nacional Constituinte, e em 1988 foi promulgada a nova Constituição que determinava a eleição direta para todas as esferas de governo, a independência dos poderes Executivo, Legislativo e Judiciário.

O período do governo Regime Militar ocasionou a educação superior no país um sucateamento das Universidades públicas e um crescimento no número de Instituições Particulares (GRAEF, 1985). Segundo Dias et al (2006), várias foram as

tentativas do governo de Jose Sarney para uma reformulação do Ensino Superior em seus anos de governo, mas todas se mostraram inócuas como a criação da Comissão Nacional para Reformulação do Ensino Superior, a criação do Grupo Executivo para Reformulação da Educação Superior – GERES e a criação do Programa de Avaliação da Reforma Universitária – PARU.

A situação começaria a mudar a partir do Encontro Internacional de Avaliação do Ensino Superior que ocorreu em 1987, em Brasília e que foi promovido para discutir e analisar outros modelos educacionais para o país, em especial o canadense, o francês, o inglês e o japonês. Dentre suas conclusões estão que:

“1. A avaliação do Ensino Superior brasileiro é considerada uma providência inadiável e procedimentos urgentes deveriam ser adotados para efetivá-la; 2. A avaliação deverá ter por objetivo inicial cada um dos cursos de graduação, cabendo às universidades a definição das áreas prioritárias e a fixação de critérios indicadores de qualidade; 3. O MEC deverá promover e estimular o processo de avaliação interna e de avaliação inter-pares externa; 4. Na avaliação do ensino tem como consequência a busca da qualidade nas atividades acadêmicas afins, como a pesquisa e a extensão; 5. Os indicadores de avaliação devem ser adequados às especificidades de cada instituição e às diferentes áreas de conhecimento; 6. Os resultados devem ser divulgados e publicados para amplo conhecimento da sociedade; 7. A avaliação deverá revestir-se de elevado grau de seriedade e correção para corresponder a níveis desejáveis de eficácia; 8. O governo deverá destinar recursos específicos por meio do MEC para apoiar os projetos de avaliação das universidades públicas” (DIAS et al, 2006 p.440).

Essas foram as primeiras estratégias que colocaram novamente o país em consonância com o que ocorria nos países desenvolvidos.

No tocante ao ensino de Arquitetura novas tentativas de reformulação do currículo mínimo ocorreram em 1982, mas sua não aprovação determinou segundo Graeff (1985) uma diminuição no movimento da categoria. Somente no final da década os debates retornaram e entre os posicionamentos estavam a obrigatoriedade do

diploma para o exercício profissional e a rejeição do exame de ordem para os novos Arquitetos

O ano de 1990 começa com a eleição democrática de um presidente, Fernando Collor de Mello. Utilizando o pretexto de combater a inflação desenfreada o governo Collor criou um plano econômico – Plano Collor, que confiscou a poupança da população brasileira. Seu governo terminaria dois anos depois quando foi decretado pelo Congresso Nacional o seu impeachment por corrupção. Itamar Franco era seu vice-presidente e assumiu o governo. Seu Ministro da Economia foi Fernando Henrique Cardoso que através de um novo plano econômico, o Plano Real que pelo sucesso, o conduziu a presidência do país em 1995 e novamente em 1998. Seu governo foi marcado pelo discurso liberal, crescimento econômico e privatização de vários setores.

Em 1990 como estratégia de fortalecimento do ensino superior, o Banco Mundial passou a fornecer financiamentos a países que tinham processos de avaliação eficazes de seu ensino superior. Esse fato fortaleceu a avaliação do ensino e em razão disso a Secretaria de Educação Superior – SESu, criou em 1993 a Comissão Nacional de Avaliação das Universidades Brasileiras. Coordenada pelo Departamento de Política do Ensino Superior, reunia vários segmentos: Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior – ANDIFES, Associação Brasileira das Universidades Estaduais e Municipais – ABRUEM, Associação Nacional das Universidades Particulares – ANUP, Associação Brasileira das Escolas Católicas – ABESC, Fóruns Nacionais de Pró-Reitores de Graduação, Pesquisa e Pós-Graduação e Fóruns Nacionais de Pró-Reitores de Planejamento, Administração e Extensão (DIAS et al 2006).

Nesse processo, ainda segundo Dias et al (2006) o MEC seria o coordenador, articulador e agente financiador de todo o processo de avaliação institucional.

Enquanto isso novos nomes surgiam e novas obras passaram a ser referência na Arquitetura brasileira como:

- a. Lina Bo Bardi e o edifício do SESC Pompeia, inaugurado em 1982 e que partia da reciclagem de um antigo edifício industrial para um edifício de uso social com quadras, espaços de exposição e oficinas;
- b. Os Arquitetos mineiros Éolo Maia, Maria Josefina de Vasconcelos e Sylvio de Podestá, com sua obra do Grupo escolar Vale Verde em Timóteo, Minas Gerais que em 1985 projetaram em alvenaria estrutural e cobertura em cúpula;

- c. Severiano Porto e Mario Emilio Ribeiro com sua obra do Centro de Proteção Ambiental de Balbina.

2.4.9 Anos 90, a década de crescimento do sistemas de ensino superior no Brasil

Os anos da década de 1990 foram marcados por uma expansão do sistema de ensino superior no Brasil e a retomada do papel regulatório do Estado, e a recomposição das Comissões de Especialistas, especificamente da Comissão de Especialistas de Arquitetura e Urbanismo – CEAU, cujo papel na homogeneização e qualidade do ensino hoje são reconhecidos (INEP, 2010 p 89).

Em 1994 a CEAU realizou cinco seminários regionais e um nacional com o objetivo de promover discussões para o aperfeiçoamento de uma política nacional de educação do Arquiteto e urbanista que tivesse reflexos na qualidade de ensino, na produção científica e tecnológica e no mercado de trabalho, buscando estimular a integração do sistema educacional com o desenvolvimento econômico e social. As questões relativas aos currículos, já em debate na maioria dos cursos, enunciaram a necessidade da revisão do currículo mínimo de 1969. Tendo por base as discussões ocorridas nos seminários regionais, a CEAU sistematizou as contribuições num primeiro documento apresentado ao seminário nacional (UnB, setembro de 1994), que foi analisado, debatido e ao final resultou na formalização da proposta do novo currículo, a qual foi levada ao MEC. Com base nessa proposta, em 21 de dezembro de 1994, o então ministro da Educação Murílio de Avellar Hingel promulgou a Portaria MEC nº 1.770/94, que fixou as “diretrizes curriculares e o conteúdo mínimo do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo” (INEP, 2010 p.90).

Nos anos seguintes grandes obras continuaram a ser realizadas no país e o número de escolas cresceu exponencialmente em todas as regiões do país.

Atualmente no Brasil, segundo dados da ABEA (2015), são trezentos e noventa cursos de Arquitetura, em cento e noventa cidades de vinte e sete unidades da Federação. Destaque são as cidades de São Paulo com vinte e nove cursos, sendo

um público (USP) e os demais vinte e oito são particulares, e Brasília com treze cursos, sendo um público (UNB) e doze particulares. No Paraná atualmente são trinta cursos em quatorze cidades. Esses números refletem um excesso de oferta em algumas regiões como o centro sul do país onde estão a grande maioria.

Em alguns casos esses números trazem outro problema a formação dos alunos que é o número de vagas ofertadas é maior que o número de profissionais para o estágio obrigatório. Especialmente em Londrina, objeto dessa pesquisa o número de escolas de Arquitetura passou das duas pesquisadas e criadas em 1979 e 1980 para cinco escolas com entrada de quatrocentos novos alunos ao ano (Curso A, Curso B, Pitágoras, Unopar e PUC).

2.5 O ENSINO DE ARQUITETURA NA ERA DIGITAL

Realmente o uso de computadores por parte de profissionais, professores e alunos de Arquitetura e Urbanismo passou a ser uma necessidade em todas as suas áreas, com avanços e contribuições inegáveis. O que surgiu como um facilitador e um meio novo e preciso de representação passou também a contribuir inegavelmente em todos os outros aspectos de um projeto, sendo atualmente o instrumento de gerenciamento e compatibilização de todos os projetos.

Sua contribuição inicial no ensino, no entanto não foi aceita de forma muito fácil por professores, que impuseram restrições limites a seu uso. Ao longo de minha experiência como professor foram muitos anos de uma convivência tolerada e motivo de discussões entre todos os intervenientes. Novos professores com conhecimento na área de informática e professores de uma era do nanquim e do papel vegetal discutiam questões como cópias de arquivos entre alunos. Quando na realidade deveriam encarar a informática como um meio de representação ou de cálculo. Aconteceu com o computador algo semelhante ao uso inicial da calculadora no ensino.

Colegiados de professores aos poucos foram permitindo seu uso e alunos, mais abertos a novas tecnologias que a grande maioria dos professores, incorporaram seu uso no dia a dia de seus cursos. Hoje o computador passou a ser mais um aliado a esse trabalho.

A área de Arquitetura e Urbanismo e a de Engenharia Civil apresentam *softwares* para praticamente todas as etapas de seus projetos. Foram pesquisadas a seguir, como outras escolas trabalham com essas questões e de que forma o uso de meios digitais podem propiciar uma melhora significativa ao processo de formação do aluno de Arquitetura. A pesquisa encontrou diversas contribuições.

2.5.1 Modelos digitais como apoio a compreensão de técnicas construtivas

Para autores como Schank (2007) a tecnologia moderna parece ter influenciado cada área de nossa sociedade, mas teve muito pouco efeito sobre nossas concepções de ensino e aprendizagem, embora algumas áreas de conhecimento tenham feito uso de tecnologias de forma pioneira. Em sua grande maioria, as propostas desenvolvidas utilizam o *software* como um instrumento de representação ou em um momento mais à frente como simulação de usos de materiais e sistemas construtivos. Outros usos como a modelagem e simulações digitais em 3D que proporcionam novas formas para que os estudantes de Arquitetura percebam a relação entre a concepção e a construção de edifícios. Clayton et al (2002) citam outras formas de uso digital na Arquitetura feitos pelo *Department of Architecture, Texas A&M University*, como:

- a. Projetos virtuais de concepção e construção através de modelos feitos pelos alunos em CAD 3D com todos os elementos construídos;
- b. Escritórios virtuais, onde vários estudantes colaboram sob a supervisão de um aluno atuando como Arquiteto do projeto na criação de um modelo 3D e de toda a documentação da obra. Nos primeiros quatro anos de projeto 1600 alunos participaram, número impossível de ocorrer em situações reais, embora os autores reforcem a validade de escritórios reais que sempre apresentam situações que não são previstas no mundo virtual;
- c. Subcontratação virtual, onde cada aluno do grupo constrói um modelo 3D de partes de um edifício específico que posteriormente deverão ser combinados em um modelo único. O problema da construção que um modelo coletivo apresenta aos alunos, é a necessidade prática de colaboração. Os alunos se tornam conscientes de que um Arquiteto deve coordenar seu trabalho com o de outros participantes no processo de projeto.

- d. Uso de simulações 4D, onde os alunos constroem modelos em CAD 3D com todos os seus componentes para em seguida, através de ilustrações e animações mostrar todo o processo de montagem desses componentes;
- e. Compreensão por parte dos alunos da lógica por trás das convenções utilizadas na representação de um projeto;
- f. Projetos de construção virtual, permitem uma compreensão maior em comparação ao uso de maquetes físicas que tem dificuldade de representação pelas escalas reduzidas;
- g. Ao criar modelos 3D, com medidas reais os alunos passam a ter consciência sobre os reais materiais construtivos empregados e os problemas de montagem em obra situação em que o modelo 3D é mais poderoso em relação a representação de um detalhe 2D convencional;
- h. Uso de planilhas digitais para estimativas de custos.

Todas essas técnicas são utilizadas em laboratórios de projeto e em várias disciplinas dos cursos visando demonstrar digitalmente como são executadas as diversas etapas da concepção a construção de um edifício. Modelagem e simulações de computador 3D permitem a criação de novas estratégias pedagógicas, que estimulem os alunos de Arquitetura a aprender sobre a construção de edifícios (CLAYTON et al 2002).

Os autores destacam que a integração de conteúdos com o uso de *softwares*, acontecem nas concepções iniciais do projeto até a sua representação final, envolvendo até as questões construtivas. Embora não tenham sido feitas pesquisas estatísticas sobre os resultados do projeto e a eficácia da metodologia, Clayton et al (2002) através de observações das dúvidas que tem surgido, sugerem que os métodos utilizados têm conseguido sucesso ao ampliar o conhecimento dos alunos participantes em relação a todas as questões levantadas. As experiências desenvolvidas demonstram a viabilidade do uso de modelagem e simulação de construção como uma forma de incorporar as questões de construção em cursos de Arquitetura.

A METU - *Middle East Technical University* em Ancara na Turquia segundo Ünay e Özmen (2006), tem sido pioneira na seleção e uso de novas tecnologias educacionais, apoiadas no uso de computadores nas últimas décadas.

Os autores classificam as vantagens do uso dessas novas tecnologias de ensino em três áreas principais:

- a. Melhoria que essas tecnologias possibilitam no uso eficiente de tempo disponível para as aulas. Os professores gastavam uma parte significativa do seu tempo escrevendo a matéria do curso no quadro e os alunos passam seu tempo copiando ao invés de tentar compreendê-lo. Isso acontece principalmente quando envolve gráficos e formas, que são fundamentais para os cursos de estrutura. A utilização eficaz e frequente de sistemas de apresentação por parte dos professores, baseados em computador pode proporcionar economia de tempo e pode melhorar o nível de compreensão dos estudantes.
- b. A segunda vantagem de tecnologias de ensino baseados em computador é o uso da Internet. A METU e, especialmente o Departamento de Arquitetura afirmam que as suas políticas de ensino são baseadas no princípio de "aprender a aprender"; isto é, educar os alunos, de forma a que os alunos irão adquirir as habilidades para pesquisar e encontrar o conhecimento necessário por si mesmos. A Internet é a maior fonte de conhecimento livre disponível em nosso tempo, e é fundamental que os alunos tenham as habilidades para fazer uso dela de forma eficaz.
- c. A terceira e talvez a vantagem mais significativa de uso de computador no ensino de estruturas está no uso de software de análise estrutural em ambientes de ensino. Esse tipo de software, que é desenvolvido principalmente para uso profissional, facilita consideravelmente a análise, mesmo dos mais complexos sistemas estruturais. Junto com suas vantagens analíticas, eles tornam possível a modelagem das estruturas de construção em ambiente virtual. Tais modelos são críticos para a observação o comportamento estrutural em casos de carregamentos mais complexos e nos casos em que vários sistemas estruturais e materiais são utilizados em conjunto. A aplicação destes programas de computador para ambientes educacionais é bastante fácil. Muitos *softwares* desenvolvem versões educacionais simplificadas de seus produtos para ensinar e incentivar a sua utilização pelo futuros engenheiros e Arquitetos. Nos últimos anos, tem sido positiva a evolução da

utilização de software de análise estrutural em cursos de Estrutura pelo Departamento de Arquitetura da METU. Seu trabalho final de graduação, é apoiada por modelos computacionais e simulações. Além de ser educado com a ajuda de software de computador, os alunos também são incentivados a aprender, a operar e a utilizar esses programas de computador em seus projetos.

Dentro da graduação em Arquitetura na *METU*, as disciplinas têm o formato de cursos estruturados em palestras, organizadas em torno de um atelier de projeto onde a Arquitetura é discutida e seus problemas mais proeminentes são mostrados e as soluções propostas. O conceito fundamental do modelo de ensino utilizado é bastante apropriado para a formação dos futuros Arquitetos, segundo os autores, se considerarmos que a principal ocupação de um Arquiteto é projetar, desta forma naturalmente, o atelier de projeto deve estar no centro do currículo(ÜNAY E ÖZMEN 2006).

Uma vez que o ato de projetar não pode ser realizado sem habilidades artísticas e conhecimento científico e teórico também é adequado que as atividades no atelier sejam apoiadas com palestras relevantes. Por outro lado, a importância do conhecimento efetivo da concepção estrutural para um Arquiteto é enfatizada no contexto de um país que enfrentou grande terremotos no passado (ÜNAY E ÖZMEN 2006).

No Brasil, Maria Amélia Devitte Ferreira D'Azevedo Leite (2005), busca uma nova pedagogia nas escolas de Arquitetura que propicie ao estudante o “desenvolvimento de habilidades e a aquisição de competências que lhe permitam dominar e articular os conhecimentos técnicos e científicos necessários à resolução material dos bens arquitetônicos e urbanísticos”.

A autora esclarece que, nas escolas brasileiras o ensino tem como foco principal o projeto arquitetônico, apenas o Arquiteto utiliza-se de outros profissionais para as áreas fora de seu domínio, estes sem nenhum envolvimento na concepção do projeto, como acontece com o projeto estrutural.

Ao Arquiteto, sem a devida experiência e sem o repertório técnico necessário para os necessários questionamentos e principalmente do direcionamento ao projeto estrutural, aceita esse projeto de forma passiva.

Em sua pesquisa Leite (2005) afirma ainda que “verificou-se a inexistência de um ensino verdadeiramente tecnológico, mas apenas ‘proto-pedagógicas’, dadas as concepções curriculares adotadas, caracterizadas por extrema fragmentação e abstração nos conteúdos, comportamento didático-pedagógico ‘enciclopédico’ e reprodutivo, e ausência de contato com a realidade, entre outros fatores”. Outra crítica feita pela autora é com relação ao seminário de 30 anos da Pós-graduação da FAUUSP de 2002, onde entre outros temas pouco se falou do aprimoramento do professor, assunto muito pouco debatido.

Outro autor Fernando Cesar Negrini Minto, afirma que

[...] o ensino de estruturas para Arquitetura quando se utiliza apenas da teoria, “torna-se um trabalho etéreo, metafísico. Estes conceitos quando acompanhados de modelos e de experimentações práticas possibilitam ao aluno a capacidade de enxergar ou de perceber os fenômenos. Todos os exercícios vividos praticamente e com o uso de modelos trazem ao aluno a possibilidade de realmente “sentir” as forças. Esta percepção “liga” o aparato sinestésico do estudante que passa a viver as realidades físicas do espaço agindo sobre as estruturas no fértil ambiente da vida real, do tempo real (MINTO, 2009).

Minto aborda a importância do canteiro experimental na formação do Arquiteto que permite explorar e fortalecer a noção de universalização de práticas adotadas na Arquitetura e na construção, ampliando conhecimentos. Para a formação de um Arquiteto com a plenitude de seus conhecimentos é necessária uma vivência construtiva (MINTO, 2009).

2.5.2 Novas Propostas para a Educação

Nessa sequência são abordadas o uso de novas realidades para a educação, através de novas tecnologias que em muitos casos estão presentes no trabalho cotidiano de Arquitetos e engenheiros, como a realidade virtual e a realidade aumentada além de uso cada vez mais frequente da tecnologia Bim e do desenho paramétrico.

2.5.3 O uso de modelos digitais em outras áreas

A pesquisa a seguir buscou conhecer a realidade do uso de modelos como base no ensino em campos diversos de conhecimento encontrando usos em áreas como química e a física, áreas com conceitos e teorias que podem ser explicados e melhor compreendidos através de modelos digitais, facilitando assim a disseminação desses conhecimentos. A pesquisa mostra também que países como China, Malásia e Turquia desde o início dos anos 2000 já desenvolviam e relatavam usos de software 3D em aulas de Design dentro de cursos como Engenharia Mecânica, visando aprofundar os conhecimentos. Outro ponto que corrobora a pesquisa é o encontro de grades curriculares atuais e pesquisas inovadoras, nesse mesmo período, nesses países, comparados a realidade descrita nas escolas pesquisadas onde boa parte dos trabalhos ainda eram exigidos por professores de projeto, para serem feitos e apresentados utilizando-se de desenhos técnicos manuais.

Outro dado significativo levantado mostra que as criações de ambientes virtuais já foram empregadas em diferentes contextos e para diferentes aplicações como em artes (GRAU, 2004), na educação (DELWICHE, 2006), na medicina (KIM et al., 2007), na elaboração de pesquisas científicas (BAINBRIDGE, 2007), visualização científicas (BOURKE, 2008) entre outros.

A principal ferramenta utilizada pelos cursos de Engenharia Mecânica em instituições de ensino superior em todo o mundo é o software de CAD⁴. Inicialmente o CAD foi usado apenas como uma ferramenta para substituir o desenho técnico a mão livre. Posteriormente com o desenvolvimento do *hardware* e uma maior acessibilidade desses *softwares*, permitiu que as instituições incorporassem também em outras atividades dos cursos.

O seu uso extensivo em sistemas de apoio ao ensino e aprendizagem nesses cursos em permitiu a materialização dos sistemas e a produção tridimensional de objetos virtuais. Modelos 3D desenvolvidos pelo sistema são usados em disciplinas de engenharia de concepção, onde os alunos podem visualizar e apresentar suas ideias de design.

⁴ CAD é a abreviação do inglês: Computer Aided Design ou Desenho Assistido por Computador. É o nome genérico dos softwares utilizado pela engenharia, geologia, geografia, arquitetura, e design para facilitar o projeto e desenhos técnicos.

Na Malásia, o curso de Engenharia Mecânica da *Universiti Teknologi Malaysi* é reconhecido internacionalmente no uso desses sistemas como apoio pedagógico, especificamente na produção de desenhos e na apresentação de ideias. A ênfase dada pelos professores, está em avaliar os resultados dos alunos ao projetar e desenvolver produtos e não no conhecimento ou habilidade no desenvolvimento do modelo CAD 3D. (DAUD et al, 2012).

2.5.4 A Educação Virtual

A relação entre professor e aluno não implica necessariamente em trocas dialogadas de informações na tradicional aula. Existem outras possibilidades além desta relação, que podem estar na interação com o conteúdo de forma visual e prática. Para Serra (2006) a representação do espaço arquitetônico vem experimentando grandes avanços desde a invenção da perspectiva no Renascimento, passando pela geometria descritiva, no final do século XVIII, até chegarmos aos modelos digitais que permitem simulações e deslocamentos do observador por seu interior. O mesmo autor afirma ainda que se um edifício ainda não existe, seu modelo digital pode ser utilizado de forma interativa, permitindo ao observador modificar o percurso inicial, voltar ou aproximar-se de determinado detalhe. Esse mesmo recurso poderia ser utilizado também nas salas de aula, em disciplinas tecnológicas que apresentam um maior grau de dificuldade na sua compreensão por parte dos alunos, base inicial da presente tese aplicada as disciplinas de estrutura para Arquitetura.

Alguns estudos são desenvolvidos em outras áreas de conhecimento como na medicina e odontologia, onde o aluno usa o conhecimento de forma virtual, aplicando e compreendendo suas diversas variações em simulações tridimensionais. A física e a química também partem para o uso de imagens e animações digitais buscando um diálogo mais eficaz com seus alunos.

Na área da Arquitetura e Urbanismo, o ensino utilizando ferramentas virtuais, possibilitaria passeios e caminhadas por edifícios significativos contemporâneos ou de grande valor histórico, analisando todos os seus aspectos construtivos lincando estes edifícios a conteúdos discutidos em salas de aula. Aulas de história da Arquitetura teriam uma nova visão, onde o estudante poderia interagir com edifícios que muitas vezes já foram reconfigurados ou mesmo não existem mais no presente. Através desse “caminhar virtual” seria possível vislumbrar seus detalhes de forma

mais ampla do que simplesmente assistir a um filme ou visitar uma exposição de fotos ou desenhos de plantas e elevações.

Outra área beneficiada na Arquitetura seria a da representação, que poderia ser melhor compreendida pelo aluno principalmente no início do curso, compreendendo de forma mais concreta o significado de plantas, cortes, níveis topográficos e detalhes construtivos. Um dos modelos apresentados aos alunos na presente tese foi o de uma cobertura com seus componentes o que ao mesmo tempo em que demonstrava as forças atuantes era também utilizado pelo professor para a compreensão da representação de um telhado.

Nas disciplinas tecnológicas como hidráulica a visualização de uma simulação tridimensional de um sistema de alimentação de água em um edifício, a partir de uma caixa de água seria melhor compreendido pelo aluno comparado a exemplos usando simplesmente esquemas isométricos. Recursos tridimensionais poderiam ser aplicados como metodologia alternativa as tradicionais relatadas por Rissi e Marcondes (2011) propiciando uma opção mais abrangente e direcionada aos alunos de Arquitetura.

2.5.5 Realidade Virtual

Uma das mais importantes vivências está na imersão feita em um determinado espaço virtual interagindo os cinco sentidos fazendo com que o indivíduo se sinta integrado a esse ambiente virtual. Santella (2006) afirma as vantagens de penetrar nesses ambientes, sem distanciamento e envolvendo o corpo do participante. A Realidade Virtual procura relacionar o indivíduo, através de seu corpo, com o modelo digital (LEVY, 1999).

Grau (2007) demonstrou em seu estudo que a técnica de experimentação da realidade virtual procura intercalar meios tradicionais a um meio artificial, a ser experimentado de forma multissensorial pelo usuário e se diferencia de outras técnicas de ilusão espacial como a perspectiva a fotografia e o cinema onde a referência deixa de ser feita pelo olhar de quem a criou e sim pelo olhar do observador.

Ao utilizar equipamentos para potencializar a imersão, a Realidade Virtual, utilizando não apenas a interface do computador, mas se apropriando dos equipamentos e executando movimentos no espaço real como se estivesse no espaço virtual, manipulando os

dados digitais com as mãos, literalmente, faz com que o usuário acredite estar “vivendo” uma nova realidade. A possibilidade de conectar-se por diferentes equipamentos ao espaço virtual amplia a abrangência do acesso a informação e ao conhecimento, a proliferação da relação entre os mundos virtuais, possibilitando ao usuário uma ampliação da sua percepção espacial (GONÇALVES, 2009. p.77).

As diversas possibilidades de propiciar esse complemento na educação tecnológica dos alunos de Arquitetura passam pelo desenvolvimento tecnológico como os relacionados a realidade virtual ou as Imersões tridimensionais que podem ocorrer através de ambientes preparados para essa imersão como as Caves e o uso de equipamentos de imagens. Alguns autores definem Realidade Virtual a partir de equipamentos utilizados como luvas, capacetes e locais devidamente preparados para essa imersão.

Um ambiente virtual imersivo é um cenário tridimensional armazenado em computador e exibido através de técnicas de computação gráfica, atualizado praticamente em tempo real, de tal forma que um usuário acredite estar imerso neste ambiente. Como mencionado, normalmente, está exibição é realizada através de dispositivos especiais como HMDs, BOOMs, Shutter-Glasses ou CAVEs, a fim de atingir a sensação de imersão (PINHO, 2002).

Nos últimos anos as possibilidades gráficas decorrentes do uso da informática atingiram níveis elevados, tanto nos resultados como na forma de utilização desses *softwares*, que se tornaram mais amigáveis em sua utilização. Seu uso vem sendo disseminado em muitas áreas de conhecimento.

A Tecnologia da Informação está crescendo rapidamente. Com possibilidade crescente dos gráficos em alta resolução aliada a alta velocidade de computação e dispositivos de interação com o usuário, a Realidade Virtual surgiu como uma tecnologia nova e importante no final do século passado. Uma grande expansão ocorreu em nossa compreensão da Realidade Virtual, Ambientes Virtuais e as tecnologias necessárias para produzi-los na última década. Mundos

virtuais e ambientes virtuais são produzidos para que os usuários interajam com o computador e com conjuntos de informação complexos. A Realidade Virtual tornou-se um lugar comum em nosso mundo cada vez mais tecnológico nos últimos anos. Estas aplicações de Realidade Virtual cobrem quase todos os campos das atividades. A Realidade Virtual é atualmente usada em uma ampla gama de aplicações as mais conhecidas são jogos, filmes, simulações, terapia, usos industriais, educação, colaboração no trabalho e aprendizagem. (LÁNYI, 2012)

Pratschke (2002) lança um olhar sobre os pioneiros da pesquisa de Realidade Virtual aponta tendências de desenvolvimento em diferentes direções, a autora afirma que seria melhor definir realidade virtual a partir de conceitos filosóficos, estabelecendo como ponto focal a experiência humana e não as características do *hardware*. Pelo menos cinco conceitos têm guiado as pesquisas sobre o assunto, o que está longe de indicar a existência de consenso entre os pesquisadores das diversas áreas envolvidas. As cinco áreas citadas e definidas por Pratschke (2002) são:

- a. **Simulação:** que indica a vontade de criar o mundo virtual semelhante formalmente à realidade concreta. A simulação é um processo que exige um profundo conhecimento por parte do designer dos gráficos de computação e de sistemas de som.
- b. **Interação:** implica obrigatoriamente a intervenção, a troca, o envolvimento ativo do usuário, inclui a relação que se pode ter com pessoas desconhecidas através do telefone ou da internet.
- c. **Imersão:** é a ilusão de estar em mundos virtuais propiciada a partir da invenção de dispositivos específicos como o capacete, um sistema de acústica tridimensional e as luvas. Esta ilusão é a imersão. Trata-se de uma imersão sensorial, ainda extremamente parcial, mesmo que auxiliada pelos dispositivos mencionados acima. Já a imersão completa, conhecida como imersão de corpo inteiro necessita uma montagem mais complexa como a criação de um espaço em torno do corpo, uma cápsula e sensores capazes de reproduzir sensações de toque, peso, calor e etc.

- d. **Telepresença:** significa estar presente em um lugar, de forma remota, ou estar nele virtualmente. Um exemplo é o do médico operando à distância, munido com uma luva, diante do computador, imerso no ambiente virtual, ainda que o médico se queixe da falta de contato direto da mão com o corpo no qual se processa a cirurgia. Os céticos acerca deste modo de comunicação acham problemático relacionar-se com desconhecidos, alegando que a construção de confiança se faz somente através de contatos físicos.
- e. **Comunicação em redes:** permitindo a conectividade de diferentes mundos virtuais. Auxiliada pelas técnicas de realidade virtual, esta comunicação permite também que os usuários compartilhem eventos e abstrações que não usam necessariamente palavras ou referências reais como suporte.

A autora conclui,

Do ponto de vista técnico, o desenvolvimento de um sistema de realidade virtual é uma tarefa complexa que envolve, basicamente, um suporte de comunicação em rede, a criação de ambientes virtuais, a consideração da possível atuação dos usuários, e a criação de atores gerados por computador. Seus elementos essenciais são os dispositivos de entrada/saída, a base de dados de elementos do ambiente virtual, e o software de realidade virtual que cria ou recria o ambiente virtual (PRATSCHE, 2002).

2.5.6 BIM

Dentro da área profissional de Projeto e construção o BIM - *Building Information Modeling* já é uma realidade, pois ele possibilita uma comunicação real entre os diferentes participantes de um projeto ou empreendimento mesmo separados fisicamente, utilizando como meio o projeto em desenvolvimento.

Na área da construção, agentes envolvidos no processo de produção são confrontados com sistemas de modelação de informação da construção (BIM) e de design paramétrico, que permitem um diálogo sobre as diversas instâncias projetuais sobre um ambiente de modelagem integrado. O foco no gerenciamento da informação mediado por sistemas computacionais tende a estimular a

conversação, conferindo uma maior transparência acerca de dinâmicas de ensino, processos metodológicos e de pesquisa e aplicação tecnológica, contemplando a necessidade de otimização na gestão e compartilhamento das informações e recursos em tempo real, permitindo, assim, uma integração maior de várias áreas, de acordo com uma postura transdisciplinar a priori (PRATSCHKE e MORAIS PASCCHOALIN, 2011).

Eastman et al. (2008) afirma que para compreender o funcionamento do sistema BIM, a definição de objeto paramétrico é importante de modo a diferenciá-lo de um objeto desenhado no sistema 2D tradicional. Um objeto paramétrico em BIM possui dados associados; objetos podem possuir níveis hierárquicos de agregação desta forma pode-se relacionar ao objeto diferentes componentes; os objetos em BIM tem a capacidade de vincular, receber, transmitir ou exportar conjuntos de atributos, como materiais estruturais, dados de acústica, dados de energia para outros modelos.

Uma das grandes virtudes do sistema BIM, segundo Smith (2007) é ser possível simular toda a construção de um edifício, antes de construí-lo fisicamente, com a finalidade de resolver possíveis problemas e simular e analisar os seus potenciais impactos. O projeto em BIM possibilita uma representação fiel do edifício.

Kymmel (2008) acrescenta ainda que com a criação de um edifício virtual passa a ser possível experimentar e fazer ajustes no projeto, atualizando-o e corrigindo-o. Para o autor falhas virtuais geralmente não têm consequências graves desde que sejam identificadas e corrigidas antes da construção real do edifício.

Um dos *softwares* de design paramétrico mais utilizados atualmente é o Autodesk Revit⁵ com pacotes específicos para áreas como Arquitetura, mecânica, elétrica e hidráulica e engenharia.

Apesar de todas as suas virtudes amplamente disseminadas na literatura e nas atividades profissionais o BIM ainda caminha lentamente no meio acadêmico.

Barison e Santos (2010), identificaram 103 escolas que estão introduzindo BIM em seus currículos acadêmicos. Segundo os autores, 75 escolas estão nos Estados

⁵ Autodesk Revit- Trata-se de um software para projeto de construção, que foi desenvolvido pela Autodesk, especificamente para Modelagem de Informação da Construção (BIM), incluindo recursos para projeto de arquitetura, de engenharia MEP, de engenharia estrutural e de construção.

Unidos e 28 em outros países. Este estudo classificou as experiências acadêmicas BIM em três categorias: disciplinas isoladas; de forma interdisciplinar, e colaboração à distância. A maioria das escolas introduzir BIM apenas em uma disciplina (90%) e poucas está tentando simular as práticas interdisciplinares integradas: (7%) e colaboração à distância (3%). Barison e Santos (2010) afirmam que permanece desconhecido se existem experiências acadêmicas multinacionais de aprendizagem e ensino de BIM.

As ferramentas BIM, em geral, são caras e os cursos encontram dificuldades em escolher as ferramentas apropriadas, que depois de certo tempo, pode se tornar ultrapassada. Além disso, a sua natureza prescritiva faz com que alguns estudantes usem em seus projetos apenas objetos pré-definidos, prejudicando a criatividade. Embora esses objetos possam ser criados pelo aluno, tarefa que toma tempo, há pouco tempo na matéria para ensinar esse procedimento. Uma solução é deixar que o aluno explore a ferramenta BIM e aprenda por conta própria, em pares ou em grupos. Contudo, os estudantes podem achar difícil a criação de superfícies curvas e geometrias complexas, enquanto outros podem se sentir desmotivados para aprender a ferramenta em equipe, que é muito complexa para ser explorada sem nenhum acompanhamento (HORNE et al. 2005; SAH e CORY, 2008; TAYLOR et al. 2007; SCHEER, 2006) apud (BARISON e SANTOS, 2011).

3 INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS

A classificação de pessoas por níveis de inteligência é algo que já existia nos anos 400 quando os orientais criaram testes cujos resultados definiriam em que castas os indivíduos seriam abrigados.

Em 1900 o psicólogo francês Alfred Binet criou um teste para medir quais crianças teriam sucesso e quais fracassariam nas séries primárias das escolas parisienses. Seu teste posteriormente foi chamado de teste de inteligência e sua medida de teste de Quociente de Inteligência ou simplesmente QI.

Esse teste foi usado durante décadas para medir e taxar as pessoas com seus resultados. Sua contribuição foi realmente positiva nos meios científicos, acadêmicos e profissionais, embora, segundo Marchetti (2001), foram também importantes a consequência de trazer sobre o indivíduo uma significativa predisposição à aprendizagem e ao seu desenvolvimento, dependendo do resultado alcançado no teste. Esse resultado marcava o indivíduo e segundo a autora era como se agregasse a ele um “destino”. A partir do número obtido era determinado o modo o indivíduo deveria ser tratado por professores, colegas, e pais, e qual seria o limite máximo que ele poderia alcançar ao longo de todo seu processo de aprendizagem.

Esse modelo posteriormente chegou aos Estados Unidos e foi utilizado no recrutamento de mais de um milhão de soldados para a Primeira Guerra Mundial, a partir daí obteve grande prestígio na comunidade científica mundial visto que com esse teste se imaginava ordenar as pessoas pela sua capacidade mental. Variações surgiram como o Scholastic Aptitude Test – SAT ou Teste de Aptidão Escolar que classifica alunos para as melhores universidades americanas.

Diferentemente dessa realidade, surgiram insatisfações com o teste de QI como Howard Gardner (1999) que acredita na visão pluralista da mente, com muitas facetas diferentes e separadas de cognição.

A importância dada ao valor obtido no teste de QI não é totalmente inadequada porque o resultado significa realmente a habilidade do indivíduo em relação às matérias escolares. Mas esse resultado não significa que ele terá o mesmo desempenho ao longo de sua vida (GARDNER, 1994).

Em 1979 o psicólogo por formação Howard Gardner, a partir da solicitação recebida da Bernard van Leer Foundation de Haia na Holanda que incentiva projetos

inovadores na área da educação de crianças, que avaliasse o estado de conhecimento científico referente ao potencial humano e a sua capacidade de desempenho (MARCHETTI, 2001).

Gardner, percebendo a lacuna existente entre o resultado obtido em matérias escolares e o sucesso em sua vida profissional e pessoal, baseando-se em muitos anos de pesquisa em psicologia cognitiva e neuropsicológica, reconhecendo que o conceito de inteligência era mais amplo que o resultado de um teste de QI, concebeu em 1983 uma nova e diferente visão sobre as competências intelectuais humanas. Gardner lançou a Teoria das Inteligências Múltiplas que basicamente afirma que o ser humano não possui um único tipo de inteligência, mas vários.

Essa nova teoria, segundo Smole (1996), desafia o conceito clássico de inteligência utilizado largamente até então por áreas como a psicologia e a pedagogia.

Marchetti (2001), descreve que a partir da criação de um grupo de estudiosos sobre a natureza humana e o desenvolvimento do potencial humano conhecido internacionalmente como Projeto Zero ao qual Howard Gardner é um dos responsáveis, foi feita uma ampla revisão de literatura na área de história, filosofia, ciências sociais, naturais e biológicas buscando contextualizar o intelecto humano e sua capacidade de desenvolvimento.

A equipe montada pelo projeto era composta por: um educador, um psicólogo desenvolvimental, um especialista na criação de programas educativos, um filósofo com atuação na área de educação, filosofia da ciência e da linguagem, um antropólogo especializado em vida familiar, cuidado infantil e desenvolvimento psicológico e uma socióloga especialista em assuntos nipônicos que estudou educação, organizações formais e os papéis das mulheres no terceiro mundo. Esse grupo com profissionais de áreas diferentes propiciou ao projeto a adoção de uma abordagem ampla com relação as questões do potencial humano. Gardner foi o líder desse grupo e o responsável pela divulgação de suas descobertas no meio científico e acadêmico, em razão disso, essa teoria passou a ser conhecida como Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner (GARDNER,1994; GARDNER,1997; GARDNER et al,1998; RIBEIRO, 1998; MARCHETTI, 2001).

A pesquisa trabalhou com grupos amplos de indivíduos: prodígios⁶, indivíduos talentosos, pacientes com danos cerebrais, *idiots savants*⁷ e finalmente crianças e adultos considerados normais pelos padrões patológicos vigentes. A partir de um grupo tão abrangente, a pesquisa procurou constatar a presença de uma habilidade comum que pudesse ser encontrada ou diagnosticada ausente, ou presente, de forma autônoma (inteligência), e ainda a possibilidade de desenvolvê-la (GARDNER, 1994; GARDNER, 1997; MARCHETTI, 2001).

A partir das evidências coletadas, foram nominadas as habilidades principais que determinam a inteligência, como um grupo de habilidades e capacidades, não obrigatoriamente ligadas, mas que trabalhem de forma equilibrada (GARDNER et al, 1998 apud MARCHETTI, 2001).

[...] com revisões de pesquisas recentes sobre neurobiologia novamente foi constatada que as presenças de áreas no cérebro correspondem, pelo menos aproximadamente, a determinadas formas de cognição; e estes mesmos estudos implicam numa organização neural que prova ser hospitaleira a noções de diferentes modos de processamento de informações. [...] Mas a ciência jamais pode proceder de forma completamente indutiva. Poderíamos realizar todos os testes e experiências psicológicas concebíveis ou esquadrihar toda a instalação neuroatômica que desejássemos e ainda assim não

⁶ Prodígio- Trata-se de uma criança que com habilidades em áreas que geralmente são dominadas por pessoas com idade mais avançada. As áreas mais comuns são ciências exatas, jogos de lógica, arte e música. Alguns continuam a dominar com excelência estas habilidades quando adultos, enquanto outros não desenvolvem estas habilidades após um certo período.

⁷ *Idiots Savants*- Encontrada em mais ou menos uma em cada 10 pessoas com autismo e em, aproximadamente, uma em cada 2 mil com danos cerebrais ou retardamento mental, a síndrome do sábio é citada na literatura científica desde 1789, quando Benjamim Rush, o pai da psiquiatria americana, descreveu a incrível habilidade de calcular de Thomas Fuller, que de matemática sabia pouco mais do que contar. Em 1887, no entanto, John Langdon Down, mais conhecido por ter identificado a síndrome de Down, descreveu 10 pessoas com a síndrome do sábio, com as quais manteve contato ao longo de 30 anos – como superintendente do Earlswood Asylum (Londres). Langdon usou o termo *idiot savant* (idiota-prodígio), para identificar a síndrome, aceito na época em que um idiota era alguém com QI inferior a 25.

teríamos identificado as procuradas inteligências humanas. Aqui, nos confrontamos com uma pergunta não sobre a exatidão do conhecimento, mas, antes, sobre como o conhecimento é obtido. É necessário avançar uma hipótese ou uma teoria e então testá-la. Apenas quando os pontos fortes – e limitações – da teoria tornam-se conhecidas à plausibilidade do postulado original torna-se evidente (GARDNER, 1994, apud MARCHETTI, 2001).

Esse projeto foi posteriormente chamado de “potencial de inteligência”. Foi a partir desse projeto que o mundo científico tomou conhecimento sobre a pluralização da inteligência ou Múltiplas Inteligências.

A ciência moderna, com todo seu potencial de pesquisa ainda não tem uma resposta completamente final e correta a respeito da inteligência humana, as inteligências propostas, hoje numeradas em nove diferentes tipos, jamais terão sua quantidade definida como um número específico (GARDNER, 2000). Poderia haver aproximação de um número definitivo se as pesquisas se mantivessem apenas em um nível de análise neurofisiológica ou como uma meta de previsão de sucesso numa universidade técnica, mas ao se buscar uma teoria incisiva sobre o alcance da inteligência humana, e no seu desenvolvimento, objetivando o desenvolvimento técnico, comportamental e social do indivíduo este número poderá ser incrementado.

A teoria dessas Inteligências Múltiplas é uma evolução significativa ao conceito então vigente de que a inteligência é uma capacidade inata, geral e única, que permite aos indivíduos uma performance, maior ou menor, em qualquer área de atuação. Ao analisar uma enorme fonte de informações e pesquisas, tabular e organizar esses resultados Howard Gardner chegou a um número de sete diferentes inteligências.

Essas inteligências identificadas por Gardner (1995) em seu trabalho original, são as inteligências linguística, lógico-matemática, que são as tipicamente valorizadas na escola. Outras três inteligências são predominantes nas atividades ligadas as artes, são a inteligência musical, a corporal-cinestésica e a inteligência espacial. Por último, as inteligências ligadas ao indivíduo, a interpessoal e a intrapessoal. Em 1999, Gardner (2001) reviu seus conceitos anteriores, ampliou seus estudos a respeito de

outras possíveis inteligências e acrescentou a sua listagem anterior, a inteligência naturalista como sendo a 9ª inteligência.

O autor destaca a inteligência linguística que seria a utilizada por poetas, jornalistas, advogados. As grandes obras literárias possivelmente foram criadas por pessoas com essas inteligências. Outra destacada é a inteligência logico-matemática. É a inteligência utilizada pelos cientistas, como exemplo autores como Armstrong (2003) cita Newton ao criar o Cálculo diferencial e integral e Einstein ao desenvolver sua teoria da relatividade. Gardner (1999) afirma que Jean Piaget quando estudava a “toda a inteligência” estava estudando apenas o desenvolvimento da inteligência logico-matemática.

Embora tenham sido descritas primeiramente as inteligências linguísticas e logico-matemática, Gardner (1999) acredita que todas as outras tenham a mesma importância. No entanto, a sociedade atual prioriza essas inteligências, por estarem na base dos testes de QI e SAT que valorizam as capacidades verbais e matemáticas. O autor destaca que pessoas com aptidão a linguagem e a lógica poderão entrar em uma universidade de prestígio que utilize esses testes, mas para poder concluir a faculdade e ter sucesso profissional, essas pessoas deverão utilizar-se também das outras inteligências.

Essas outras inteligências são a **inteligência espacial** que é a capacidade do indivíduo de formar um modelo mental de um mundo espacial e de ser capaz de manobrar e operar a partir desse modelo. Arquitetos, fotógrafos, pintores, escultores e pilotos estão entre os que possuem essa inteligência altamente desenvolvida. A **inteligência musical** é a quarta categoria destacada, pessoas que são capazes de perceber e distinguir sons, ritmos e melodias. Autores como Bach, Mozart e Beethoven possuíam essa inteligência em alto nível. Outra seria a **inteligência corporal-cenestésica**, que compreende o controle do corpo e de objetos. É a inteligência dos atletas, cirurgiões e artistas.

Na sequência Gardner propõem duas inteligências pessoais, são elas a inteligência **interpessoal** e a inteligência **intrapessoal**. A primeira é descrita como a inteligência das pessoas como políticos, vendedores, professores, terapeutas e líderes religiosos. Já a intrapessoal está relacionada a pessoas que são capazes de formar um modelo acurado e verdadeiro de si mesmo e de utilizar-se desse modelo para sua vida (GARDNER, 1999).

Gardner procura com sua teoria destacar a pluralidade do intelecto.

Eu considero as inteligências como potenciais puros, biológicos, que podem ser vistos numa forma pura somente nos indivíduos que são, no sentido técnico, excêntricos. Em quase todas as outras pessoas, as inteligências funcionam juntas para resolver problemas, para produzir vários tipos de estados finais e culturais-ocupações, passatempos e assim por diante (GARDNER, 1999 p.16).

Apoiada pela teoria das inteligências múltiplas a escola idealizada por Gardner (1999) deveria ter como princípio básico desenvolver em seus alunos essas inteligências e ajudar a esses indivíduos a conseguir obter seus objetivos quanto a seu espectro particular de inteligências. A partir da crítica feita por Gardner a uma visão simplista e universal da mente guiaram esse autor a noção de que a escola deve ser centrada no indivíduo, voltada para um entendimento e desenvolvimento dirigido ao perfil cognitivo de cada aluno, diferentemente da escola tradicional.

O planejamento da minha escola ideal do futuro baseia-se em duas suposições. A primeira delas é de que nem todas as pessoas tem os mesmos interesses e habilidades; nem todos aprendem da mesma maneira, [...] A segunda suposição é uma que nos faz mal: é a suposição de que, atualmente, ninguém pode aprender tudo o que há para ser aprendido. Todos nós gostaríamos, como homens e mulheres da Renascença, de saber tudo, ou pelo menos acreditar no potencial de saber tudo, mas esse ideal claramente já não é mais possível. Consequentemente, a escolha é inevitável, e uma das coisas que gostaria de defender é que as escolhas que fazemos para nós mesmos, e para as pessoas que estão sob nossa responsabilidade, deveriam pelo menos ser escolhas informadas. Uma escola centrada no indivíduo seria rica na avaliação das capacidades e tendências individuais. Ela procuraria adequar os indivíduos não apenas a áreas curriculares, mas também a maneiras particulares de ensinar esses assuntos. E depois dos primeiros anos, a escola também

procuraria adequar os indivíduos aos vários tipos de vida e de opções de trabalho existentes em sua cultura (GARDNER, 1999 p.16).

O estudo das Inteligências Múltiplas surge como um caminho possível a ser adotado pelas escolas de Arquitetura, apoiado na inteligência espacial descrita por Gardner (1994) para profissionais com características semelhantes aos Arquitetos, diferente da logico-matemática como a preponderante junto aos engenheiros.

Nesse aspecto ao utilizarmos predominantemente inteligências diferentes, engenheiros e Arquitetos teriam características de aprendizados diferentes. Nesse momento seria importante destacar que quem detém as disciplinas de estrutura nos cursos de Arquitetura são os professores com formação em Engenharia Civil. Nas duas Escolas de Arquitetura pesquisadas, a disciplina de estrutura para Arquitetura tem praticamente o mesmo conteúdo inicial das disciplinas de Engenharia Civil, e com uma abordagem muito próxima, uma abordagem diferente deveria ser utilizada pelo professor nos cursos de Arquitetura e Urbanismo.

Antunes (2001) argumenta que, a palavra inteligência pode ser definida como a faculdade de compreender. É a capacidade de penetrar na compreensão dos fatos, escolhendo o melhor caminho através da formação de ideias, do juízo e do raciocínio. Para Gardner (1994), a ideia de inteligência vai além dos conceitos que a associam apenas a capacidade lógico-matemática e linguística, o autor amplia esse conceito, e associa inteligência à posse de habilidades que permitam ao indivíduo resolver problemas, utilizando outras competências, tais como; a musical, a corporal ou mesmo a interpessoal. Nas palavras do autor:

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

O foco deste trabalho está na forma como o aluno de Arquitetura aprende e como os professores de estrutura ensinam a eles esse conteúdo. Gardner (1995) como já citado, descreve que através de estudos foi possível classificar em sete tipos diferentes de inteligência, com características e desenvolvimentos diferentes. Essas diferentes inteligências podem ser a resposta aos problemas enfrentados pelos alunos de Arquitetura ao encontrar dificuldades na compreensão de disciplinas como estrutura, e aos professores de estrutura nas dificuldades enfrentadas pelos seus alunos com relação a metodologia empregada ao longo da disciplina.

Segundo Gardner (1995), os seres humanos dispõem de todas essas inteligências em diferentes graus. Essas inteligências apesar de serem independentes uma das outras, são combinadas, organizadas e utilizadas pelo ser humano na criação e resolução das diversas situações que lhes são apresentadas no dia a dia. Outro dado de Gardner (2001), não existe uma inteligência boa ou má, as inteligências são amorais e podem tanto ser usadas a favor do bem como do mal.

Outro autor nesse sentido, Armstrong (2001) defende como sendo o foco na teoria das inteligências múltiplas:

- a. Todos os indivíduos possuem todas os tipos de inteligências, sendo que cada pessoa apresenta capacidades em todas e que funcionam de maneira única em cada indivíduo. Assim, algumas inteligências são altamente desenvolvidas, outras modestamente desenvolvidas e por fim outras relativamente subdesenvolvidas. Da combinação entre as inteligências é possível na maioria dos casos, identificar um padrão que seja predominante.
- b. A maioria dos indivíduos pode desenvolver suas inteligências em um nível adequado, desde que recebam estímulos, enriquecimento e instruções adequadas.
- c. As inteligências, normalmente, funcionam juntas de maneira complexa, sempre interagindo umas com as outras. Em indivíduos normais não existem inteligências isoladas.
- d. Existem muitas maneiras de ser inteligente em cada categoria, de apresentar os talentos pessoais dentro de uma inteligência e também entre inteligências distintas.

Embora algumas ocupações sejam identificadas com uma inteligência específica, as atividades humanas são realizadas através de uma combinação de

inteligências. Armstrong (2001) cita o exemplo de um cirurgião que necessita da inteligência espacial conjugada com a destreza da cinestésica. Especificamente Gardner (1994; 1995; 2001) define cada uma delas da seguinte forma:

- a. **Inteligência linguística** - Essa inteligência baseia-se no uso da linguagem, seja ela qual for. Apresenta uma sensibilidade para os sons, ritmos e significados das palavras, além de uma especial percepção das diferentes funções da linguagem. É a capacidade de usar a linguagem para convencer, agradar, estimular ou transmitir ideias. A linguagem é universal, e mesmo as populações surdas utilizam-se de uma forma de linguagem, a de sinais. Gardner (1995) indica que em crianças, esta habilidade se manifesta através da capacidade de contar histórias originais ou para descrever precisamente experiências vivenciadas.

Essa inteligência está presente em quem utiliza o raciocínio abstrato e o pensamento simbólico, na compreensão e produção de sentenças gramaticais e de textos completos, na habilidade para lidar criativamente com as palavras nos diferentes níveis da linguagem, como, por exemplo, na criatividade dos poetas, escritores, oradores, jornalistas, publicitários e vendedores. Como poetas, teatrólogos, escritores, romancistas, oradores e comediantes;

Antunes (2001) destaca que a inteligência linguística é a ferramenta estrutural das demais inteligências. Dessa forma, como características, destacam-se: a habilidade de expressão, a facilidade para se comunicar, o apreço a leitura, um vocabulário diversificado, competência para debates e absorção facilitada de informações verbais.

- b. **Inteligência lógico-matemática** – São características desta inteligência descritos por Gardner (1995), a sensibilidade para padrões, ordem e sistematização. É a inteligência que determina a habilidade para o raciocínio dedutivo e na capacidade de compreensão e raciocínio lógico, através de sistemas matemáticos ou em noções de quantidade, além da capacidade para solucionar problemas envolvendo números e demais elementos matemáticos.

Em alguns indivíduos o processo de resolução de problemas é rápido e pode ser desenvolvido antes de ser articulado ou manifestado através da linguagem. Envolve a habilidade para a exploração de relacionamentos ou

conexões entre peças, distinção através da manipulação de objetos ou símbolos, e para experimentar de forma controlada; é a habilidade para lidar com séries de raciocínios, para reconhecer problemas e resolvê-los. Uma criança com esta inteligência em destaque demonstra uma maior facilidade para contar e fazer cálculos matemáticos e para criar notações práticas de seu raciocínio.

Gardner (1995), explica que, embora o talento científico e o talento matemático possam estar presentes num mesmo indivíduo, os motivos que movem as ações dos cientistas e dos matemáticos não são os mesmos. Enquanto os matemáticos desejam criar um mundo abstrato consistente, os cientistas pretendem explicar a natureza. A inteligência logico-matemática é o arquétipo da inteligência pura. Tem como características, a facilidade para os detalhes e análises, o comportamento sistemático, a resolução de problemas em etapas e o discernimento de padrões e relações entre objetos e números.

É a inteligência característica de matemáticos, programadores de computador, contadores, advogados, banqueiros, engenheiros e cientistas.

- c. **Inteligência musical** - Esta inteligência se manifesta através de uma habilidade e no reconhecimento de diferentes padrões tonais e ao apreciar, compor ou reproduzir uma peça musical, incluindo a facilidade no aprendizado e a destreza para tocar instrumentos musicais. Indivíduos dotados dessa inteligência geralmente não precisam de aprendizado formal. Uma criança que apresente essa habilidade musical especial, é capaz de perceber diferentes sons no seu ambiente e, frequentemente, canta para si mesma.

As características que se destacam nos indivíduos são o ritmo, a boa memória musical e a identificação com sons e instrumentos musicais. Nesse sentido, Antunes (2001) destaca ainda a capacidade em perceber as mudanças na intensidade do som e em captar sua direcionalidade.

Está presente em pessoas com capacidade para discriminar de sons e para perceber temas musicais, diferentes ritmos, texturas e timbre e com habilidade para produzir e/ou reproduzir música. São músicos, cantores, compositores e maestros.

- d. **Inteligência espacial** – Gardner (1995) a descreve como a capacidade que o indivíduo tem para perceber o mundo visual e espacial de forma precisa, formar um modelo mental de um mundo espacial e de ser capaz de operar e manobrar utilizando esse modelo.

Pessoas com essa inteligência espacial possuem a habilidade de visualizar figuras, perceber o mundo visual e recriá-lo ou alterá-lo na mente e ainda criar equilíbrio e composição, numa representação visual ou espacial.

É a inteligência dos artistas plásticos, dos engenheiros e dos Arquitetos. Em crianças pequenas, o potencial especial nessa inteligência é percebido através da habilidade para quebra-cabeças e outros jogos espaciais e a atenção a detalhes visuais.

Está ligada as artes visuais, a navegação, a criação de mapas e a Arquitetura, na visualização do jogo de xadrez, no reconhecimento de rostos ou cenas e na observação dos detalhes. Dentre as suas principais características destacam-se a percepção multidimensional do mundo, o senso de orientação e a **preferência pela linguagem visual à verbal**.

Antunes (2001) além das características já destacadas observa a importância da inteligência espacial no cotidiano, na sensibilidade de perceber metáforas, **na criação de imagens que associam o teórico ao real e na construção de fantasias com aparência de real** que é a proposta desta tese.

Possuem essa inteligência em destaque os escultores, cirurgiões plásticos, artistas gráficos e Arquitetos.

- e. **Inteligência corporal-cinestésica** - Esta inteligência se refere à habilidade para resolver problemas ou criar produtos através do uso de parte ou de todo o corpo.

É a habilidade para usar a coordenação grossa ou fina em esportes, artes cênicas ou plásticas, no controle dos movimentos especializados do corpo e na habilidade para utilizar a coordenação no controle e manipulação de objetos com destreza.

A criança especialmente dotada na inteligência cinestésica se move com graça e expressão a partir de estímulos musicais ou verbais demonstra uma grande habilidade atlética ou uma coordenação fina apurada. Tem como principais características uma boa mobilidade física, maior facilidade na

realização de atividades esportivas e dança e a preferência por trabalhos manuais.

Essa inteligência é mais frequentemente encontrada em atletas, dançarinos, educadores físicos e atores.

- f. **Inteligência interpessoal** - Pode ser descrita como uma habilidade para entender e responder adequadamente a humores, temperamentos, motivações e desejos de outras pessoas. A inteligência interpessoal se manifesta de forma primitiva em crianças pequenas como a habilidade para distinguir pessoas.

Em sua forma mais avançada, aparece como a habilidade para perceber intenções e desejos de outras pessoas e para reagir adequadamente a essas situações.

Suas características mais marcantes são a facilidade de comunicação, a facilidade de lidar com outras pessoas e a preferência pelas atividades em grupo. Ocorre principalmente entre psicoterapeutas, professores, políticos e vendedores.

- g. **Inteligência intrapessoal** - Esta inteligência é o correspondente interior da inteligência interpessoal, ou seja, é a habilidade que o indivíduo demonstra para acessar seus sentimentos, sonhos e ideias. Com isso é possível discriminar esses sentimentos e lançar mão deles na solução de seus problemas pessoais.

É a capacidade de criar uma imagem real do próprio indivíduo e a habilidade em usar essa imagem de forma efetiva no reconhecimento de habilidades, necessidades e desejos próprios. Indivíduos com essa inteligência predominante agem ativamente na condução de sua própria vida, trabalhando sempre em função de seus projetos.

Por ser a inteligência mais individual de todas, ela só é observável através dos sistemas simbólicos das outras inteligências, ou seja, através de manifestações linguísticas, musicais ou cenestésicas.

Antunes (2001) destaca que as inteligências interpessoal e a intrapessoal, encontram-se intimamente combinadas e um estímulo a qualquer uma delas estimula a outra.

- h. **Inteligência naturalista** – Esta inteligência foi incluída por Gardner (2001) após ter analisado e comprovada sua existência. Ela é demonstrada através da habilidade no reconhecimento e classificação de espécies da fauna e flora, a categorização de espécies e descoberta de novas, o mapeamento de relações entre várias espécies.

Um indivíduo com essa inteligência demonstra talento para cuidar de várias espécies vivas, doma-las ou interagir com elas de forma sutil.

Gardner (1995) afirma que todos os indivíduos possuem todos os tipos de inteligências e também são capazes de desenvolvê-las, embora apresentem uma maior aptidão para uma ou outra.

A primeira implicação da teoria de Gardner (1995) das inteligências múltiplas é de que existem indivíduos com talentos diferenciados para atividades específicas. Alguns exemplos, seriam o do físico Albert Einstein, que apresentava uma excepcional aptidão lógico-matemática, mas provavelmente não dispunha do mesmo nível de aptidão para outros tipos de habilidade. O mesmo pode ser dito da inteligência musical de Wolfgang Amadeus Mozart ou da inteligência corporal-cinestésica de Edson Arantes do Nascimento, o Pelé. Por outro lado, embora essas capacidades sejam independentes, raramente funcionam de forma isolada.

A partir do reconhecimento destas inteligências são possíveis a criação e o desenvolvimento de processos e metodologias de ensino mais específicos e individualizados, que possibilitem ao aluno, a partir de sua inteligência mais desenvolvida, a compressão de conteúdos de maior dificuldade.

Ao professor resta ter a sensibilidade para compreender e estimular as diversas inteligências em seus alunos. Gardner (1995) evidencia que o professor deve estar preparado para atender à diversidade, ou seja, mostrar que todos os alunos podem aprender e desenvolver diferentes habilidades, desde que suas inteligências sejam adequadamente estimuladas.

O princípio de Gardner (1995) pode ser exemplificado quando um professor de Matemática deve ter a habilidade para desenvolver o conhecimento de um aluno que tenha uma inteligência mais proeminente na área de linguística, onde sua facilidade com leitura e escrita deve ser estimulada para aprender a Matemática. A realidade das escolas deve mudar para se adaptar a essa realidade, inclusive na formação dos novos professores.

Gardner (2006), em outro trabalho defende que a mente do professor é difícil de mudar, não por que ele é incapaz de mudar, mas sim por que sua formação é a mesma em todas as fases de sua formação, e, portanto, que o modelo de formação do professor deve mudar para que ele entenda e utilize novas formas de ensinar.

4 O CONHECIMENTO DE ESTRUTURA PARA ARQUITETURA

Aqui são abordados aspectos relacionados ao ensino de estrutura no Brasil, detalha os problemas verificados na área e detalha os elementos fundamentais necessários para este conhecimento.

4.1 ALGUMAS DEFINIÇÕES UTILIZADAS EM ESTRUTURA

Para iniciar as discussões acerca de Estrutura as seguintes definições são necessárias.

- a. **Estrutura** significa a maneira especial por que estão dispostas, em relação uma as outras, as diferentes partes de um corpo (SILVA e SOUTO, 2002); Estrutura é tudo aquilo que sustenta, tal qual o esqueleto humano, é também o conjunto de elementos – lajes, vigas e pilares – que se inter-relacionam – laje apoiando em viga, viga apoiando em pilar – para desempenhar uma função: criar um espaço onde as pessoas exercerão suas atividades (REBELLO, 2001); Estrutura é o conjunto de elementos construtivos responsáveis pela estabilidade do edifício (CORONA e LEMOS, 1972).
- b. **Sistema Estrutural** é a forma como as forças são transmitidas através da Estrutura, desde a cobertura até a fundação do edifício. A escolha do sistema estrutural está ligada a concepção arquitetônica do edifício por parte do Arquiteto. Os primeiros croquis normalmente devem conter uma intenção preliminar da solução estrutural (CARRIERI, 2007).

Ao Arquiteto se faz necessário compreender que conforme os edifícios aumentam sua altura, a estrutura passa a ser determinante na sua forma final.

Carrieri (2007) descreve os passos para a seleção do sistema estrutural:

- a. A decisão quanto a dimensão do vão estrutural determinará o posicionamento dos pilares e demais componentes;
- b. A integração entre os componentes com o todo irá determinar um mecanismo eficiente para a distribuição das forças através do sistema, desde a cobertura até as fundações;
- c. A transferência das cargas verticais (em se tratando de estruturas convencionais), é feita por meio de elementos horizontais (lajes e vigas), que

transmitem a somatória das cargas ao sistema suporte constituído por pilares ou paredes portantes;

- d. Espaço arquitetônico e sistema estrutural transformam-se em realidade devido à concepção integrada do espaço e da estrutura, ao princípio da ação e reação e ao mecanismo da flexão, em razão da transferência de cargas verticais através dos elementos horizontais (vigas) para os verticais (pilares), ser realizada por ela;
- e. A transmissão das cargas, de forma econômica, exige que na medida do possível, os eixos de paredes devem coincidir com os eixos de vigas, de onde se conclui que a devida integração estrutura e Arquitetura é fundamental para a qualidade de qualquer projeto;
- f. Na prática os edifícios são calculados em ordem oposta àquela em que são edificadas. O processo é cumulativo. As cargas são acrescidas aos elementos de sustentação sucessivamente, na medida em que vão se aproximando da condição ideal de suporte representada pelo solo.
- g. Nas estruturas com pórticos, o conjunto dos pilares, vigas e lajes estão ligados entre si através dos elementos denominados vínculos. A partir de uma maior ou menor rigidez existente entre eles, a estrutura irá trabalhar em determinada condição isostática ou hiperestática;

Os Sistemas Estruturais podem ainda ser classificados como:

- a. **Sistema de Forma Ativa**, onde as transmissões das forças ocorrem através da forma estrutural. Exemplo disso são os **Cabos e Arcos**;
- b. **Sistema de Vetor Ativo**, que reorienta de forma vetorial as forças, através de elementos lineares. Exemplos são os Sistemas de **Treliças Planas e Treliças Espaciais**;
- c. **Sistema de Massa Ativa**, reorienta as forças através da continuidade material. Exemplo clássico seria o sistema de **Laje e Grelhas, Vigas e Pilares**;
- d. **Sistema de Superfície Ativa**, nesse sistema a transmissão ocorre através da superfície da estrutura. Exemplo seriam os Sistemas de **Cascas**;
- e. **Sistemas verticais**, São os sistemas complexos referentes aos edifícios verticais.

As disciplinas iniciais de Estrutura nas duas escolas focam na compreensão sobre os Sistemas Estruturais básicos, o que são apoios e vínculos em uma estrutura e o que representam os exercícios propostos de cálculos de momentos e esforços nos esquemas dados e resolvidos dentro da disciplina de **Sistemas estruturais**, cujas ementas preveem o conhecimentos sobre a morfologia das estruturas, sistemas de cabo e arco, sistemas treliçados, sistemas de vigas, pórticos, grelhas e placas, sistemas de cascas, sistemas verticais e finalmente a **identificação de sistemas em edificações**, noção essa esperada como básica para o Arquiteto, principalmente quando no momento de projetar, o Arquiteto deveria ter esse conhecimento para propor a solução estrutural.

Para tanto são descritas no quadro abaixo quais são as vertentes esperadas.

São 3 os possíveis movimentos que compõem os **Graus de Liberdade das Estruturas** (Figura 2). No caso de uma estrutura, deve sempre existir uma relação de movimento possível entre os elementos do sistema estrutural.

Figura 2: Graus de liberdade das estruturas

Translação Vertical	Translação Horizontal	Rotação

Fonte: Carrieri (2007) adaptado pelo autor

Figura 3: Tipos de Apoios: Apoio Simples

Fonte: Carrieri (2007) adaptado pelo autor

Carrieri (2007) descreve que **Apoio** (Figura 3 e 4) é o elemento capaz de vincular um corpo a um sistema impedindo ou não seu movimento em relação a este. Tais vínculos podem ser descritos como Apoio Simples (Figura 3), Apoio Móvel (Figura 4) e Engaste (Figura 5):

Figura 4: Tipos de Apoios: Apoio Móvel

Fonte: Carrieri (2007) adaptado pelo autor

Figura 5: Engaste

Fonte: Carrieri (2007) adaptado pelo autor

Carrieri (2007) desenvolve a seguir (Figura 6) exemplos destes elementos e de sua simbologia utilizada pela estrutura.

Figura 6: Simbologia

Fonte: Carrieri (2007) adaptado pelo autor.

4.2 A QUESTÃO ESTRUTURAL

As disciplinas da área de Estrutura estão entre as que apresentam as maiores dificuldades segundo pesquisas realizadas com alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo (RISSI E MARCONDES, 2011).

Vários autores têm buscado entender o porquê desta dificuldade que posteriormente será refletida na atuação profissional destes alunos (REBELLO, 2000; SARAMAGO, 2011).

Heinrich Engel defende que o Arquiteto somente estará capacitado para exercer um juízo esclarecido e para coordenar todos os aspectos que compõem sua prática se agregar um mínimo sólido de cada campo de conhecimento específico. Assim, o estudante de Arquitetura e Urbanismo precisa desenvolver a capacidade de interpretar fatos e processos pertinentes a diferentes áreas do saber – incluindo a Engenharia de Estruturas – ao menos de uma maneira criativa, extraíndo dali referências e manipulando-as com desenvoltura em sua atividade como projetista e construtor. (ENGEL, 1967 apud SARAMAGO, 2011)

A concepção estrutural em um projeto de Arquitetura demanda de seu autor uma série de outros conhecimentos sequenciais anteriores. Segundo Rissi e Marcondes (2011), disciplinas da área de Estrutura, apresentam no curso de Arquitetura e Urbanismo do Curso A, índices de reprovação próximos a 45 % dos alunos. Essa percentagem historicamente tem se mantido nestes patamares.

A área de Estruturas seria também uma das mais beneficiadas com o uso deste recurso tridimensional em complementação aos vetores, diagramas e maquetes funcionais utilizadas nas explicações de seus conteúdos.

Rissi e Marcondes (2011) comentam que estas altas taxas de reprovação podem ser atribuídas a metodologia, utilizada pelo professor em suas aulas. Na análise dos programas das disciplinas apresentados pelas autoras, observam a manutenção das metodologias tradicionais de ensino e sabe-se que diferentes alternativas podem e devem ser testadas, assim como, diferentes processos de avaliação e acompanhamento do desenvolvimento da aprendizagem.

Outros autores na área de Estrutura já demonstraram essa preocupação com a importância destes conhecimentos para o futuro profissional, como Yopanan C. Rebello.

“É muito comum entender-se a Arquitetura como a criadora das formas, como se essas pudessem acontecer isoladamente e independentemente da estrutura, do material do qual é produzida e

dos processos de produção. Na verdade, a criação de uma forma implica a criação de uma estrutura e, em consequência, a escolha dos materiais e processos construtivos que permitem materializá-la. A estrutura e a forma, ou a estrutura e a Arquitetura, são um só objeto, e, assim sendo, conceber uma implica conceber a outra. Arquitetura e estrutura nascem juntas; portanto, aquele que cria a forma também é aquele que cria a estrutura. O ato de desenhar um pequeno espaço de um edifício compromete seu autor com a solução da estrutura. Em outras palavras, quem concebe a Arquitetura concebe a estrutura. A história tem mostrado que sempre coube ao criador da Arquitetura a responsabilidade pela concepção estrutural, a execução da edificação e até mesmo de sua decoração. Logo, é bastante natural que continue a cargo de quem concebe a Arquitetura a responsabilidade pela concepção estrutural. (REBELLO, 2006).

O ensino de Estruturas para alunos de Arquitetura e Urbanismo foi feita por engenheiros civis.

[...]a primeira reflexão a respeito é de Adolpho Polillo (nascido em 1928). Logo após a graduação em Engenharia Civil pela Escola Nacional de Engenharia da então Universidade do Brasil – atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – em 1952, Polillo tornou-se assistente de Aderson Moreira da Rocha (catedrático de “Estabilidade das Construções” do curso de Engenharia Civil e de “Concreto Armado” da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU/UFRJ), com quem também trabalhava como sócio de um escritório de projetos. Como explica o engenheiro em entrevista, sua percepção de que a transmissão de conhecimentos acerca do Comportamento Estrutural deveria seguir outra perspectiva partiu justamente da observação da inadequabilidade da metodologia empregada por esse e por outros professores durante as aulas para as turmas da FAU/UFRJ. (SARAMAGO, 2011 p. 79).

A questão da prática metodológica empregada com o ensino de Estrutura é a mais evidente dentro da Arquitetura. Saramago (2011), demonstrou a evolução dos instrumentos para a concepção da estrutura por diversos profissionais ao longo do

século XX. São exemplos citados pela autora: maquetes, modelos reais (mock-up). Mas em todos esses modelos a representação está focada na ação física e desassociada da situação real em que ela se encontra atuando.

4.3 PRINCIPAIS PROFESSORES DE ESTRUTURA PESQUISADOS NO BRASIL

Em discussões e seminários com professores das escolas pesquisadas Curso A e Curso B e com professores de outras instituições como a FAU-USP, IAU, Universidade Federal do Paraná, Mackenzie e PUC-Campinas, a pesquisa buscou conhecer os professores da área de Sistemas Estruturais com contribuições mais significativas para o ensino em Arquitetura. Vários nomes foram citados, em sua grande maioria os professores desta área são oriundos dos cursos de Engenharia Civil, destacando-se **Mario Franco**, **Yopanan Conrado Pereira Rebello**, **João Antônio Del Nero** e **Aluizio Fontana Margarido**, mas também foram citados professores com formação em Arquitetura e Urbanismo como é o caso de **Vitor Amaral Lotufo** e **Siegbert Zanettini**.

Buscou-se nessa pesquisa com os professores verificar qual o tipo de abordagem que cada professor utilizava em sala de aula. As principais lembranças acerca desses professores estavam focadas principalmente na sua experiência didática e profissional e na dedicação aos alunos. Mas todos tinham abordagens muito semelhantes com relação a disciplina. Dentre os engenheiros o nome de Yopanan Conrado Pereira Rebello, foi o mais citado, principalmente por suas publicações, citadas por praticamente todos os professores.

Yopanan Rabello foi graduado em Engenharia Civil pela Universidade Presbiteriana Mackenzie em 1971 e afirma que sua formação enfrentou os mesmos problemas que ainda hoje são enfrentados pelos alunos de Arquitetura. Em entrevista a Saramago (2010) Yopanan Rabello afirma,

[...]O meu ensino de estrutura começava no segundo ano com “Resistência dos Materiais”. E aí o professor “chegava” e punha uma linha, uns “triangulozinhos” que ele chamava de apoios articulados móveis, articulados fixos, e fazia agente calcular esforços, reações de apoio, momento fletor, força

cortante. E aquilo ficava sempre desligado da realidade. Quer dizer: “De que forma eu aplico isso? Da onde que vem essa carga? Aonde que eu encontro esse apoio articulado móvel, esse apoio articulado fixo na realidade? ” Não falava, por exemplo, que aquilo era exatamente um modelo, não a realidade... Era apenas um modelo, “né”?! Então o que a gente aprendia eram os passos para fazer os cálculos, fazer os gráficos e, muitas vezes... Muitas vezes, não, sempre, a gente não via onde que aquilo chegava! O que tinha a ver aquilo com a Engenharia, muito menos com a Arquitetura (SARAMAGO, 2010 p. 213).

Em 1972 iniciou o mestrado na Escola de Engenharia de São Carlos, mas não concluiu. Sua experiência inicial como professor na Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie em 1973, com a disciplina de Resistência dos Materiais foi semelhante à sua formação. No mesmo período também foi professor da Faculdade de Arquitetura da Universidade Católica de Santos até 1993.

A partir de suas aulas e do convívio com alunos da graduação na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica de Santos, que questionavam a forma como abordava os conteúdos ensinados, passou a utilizar modelos buscando a visualização dos fenômenos em suas aulas para Arquitetura (RABELLO 2009, apud SARAMAGO, 2010).

Sua experiência didática aliada a experiência profissional é destacada em seus livros. Destaque para a busca constante da compreensão do aluno através do uso de diferentes modelos pedagógicos como maquetes estruturais. Em obras com outros professores, como Joao Marcos Lopes e Marta Vieira Bogéa, buscam descrever a estrutura de obras significativas (LOPES, BOGÉA, RABELLO, 2006). Uma abordagem semelhante a proposta por essa tese, mas focada ainda nos aspectos mais técnicos da estrutura e utilizando pouco as imagens.

Entre 1981 e 1986, assumiu a disciplina de Estruturas do Centro Universitário Belas Artes de São Paulo. Desde 1990, leciona na Universidade São Judas Tadeu. A partir de 1992, quando criou a Ycon – Formação Continuada, onde ministrou Cursos e realiza eventos em diversas áreas de conhecimento para profissionais já graduados.

Yopanan Rabello cita como diferenciais no ensino entre Arquitetura e Engenharia estão principalmente nas discussões feitas sobre a concepção e a compatibilidade entre as soluções estruturais e arquitetônicas nos cursos de Arquitetura, enquanto nos cursos de Engenharia os alunos apresentam uma dificuldade na concepção da estrutura por falta de repertórios de possibilidades estruturais (RABELLO 2009, apud SARAMAGO, 2010).

Os contatos com os diversos professores das escolas de Arquitetura foram para Yopanan Rabello o fator principal para buscar uma nova experiência em ensino de estrutura em escolas de Arquitetura, base de seu mestrado na FAUUSP concluído em 1993. Logo em seguida avançou os estudos na mesma FAUUSP com doutorado abordando a questão estrutural e suas relações com a Arquitetura. Concluído em 1999, seu doutorado foi a base para seu livro **A concepção estrutural e a Arquitetura**, publicado em 2000 (RABELLO, 2001).

Yopanan Rabello relata que um dos grandes problemas enfrentados no ensino de estruturas é o da falta de continuidade entre as disciplinas, onde o conteúdo é focado apenas na realização dos objetivos individuais de cada uma. Não há continuidade entre a sequência das disciplinas. O ensino obriga o aluno a não pensar no uso dos conhecimentos adquiridos anteriormente nas novas disciplinas. Para ele falta uma maior dose de realidade aplicada em cada disciplina (RABELLO 2009, apud SARAMAGO, 2010).

Essa descrição de Yopanan Rabello relata um dos problemas sempre discutidos por professores e coordenadores acadêmicos, mas que não são abordados de forma efetiva na tentativa de resolvê-los. Talvez seja essa uma das grandes dificuldades enfrentadas pelo sistema de disciplinas das faculdades e universidades. Finalmente em seu depoimento, Yopanan Rabello afirma que o Arquiteto perde ao não conhecer sobre estrutura, o mesmo que negasse o conhecimento do sol, da Topografia, do entorno ao seu projeto. Ao desconhecer qualquer uma desses fatores a Arquitetura perde, está incompleta (RABELLO 2009, apud SARAMAGO, 2010).

Não há os avanços criativos que caracterizam qualquer projeto dos grandes nomes da Arquitetura. A formação do Arquiteto permite uma maior possibilidade de síntese, analogias e metáforas, coisas fundamentais para a criatividade. O aluno deve ser sempre incentivado a ligar soluções aparentemente distantes ou mesmo conflitantes. É desse conflito que nasce a solução criativa. (RABELLO 2009, apud SARAMAGO, 2010).

Com formação em Engenharia Civil, graduado em 1951 e doutorado em 1967 pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP, Mario Franco é outro professor de Sistemas Estruturais. Foi professor do Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações da EPUSP e por 27 anos, entre 1971 e 1998, foi também professor da FAU-USP.

Profissionalmente trabalhou a partir de 1952 no Escritório Técnico Júlio Kassoy e Mario Franco Engenheiros Civis Ltda. Além de membro de várias associações o Conselho Regional de Arquitetura e Urbanismo - CREA, Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON, Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural - ABECE, American Concrete Institute - ACI, Federação Internacional do Concreto - FIB, Council on Tall Buildings and Urban Habitat - CTBUH, e International Association for Bridge and Structural Engineering - IABSE. Recebeu várias menções profissionais entre elas o Prêmio Emílio Baumgart pela IBRACON, em 1985 (SARAMAGO, 2010).

Mario Franco foi um dos professores mais citados por profissionais e professores de Sistemas Estruturais durante a pesquisa. Suas aulas seguiam o sistema tradicional encontrado até hoje na maioria dos professores com formação em engenharia. Um grande diferencial em suas aulas eram suas obras e sua experiência profissional, sempre citadas durante suas aulas.

Outro Engenheiro Civil, graduado em 1956 e com mestrado em 1971 pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP, João Antônio Del Nero iniciou sua carreira acadêmica na Universidade Presbiteriana Mackenzie em 1958. No período de 1964 a 1971 foi professor assistente da cadeira de Concreto Armado e Protendido, na Escola Politécnica, passando depois de 1972 e 1983 para a cadeira de Pontes e Grandes Estruturas. Encerrou suas atividades na FAUUSP onde foi professor de Sistemas Estruturais de 1983 até sua aposentadoria em 2004.

Suas aulas também tinham como características especiais suas obras e sua experiência profissional. Atualmente é executivo da Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projeto S. A., onde ingressou como estagiário e posteriormente tornou-se sócio (SARAMAGO, 2011).

Dentre suas obras, as mais citadas são as alternativas técnicas e projeto da Ponte Brasil-Argentina, sobre o rio Iguaçu, Ponte sobre o rio Orinoco (Venezuela), o detalhamento dos trechos 1, 21 e 8 do Metrô do Rio de Janeiro, o edifício Trianon – Museu de Arte de São Paulo, linhas Norte/Sul e Paulista para o Metrô de São Paulo.

Foi inovador também ao introduzir para o projeto do trecho da pista ascendente da serra na Rodovia dos Imigrantes, em 1968, uma tecnologia que revolucionou projeto e construção de túneis, o NATM - *New Austrian Tunnelling method*, recém desenvolvida na Europa.

O Engenheiro Civil Aluizio Fontana Margarido graduado pela Escola Politécnica de São Paulo, em 1960, onde também obteve o título de doutor, em 1972. Em 1961, trabalhou na empresa Construções Tubulares Manesmann – atuando na construção de galpões industriais e coberturas metálicas. Entre 1961 e 1965, foi engenheiro da Companhia Siderúrgica Paulista - Cosipa. Desde 1961, tornou-se sócio do Escritório Técnico José Carlos de Figueiredo Ferraz – empresa que, a partir de 1978, passou a ser denominada de Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projeto S.A, onde desenvolveu projetos de barragens, aeroportos, rodovias, pontes, viadutos metálicos e obras de metrô, trabalhando com João Antônio Del Nero. Entre suas obras destacam-se: as esculturas desenvolvidas em parceria com a artista plástica Tomie Ohtake e o Metrô do Rio de Janeiro.

Sua carreira acadêmica teve início na Escola Politécnica e na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo entre 1964 e 1996. Foi professor do curso de Engenharia Civil da Universidade São Judas Tadeu - USJT.

Em paralelo ao trabalho desenvolvido no Escritório Técnico José Carlos de Figueiredo Ferraz, também atuou como docente na Escola Politécnica-USP e na FAU-USP. Trabalhou ao lado de profissionais como o professor Telêmaco Van Langendonk, Pedro Bento de Jesus Gravina e José Carlos de Figueiredo Ferraz.

Uma de suas afirmações acerca do ensino, é que foi uma das experiências mais gratificantes de sua trajetória. Mais do que lhe propiciar o convívio direto com seus mestres fez com que o convívio com os jovens Arquitetos permitisse o vislumbre de outros pontos de vista em relação à obra, diferente dos habituais. "Os alunos me ensinaram a olhar a importância do aspecto estético na concepção de projetos, fato nem sempre observado pelos engenheiros", diz. "É imprescindível que o Arquiteto entenda os aspectos técnicos da engenharia, assim como é fundamental que os engenheiros entendam os aspectos estéticos", aconselha (SARAMAGO, 2011).

Margarido (2007) em seu livro, Fundamentos da Estrutura, oferece uma base de cálculo para estruturas hiperestáticas utilizando o método da energia de deformação, onde procura estimar a dimensão de estruturas de barras - de concreto armado ou metálicas.

Outro detalhe de suas atividades acadêmicas e descritas nesse mesmo livro, está na construção de modelos de PVC, que permitem a visualização das deformações que ocorrem nas estruturas.

Uma citação de Margarido (1974) afirmava que ao treinar com modelos qualitativos de uma estrutura, um aluno de Arquitetura adquire a bagagem para posteriormente como Arquiteto, que ao conceber a Arquitetura, seja capaz de sentir a estrutura que será o esqueleto de sua obra. Outro professor, Adolpho Polillo (1974) em apoio a Margarido, afirma e destaca que a experimentação prática (criação de modelos) é o melhor guia para a intuição.

O primeiro Arquiteto e Urbanista citado é Vitor Amaral Lotufo, graduado pela Universidade Presbiteriana Mackenzie em 1967. Iniciou sua carreira docente em 1970 no Instituto de Tecnologia Mauá, posteriormente, no período de 1972 a 1981, foi professor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Farias Brito – atual Universidade de Guarulhos. Em 1980, integrou o corpo docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos. De 1982 a 1986, lecionou no Centro Universitário Belas Artes de São Paulo. Entre 1980 e 2001, assumiu a disciplina de Sistemas Estruturais na Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Também foi professor da área de Tecnologia entre 2002 e 2009 da Associação de Ensino de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo - AEAUsp – conhecida por Escola da Cidade (SARAMAGO, 2010).

Segundo Carranza e Carranza (2010) dentre suas várias obras, Vitor Lotufo estudou o dimensionamento da cúpula geodésica sistematizado por Buckminster Fuller, incluindo detalhes construtivos, e a reciclagem de materiais.

Da teoria à prática, seu binômio constante, empreende em 1979 o projeto da Casa de Botucatu, uma alternativa à tecnologia de materiais empregada nas geodésicas de Fuller. A planta compacta, independente da estrutura, tem programa de 3 dormitórios, cozinha e banheiro ao redor da sala de jantar, implantada no centro do círculo. O sistema estrutural é contemplado com materiais mais simples visando maior autossuficiência. Lotufo utiliza caibros de madeira aparelhados, aparafusados em módulos triangulares, fechamento em painéis mistos de madeira compensada e miolo de isopor, pintura à base de poliuretano. A economia de meios e redução do impacto ambiental vem com a adoção de materiais recicláveis, atitude embasada nos começos da sustentabilidade, e pelo gerenciamento do canteiro de obra. A

experiência construtiva é um fator citado por Lotufo (CARRANZA e CARRANZA, 2010).

Um dos grandes nomes da Arquitetura no Brasil com várias obras utilizando principalmente estruturas metálicas, Siegbert Zanettini, graduado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - FAUUSP em 1959, onde tornou-se professor no período de 1964 até 2004 quando se aposentou. Foi livre docente em 2000 e professor titular em 2002. Zanettini foi um dos primeiros doutores em Arquitetura no Brasil em 1972.

Em conjunto com Hélio Duarte, Siegbert Zanettini fundou a Faculdade de Arquitetura Elmano Ferreira Veloso, em São José dos Campos, que funcionou entre 1971 e 1975. Recebeu o título de sócio honorário da Associação Brasileira de Construção Metálica em 1993. Foi um dos responsáveis, em 2004, pela elaboração do Programa de Dupla Formação FAU-Poli da Universidade de São Paulo.

Atualmente é sócio da Zanettini Arquitetura Planejamento Consultoria Ltda. Por seus projetos Zanettini recebeu prêmios e venceu vários concursos nacionais um deles o do Teleporto da Sercomtel, de Londrina.

Zanettini, por solicitação do Ministério da Educação e Cultura - MEC elaborou um relatório onde diagnosticou que o problema maior do aprendizado da Arquitetura não estavam no professor, disciplina, departamento, escola ou universidade, mas eram decorrentes de problemas estruturais da educação brasileira, resultantes da secundarização das questões culturais pelas políticas governamentais, claramente expressa pelo desprestígio da universidade pública e pelo incentivo a proliferação de entidades educacionais privadas estruturadas principalmente como negócio rentável, unicamente voltadas a formação de mão de obra para o mercado e pela inexistência de pesquisa, limitando-se a reprodução de conhecimento superficial e a menor custo. O trabalho de Zanettini, propôs inclusive soluções em questões estruturais e de ensino nas universidades, nos departamentos e disciplinas (ZANETTINI, 1980).

Todos os professores acima citados, apresentam em comum a experiência profissional paralela a atividade acadêmica como o grande diferencial e a referência por eles sempre utilizada em suas aulas. Importante citar que todos os professores acima citados, pertencentes aos quadros das Universidades públicas, mantiveram a atividade acadêmica sempre paralela a atividade profissional.

Essa sem dúvida passa a ser uma diferenciação com relação aos professores nos dois cursos pesquisados nesse trabalho. Todos apresentaram no início de suas

carreiras envolvimento com escritórios de projeto de estruturas, agregando experiência profissional, mas apenas por um período curto. A grande maioria dos professores das escolas públicas, principalmente, após o ingresso na vida acadêmica acabam optando pela exclusividade na vida acadêmica. No caso do Curso A a obtenção da Dedicação Exclusiva, que possibilita um aumento real significativo no salário desses professores, foi o fator decisivo para isso.

5 METODOLOGIA

A partir de agora com um embasamento maior pelo capítulo anterior serão determinadas as metodologias utilizadas para a definição de todo o processo de pesquisa e comprovação das hipóteses da presente tese e posteriormente das conclusões do trabalho.

Gil (2002) afirma que uma pesquisa pode ser definida como um procedimento formal e sistemático de desenvolvimento do método científico de forma a se descobrir respostas a problemas através de procedimentos científicos. Autores como Selltiz (1974) acreditam que após o problema de pesquisa ter sido elaborado de forma clara para que se possam especificar os tipos de informação necessárias, o pesquisador deverá fazer o planejamento da pesquisa que deve estar de acordo com o objetivo da mesma.

Para Yin (2014) ainda que não há um método que seja melhor ou pior que outro, mas sim ele deve procurar a melhor adequação entre o método, o objetivo e as condições em que a pesquisa é realizada. Para tanto algumas decisões devem ser tomadas com base nas hipóteses e nos objetivos levantados.

Primeiramente devem ser definidos o tipo de pesquisa. De acordo com a classificação de Yin (2014) em razão de suas variáveis uma pesquisa pode ser **quantitativa**, quando o pesquisador usa suas hipóteses para obter uma medição precisa dos resultados quantificáveis obtidos ou **qualitativa** quando o pesquisador procura confirmar um fenômeno através da observação e do estudo realizado.

Quanto aos objetivos específicos uma pesquisa pode ser classificada como sendo **exploratória** quando o pesquisador busca um contato inicial com o tema ou **descritiva** quando se quer descrever um fenômeno. Nesse caso as hipóteses levantadas são baseadas em um prévio conhecimento do pesquisador que buscará com a pesquisa sua confirmação ou não.

De acordo com a estratégia, a pesquisa pode ser classificada como:

- a. **Estudo de caso:** é a principal estratégia ao se examinar acontecimentos contemporâneos. Utiliza-se de observação direta, análise de documentos, observações e de uma série de entrevistas. Yin (2014) afirma ainda que um estudo de caso é generalizado a proposições teóricas, e não a populações

ou universos. O estudo de caso não representa uma amostragem, e o objetivo do pesquisador é generalizar teorias (generalização analítica) e não enumerar frequências (generalização estatística). Está associado a questões do tipo: **como** e **por quê?**

- b. **Levantamento:** ou *survey*, é uma estratégia que busca a obtenção de dados que sejam representativos da população estudada, tanto em termos do número quanto do processo de seleção dos elementos da amostra da pesquisa. Segundo Yin (2014) tem capacidade limitada de investigar um contexto. Está associado a questões do tipo: **quem, o que, onde, quantos e quando.**

Baseado nesses critérios a pesquisa elaborada para a tese pode ser classificada como sendo uma pesquisa qualitativa exploratória através de um estudo de caso. Para tanto, ao final do capítulo serão demonstrados como esse estudo de caso foi estruturado a partir da aplicação da Taxonomia de Bloom (BLOOM et al, 1956), especificamente sob o domínio cognitivo.

5.1 ESTUDO DE CASO

O estudo foi desenvolvido no Paraná, em duas das principais escolas de Arquitetura do Paraná. A primeira, agora denominado Curso A, se refere a uma escola pública e a outra uma Escola particular, denominada de Curso B. Essas escolas produzem um número significativo de profissionais todos os anos.

A tese ainda explora a mudança de grade curricular que acontecerá nos próximos dois anos nessas duas escolas, explorando a pesquisa realizada e sugerindo a aplicação desse modelo proposto na tese para implantação nas duas escolas, observando suas particularidades.

5.1.1 Curso A

O primeiro curso pertence a uma das principais escolas públicas do estado do Paraná e segundo o ENADE (2015) obteve nota 4, tendo ainda classificação com 4

estrelas pelo Guia do Estudante da editora Abril (2015) e aparecendo entre os 30 melhores cursos do Brasil pelo ranking da Folha (2015).

5.1.2 Curso B

O segundo curso pertence a uma instituição particular, com mais de 70 anos de fundação. O curso B, tem também mais de 30 anos de formação da primeira turma. Obteve ainda nota 4 no ENADE (2015) e está classificado como 3 estrelas pelo Guia do estudante da editora Abril (2015) e aparece entre os 50 melhores cursos do Brasil pelo ranking da Folha (2015).

5.2 TAXONOMIA DE BLOOM

Para poder realizar uma avaliação da proposta da tese de utilização de modelos digitais, a Taxonomia de Bloom foi utilizada como fundamentação teórica. Seus resultados na avaliação das etapas de aplicação e nos resultados obtidos neste estudo de caso permitem conclusões melhor fundamentadas e indicam caminhos a serem percorridos para a concretização do estudo.

Em 1948 durante a Convenção da Associação Americana de Psicologia, que aconteceu em Boston, Benjamim Samuel Bloom coordenou um grupo de 34 especialistas em avaliação, currículo e psicologia da educação que desenvolveu após exaustivas discussões, um sistema de classificação de objetivos, a Taxonomia de objetivos Educacionais com o intuito de facilitar a comunicação entre examinadores (BLOOM et al., 1956).

Nos anos seguintes, o grupo de pesquisadores identificou a necessidade de melhorar o processo de avaliação do ensino e aprendizado das Universidades americanas (EISNER, 2000). A partir destas reuniões foram identificadas três dificuldades para desenvolver esse processo, eram elas:

- a. Como descrever objetos subjetivos como os relacionados à área educacional, mesmo assim o grupo de estudos determinou que os objetivos educacionais tinham equivalência no comportamento do indivíduo;

- b. Como desenvolver um sistema que leve em conta as crenças e os conhecimentos dos profissionais educadores, julgou-se que o uso da taxonomia seria mais proveitoso por parte de professores que já tivessem refletido sobre problemas de curriculares e de planejamento escolar, e;
- c. Será que tal estrutura poderia gerar uma fragmentação sobre os currículos e os planejamentos escolares? Nesse caso o grupo julgou necessária a elevação do nível de generalidade da taxonomia evitando perdas por fragmentação.

O desenvolvimento dos trabalhos nas reuniões seguintes gerou uma ferramenta de análise e construção de modelos curriculares e avaliações que funcionava como uma classificação taxonômica⁸. Um exemplo dessa classificação na área de Ciências exatas seria uma tabela periódica. Na área biológica uma classificação taxonômica agrupa as informações em categorias, como ramo, classe, ordem, família, gênero, espécies etc. (BLOOM et al, 1956). A taxonomia também deve ser coerente com pontos de vista teóricos que a sustentam (BLOOM, KRATHWOHL; MASIA: 1972).

O termo taxonomia embora possa ser empregado como sinônimo para classificação, Bloom et al (1956) afirma que não tem o mesmo significado e exemplifica que as taxonomias seguem certos princípios estruturais que ultrapassam em complexidade as normas de um sistema de classificação.

Enquanto um sistema de classificação pode ter muitos elementos arbitrários, um esquema de taxonomia não o pode. Uma taxonomia deve ser construída de forma que a ordem dos termos corresponda a certa ordem real entre os fenômenos representados por esses termos. Pode um esquema de

⁸ Taxonomia ou Taxionomia segundo Michaelis (1998) é o estudo dos princípios gerais da classificação científica. Distinção ordenação e nomenclatura sistemáticas de grupos típicos, dentro de um campo científico.

classificação ser validado mediante o atendimento de critérios de comunicabilidade, utilidade e estimulação; no entanto, a validade de uma taxonomia depende da demonstração de sua compatibilidade com conclusões resultantes de dados de pesquisa no campo que busca ordenar (BLOOM et al, 1956 - p.15).

5.2.1 Os três domínios

Na discussão sobre os princípios, concordou-se que deveria ser um sistema de classificação dividida em três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor, que caracterizam as habilidades, capacidades e atitudes que devem ser desenvolvidas no processo educacional (PICKARD, 2007).

- a. O **Domínio Cognitivo** é o mais utilizado, inclui as habilidades mentais e de pensamento que envolvem a memória, a resolução de problemas e a criatividade. Descreve o saber. Nesse domínio os objetivos foram classificados em seis categorias, que são aplicadas em uma ordem hierárquica que vai do mais simples ao de maior complexidade;
- b. O **Domínio Afetivo** descreve as áreas do sentimento e da emoção, descrevem mudanças de interesses, atitudes e valores. Foi a área onde o grupo de pesquisadores dedicou mais tempo a sua elaboração. Foram definidas cinco categorias, como no cognitivo cada categoria evolui para a próxima utilizando capacidades adquiridas nas anteriores;
- c. O **Domínio Psicomotor** abrange a área das habilidades motoras. É a área menos desenvolvida e com poucas realizações. Descreve ações físicas. A equipe liderada por Bloom não chegou a defini-la, isso foi feito A.J. Harlow, R. H. Dave e B. J. Simpson (KRATWOHL, 2002), que a desenvolveram posteriormente. São seis categorias que também utilizam as capacidades adquiridas da anterior.

A versão preliminar da Taxonomia de Bloom foi editada pela *Longmans, Green and Company*, com uma tiragem de 1000 cópias, que foi enviada para professores, e administradores de escolas secundárias e de universidades para avaliação, críticas e

sugestões. Esse grupo de professores enviou também exemplos adicionais de objetivos e materiais de avaliação. Essas sugestões foram incorporadas na versão final, publicada em 1956. (BLOOM et al., 1972).

Apesar do nome conhecido como Taxonomia de Bloom e por ter sido o coordenador do grupo inicial, essa referência ao autor é puramente ocasional, por ser o primeiro nome na ordem dos autores. O título original era *Taxonomy of educational objectives* (ANDERSON et al., 2001).

5.2.1.1 Taxonomia de Bloom sobre o domínio cognitivo

Bloom et al (1956), reconhece que a capacidade humana é inerente a cada indivíduo. Uma das conclusões de seu grupo, foi que um grupo de alunos, submetidos as mesmas condições de ensino, todos aprendiam, mas com níveis de profundidade e abstração do conhecimento diferentes (BLOOM, HASTIN; MADAUS, 1971). Essa variação segundo Marcheti Ferraz (2008), poderia ser caracterizada pela organização dos processos de aprendizagem para estimular o desenvolvimento cognitivo.

A Taxonomia de Bloom, de acordo com Conklin (2005) é uma das maiores contribuições acadêmicas para educadores que buscam formas de estimular seus alunos. Guskey (2001) afirma que na história da educação poucos indivíduos tiveram um impacto tão profundo nas políticas e práticas educacionais como Bloom.

Segundo Krathwohl (2002), a Taxonomia de Bloom auxilia os professores, e administradores da área da educação visando:

- a. Estabelecer uma terminologia que faça referência aos objetivos educacionais com a finalidade de facilitar a comunicação de conteúdos, processos cognitivos e do currículo;
- b. Estabelecer bases para um determinado curso ou currículo em particular a respeito dos processos cognitivos;
- c. Comparar e estudar programas educacionais;
- d. Determinar a coerência entre os objetivos educacionais, as atividades de ensino e a metodologia de avaliação dentro de uma unidade de ensino, de um curso e de um currículo;

- e. Estabelecer um panorama sobre as abrangências e os limites educacionais no que tange aos processos mentais e de pensamento dentro de um determinado curso ou de um currículo e suas implicações;

Criar um esquema de classificação e ordenação conveniente para caracterização de testes, técnicas de exames e instrumentos de avaliação.

Quadro 1: Estruturação da Taxonomia de Bloom no Domínio Cognitivo

Fonte: Quadro adaptado pelo autor de Marchetti Ferraz (2008) e Bloom et al (1972)

Bloom et al (1956), estruturaram a taxonomia em seis categorias principais: **Conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação** (Quadro 1). De todas as categorias apenas a de aplicação não se subdivide em subcategorias. Seus níveis de complexidade são crescentes e para adquirir uma nova habilidade de um nível superior o indivíduo deveria ter adquirido a habilidade anterior. A estrutura elaborada por Bloom e seu grupo permite uma organização hierárquica dos processos de cognição, de acordo com os níveis de complexidade e os objetivos cognitivos desejados (MARCHETTI FERRAZ, 2008).

As seis categorias são ordenadas por níveis de crescente de complexidade e abstração (BLOOM et al, 1956; KANAMURA, 2008):

1. A primeira categoria, o **conhecimento**, envolve o uso da memória, por reconhecimento ou recordação de unidades de ideias, materiais ou fenômenos. Aqui o aluno adquire e armazena informações que mais tarde utilizará;
2. A segunda categoria, a **compreensão**, essa é mais enfatizada comumente pelas escolas. Se refere a um tipo de entendimento no qual o aluno conhece o que está sendo comunicado e pode fazer uso disso, sem necessariamente relacioná-lo a outro material ou perceber suas implicações completas. Há possibilidade de modificar a comunicação, expressando-a de uma forma semelhante. O aluno pode deduzir consequências ou implicações;
3. A terceira categoria, a **aplicação** consiste no uso de abstrações para solução de problemas concretos e particulares. O domínio cognitivo obedece geralmente uma ordem hierárquica de cada uma das categorias envolve exigências relativas as classes inferiores (conhecimento e compreensão). No caso para que o aluno aplique algo ele deverá ter o conhecimento e a compreensão sobre o assunto;
4. A quarta categoria, a da **análise**, é uma das mais importantes para qualquer área educacional. É a habilidade adquirida pelos alunos mais desejada pelos professores. Está habilidade se encontra em um nível mais avançado do que as usadas nas categorias anteriores de compreensão e de aplicação. Permite o desdobramento da comunicação em suas partes constituintes, tornando claras as inter-relações entre as ideias, permitindo distinguir fatos de hipóteses em uma comunicação, distinguir materiais

relevantes de outros sem importância, perceber as implicações não explicitamente formuladas e reconhecer padrões;

5. A quinta categoria, a da **síntese** consiste na recombinação das partes e elementos de forma a ter um todo. Seria uma recombinação de elementos, partes combinando-os para uma nova configuração ou estrutura que antes não estava evidente. O aluno na síntese deverá reunir elementos de diversas fontes e configura-los em uma nova estrutura que não havia sido percebida anteriormente. Espera-se que a síntese seja substancialmente diferente ao material estudado; e

6. A última categoria na Taxonomia é a da **avaliação**, que se define como um julgamento qualitativo ou quantitativo de ideias, trabalhos, soluções, métodos, materiais. Implica no uso de critérios que possibilitem apreciar o grau de precisão, efetividade, economia. Seria o estágio final do processo que envolve uma combinação de todos os outros comportamentos das categorias anteriores acrescentando critérios que resultam em valores.

Cada uma das seis categorias da taxonomia e de suas subdivisões, a partir de verbos específicos podem ser elaboradas estratégias e avaliadas. Esses verbos podem ser posteriormente avaliados se o aluno adquiriu a competência necessária para a próxima categoria (MARCHETTI FERRAZ, 2008).

A seguir (Quadro 2) a partir dos trabalhos de Bloom et al (1956); Krathwohl (2002); *School of Educacion* (2005) e Marchetti Ferraz (2008) o uso do sistema de verbos utilizados nas seis dimensões da Taxonomia de Bloom são descritos e posteriormente são exemplificados seus objetivos educacionais.

Em 1995, segundo Anderson et al (2001), um novo grupo de especialistas foi criado a convite da mesma Associação de Psicologia Americana com o intuito de revisar a Taxonomia de Bloom. Liderados agora por David Krathwohl, esse grupo se reuniu em Syracuse no estado de Nova York e seu relatório foi publicado em 2001 no livro *A taxonomy for teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy or educational objectives*.

Krathwohl (2002) afirma que os objetivos da aprendizagem normalmente apresentam o que se espera que os alunos aprendam e não explicitam, de que forma esses conhecimentos podem ser usados como forma de realmente demonstrar que

houve aprendizado. Utilizando um sistema de verbo e substantivo tanto na primeira versão da Taxonomia de Bloom como agora na revisão feita por Krathwohl.

Quadro 2: Verbos e objetivos das 6 categorias da Taxonomia de Bloom

Domínio Cognitivo					
1.0 Conhecimento	2.0 Compreensão	3.0 Aplicação	4.0 Análise	5.0 Síntese	6.0 Avaliação
Habilidade de lembrar informações e conteúdos previamente abordados, como fatos, datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares, regras, critérios, procedimentos etc.	Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo. Esta habilidade pode ser demonstrada por meio da tradução do conteúdo compreendido para uma nova forma (oral, escrita, diagramas etc.) ou contexto.	Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo. Esta habilidade pode ser demonstrada por meio da tradução do conteúdo compreendido para uma nova forma (oral, escrita, diagramas etc.) ou contexto.	Habilidade de usar informações, métodos e conteúdos aprendidos em novas situações concretas. Isso pode incluir aplicações de regras, métodos, modelos, conceitos, princípios, leis e teorias.	Habilidade de agregar e juntar partes, com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única (tema ou discurso), um plano de operações (propostas de pesquisa) ou um conjunto de relações abstratas (esquema para classificar informações). Combinar partes não organizadas para formar um todo.	Habilidade de julgar o valor do material (proposta, pesquisa, projeto) para um propósito específico. O julgamento é baseado em critérios bem definidos, que podem ser externos (relevância) ou internos (organização) e podem ser fornecidos ou conjuntamente identificados. Julgar o valor do conhecimento.
A habilidade pode envolver relembrar uma significativa quantidade de conteúdo ou material ou fatos específicos.	Nesse nível encontram-se as capacidades de entender a informação ou fato, captar seu significado e utilizá-la em contextos diferentes.	Nesse nível encontram-se as capacidades de entender a informação ou fato, captar seu significado e utilizá-la em contextos diferentes.			
O objetivo principal deste nível é trazer à consciência esses conhecimentos.					
descrição	verbos	objetivos			
Enumerar, definir, descrever, identificar, denominar, listar, nomear, combinar, realçar, apontar, relembrar, recordar, relacionar, reproduzir, solucionar, declarar, distinguir, rotular, memorizar, ordenar e Reconhecer.	Categorizar, combinar, compilar, compor, conceber, construir, criar, desenhar, elaborar, estabelecer, explicar, formular, generalizar, inventar, modificar, organizar, original, planejar, propor, reorganizar, relacionar, revisar, reescrever, resumir, contar, escrever, desenvolver, estruturar, montar e projetar.	Entender fatos e princípios; interpretar verbalmente uma informação escrita ou diagramada; resolver um problema matemático; interpretar um texto; ilustrar um conceito adquirido, dentre outros.			
Definir termos comuns; descrever fatos específicos; distinguir métodos e procedimentos; relembrar conceitos básicos e princípios, dentre outros.	Aplicar, mudar, programar, demonstrar, desenvolver, descobrir, dramatizar, empregar, ilustrar, interpretar, manipular, modificar, operacionalizar, organizar, prever, preparar, produzir, relatar, resolver, transferir, usar, construir, esboçar, escolher, escrever, operar e praticar.	Aplicar conceitos e princípios a novas situações; demonstrar leis e teorias em situações práticas; produzir um texto; Resolver problemas matemáticos e construir gráficos e Quadros; empregar corretamente um método ou procedimento, dentre outros.			
	Analisar, quebrar, classificar, comparar, contrastar, determinar, deduzir, diagramar, distinguir, diferenciar, identificar, ilustrar, apontar, inferir, relacionar, selecionar, separar, subdividir, calcular, discriminar, examinar, experimentar, testar, esquematizar e questionar.	Distinguir fatos e inferências; determinar os fatores implicados em um problema matemático; classificar estruturas biológicas segundo a sua função; testar uma determinada fórmula; analisar um poema; analisar a estrutura e organização de um trabalho específico, dentre outros.			
	Categorizar, combinar, compilar, compor, conceber, construir, criar, desenhar, elaborar, estabelecer, explicar, formular, generalizar, inventar, modificar, organizar, original, planejar, propor, reorganizar, relacionar, revisar, reescrever, resumir, contar, escrever, desenvolver, estruturar, montar e projetar.	Resumir um determinado texto; propor um plano para realização de uma experiência; integrar e reconectar a conexão entre assuntos de diferentes áreas para a resolução de um problema; planejar as etapas de um trabalho científico; formular um novo modelo para classificação de objetivos, entre outros.			
	Avallar, averiguar, escolher, comparar, concluir, contrastar, criticar, decidir, defender, discriminar, explicar, interpretar, justificar, relatar, resolver, resumir, apoiar, validar, escrever um review sobre, detectar, estimar, julgar e selecionar.	Julgar a consistência de um material escrito; julgar a adequação com que uma conclusão é suportada pela base teórica exposta; avaliar um trabalho pelo uso de critérios internos, externos ou padrões de excelência, dentre outros.			

Fonte: Bloom et al (1956); Krathwohl (2002); School of Education (2005); e Marchetti Ferraz (2008). Adaptado pelo autor.

Busca-se agora que o substantivo deveria ser a base para a dimensão do conhecimento e o verbo seria utilizado para o desenvolvimento cognitivo, a competência e habilidade.

Diferente da Taxonomia de 1954 agora nessa revisão a Taxonomia adquiriu uma característica bidimensional e a pesquisa feita pelo novo grupo foi direcionada para a dimensão conhecimento e posteriormente para a análise dos processos cognitivos (MARCHETTI FERRAZ, 2008).

Mesmo com essa atualização feita por Krathwohl (2002) a presente tese utilizou os objetivos originais de Bloom acreditando que refletem de forma clara e objetiva uma metodologia que permite demonstrar os objetivos buscados nesse trabalho.

5.3 APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A busca por explicações para o baixo conhecimento de Sistemas Estruturais por parte dos alunos no desenvolvimento do TFGI – Trabalho Final de Graduação Interdisciplinar no curso de Arquitetura foi a base para a pesquisa dessa tese.

Ao longo de vinte e cinco anos como docente nos cursos de Arquitetura nas escolas pesquisadas, foi possível inicialmente observar que mesmo em uma escola como a do Curso A onde há uma seleção mais rigorosa, baseado na procura e na relação de alunos por vagas comparado ao Curso B, a situação encontrada é muito semelhante nos dois cursos.

5.3.1 Primeira pesquisa – Análise de TFGIs de 2012 e 2013

A partir dos conhecimentos propostos nas disciplinas de Sistemas Estruturais, pesquisou-se inicialmente os trabalhos de TFGI aprovados em 2012 e 2013 na área de projeto arquitetônico nas duas escolas estudadas. Esses trabalhos foram analisados em dois momentos, sendo os de 2012 no ano seguinte ao longo do primeiro bimestre de 2013 e os de 2013 no mesmo período de 2014.

Trabalhos teóricos e de Planejamento Urbano apesar de serem em menor número não foram analisados. A pesquisa buscou resposta as seguintes questões:

- a. Houve uma descrição do Sistema Estrutural no volume teórico do projeto feito?
- b. Qual o tipo de Sistema Estrutural proposto para o projeto arquitetônico?
- c. O projeto proposto estava de acordo com o Sistema Estrutural descrito no volume teórico?

No Curso A foram 99 trabalhos de TFGI analisados na área de projeto que foram aprovados, sendo 52 no ano de 2012 e 47 em 2013 (Gráfico 1). No Curso B foram analisados 104 trabalhos, sendo 48 aprovados no ano de 2012 e 56 aprovados em 2013.

Gráfico 1- Distribuição dos Sistemas Estruturais nos TFGI do Curso A 2012 e 2013.

Fonte: O autor

Esses trabalhos de TFGI foram selecionados a partir da área de projeto arquitetônico, onde os temas propostos foram em sua maioria caracterizados por grandes vãos ou múltiplos andares como Escolas, Centros Culturais, Bibliotecas,

Igrejas, Edifícios Residenciais, Hospitais, Maternidades, Centros Cívicos, Centros de treinamento esportivos, Mercados Municipais e Hotéis.

Dos 99 trabalhos analisados no Curso A, apenas 71 faziam referência a sistemas estruturais propostos em seus volumes teóricos. Desse total apenas 3 trabalhos detalhavam o sistema estrutural adotado, demonstrando seu funcionamento e suas reações, evidenciando um nível de conhecimento esperado para um futuro profissional, com atribuições para propor o sistema projetado.

Gráfico 2 - Distribuição dos Sistemas Estruturais nos TFGI do Curso B 2012 e 2013.

Fonte: O autor

Apesar de ter edifícios com temas variados como os descritos anteriormente em 48 dos casos o projeto foi proposto com o tradicional sistema de alvenaria e concreto armado. Em apenas 8 desses trabalhos com concreto armado associado a algum outro sistema diferenciado como o *Stell Frame* (5 trabalhos) ou concreto armado e estrutura de cobertura usando madeira laminada colada (3 trabalhos). Ainda

havia 24 trabalhos com solução estrutural de concreto e laje nervurada. Nos demais 16 trabalhos não havia nenhuma outra indicação ou referência a não ser o Sistema Estrutural em Concreto.

Com relação as Treliças, foram 15 trabalhos, sendo que 4 trabalhos desses foram propostos com treliças metálicas espaciais e os demais 11 trabalhos eram apoiados em treliças metálicas planas. Dentre os outros sistemas básicos havia 4 trabalhos com sistemas em cabos sendo 2 associados a estruturas em concreto para travamento da cobertura e outros 2 utilizando um sistema de cabos como tirantes fixados a fundação como travamento. Não havia nenhum trabalho com estrutura em arco.

Os trabalhos com a proposta com melhor nível de detalhamento de projeto foram apenas 3 casos. Estes trabalhos estavam apoiados em sistemas de cabos (1 trabalhos) e em sistemas utilizando-se de Madeira laminada colada (2 casos). Deve-se destacar também que a descrição destes sistemas no volume teórico é apenas superficial. Esses casos representam apenas 3 % do total de trabalho apresentado.

Os demais 29 trabalhos, não faziam referência ao sistema estrutural proposto no volume teórico e no projeto os desenhos eram bastante genéricos e sem detalhamento suficiente para descrever o sistema adotado.

O resultado da análise no Curso B (Gráfico 2) foi muito semelhante, embora com número maior de trabalhos apresentados. Foram 129 trabalhos na área de projeto analisados nos dois anos no Curso B. Destes apenas 104 faziam referência ao sistema estrutural adotado no projeto e que foram analisados, mas apenas 2 trabalhos em 2012 e 1 em 2013 apresentam detalhamento maior quanto ao sistema estrutural proposto no volume teórico e no projeto detalhado. Todos foram projetados em Steel Frame e ainda tiveram o mesmo orientador o que pode indicar um direcionamento do sistema escolhido por parte do orientador sobre os alunos ou da predisposição desse orientador em exigir que seus alunos fizessem o trabalho com uma definição do Sistema estrutural.

O orientador desses trabalhos, afirmou ter exigido dos alunos o detalhamento do sistema estrutural e a escolha do *stell frame* foi uma opção de cada aluno após analisar os temas e os projetos com o orientador. O detalhamento só ocorreu pela insistência do orientador e por sua disposição em auxiliar os alunos em suas dúvidas.

Nos demais 101 trabalhos a referência era apenas a citação do sistema proposto sem uma referência maior no espaço projetado ou na representação feita.

Havia apenas nos casos específicos de treliças e cabos o desenho demonstrando os pontos de fixação desses sistemas. Desse total de 104 trabalhos com referência ao sistema estrutural, 84 trabalhos foram propostos utilizando como sistema estrutural o concreto armado. Como no Curso A desses trabalhos 4 utilizavam madeira laminada colada associada a uma estrutura de concreto armado.

O sistema de cabos foi associado a 6 trabalhos com 5 deles com travamento por tirantes fixados a fundação e um por fixação em pilares de concreto. No Curso B, como no Curso A, não havia nenhum trabalho com sistema de arcos. O sistema de treliças também foi encontrado em 14 trabalhos, sendo 12 treliças planas e 2 com um sistema de treliças espaciais. Como no Curso A todos foram usados em sistemas de cobertura.

A exceção dos 3 trabalhos citados, que detalharam a um nível maior seus sistemas estruturais no volume teórico, todos os demais 101 trabalhos apenas citavam sem detalhar como esse sistema funcionaria em seus projetos. Desses trabalhos apenas 16 apresentavam no projeto as características do sistema estrutural representado em suas pranchas.

Na análise dos volumes teóricos dos projetos de TFGI a hipótese de falta de conhecimento sobre o sistema estrutural proposto, é perceptível nas duas escolas. A grande maioria das descrições, era apenas superficial. O aluno apenas citava o sistema proposto e não haviam a seguir os detalhes sobre a forma como ele seria executado ou como esse sistema estava ligado ao projeto. Um exemplo significativo era a ausência de pilares por exemplo em grandes vãos, ou de que forma esses pilares deveriam estar posicionados com relação ao sistema proposto. As colocações de pilares apenas seguiam malhas predeterminadas com vista a situações de garagem em subsolo.

Não se espera aqui que o aluno calcule e dimensione esses sistemas propostos, mas que baseado em conhecimentos básicos sobre o funcionamento desse sistema o aluno seja capaz de propor o posicionamento dos pilares necessários para que o edifício não tenha sua estrutura comprometida. Em alguns casos, durante bancas ou durante exposição feita dos trabalhos, foi possível questionar alguns dos autores dos projetos a respeito dessa falta de dimensionamento e a resposta era que essa questão seria tratada em uma etapa posterior do projeto e que naquele momento não se tinha uma proposta definida.

Muitas vezes essas respostas são compartilhadas por outros professores ou pelos próprios orientadores que demonstram também um desconhecimento maior quanto ao uso de sistemas estruturais.

Essa afirmação em muitos casos poderia inclusive comprometer algumas propostas que eram importantes no trabalho como o uso de vãos ou áreas que deveriam ser livres de pilares, mas cujo sistema estrutural adotado, exige esse recurso.

Em uma análise mais detalhada no volume teórico, foi possível verificar uma falta evidente de consonância entre o Projeto Arquitetônico e sua estrutura proposta ou explicada. Há casos em que o autor cita como “...o sistema estrutural proposto para o projeto é de paredes de alvenaria pintadas de branco” (Aluno do Curso B).

5.3.1.1 Oficina de Estrutura para TFGI 2014 no Curso B

A partir desse resultado foi proposto e executado no Curso B, durante a Semana do Curso de Arquitetura de 2014, uma oficina de assessoramento ao Projeto estrutural dos TFGIs em desenvolvimento para aquele ano. Essa oficina aconteceu justamente no momento da definição do projeto final. Dos 74 projetos em desenvolvimento apenas 6 projetos buscaram esse assessoramento para a análise do Sistema Estrutural em seus projetos. Segundo a Coordenação de TFGI do Curso B a maioria dos alunos justificou não comparecimento a essa assessoria por receio de alterações significativas no projeto. Por outro lado, também podemos considerar a falta de interesse dos próprios orientadores desses trabalhos em uma análise mais profunda do projeto, o que demonstra também um receio do orientador com a visão externa sobre o trabalho.

Dos 6 projetos participantes, todos da área de projetos de Arquitetura, foi possível verificar novamente os mesmos problemas estruturais encontrados na análise dos anos anteriores. Todos relacionados a falta de conhecimentos básicos sobre o sistema estrutural projetado. Exemplos como um sistema de cabo sem o devido travamento da estrutura, estruturas apoiadas em alvenaria, mostrando a falta total de conhecimento sobre a carga dessa estrutura sobre uma parede de alvenaria e um bar projetado em um edifício já existente onde paredes foram retiradas e inseridas estruturas em madeira sem os devidos apoios para tanto.

Todos os trabalhos tiveram a participação de um professor convidado de Sistema Estrutural do Curso A, que analisou e assessorou os trabalhos corrigindo estas situações. Vale destacar que 5 dos trabalhos já tinham um modelo em Sketchup de suas propostas, que auxiliaram muito na compreensão dessas necessidades estruturais sugeridas na oficina realizada.

Após a realização da oficina, alguns alunos sabendo do resultado positivo procuraram a coordenação do TFGI e esse pesquisador para uma assessoria, em razão do tempo e da proximidade com a finalização do TFGI não houve tempo hábil para a sua realização.

5.3.1.2 Conclusão da análise dos TFGIs

A análise feita nos trabalhos de 2012 e 2013 nos TFGIs das duas escolas e na Oficina de TFGI de 2014 comprovam a grande deficiência no ensino de estrutura para Arquitetura. Esses resultados demonstram que o problema realmente existe quando no momento final do curso de Arquitetura, ao elaborar um projeto onde todo conhecimento adquirido anteriormente deve estar demonstrado nesse trabalho, as questões relacionadas a proposta dos sistemas estruturais não estão claras na grande maioria dos projetos.

Como a principal referencia metodológica a pesquisa é a Taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956; 1972), que busca precisamente encontrar os problemas educacionais com maior precisão. Como a falha detectada está na aplicação desse sistema estrutural pelo aluno em seu projeto mais importante e no final de seu percurso acadêmico, busca-se agora encontrar caminhos que permitam resolver essa lacuna de conhecimento.

A taxonomia através da sua constituição em seis classes hierárquicas principais dos objetivos educacionais que vão do **conhecimento** específico sobre o assunto, **compreensão** sobre ele, a **aplicação** desse conhecimento adquirido, a partir daí espera-se que o aluno seja capaz de fazer uma **análise** de todas as partes do tema, e como consequência ele poderá fazer a **síntese** criando algo novo a partir do conhecimento adquirido, e finalmente na última etapa do processo esse aluno será capaz de **avaliar** as diversas situações e com critérios e padrões adequados julgar e propor as soluções adequadas para cada projeto.

É nessa etapa final, a de avaliar, que estão inseridos o TFGI e o conhecimento de estrutura necessário, para propor uma solução adequada ao projeto.

Como a hipótese inicial, de que o aluno não tem o conhecimento necessário para propor um sistema adequado está comprovada pelos resultados encontrados, a pesquisa buscará, baseado na Taxonomia de Bloom (BLOOM et al, 1956; 1972), a aplicação de uma nova metodologia as aulas iniciais de Sistema Estrutural e verificando os resultados nas disciplinas seguintes propor mudanças nas disciplinas e na forma de aplicação destas nas duas escolas estudadas. Em razão disso a pesquisa foi direcionada ao início do processo, onde as disciplinas de Sistemas Estruturais dos dois cursos são inicialmente apresentadas aos alunos.

Buscou-se verificar as ementas das duas disciplinas (Anexo 1 Curso B e Anexo 2 CURSO A) e quais eram as dificuldades principais enfrentadas pelos alunos e por professores para que o aluno não tenha tido o domínio desses sistemas no TFGI.

5.3.2 Análise das disciplinas de Sistema Estrutural nos cursos pesquisados

O resultado mais significativo dessa pesquisa inicial nos TFGI foi conhecer como cada curso estruturou as disciplinas de Estrutura dentro de sua grade curricular. Essa busca tinha o objetivo de identificar outros pontos de ação dentro da pesquisa. Utilizando Bloom busca-se conhecer como essas disciplinas propiciam o conhecimento aos alunos

O resultado mostrou que apesar de diferentes quanto ao número e amplitude de disciplinas e de carga horaria dada dentro da grade para a área de Estrutura, as duas escolas apresentaram resultados próximos quanto ao nível de conhecimento de estrutura aplicado nos trabalhos de TFGI.

As disciplinas iniciais de Sistemas Estruturais no Curso A e no Curso B são apresentadas de forma diferente nos dois cursos. No Curso B ela está no primeiro ano e tem a seguinte designação, **Introdução as Estruturas**. No Curso A ela aparece apenas no segundo ano, como **Sistemas Estruturais**. São disciplinas com ementas e programas semelhantes, onde os alunos recebem o conhecimento básico de Sistemas Estruturais simples como pilares, vigas e lajes, cabos, arcos, treliças, pórticos e cascas.

No curso de Arquitetura do Curso B, encontramos uma carga horária consideravelmente menor dedicado as Estruturas. Temos apenas 3 disciplinas (Quadro 4).

Quadro 2: Disciplinas de Estrutura no curso de Arquitetura do Curso B.

1ª ano	2ª ano	3ª ano
Introdução às Estruturas	Sistemas Estruturais I	Sistemas Estruturais II

Fonte: O autor

Essas 3 disciplinas que basicamente deveriam fornecer ao aluno todo o embasamento necessário para a elaboração de um projeto de estruturas, o que pela análise dos trabalhos de TFGI, não ocorre na realidade.

Já no Curso A temos uma situação diferente, são 6 disciplinas de Estruturas (Quadro 5). Essas disciplinas apresentam uma carga horária maior e um foco mais amplo também nos diversos materiais que formam um sistema estrutural como madeiras, metais e concreto. Mesmo com número muito maior de disciplinas na área de Estruturas, o Curso A não apresentou um resultado muito diferente do encontrado no Curso B na análise dos trabalhos de TFGI.

Aliado ao número de disciplinas de Estrutura, uma segunda análise mostra que as disciplinas de suporte ao ensino de Estruturas nas duas escolas também são diferentes quando comparados.

Quadro 3: Disciplinas de Estrutura no curso de Arquitetura do Curso A.

2ª ano	3ª ano	4ª ano
SISTEMAS ESTRUTURAIS; MECÂNICA DAS ESTRUTURAS; MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES.	CONSTRUÇÕES EM CONCRETO ESTRUTURAL	CONSTRUÇÕES METÁLICAS CONSTRUÇÕES EM MADEIRAS

Fonte: O autor

No Quadros 6 e 7 abaixo, são mostradas as disciplinas que complementam e que deveriam solidificar esse conhecimento básico de estrutura. Essas disciplinas deveriam oferecer suportes que vão orientar as definições para a escolha e o projeto do Sistema Estrutural mais adequado aos projetos.

Quadro 4: Disciplinas de Apoio à Estrutura no curso de Arquitetura do Curso B.

2ª ano	3ª ano
Tecnologia da Construção I	Tecnologia da Construção II

Fonte: O autor

O resultado aqui também é muito diferente comparando as duas escolas pesquisadas. Temos no Curso B apenas 2 disciplinas de apoio ou complementação aos conteúdos de Estrutura.

No Curso A fica mais uma vez evidenciada as diferenças significativas entre as duas escolas. São mais 4 disciplinas com conteúdo voltado ao apoio das 6 disciplinas de Estruturas.

Quadro 5: Disciplinas de Apoio à Estrutura no curso de Arquitetura do Curso A.

1ª ano	2ª ano	3ª ano
CÁLCULO	TÉCNICAS CONSTRUTIVAS I; RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS.	TÉCNICAS CONSTRUTIVAS II

Fonte: O autor

Nessa análise seria interessante complementar a informação demonstrando a distribuição de todas essas disciplinas ao longo do curso. Essa análise mostra a significativa diferença entre as duas escolas em termos de foco no assunto.

No Curso B é possível perceber claramente que o foco em estruturas é apenas superficial (Quadro 8). Não apresenta disciplina de apoio ao cálculo nem de áreas específicas como Fundações e Resistência dos materiais. No Curso A temos uma situação muito diferente do que o Curso B. São no total 11 disciplinas contra 5 do

Curso B, formando um núcleo ligado as Estruturas. Essa realidade fica evidenciada no segundo ano do curso onde estão concentradas 5 disciplinas.

Quadro 6: Disciplinas de Apoio à Estrutura no curso de Arquitetura do Curso B

1ª ano	2ª ano	3ª ano
Introdução às Estruturas	Sistemas Estruturais I; Tecnologia da Construção I.	Sistemas Estruturais II; Tecnologia da Construção II.

Fonte: O autor

Essa situação de concentração no segundo ano, tem sido criticada por professores e alunos, pois as exigências são muitas em termo de trabalho e de dedicação a essas disciplinas, que muitas vezes ocorrem em detrimento das outras disciplinas do ano (Quadro 9). A mudança curricular pretende modificar essa realidade distribuindo esses conteúdos em um número menor de disciplinas e em anos diferentes. A proposta continuará mantendo os conteúdos de apoio, mas buscará distribuir essas disciplinas ao longo do curso também, servindo de base para as demais disciplinas do curso.

Quadro 7: Disciplinas de Apoio e de Estrutura no curso de Arquitetura do Curso A.

1ª ano	2ª ano	3ª ano
CÁLCULO	TÉCNICAS CONSTRUTIVAS I SISTEMAS ESTRUTURAIS MECÂNICA DAS ESTRUTURAS MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS	TÉCNICAS CONSTRUTIVAS II CONSTRUÇÕES EM CONCRETO ESTRUTURAL
4ª ano		
CONSTRUÇÕES METÁLICAS CONSTRUÇÕES EM MADEIRAS		

Fonte: O autor

A atual concentração no segundo ano ocasiona problemas inclusive de sobreposições de conhecimentos. A mudança prevista busca tornar essas disciplinas

melhor distribuídas ao longo do curso sem perda de conteúdo, mas com um melhor aproveitamento em termos de reais necessidades para o aluno. Alguns conteúdos devem estar inclusive dentro de disciplinas de projeto com a participação de professores de estrutura.

Essa participação já é praticada no Curso A, mas de forma muito improvisada como mostrara a pesquisa a seguir. É necessário também uma mudança significativa na forma como isso acontece para que os resultados sejam os esperados.

5.3.3 A participação dos professores de Estrutura nas disciplinas de Projeto.

No Curso A, ainda se encontra uma situação diferenciada onde em disciplinas de projeto existem momentos em que um professor de sistemas estruturais substitui o professor de projeto direcionando as dúvidas do aluno quanto ao sistema estrutural em seus trabalhos. Essa participação ao longo dos anos que deveria ser um ponto positivo para a disciplina, permitindo ganhos substanciais na qualidade dos projetos apresentados, para o professor de Sistemas estruturais como possibilidade de propor e tornar seu conteúdo prático e aplicado naquela que é considerada a disciplina estrutural do curso e principalmente para os alunos que teriam a oportunidade de fazer uma compatibilização real entre o projeto arquitetônico e o projeto estrutural mais adequado, tem sido muito criticada por todos pela ineficácia em termos de resultados.

A análise sobre os resultados demonstra que mais uma vez a falta de diálogo entre os professores e departamentos envolvidos é a principal falha nesse processo.

A participação ocorre por uma característica única na estrutura do Curso A onde a carga horaria das disciplinas de projeto são divididas entre os professores de Projeto e de Estruturas. Essa participação ocorre em momento único da disciplina onde os professores de projeto não comparecem e os de estrutura são os que tomam a liderança da disciplina, com o objetivo de orientar e propor soluções estruturais ao projeto que está sendo desenvolvido.

Em participação assistida por esse pesquisador em uma aula de projeto Arquitetônico a participação do professor de Estrutura se limitou a sentar-se junto a uma prancheta e dizer que estava à disposição para tirar dúvidas e que gostaria de

saber qual seria o assunto que os alunos queriam que ele discutisse naquele momento.

Esse tipo de participação mostra o total despreparo com que esse momento aconteceu. Não se pode simplesmente culpar o professor de Estrutura, mas a forma como essa participação é conduzida no processo. Não há integração entre os professores de Projeto e de Estrutura. Não houve o menor planejamento entre os professores. O professor de Estrutura desconhecia o tema do projeto que estava sendo desenvolvido. Essa é uma situação sem dúvida grave e que acaba tornando esse momento e essa oportunidade única de aprimoramento de conhecimentos totalmente equivocada.

Falta aos professores de projeto um acompanhamento a essa participação dos professores de estrutura e aos professores de estrutura um foco maior no apoio ao projeto desenvolvido.

Uma das queixas apresentadas está justamente nesse foco onde as discussões muitas vezes não atendem as necessidades do projeto desenvolvido. Em alguns casos a participação desse professor de Estrutura acaba sendo mais uma discussão sobre o projeto arquitetônico.

Outra discussão levantada pelos professores de Arquitetura está no professor de estrutura e em sua capacidade de abordar as necessidades do aluno de Arquitetura. Aqui deve ser salientado que no Curso A, diferentemente do Curso B, os professores de Sistemas estruturais e das demais disciplinas de estrutura são de outro departamento, o departamento de Estruturas, ligado ao curso de Engenharia Civil. As disciplinas dessa área são todas dadas por professores desse departamento. Aqui mais uma vez há falta de diálogo entre esses professores e o Colegiado de Arquitetura a respeito dessas disciplinas e das necessidades e aspirações dos alunos de Arquitetura.

Essa inclusive tem sido uma das aspirações desse autor no sentido de produzir um maior entendimento entre esses professores e os alunos de Arquitetura. A discussão levantada por essa tese tem sido importante por trazer todas essas questões junto ao Colegiado de Arquitetura visando buscar uma solução quando da mudança da futura grade para o curso.

Uma das questões verificadas durante a pesquisa, está nos professores designados a essas disciplinas pelo departamento de Estruturas. São muitas vezes professores que não estão familiarizados com o perfil dos alunos de Arquitetura,

diferente do encontrado no curso de Engenharia. Alguns são professores colaboradores, contratados especificamente para essas disciplinas oferecidas pelo Departamento de Estruturas para outros cursos como o curso de Arquitetura. Professores com titulação e experiência maior ou mesmo professores efetivos dentro do Curso A estão em sua maioria com disciplinas já dentro do curso de Engenharia Civil. São professores com carga horaria já completa no curso de origem e sem disponibilidade para atuar no curso de Arquitetura.

Essa reciproca também é verdadeira no departamento de Arquitetura, onde também acontece situações semelhantes com relação as disciplinas oferecidas pelo curso de Arquitetura ao curso de Engenharia Civil. Vale enfatizar que um dos professores de Estrutura para Arquitetura, um engenheiro civil, tem disciplinas no curso de Arquitetura desde 1980. Nesse caso especifico apesar dos anos há ainda muitas restrições pela forma como a disciplina é conduzida pelo professor. Essa situação mostra que soluções para corrigir distorções, deveriam ter sido tomadas há muito tempo e não foram. Percebe-se que ao longo dos anos as disciplinas de Estrutura sempre foram tratadas como uma obrigação curricular e não como uma necessidade que poderia permitir novas soluções para os projetos de Arquitetura.

Essa realidade novamente não é muito diferente no Curso B onde a participação dos professores de Estrutura não acontece. Em parte, isso pode ser explicado também pela diferença entre o regime de trabalho que ocorre na Universidade Publica e na Escola particular. Na escola particular todos os professores são horistas, ou seja, recebem por hora aula e não tem horário de permanência para atendimento aos alunos, diferente da escola pública onde praticamente todos os professores são contratados com Regime de Dedicção Exclusiva.

Em consulta aos professores da área de Estrutura a respeito de que tipo de duvidas os alunos de Arquitetura procuram esclarecer com esses professores, a resposta dada por todos no Curso B é que, os alunos de Arquitetura raramente procuram os professores das disciplinas de Estrutura com o propósito de dirimir dúvidas com relação aos seus projetos desenvolvidos, e sim com dúvidas a respeito de exercícios feitos em sala. No Curso A pelo contrário professores de outros departamentos são sempre consultados com relação a duvidas de projeto ou em relação a duvidas dentro das disciplinas. Em parte, isso pode ser explicado facilmente pelo regime de trabalho de cada uma das escolas pesquisadas. Os professores no Curso A possuem salas de permanência onde são encontrados por qualquer aluno.

No Curso B os professores não possuem horários de permanência e as dúvidas são tiradas em corredores entre aulas e nos períodos anteriores as aulas ou em intervalos, sempre destacando a boa vontade desses professores horistas nesse atendimento.

Deve-se salientar que ao longo dos anos no Curso A, discussões sobre as participações dos professores de Estrutura nas disciplinas de projeto sempre ocorreram, mas nada de efetivo foi feito para encontrar uma solução melhor.

Outro ponto destacado na pesquisa e comprovado pelo pesquisador foi que após a primeira participação descrita acima, desse professor na disciplina de projeto, nenhum aluno compareceu na semana seguinte naquela que seria a sua segunda participação dentro da disciplina de projeto. Os alunos claramente perceberam que essa participação tinha um caráter de improvisação e despreparo para a atividade.

Nas discussões atuais dentro do Colegiado de Arquitetura do Curso A, uma das atividades propostas pelo pesquisador e executada dentro de uma das disciplinas de Projeto, foi a participação do professor de estrutura acompanhado de um dos dois professores de projeto da disciplina.

Esse professor foi acompanhado o tempo todo no atendimento aos grupos de alunos por um dos professores da disciplina de projeto que procurava sempre direcionar as intervenções e o foco de sua atenção e dos alunos na análise do Sistema Estrutural de cada trabalho. Essa participação foi positiva e promissora quanto a formatação das próximas disciplinas de projeto.

A questão ligada a carga horaria da disciplina e dos demais professores estarem junto do professor de estrutura, poderia ser resolvido com uma distribuição diferenciada das horas aula semanais desses professores de projeto. Um bom planejamento da disciplina por parte dos professores de projeto, planejando as datas corretas da participação desse professor de estrutura e um acerto dos temas que deveriam ser abordados pelo professor quando de sua participação na disciplina de projeto trariam sem dúvida uma contribuição a todas as partes envolvidas.

Continuando nesse sentido de tornar mais eficaz a participação desse professor na disciplina de Projeto foi feita uma segunda experiência, em outra disciplina de Projeto Arquitetônico, onde a participação do professor de Estrutura gerou um conceito e uma avaliação da Estrutura proposta pelo aluno em seu trabalho. Esse conceito gerou uma nota, sendo parte da avaliação da disciplina. Houve uma preocupação muito maior com o Sistema Estrutural proposto, o que encadeou uma série de eventos, como uma exigência primaria do professor de Projeto acerca do

Sistema Estrutural no trabalho do aluno e consequentemente sua preparação maior para esse projeto. Por parte do aluno foi exigida também uma pesquisa maior sobre o Sistema Estrutural proposto e no professor de Estrutura um foco direcionado no projeto de Estrutura proposto. O resultado foi positivo, muito superior aos resultados anteriores. Ainda há algumas questões a serem aprimoradas, como o conhecimento de Estrutura pelo professor de Projeto para um nível maior ao que vem sendo praticado. Esse resultado deverá ser levado em conta na elaboração do novo Projeto Pedagógico do curso, em andamento.

Como uma característica especial da pesquisa, a disciplina de Introdução as Estruturas no Curso B, desde 2012 até 2015 já passou por 5 diferentes professores. O primeiro desses professores é até hoje professor da mesma disciplina no Curso A e colaborou nos momentos iniciais dessa pesquisa com contribuições e análise de trabalhos apresentados pelos alunos em 2013 quando da aplicação dos primeiros modelos digitais feitos pelos alunos.

Vale destacar que essa rotatividade não é normal, visto que esses professores foram substituídos por escolha e motivos pessoais.

Em 2013 após a primeira análise dos TFGI, em cada escola e em aula com todos os alunos das disciplinas de **Introdução as Estruturas** (Curso B) e **Sistema Estruturais** (Curso A), nas duas escolas estudadas, buscou-se conhecer as causas das dificuldades enfrentadas pelos alunos na disciplina de TFGI e qual era a contribuição dessas disciplinas iniciais no resultado obtido no TFGI. Foram 60 alunos de duas turmas do Curso A e 120 alunos de três turmas do Curso B. O questionário foi feito no início do 2º bimestre do ano nas duas escolas.

Questionados, professor e alunos a respeito da disciplina e de que forma essa era conduzida pelo professor, lembrando que em 2013, o mesmo professor era o responsável pela disciplina nas duas escolas. As respostas ao questionário foram contraditórias. Através de uma questão fechada, dirigida a todos os alunos, foi perguntada **qual era a expectativa de conhecimento a ser adquirido nessa disciplina?**

A resposta presente na grande maioria dos questionários foi relacionada ao tipo de conhecimento básico para a elaboração de um sistema estrutural para um projeto (Curso A 48/60 e Curso B 76/120. Essa resposta foi mais evidente no Curso A onde os alunos já estavam no segundo ano de projeto e passado pela disciplina de **Projeto I** e por **Introdução à Arquitetura e Urbanismo**. Esse amadurecimento provocou nos

alunos uma expectativa mais próxima da realidade da ementa da disciplina. No Curso B o fato da disciplina estar no primeiro ano onde o aluno ainda estava na metade de sua trajetória nas mesmas disciplinas de **Projeto de Arquitetura I** e **Introdução à Arquitetura e Urbanismo** que discutem a questão estrutural, percebe-se que o aluno ainda não demonstrava a mesma expectativa de usar os conhecimentos adquiridos na elaboração de um projeto.

Outra resposta dada por vários alunos foi aprender a calcular uma estrutura já elaborada (Curso A 4/60 e Curso B 14/120), e não tenho nenhuma expectativa com relação a disciplina (Curso A 5/60 e Curso B 23/120). Não responderam à questão no Curso A, apenas 3/60 e no Curso B 7/120.

A partir das respostas dadas foi perguntado ao aluno qual o motivo da opção dada e a resposta principal no Curso A foi justamente baseada na expectativa de conhecimento como base para projeto pelo conhecimento adquirido nas disciplinas já citadas (Curso A 47/60). Percebe-se que esse amadurecimento foi importante por permitir ao aluno a compreensão do papel do sistema estrutural no projeto. Já no Curso B essa percepção apesar de real pela maioria dos alunos (Curso B 85/120), percebe-se também que alguns ainda enxergam a disciplina de Estruturas apenas como o cálculo de uma estrutura. Outra resposta dada é que esse cálculo deveria ser ensinado apenas aos engenheiros civis (Curso B 11/120) e (Curso A 8/60).

Essa resposta fica mais evidente quando o aluno passa simplesmente a calcular os diagramas e esforços como a principal atividade desenvolvida pela disciplina. Fica claro que o aluno não tem ainda a real percepção da importância desse conhecimento para sua atividade profissional.

A resposta dada pelo professor a essa questão foi a mesma dos alunos, de propiciar ao aluno o conhecimento dos diversos sistemas de estruturas para a elaboração de um projeto arquitetônico. Se a expectativa dos alunos em sua maioria estava no conhecimento dos diversos tipos de sistemas estruturais para a elaboração de um projeto estrutural para um projeto de Arquitetura, porque isso não acontecia na realidade?

Nesse momento procurou-se verificar porque o primeiro dos objetivos descritos por Bloom não estava sendo alcançado. O **Conhecimento** não estava sendo obtido.

Os alunos tinham como expectativa conhecer os princípios básicos dos diversos tipos de sistemas estruturais e serem capazes de conhecer as suas diversas características e como deveriam ser utilizados. Por sua vez o professor de estrutura

tinha esses mesmos objetivos, mas a forma como ele fazia a classificação dos diversos tipos de sistemas, passava por demonstrações, cálculos e diagramas para situações específicas. Uma das queixas mais frequentes feitas pelos alunos com relação as disciplinas era que o aluno apenas calculava os diversos carregamentos em exercícios que em determinados momentos perdiam totalmente a relação com a Arquitetura para o aluno. Esses exercidos passavam a ser somente cálculos e montagens de diagramas sem relação com o edifício ou com situações reais. Em determinado momento o aluno simplesmente procurava formas para resolver os diversos exercícios. Algo semelhante aos macetes para resoluções de exercícios para vestibular.

Posteriormente o professor e os alunos passam a utilizar o *software Ftool*⁹, que gerava todos os diagramas e executava esses cálculos. Nesse momento da disciplina o papel do aluno era apenas alimentar o software com as informações necessárias para a execução do exercício e ao professor restava apenas a conferência desses dados. Ou seja, se o aluno alimentou corretamente o software com os dados sua resposta estará correta. Outra queixa dos alunos era que em aula o software era utilizado e em prova não era.

A disciplina seguia até seu final com poucas variações além dessas. Restavam aos alunos ainda trabalhos como fotografar na cidade tipologias diversas de estruturas relacionadas ao conteúdo, como tesouras, membranas, cascas, pórticos.

A ligação com a Arquitetura não existia mais para o aluno, enquanto para o professor, esse cálculo estava ligado ao projeto de estrutura.

Aqui é possível destacar que a ideia de concepção da Estrutura era o que os alunos esperavam, mas que para o professor a concepção de projeto passava por calcular um projeto já existente. Algo semelhante ao repertório em Projeto de Arquitetura.

Em resumo para o aluno, a disciplina deveria oferecer subsídios para conceber uma estrutura para um projeto e o professor acreditava que esse subsidio era obtido a partir de esforços aplicados e cálculos matemáticos obtidos.

⁹ Ftool – O Two Dimensional Frame Analysis, é uma ferramenta de análise estrutural bidimensional utilizada por profissionais e por professores de Engenharia Civil e Arquitetura. Se destina ao ensino do comportamento estrutural de pórticos planos. Com comandos simples e alto poder de cálculo, o software executa todos os cálculos e faz todos os diagramas utilizados nas aulas de estrutura.

Os dois lados nesse embate devem ser privilegiados, mas faltou aqui ao professor realmente entender mais sobre o papel do projeto estrutural dentro da concepção de projeto de Arquitetura e aos alunos compreender a importância dos cálculos feitos para subsidiar as decisões de projeto.

Outra falha encontrada é que após os cálculos feitos não havia na disciplina uma aplicação prática desses cálculos. Por exemplo, em algumas definições de Estrutura como reforços ou limites no dimensionamento. O cálculo se fechava no resultado e o professor não fazia o devido direcionamento desses resultados em algo prático para a escolha por parte do aluno do sistema estrutural mais adequado aquele projeto. Nesse caso havia uma falha tanto do professor quando da elaboração de sua metodologia quanto da concepção da própria ementa das disciplinas que são genéricas quanto aos resultados esperados. Lembrando sempre que a elaboração das ementas de cada disciplina é feita pelos colegiados dos cursos, formados integralmente por professores Arquitetos nas duas escolas pesquisadas.

Como uma visão externa do processo percebe-se que as disciplinas de **Introdução as Estruturas** e de **Sistemas Estruturais** abordam apenas de forma superficial questões relacionadas aos diversos tipos de Sistemas Estruturais e a fatores determinantes na escolha desses para um projeto. A disciplina aborda muito mais as questões relacionadas a uma etapa posterior a essa que é a de cálculo e dimensionamento dessas estruturas.

O que se percebe é a falta de consonância entre o que se espera da disciplina e o que é dado na disciplina. Há uma falha na forma como o professor da disciplina elabora seu programa com foco maior em questões ligadas ao dimensionamento para propor o sistema e muito superficialmente ao de conhecer o Sistema Estrutural para propor o sistema em projeto.

A principal falha identificada é na estrutura do curso ao permitir e não cobrar dos professores essa mudança de visão sobre o direcionamento da disciplina, aos professores, por não adaptar essa necessidade específica do aluno de Arquitetura ao direcionamento proposto. A consequência disso é a falta do repertório estrutural no momento em que o aluno propõe um partido estrutural ou uma solução estrutural em seu projeto.

5.3.4 A primeira intervenção nas disciplinas de Estrutura: O Estádio de Braga

Após essa análise o trabalho focou as primeiras disciplinas de Arquitetura nos dois cursos pesquisados, Introdução as Estruturas no Curso B e de Sistema Estrutural no Curso A.

Figura 7: Estádio de Braga

Fonte: Furtado et al (2003)

Com o argumento de propor ao aluno o conhecimento sobre os diversos sistemas de estrutura e seu uso e de manter a importância do cálculo na decisão do projeto, foi aplicado nas duas turmas, de um primeiro modelo tridimensional utilizando como base um modelo feito pelo autor no software Sketchup, do Estádio de Braga (Figura.7) em Portugal, obra do Arquiteto português Eduardo Souto de Moura, projetado e construído para a realização da EUROCOPA de 2004 que aconteceu em Portugal. Essa obra é significativa pois recebeu prêmios importantes relacionados a Arquitetura.

O objetivo principal dessa intervenção é uma mudança no foco dos trabalhos feitos pelos alunos buscando atender as duas principais referências para esse trabalho que são a Taxonomia de Bloom (1956), visando organizar e propor uma

compreensão maior dos conceitos de estrutura e suas particularidades e as Inteligências Múltiplas de Gardner, adaptando esse conhecimento a característica principal do aluno de Arquitetura que seria Inteligência Espacial, já apresentada no capítulo 3 desta tese.

Figura 8: Pavilhão de Portugal, Lisboa

Fonte: Portal das Nações (2015)

No desenvolvimento da proposta foi primeiramente executada uma pesquisa bibliográfica sobre a obra e a seguir foi desenvolvido no software Sketchup versão 8 o modelo inicial. A característica principal do projeto de Souto Moura está na solução estrutural para sua cobertura através de um sistema de cabos que vencem 220 metros de vão livre.

A obra foi escolhida pela característica inovadora da solução projetual. O Arquiteto propôs um estádio com duas arquibancadas, como num teatro grego, sendo que uma seria escavada na pedra (Fig. 10) e a outra surgiria isolada a partir do piso (Fig. 9). Uma opção mais convencional, com 4 arquibancadas também tinha sido projetada.

Para este projeto, Souto de Moura pretendia que as necessidades técnicas da construção determinassem o desenvolvimento do Projeto. Para além, naturalmente, do que resulta da definição dos espaços, o resultado estético da obra adviria de um intenso, exigente e estimulante diálogo entre a Arquitetura e a engenharia, em que o processo de busca de soluções só terminava quando o resultado agradava a ambas. Critérios claros e rigorosos eram acordados para disciplinar as necessidades técnicas da construção. As soluções técnicas deveriam segui-los: alinhamentos, traçados, espessuras, arestas – tudo era sujeito a critérios cuja validade era dada pela inexistência de soluções “ad-hoc” (FURTADO et al, 2003 pg.3).

Figura 9: Estádio de Braga - Arquibancada Poente (oeste)

Fonte: Furtado et al (2003)

Mesmo com o risco e o custo maior, a solução mais arrojada foi a escolhida para a obra. O local do empreendimento era uma pedreira em um morro e o projeto previa um estádio com 30.000 lugares.

Figura 10: Estádio de Braga - Detalhe arquibancada Nascente (leste)

Fonte: Furtado et al (2003)

A obra teve seu início em agosto de 2000 e deveria estar pronta até o final do ano de 2003. Seriam necessários escavar e retirar pedras em uma profundidade de mais de 50 metros sendo retirado do local 1.700.000 m³ de saibro e rocha.

A obra foi sendo desenvolvida com um acompanhamento permanente e o projeto sendo ajustado em razão do que era encontrado em termos geológicos.

Após a execução da escavação da rocha, a cobertura foi o próximo desafio do projeto. O conceito adotado deveria reforçar a ideia da integração do Estádio ao ambiente envolvente. Deveria ser leve e o mais simples possível: arcos, treliças, postes, cabos e membranas não se encaixavam no conceito.

Figura 11: Estádio de Braga - Detalhe arquibancada Poente

Fonte: O autor

Uma cobertura suspensa como a adotada por Álvaro Siza para o Pavilhão de Portugal na Expo 98 (Figura 8), acabou por surgir como a solução natural.

O projeto possuía na rocha localizada a esquerda (oeste) o local para ancorar os cabos e a reação da cobertura na bancada a leste (nascente) ajudaria a estabilizá-la (FURTADO et al, 2003).

A dúvida no projeto era em como seria o comportamento dinâmico de uma cobertura com um vão de 220 metros e o fato de que teria de ser construída a 50 m de altura (a pala do pavilhão de Portugal tinha sido construída com escoramento total a partir do solo). A ideia original era de uma cobertura única e contínua e foi substituída em razão de não possibilitar a iluminação natural do gramado. A divisão da cobertura em duas partes foi então adotada para o projeto.

Figura 12: Estádio de Braga - Detalhe conjunto de montantes da arquibancada Poente

Fonte: O autor

O vento e sua incidência sobre a cobertura passou a ser a preocupação maior para o projeto. A solução encontrada foi a de utilizar o peso e a espessura da laje de cobertura de modo a anular as forças ascendentes do vento, permitindo assim sua estabilidade.

A primeira análise dinâmica foi feita pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, através de um modelo tridimensional de elementos finitos com o qual foi possível estabelecer os modos de vibração e as suas frequências. A resposta estrutural da cobertura à ação do vento em estado limite último foi igualmente calculada. Estes resultados mostraram que a solução com duas lajes independentes era possível, mas que a interação dinâmica entre a cobertura e o vento deveria ser aprofundada em estudos posteriores (FURTADO et al, 2003).

Figura 13: Estádio de Braga - Detalhe conjunto de montantes da arquibancada Poente

Fonte: O autor

O cálculo dos esforços principais nos montantes e a adequabilidade do solo de fundação revelou igualmente a razoabilidade da solução.

O processo de construção foi estudado e uma solução de lajes pré-fabricadas deslizando sobre os cabos e unidas entre si no final, como no aeroporto Dulles, em Washington, projetado 30 anos antes, demonstrou ser a melhor solução (FURTADO et al, 2003).

Os primeiros cálculos e o estudo de estruturas semelhantes, revelaram a viabilidade da solução. A cobertura apoia-se em duas grandes vigas que fazem o coroamento das duas arquibancadas, a nascente e a poente, onde é feita a ancoragem dos cabos (FURTADO et al, 2003).

Figura 14: Estádio de Braga – sobreposição de Imagem e esquema estrutural

Fonte: O autor

A arquibancada nascente (Figura.12), é estruturalmente constituída por 16 montantes (Figura. 11) com 50 metros de altura por 1 metro de espessura, com grandes aberturas, uma com 14 metros e duas com 8,5 metros de diâmetro, que servem de apoio às lajes paralelas que funcionam como circulação horizontal e garantem a rigidez necessária e permitem a integração de todos elementos

necessários ao programa como os bares, escadas e demais instalações. A sua estabilização longitudinal é assegurada pelas lajes existentes sob os degraus das bancadas. Sua extensão total é de aproximadamente 125 metros. A circulação vertical acontece por escadas localizadas entre os montantes.

Estruturalmente, a arquibancada nascente funciona sem qualquer junta de dilatação. Todo o conjunto dos 16 montantes com as lajes dos pisos e das bancadas, estabilizam a estrutura com relação às ações verticais e horizontais.

Figura 15: Estádio de Braga – sobreposição de Imagem e esquema estrutural

Fonte: O autor.

O gramado é a cobertura da área de estacionamento e de toda a estrutura de vestiários, áreas medica, auditório e atendimento a imprensa. Além delas há ainda as cisternas utilizadas para a rega dos gramados. São dois pisos projetados de acordo com o programa solicitado para a realização da EUROCOPA 2004.

Todo o escoamento das águas pluviais das coberturas é feito no sentido da arquibancada nascente, com um caimento de um por cento, conseguido pela variação no comprimento dos pares de cabos da cobertura.

A água é recolhida por duas estruturas suspensas e independentes, em aço inox duplex, que recebem a água e a destinam para um sistema de galerias até à rede de águas pluviais.

Figura 16: Esboços do Arquiteto

Fonte: Furtado et al (2003)

As possibilidades ao usar esse recurso em uma aula de estrutura são muitas. Foram destacados todos os elementos principais como as arquibancadas poente (Figuras 11, 12 e 13) e nascente, edifício inferior do gramado (estacionamentos), e a cobertura. No modelo proposto podem ser destacadas cada um dos elementos e

trabalhar independentemente cada estrutura além do conjunto completo (Figuras 14 e 15).

Outro aspecto que pode ser destacado é o funcionamento do sistema estrutural, ou seja como as partes que compõem o todo executam suas funções dentro do sistema projetado. Esse recurso é muito importante para os Arquitetos como forma de pensar a solução arquitetônica também a partir das reações e funcionamento de cada parte.

Como partido estrutural esse aspecto da aula de Sistemas estruturais e introdução a Arquitetura traria uma contribuição significativa ao repertório do aluno de Arquitetura. Os esboços iniciais foram utilizados como referência para um modelo ilustrativo da evolução da proposta de projeto por parte do Arquiteto (Figura 16).

5.3.5 O modelo de uma casa com cobertura com tesouras de madeira

Um dos modelos mais trabalhados nos primeiros anos nos dois cursos é o de telhados com tesouras de madeira e cobertura com telha cerâmica. Esse elemento serve de base para a grande parte das construções residenciais de toda a região norte do Paraná, região com muitas cerâmicas dedicadas a produção de uma grande variedade de telhas de barro. Esse modelo foi feito no segundo semestre de 2015, como forma de validar novos modelos, ampliando a gama de aplicações a novas áreas além da estrutura, como a de representação.

O elemento estrutural, **Tesoura** forma a base estrutural para esse tipo de cobertura, transferindo a laje ou aos apoios a carga dessa cobertura.

Figura 17: Tesoura desenvolvida em AutoCAD

Fonte: O autor

Esse elemento faz parte dos conteúdos de várias disciplinas como Desenho Projetivo I, Introdução ao Sistema Estrutural, Sistemas Estruturais, Construções em Madeiras e Técnicas Construtivas. Os alunos trabalham inicialmente nas disciplinas de desenho a sua representação gráfica, logo depois aprendem o seu comportamento estrutural nas disciplinas de Estrutura e posteriormente aprendem a projeta-lo nas disciplinas de Técnicas Construtivas e construções em madeira. O modelo (fig. 18), foi elaborado dentro da disciplina de Desenho Projetivo I (Curso B) e de Informática Aplicada a Arquitetura e Urbanismo (Curso A).

Figura 18: Tesoura em Sketchup

Fonte: O autor

O modelo foi elaborado em sala de aula pelos alunos e pelo professor, mostrando em detalhes elementos estruturais até então apenas descritos em aula e representados, mas sem uma visualização de sua aplicação pratica, principalmente para os alunos de 1º ano do Curso B, lembrando que no Curso A essa disciplina de Introdução a informática aplicada acontece no 2º ano do curso.

Figura 19: Tesoura em SketchUp com destaque para os nós estruturais.

Fonte: O autor

No Curso A foi feito primeiramente o desenho da tesoura em software AutoCAD para depois ser importado e trabalhado no Sketchup (Figura 17). Os alunos do Curso A antes de aprender a usar o SketchUp aprendem o AutoCAD, no Curso B ao contrário os alunos aprendem primeiramente o SketchUp em Desenho Projetivo I no primeiro ano e depois no segundo ano em Desenho Projetivo II aprendem o AutoCAD e o Revit.

Após importar a tesoura em AutoCAD para o SketchUp, esse modelo foi trabalhado e transformando de arquivo 2D para 3D (Figura 18). Nesse método os alunos conheceram todo o processo de montagem de cada elemento, além de conseguir visualizar o que significava a medida dos componentes (6X16, em centímetros). Alguns alunos não conseguiam entender que essa medida, era a referência entre a largura e altura da peça de madeira. Nesse processo a tesoura foi separada dos componentes superiores, como terças, caibros, ripas e telhado.

Os elementos que compõem o telhado, são a tesoura e toda sua malha estrutural de apoio as telhas. Junto coma a tesoura temos os nós destacados, onde os esforços estão concentrados (Figura 19).

De acordo com as dimensões do telhado são calculados todos os elementos, como número de tesouras, terças, caibros e ripas (Figura 20). Toda a carga desses elementos é a seguir descarregada na laje que por sua vez está apoiada nas vigas da cobertura, essa carga é transferida das vigas aos pilares que por sua vez são descarregados nas vigas baldrame que tem sua carga transferida através de blocos ou estacas para o solo. Com as facilidades do Sketchup, em seccionar o modelo, também foi possível ao aluno uma percepção da representação em corte longitudinal da tesoura e de todo o telhado (Figura 21).

Todo esse processo, apoiado pelas disciplinas introdutórias de Estrutura, permitiram ao aluno um ganho de conhecimento até então não percebido nas disciplinas participantes.

Houve um ganho significativo primeiramente nas duas disciplinas básicas de representação com uso do modelo feito em *Sketchup*, permitindo por parte do aluno a representação correta do telhado com todos os seus componentes, inclusive com a sua nomenclatura correta.

Figura 20: Cobertura com todos os componentes, menos telhas.

Fonte: O autor

Nas disciplinas de estrutura a facilidade de manipulação do modelo permitiu a visualização de toda cadeia de transferência de cargas da telha ao solo. Essa visão foi ampliada com uma imagem conhecida como perspectiva explodida, que pela característica do *software* permite sua manipulação rapidamente e facilita sua execução (Figura 22).

Figura 21: Corte Longitudinal na Cobertura

Fonte: O autor

Essa perspectiva além de permitir ao aluno visualizar todos os componentes do telhado, permite também ao professor de Estrutura demonstrar um cálculo real de cargas a que cada componente descarrega sobre o componente abaixo. A imagem é complementada pela Figura 23, que mostra os pilares, vigas e fundação da estrutura de concreto do edifício proposto.

Essa visualização passou a fazer parte de todas as explicações seguintes relacionadas a coberturas na disciplina de Sistemas estruturais onde os alunos passaram a perceber com ajuda do modelo, toda a distribuição de cargas e a direção dos esforços do telhado até a fundação.

Na disciplina de Desenho, mesmo não sendo o foco dessa tese, passou também a demonstrar toda a complexidade que envolve a representação de uma cobertura. Nesse que era um dos pontos mais críticos no que envolve a representação, passou a ser um elemento de consulta rápida dos alunos no momento de desenhar e projetar coberturas com esse tipo de material.

O Corte em representação é uma das maiores dificuldades encontradas pelo aluno e o resultado permitiu uma compreensão muito maior sobre esses elementos.

Foram levantados vários edifícios e construções para escolher outros modelos que poderiam ser apresentados como exemplos nas aulas pelos professores das disciplinas de Sistemas Estruturais e Introdução as Estruturas.

Figura 22: Perspectiva explodida da Cobertura e de todos os seus componentes.

Fonte: O autor

Como requisito para tal, a obra deve ter como característica principal, um sistema estrutural marcante e sempre que possível evidenciado na Arquitetura. Outra possibilidade levantada seria a utilização de obras significativas do ponto de vista histórico na Arquitetura, obras dos grandes Arquitetos.

Essa opção também foi realizada utilizando o *software Sketchup* como trabalho desenvolvido pelos alunos.

Figura 23: Estrutura de concreto e fundação do edifício, com blocos e brocas.

Fonte: O autor

5.3.6 Outros modelos

Uma outra fonte de modelos é a Internet, a partir de sites de downloads como o site da **3D Warehouse**, que é uma plataforma criada pelo Google quando ainda era o proprietário do *software SketchUp*.

O site tem acesso gratuito ao público, que contribui com seus modelos para que qualquer pessoa possa fazer uso deles.

Os modelos estão disponíveis no formato SKP, o formato nativo do *SketchUp*. A vantagem para o professor no uso desses modelos prontos, está na grande variedade de tipos de edifícios como modernos, históricos com tipologias diferenciadas em termos de estruturas e com diferentes níveis de detalhamento que podem ser manipulados para a confecção dos modelos didáticos.

Outra fonte de modelos são os comercializados por empresas que desenvolvem esses modelos como a **Dosch Design** que disponibiliza produtos de computação gráfica 3D para áreas como design, publicidade, publicações impressas,

visualizações arquitetônicas, animação, filme, desenvolvimento de jogos, desenvolvimento de aplicativos, webdesign, *motion design* e apresentações multimídia.

5.3.7 Os exercícios elaborados pelos alunos a partir do modelo dado

A partir do modelo inicial de estrutura demonstrado anteriormente do Estádio de Braga utilizando o software Sketchup, foram feitos dois exercícios junto aos alunos de Arquitetura do Curso A e do Curso B.

Os trabalhos foram elaborados com apoio dos professores das mesmas disciplinas de Introdução as Estruturas no Curso B e de Sistema Estrutural no Curso A. Os alunos tiveram ainda o apoio dos professores das disciplinas de Desenho Projetivo I no Curso B e de Informática aplicada a Arquitetura no Curso A. Essas são as disciplinas que o autor dessa tese ministra nessas instituições, que ocorrem no mesmo ano das disciplinas de Estrutura dadas para esse trabalho.

São 2 turmas do Curso B, integral e noturno com 60 alunos cada, sendo cada turma dividida em dois grupos, G1 e G2. No Curso A são 2 turmas de 30 alunos sendo cada turma dividida em duas, sendo as turmas 1000, 2000, 3000 e 4000. No total 180 alunos matriculados.

A proposta inicial desse trabalho tinha os seguintes objetivos;

- a. Verificar a compreensão sobre os sistemas básicos ensinados nestas disciplinas aos alunos;
- b. O que são apoios e vínculos em uma estrutura;
- c. O que representam os exercícios propostos de cálculos de esforços nos esquemas dados e resolvidos dentro das disciplinas;
- d. A **identificação dos Sistemas Estruturais nas edificações**, noção essa esperada como básica para o futuro Arquiteto, principalmente levando em consideração que ao projetar, o Arquiteto deveria ter esse conhecimento para propor a solução estrutural adequada, esteticamente e funcionalmente a proposta executada.

O exercício foi feito primeiramente com os alunos do Curso A, após orientação e assistência do professor na disciplina de **Sistema Estrutural**, os alunos dentro da

disciplina de **Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo**, finalizaram o trabalho como um exercício de aplicação do software Sketchup.

A disciplina de Informática aplicada a Arquitetura e Urbanismo tem como objetivo capacitar os alunos no uso de *softwares* 2D e 3D para produção de desenhos de Arquitetura. Num primeiro momento esses alunos adquirem conhecimento de AutoCAD 2D (primeiro semestre) e na sequência o Sketchup e introdução ao Revit (segundo semestre).

O exercício proposto aos alunos do Curso A consistia em representar através de um desenho 3D realizado com software Sketchup, da representação de uma situação real do esquema utilizado em um exercício na disciplina de Sistema Estrutural.

Cada aluno deveria criar uma proposta baseada nos exercícios em aula. Deveria apresentar a proposta da situação real em Sketchup e em folha avulsa o esquema e a resolução matemática com os respectivos gráficos de momento, esforço cortante.

5.3.7.1 Modelos elaborados pelos alunos do Curso A

Na figura 24 a seguir, estão as propostas dos alunos da turma 1000. Dos 15 alunos matriculados, 14 apresentaram uma proposta. Todas representando um sistema com vigas e apoios com cargas de tipos variados, algumas apenas distribuídas e outras concentradas e distribuídas.

Figura 24- Modelos feitos pelos alunos da turma 1000 -Curso A

Fonte: O autor.

Já na turma 2000 foram apresentadas também 14 propostas, com destaques para os sistemas de engastes (Figura 25).

Figura 25- Modelos feitos pelos alunos da turma 2000 –Curso A

Fonte: O autor.

Na turma 3000 dos 15 alunos matriculados apenas 12 apresentaram uma proposta (figura 26). Em sua maioria os vínculos estão representando pilares e vigas com cargas distribuídas ou concentradas.

Figura 26 - Modelos feitos pelos alunos da turma 3000 -Curso A

Fonte: O autor.

Da turma 4000, 12 alunos apresentaram suas propostas, todas representando pilares e vigas com cargas distribuídas e concentradas.

Figura 27-Modelos feitos pelos alunos da turma 4000 -Curso A

Fonte: O autor.

Dentre todos os 52 trabalhos realizados no Curso A com alunos de segundo ano do curso de Arquitetura e Urbanismo, algumas conclusões foram tiradas:

1. Como cada aluno deveria apresentar também os cálculos e gráficos do exercício, as propostas buscaram situações mais próximas dos exercícios já feitos. Foram poucas as propostas com um grau de complexidade maior;

2. Alguns alunos em suas propostas colocaram as cargas e informações junto a representação o que facilitou também ao aluno verificar as relações com os esquemas já feitos e calculados;
3. As maiores dúvidas estavam sempre no que representa cada situação. Objetivo dessa tese. Foi possível perceber momentos em que o aluno resolve matematicamente cada exercício, sem a preocupação de identificar o que representa aquela situação;
4. Com a ajuda dos professores de estrutura para indicar as situações reais, a maioria dos alunos ficou na área de conforto, sem ousadias maiores que obrigasse a uma pesquisa maior sobre a situação real a representar;
5. Foi possível perceber ainda que mesmo com o professor de Sistema Estrutural auxiliando na resolução e nas propostas de exercício, havia ainda um receio por parte dos alunos em solicitar essa ajuda ao professor. Falta aos alunos de Arquitetura um contato maior com esses professores de estrutura. Uma possível solução para essas situações é uma maior participação destes professores em aulas de apoio e assessoramento junto as disciplinas de projeto. Esse assessoramento poderia também resolver em parte as dificuldades enfrentadas pelos alunos na visualização das questões relacionadas aos exercícios propostos.

5.3.7.2 Modelos elaborados pelos alunos do Curso B

A segunda parte do trabalho foi feita com os alunos do curso de Arquitetura e urbanismo do Curso B, como parte integrante da disciplina de **Desenho Projetivo I** (ARUR41), com suporte da disciplina de **Introdução as Estruturas**. O objetivo principal da disciplina é capacitar o aluno nas técnicas de representação de Arquitetura. A disciplina está dividida em duas partes, no primeiro semestre os desenhos são feitos manualmente e no segundo bimestre temos na parte final o ensino do software SketchUp. Nesta parte final foi proposto o mesmo trabalho realizado no Curso A com alguns ajustes, buscando valorizar o trabalho e a pesquisa realizada pelo aluno. O esquema do vínculo deveria aparecer junto com a imagem da situação real em 3D.

Como resultado (Figura 28) da turma integral no quadro abaixo são apresentadas as 29 propostas apresentadas pelo Grupo I (G1).

Figura 28 - Modelos feitos pelos alunos do Grupo G1 Integral – Curso B

Fonte: O autor

Nesses primeiros exercícios feitos pelo Curso B o resultado das mudanças propostas acarretou uma significativa melhora na compreensão e visualização do modelo pelo aluno.

Comparando com os modelos feitos pelo Curso A, percebe-se também que os alunos fizeram uma pesquisa maior e ousaram mais na busca por soluções diferenciadas e com um grau de dificuldade maior.

A seguir são apresentadas as propostas de 21 alunos do G2 (Figura 29).

Figura 29- Modelos feitos pelos alunos do Grupo G2 Integral - Curso B

A relação abaixo (Figura 30), corresponde aos 25 trabalhos apresentados pelos alunos do G1 noturno.

Figura 30- Modelos feitos pelos alunos do Grupo G1 Noturno - Curso B

Fonte: O autor.

Finalizando esse primeiro exercício, foram apresentadas 18 propostas pelo G2 noturno (Figura 31).

Figura 31- Modelos feitos pelos alunos do Grupo G2 Noturno - Curso B

Fonte: O autor.

Como resultado das propostas feitas, 93 trabalhos foram realizados pelos alunos de primeiro ano do curso de Arquitetura e Urbanismo do Curso B e com as alterações da proposta de trabalho, onde o esquema está presente na mesma imagem foi possível perceber um resultado superior do ao exercício feito no Curso A. Algumas conclusões foram tiradas:

1. Os trabalhos apresentam um nível de comparação mais direto entre o desenho da situação real e do esquema estrutural;

2. A sobreposição também permite uma compreensão melhor como no exemplo do quadro 20 abaixo;
3. Como ponto principal deste trabalho e como vem a corroborar com a tese de que a visualização através de um modelo tridimensional apoiado em uma situação real, permite uma compreensão mais direta do que é o exercício calculado e resolvido na disciplina de Sistemas estruturais;
4. Entre os comentários mais relevantes feitos pelos alunos no decorrer do trabalho, está o fato de que os exercícios agora, permitem compreender mais facilmente o cálculo feito e cobrado pelo professor da disciplina de sistema estrutural. Anteriormente a resolução do cálculo era matemática e sem a relevância com o que representava esse cálculo ou aquela situação.

5.3.7.3 Conclusão do modelo elaborado pelos alunos das duas escolas

A partir do trabalho realizado nas duas escolas foi possível concluir que de uma resolução de exercícios onde havia apenas a etapa de cálculo, onde o aluno apenas resolvia as equações matemáticas, e o resultado encontrado era distante e sem um significado prático e logico para o aluno, a partir da sobreposição com um modelo real o aluno passou a compreender o significado da estrutura no exercício e o significado real do esquema gráfico usado até então.

O resultado mostra que, de acordo com o referencial da Taxonomia de Bloom et al (1956) ao aplicarmos um conteúdo dirigido ao aluno, apoiado nas teorias de Gardner das Inteligências Múltiplas (1999), tornou um exercício que era apenas uma resolução matemática e sem a compreensão devida, em um conhecimento adquirido e que pode ser replicado pelo aluno em diferentes soluções, evidenciando, portanto, um conhecimento adquirido.

O aluno, a partir dos modelos propostos, do Estádio de Braga, da casa com cobertura em tesouras e dos exercícios de criação de modelos, passou a compreender o funcionamento e a real importância do sistema estrutural no projeto de Arquitetura. Em razão disso passou a associar ao projeto, uma solução estrutural que possibilite a união da estética do projeto arquitetônico com a funcionalidade da estrutura adotada.

Na figura 33 são representadas algumas das soluções mais evidentes de soluções estruturais com a associação da solução arquitetônica. Neles o aluno foi capaz de identificar os esforços na estrutura proposta.

Esse resultado é um indicador positivo. Se ao longo do curso o aluno for estimulado a associar a solução de projeto com a solução estrutural, o resultado prático de seus esforços, possibilitaria a ele propor soluções melhor fundamentadas para projetos.

Figura 32 - Mapa visual do Estudo de Caso

Fonte: O autor.

Com o modelo real, o cálculo passa a ter uma relação mais próxima ao aluno com uma situação com a qual o aluno já possui alguma vivência, mesmo no primeiro ano, caso dos alunos do Curso B e melhor ainda nos alunos do Curso A onde no segundo ano já passaram por uma disciplina completa de projeto no primeiro ano e estando desenvolvendo uma segunda disciplina de projeto, com temas maiores como projetos de escolas, onde a compreensão do sistema de estrutura permite ao aluno uma proposta mais elaborada tecnicamente.

No Curso B os alunos do primeiro ano integral ainda estão no final de uma disciplina de projeto, onde o tema principal é uma residência, para os alunos do curso noturno a primeira disciplina será apenas no ano seguinte. Elaborar projetos nas disciplinas seguintes, sejam capazes de associar a solução arquitetônica, uma solução estrutural que o complete.

Ainda com o resultado positivo obtido ao final deste trabalho e corroborando com a tese defendida por esse autor, onde alunos declararam no decorrer do trabalho que um problema pedagógico por parte dessas disciplinas de estrutura, que é a falta de um feedback mais adequado por parte dos professores de Estruturas. O aluno deve compreender realmente os erros e acertos, mas não somente do resultado matemático, mas da situação real que gerou o exercício e das consequências do resultado por ele obtido na situação da estrutura proposta como exercício.

Figura 33 - Modelos representativos - Curso B

Fonte: O autor.

O aluno até o momento fica restrito apenas a solução dos cálculos e o feedback destes professores também. Realmente trata-se de um tempo sem aproveitamento prático quando os feedbacks não feitos adequadamente. Como afirma Bloom et al (1956) o processo pedagógico deve ser completado, em suas diversas etapas, com exercícios que permitam ao aluno adquirir o conhecimento para posteriormente ser capaz de aplica-lo e replica-lo em outras situações.

5.4 A APLICAÇÃO POR PARTE DOS ALUNOS DO CONHECIMENTO ADQUIRIDO

Com a certeza de que a metodologia proposta, apoiada pelos referenciais teóricos de Bloom (1972) e Gardner (1999), possibilitaram aos alunos um ganho de conhecimento em relação a situação anterior vigente, buscou-se em seguida nas disciplinas de projeto, verificar se esse resultado positivo traria também um ganho na qualidade dos projetos executados.

Foram analisados se nesses trabalhos posteriores houve a aplicação de algum Sistemas Estrutural e se essa estrutura proposta foi representada e definida adequadamente pelos alunos.

Foram analisados, dentro do grupo que executou os modelos anteriores, grupos de 5 alunos, com média acima de 70 pontos nas disciplinas de Introdução as Estruturas (Curso B) e Sistemas Estruturais (Curso A), em cada escola. A escolha desses alunos dentro do grupo, respeitando o critério de participação dos exercícios anteriores e de nota mínima, foi aleatória.

Com o apoio dos professores das disciplinas de Projeto de Arquitetura II (2º ano Curso B), Projeto de Arquitetura III (3º ano Curso B), Projeto III (3ª ano Curso A) e Projeto IV (4º ano Curso A), foram analisados, nos dois anos seguintes a primeira análise, os trabalhos feitos por esses alunos, buscando as evidencias do Projeto Estrutural dentro dos projetos desenvolvidos na disciplina.

O resultado foi a princípio decepcionante, pois em apenas um trabalho havia uma evidente relação entre a Estrutura e a Arquitetura no projeto (Quadro 20).

A primeira análise foi feita no ano seguinte ao trabalho desenvolvido nas disciplinas de Introdução as Estruturas (Curso B) e Sistemas Estruturais (Curso A). Vale lembrar que nas duas escolas as disciplinas acontecem em momentos diferentes e com uma carga de disciplinas de apoio também diferentes. No Curso B, a disciplina

de projeto seguinte foi Projeto de Arquitetura II, com um tema desenvolvido de uma igreja, onde o aluno poderia definir a religião e consequentemente as características projetuais a cada crença.

Quadro 8: Mapa visual do Estudo de Caso 4º fase

Fonte: O autor.

A princípio este resultado poderia ser entendido como se o aluno tivesse apenas esquecido tudo o que aprendeu nas disciplinas iniciais de Estrutura. Foi necessário pesquisar mais a fundo essa questão e em uma entrevista com os alunos participantes, buscou-se os dados que foram relevantes para esse resultado.

As afirmações dos alunos ao longo das aplicações, nas duas instituições trouxeram resultados muito próximos, mas evidenciaram uma outra situação que vem provar mais uma vez a falta de embasamento em estrutura na formação dos Arquitetos e dos professores de Projeto.

Em todas as respostas a falta de um critério específico na avaliação sobre o sistema estrutural por parte dos professores foi decisivo, na opinião dos alunos para

esse resultado. Segundo um aluno do Curso B, não houve por parte dos professores foco na estrutura durante os assessoramentos ao projeto.

Em entrevista com os professores estes afirmaram que avaliaram o sistema estrutural junto com outros aspectos técnicos como o sistema construtivo.

Mesmo com essas afirmações foi possível perceber mais uma vez que no caso de Projeto de Arquitetura II onde o tema foi um edifício escolar em nenhum dos trabalhos houve ousadia estrutural ou de forma, talvez esse resultado tenha sido decisivo pela abordagem e pelo programa que era restrito, mas quando a avaliação não premia a ousadia na forma o aluno faz apenas o necessário para obter a média na disciplina. Os critérios usados na avaliação por parte dos professores deveriam premiar esses pontos.

No Curso A não foi muito diferente, mas uma escola com tantas disciplinas na área de estruturas deveria prever, também na avaliação de forma mais incisiva, as definições estruturais como o partido estrutural no projeto de um edifício múltiplos andares, mas infelizmente nenhum projeto avaliado saiu do sistema tradicional de uso de concreto e fechamento em alvenaria, avaliados a partir dos desenhos da sua representação e do memorial do projeto.

O Curso A, além do número de disciplinas de projeto, ainda propicia a participação de um professor de Estruturas para assessoramento dos trabalhos durante as aulas de projeto. Essa participação já está organizada há vários anos, mas segundo os alunos, o resultado foi muito ruim, pois o professor limitou-se a propor soluções arquitetônicas no projeto e a grande maioria dos alunos acabou não comparecendo no assessoramento seguinte, aproveitando o tempo, segundo palavras dos alunos, para trabalhar as pranchas do projeto.

No ano seguinte o resultado foi praticamente o mesmo, embora com professores diferentes, as mesmas questões foram levantadas, e obteve-se as mesmas respostas. Pouca participação dos professores nas definições estruturais e nas questões técnicas.

Um aluno do Curso B comenta que, essas questões relativas as áreas que envolvem questões técnicas, tem um assessoramento muito superficial. O mesmo aluno afirma que: "...parece que o professor não conhece sobre esses temas", (o exemplo dado pelo aluno, era relativo a posição de caixa d'água e seu volume).

Segundo o depoimento de outro aluno do Curso B, todos os temas que fogem as definições sobre conceito, partido ou escolha de corrente arquitetônica não são

respondidos pelos professores que indicam aos alunos resolução através de pesquisa bibliográfica ou consulta com professores das áreas respectivas.

O Curso B é uma escola particular e seus professores são horistas, não tem permanência, como os professores do Curso A. As consultas são feitas, e quando acontecem, são em corredores ou em intervalos de aulas. Os professores, de outras áreas, como Engenheiros Civis, são muitas vezes consultados sobre esses temas.

Essa é uma atitude também adotada pelos professores do Curso A, mas como o regime de trabalho do Curso A é diferente, onde a grande maioria dos professores tem regime de trabalho com Dedicação Exclusiva e horários de permanência definidos, esse assessoramento é mais fácil para o aluno.

Nos dois casos, nas duas escolas, os professores quando questionados, respondem que o assessoramento deve ser feito de forma mais precisa e pontual em razão do tempo de aula e do número de alunos a ser atendido. Em razão disso na maioria das vezes o que é discutido nesse momento são questões relacionadas apenas ao projeto de Arquitetura.

Um professor de projeto do Curso A afirma ainda que faz as assessorias com tempo controlado, para que todos sejam atendidos no período da aula. No Curso A temos um professor para cada grupo de 15 alunos em projeto, sendo sempre dois professores por turma de 30 alunos. No Curso B esse número é variado, mas um mesmo professor atende em média 2 grupos de 20 alunos, dobrando sua carga horaria, ao invés de dividir com outro professor a matéria. Esse recurso é usado em escolas particulares para manter o professor com uma carga horaria maior, consequentemente com um ganho maior.

Com base nessas afirmações feitas por alunos e professores, foi executada uma pesquisa através do Google Forms¹⁰ com o título de **“Questionário para apoio a pesquisa de doutorado relacionado ao ensino no curso de Arquitetura e Urbanismo”**.

A pesquisa buscou esclarecer essas questões levantadas e o resultado foi importante para as corroborar algumas das conclusões desta tese. No anexo 4 está o formulário com as questões apresentadas.

¹⁰ Google Forms – Ferramenta do Google que permite a criação de formulários e a aplicação de questionários e posteriormente a conferencia dos resultados e sua tabulação. Os questionários e os resultados são enviados por e-mail a cada participante previamente selecionado.

A pesquisa foi enviada aos 12 professores do Curso A responsáveis pelas disciplinas de Projeto I, II, III e IV. Para o Curso B foram destinadas a 7 professores responsáveis pelas disciplinas de Projeto de Arquitetura I, II, III, IV e Projeto Executivo e Especificações, nas turmas integral e noturno.

Dos 19 questionários enviados, 12 responderam, sendo 8 por professores do Curso A e 4 por professores do Curso B. Os resultados seguem a seguir.

A primeira questão procurou mostrar **o tempo de formado de cada professor de projeto** nas duas escolas. O objetivo dessa questão era verificar se quanto ao tempo de formado, o professor poderia ter experiência suficiente para orientar e discutir projeto de Arquitetura e todas as suas variáveis.

Ainda de acordo com a Taxonomia de Bloom et al (1956) a última etapa do aprendizado é o momento em que o indivíduo é capaz de aplicar toda a sua experiência e conhecimento nos próximos trabalhos. O que seria aquilo que se espera de um professor da graduação.

O resultado mostrou que 7 professores, sendo 1 do Curso B e 6 do Curso A tem mais de 10 anos de formado, o que é considerado normal no Curso A onde não há rotatividade como em uma escola particular (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Tempo de formado de cada professor.

1. A Quanto tempo está formado?

Esse tempo de formado pode não significar experiência com projeto, pois muitos professores podem simplesmente dedicar seu tempo ao ensino exclusivamente após ser contratado por uma universidade pública onde tem opções como Dedicção Exclusiva que implica em um aumento salarial mas torna o professor um pesquisador, um teórico em tempo integral. Para um melhor entendimento para a tese, essa resposta deverá ser complementada com as respostas das questões 8 e 12.

A pergunta seguinte busca **qualificar o grau de escolaridade do professor**, e nesse quesito o resultado foi positivo, pois dos 12 professores que responderam ao questionário apenas um professor era especialista, tendo concluído sua especialização no semestre anterior (gráfico 4). Todos os demais eram mestres ou doutores. No Curso A dos 8 professores participantes apenas dois são mestres e os demais doutores. Não havia nenhum professor com pós-doutorado. Essa é uma das características que diferenciam os cursos públicos dos particulares, os professores têm apoio e incentivo para sua qualificação. Na escola particular o professor busca a sua qualificação sem o mesmo apoio.

Gráfico 4 - Nível de escolaridade do professor.

Fonte: O autor.

Um ponto que pode contribuir muito com a qualidade do assessoramento feito aos alunos está na **experiência docente nas disciplinas de projeto**. A questão focal dessa tese, passa pelo assessoramento adequado as questões estruturais no projeto de Arquitetura. Ao longo dos anos, com a experiência adquirida, o professor poderia ter desenvolvido um procedimento com relação a essas questões.

Especificamente nessa questão temos novamente o resultado do Curso A superior, pois dos 3 professores com mais de 5 anos, todos são do Curso A e os 3 com mais de 20 anos, 2 são do Curso A e 1 do Curso B. Essa pesquisa mostra ainda que dos 6 demais professores com até 5 anos na disciplina 3 são do Curso A e os demais são do Curso B. Tivemos apenas um professor que está no seu primeiro ano na disciplina de projeto (Professor do Curso B).

Essa resposta mostra também uma falta de rotatividade no Curso A entre os professores de projeto. Existe apenas uma relocação entre os mesmos professores em algumas disciplinas de projeto, mas isso acontece raramente. No Curso B esse resultado mostra uma rotatividade maior, mas sempre em razão de desligamento dos professores (gráfico 5).

Gráfico 5 - Tempo de Docência em projeto.

3. A quanto tempo você é docente na disciplina de Projeto para o Curso de Arquitetura?

Fonte: O autor.

É evidente nas duas escolas, que os professores de projeto são aqueles com maior experiência em projeto ou que mesmo hoje com regime de Dedicação Exclusiva, tem uma bagagem de projeto maior que os demais, há exceções no Curso A e no Curso B. Percebe-se que alguns professores que trabalham com disciplinas de projeto não tiveram essa experiência maior em projetos. Há casos de professores com mestrado e doutorado com essas disciplinas de projeto e sem uma vida profissional significativa. Esses professores não responderam ao questionário.

As questões seguintes buscavam identificar os professores e suas disciplinas de projeto, visando identificar alguns dos problemas citados nas entrevistas com os alunos. Percebe-se que alguns dos professores citados não responderam esse questionário.

Como a questão estrutural tem uma ligação muito forte com o tema de projeto a questão a seguir (gráfico 6), buscava conhecer **os temas apresentados em projeto**. Novamente há muita similaridade nas duas escolas pesquisadas, com pequenas variações dentro do mesmo universo. Um exemplo disso é o projeto de um edifício escolar, que apresenta algumas variações entre as características do projeto feito no Curso A e no Curso B, como público alvo, localização, escola infantil e escola para ensino médio.

Fica claro que a escola projetada por ser pública, tanto no Curso A quanto no Curso B e no direcionamento dos professores quanto ao projeto, não oferece muitas possibilidades de variações e ousadia na forma espacial, o que permitiria uma aplicação do que foi dado em sistemas estruturais. Esse edifício escolar é dado no segundo ano de projeto nas duas escolas.

Como um segundo tema descrito pelos professores, está o edifício religioso. Nesse tema especificamente a forma estrutural poderia ter um valor significativo no projeto, e mesmo como fora constatado no acompanhamento dos trabalhos feitos pelos alunos, houve pouco direcionamento as questões relacionadas a estrutura. O tema Arquitetura religiosa, tem sido recorrente também no TFGI.

Outro ponto onde sem dúvida nenhuma a questão estrutural poderia ter um valor destacado no trabalho desenvolvido na disciplina de projeto, está nos edifícios multipavimentos e nos comerciais. As possibilidades estruturais são amplas e com variedade de sistemas. Percebe-se que aqui há a ousadia na forma do edifício e no

sistema, mas não há por parte dos professores um aprofundamento sobre o sistema utilizado. As descrições no sistema são meramente superficiais.

Percebe-se que no Curso A, existem professores com larga experiência em projetos de edifícios desse tipo, mas que não necessariamente implique em um destaque as questões estruturais. No Curso B pelo contrário a experiência dos docentes nessa área é significativamente menor, temos aqui uma questão que mostra um desequilíbrio no tema e na experiência do docente com relação a ele.

Apesar de todas essas questões levantadas em uma análise dos trabalhos feitos no tema, percebe-se que o aluno buscou situações como rotações de andares diferentes, ligações entre os edifícios e torres próximas, sistemas e malhas estruturais aparentes, mas novamente por falta de uma obrigatoriedade na apresentação do sistema na avaliação dos trabalhos, o aluno acaba por não desenvolver essas questões no trabalho.

Gráfico 6 - Temas de projeto trabalhados.

6. Quais são os temas de projeto na sua disciplina?

Fonte: O autor.

Fica claro aqui um dos diferenciais dos alunos de Arquitetura que é a **Inteligência espacial**, destacada na tese pela obra de Gardner (1994). O aluno consegue fazer e descrever através de desenhos seu projeto, mas sem dúvida a falta ainda de um embasamento maior é percebida nas descrições do edifício no memorial. O resultado no final do processo é apenas formal e instintivo, como são as assessorias.

O outro tema apresentado é a residência que está na primeira disciplina de projeto nas duas escolas. Esse é um tema onde questões estruturais raramente são colocadas pelo fato do aluno ainda estar tendo as primeiras disciplinas de estrutura. Nesse caso são projetos relativamente simples que são desenvolvidos, onde a maior dificuldade de cada aluno está na topografia do terreno e na cobertura proposta para o edifício. Nas duas escolas pesquisadas essa disciplina é dada por professores com diferenças como Doutorado com mais de 20 anos de formado (Curso A) e mestrado com menos de 10 anos de (Curso B).

A próxima questão está relacionada ao **assessoramento as questões técnicas**, onde foi solicitado ao professor que descrevesse a forma como são feitos em sua disciplina. A maioria dos professores respondeu que muitas vezes, quando ocorre alguma dúvida técnica, ele responde essas questões, apenas quando são questões relacionadas a sistemas estruturais com um grau de complexidade maior ele solicita ao aluno que pesquise sobre o tema, ou que consulte o professor da área de estruturas. Foi informado ainda que a maioria das disciplinas de projeto, antes do projeto ser executado, passam por um processo teórico onde várias questões são respondidas, como legislação, volumes e cálculos de caixas d'água e possíveis sistemas construtivos.

Em contato com alunos e professores dessas disciplinas, o pesquisador foi informado que esse procedimento é feito quase sempre por um sistema de seminários apresentados pelos alunos onde o professor faz as suas considerações, geralmente ao final da apresentação.

A próxima pergunta foi dirigida ao ponto central da pesquisa. Qual era a maior dificuldade enfrentada pelo professor no momento de seu assessoramento ao trabalho feito na disciplina. E a resposta foi clara em sua grande maioria, o assessoramento ao sistema estrutural (Gráfico 7). Nesse caso as respostas foram quase unânimes no Curso A, 6 responderam que a maior dificuldade está em assessorar o sistema

estrutural em sua disciplina de projeto. E essa questão mostra que professores com mais tempo de formado, com maior qualificação tem a mesma dificuldade que o aluno da graduação com relação as variáveis da escolha do sistema estrutural para um projeto.

Essa resposta mostra que a dificuldade também está no sistema construtivo proposto. São duas dificuldades que se complementam e se inter-relacionam. Mostram que os professores Arquitetos têm essa dificuldade com relação as questões mais técnicas no projeto.

Em conversa com alguns dos professores do Curso A e do Curso B estes afirmam que as indicações de consulta a outros professores e profissionais tem sido a solução mais encontrada no processo.

Gráfico 7 - Maiores dificuldades enfrentadas pelo professor durante o assessoramento.

8. Quanto a seu assessoramento ao trabalho desenvolvido pelo aluno, sua dificuldade maior está relacionada a que área específica?

Fonte: O autor.

Na pergunta de número 9, percebe-se uma contradição em algumas respostas, pois busca-se, **como o professor avalia as questões estruturais nos trabalhos dos alunos**. Se essa é a maior dificuldade encontrada pelos professores como é feita essa avaliação por parte do professor? As respostas em sua maioria, 8 foram no

sentido de avaliar qual o tipo de solução adotada e se os princípios básicos do sistema estão claros no projeto. Um professor de primeira disciplina de projeto, afirma que oferece o projeto do sistema estrutural pronto, através de uma malha onde o aluno apenas trabalha a partir desse sistema pronto, ajustando-o para o seu projeto. Os demais 3 professores afirmam que não avaliam o sistema estrutural, apenas quando o projeto do aluno faz alguma menção a um sistema estrutural diferente do convencional sistema em concreto armado, ou a alguma situação como vãos amplos ou balanços exagerados.

A próxima questão está relacionada **as disciplinas que o professor ministra em sua escola** (Gráfico 8). Percebe-se pelas respostas, que 5 dos professores trabalham apenas com essa disciplina no curso de Arquitetura. Foram 3 que responderam a exclusividade na disciplina de projeto. Obteve-se ainda 3 relacionados a representação espacial (maquetes), 2 em Desenho Projetivo, 1 em Detalhamento Construtivo e um em Teoria da Arquitetura. A área de representação é a mais concorrida nas duas escolas, baseado nas respostas dadas.

Gráfico 8 - Quais as disciplinas dadas no curso pelos professores pesquisados.

10. Além desta disciplina você tem outras no curso de Arquitetura

Fonte: O autor.

O questionamento seguinte também é importante para definir algumas características do professor de Projeto nos cursos pesquisados. Uma das questões analisadas nas seleções para preenchimento de cargos feitas nas duas escolas está **na carreira como profissional Arquiteto** (Gráfico 9). Experiência em projeto é primordial para trabalhar com essas disciplinas. O resultado mostra que 5 professores atualmente são exclusivamente docentes, sem trabalhos como Arquitetos. São todos professores do Curso A com regime de dedicação exclusiva. Foram contratados também por sua vida profissional, mas com o tempo, tem agora como única atividade o ensino.

Gráfico 9 - Atividades desenvolvidas pelo professor de Projeto.

11. Profissionalmente qual é a alternativa que descreve melhor suas atividades?

Fonte: O autor.

Outros 3 professores têm ainda trabalhos com Arquitetura como uma atividade principal e o ensino como eventual. Todos são do Curso B. Esse ponto garante ao professor uma experiência mais atual com novos materiais e procedimentos além de um maior repertório.

Os outros 4 professores trabalham eventualmente com Arquitetura. São 3 professores no Curso A e um no Curso B nessa condição. Nos dois casos anteriores

onde os professores dividem suas atividades profissionais com o ensino, a experiência profissional, o tipo e a qualidade das obras é que podem garantir uma experiência maior para utilizar nas discussões dentro das disciplinas de projeto. Dos 7 professores nessas condições apenas 4 mantem escritório com atividades variadas de projeto. São 3 professores do Curso A e um do Curso B.

A seguir, na próxima questão, busca-se **certificar a experiência de cada professor com relação aos projetos que realizou como profissional** (Gráfico10). Um professor de projeto, como já antecipado nas questões anteriores, necessita de experiência profissional com diferentes obras, para poder auxiliar os alunos no desenvolvimento de suas ideias. A experimentação pratica deveria ser fundamental na seleção destes professores e na carreira docente.

Gráfico 10 - Obra mais relevante como Arquiteto dos professores de projeto

12. Como profissional cite o tipo de obra mais relevante que já projetou?

Fonte: O autor.

Novamente temos um diferencial entre os professores do Curso A, com obras grandes e diferenciais como: centros comerciais, aeroportos, indústrias, hospitais e edifícios multipavimentos. No Curso B segundo as respostas são professores com menos experiência pratica e sem obras relevantes. Houve a uma citação de Edifícios multipavimentos, de clinica medica e de edifícios religiosos (2). Esse resultado é

fundamental na qualidade dos projetos orientados por esses professores, principalmente quando essa resposta for complementada com as de questões relacionadas a tempo de formado e atividades desenvolvidas além do ensino de Arquitetura.

A pesquisa não foi a outras escolas particulares, mas podem ser um indicador, principalmente em locais onde ocorram mais de um curso de Arquitetura particular. Deve-se lembrar que o Curso B tem 35 anos de curso e disputa mercado com outras três escolas particulares em Londrina sem a mesma tradição e tempo de mercado.

Uma característica bastante comum dos professores de escolas particulares é que em tempos de crise econômica, como a que ocorre agora no país, em que escritórios particulares tendem a sofrer uma redução de mercado, é mais fácil para a escola particular selecionar professores com maior experiência, que buscam no ensino uma forma de complementação de renda. Essa situação se inverte em momentos melhores da economia. Na escola pública essa situação raramente ocorre.

Gráfico 11 - Você como professor faz algo diferente do que seus professores fizeram na graduação?

13. Em relação a disciplina de projeto, você faz algo diferente do que seus professores fizeram com a mesma disciplina?

As proximas questões estavam relacionadas a forma **como o professor conduz a disciplina**, relacionando com a forma como a teve na graduação. Aqui entra um fato importante que depende de muitos fatores. Na graduação o aluno de Arquitetura não é preparado para ser professor. Seu espelho, para o bem ou para o mal, é seu professor. Muitas vezes repetimos erros que nossos professores cometeram. É necessario ao professor, uma visão critica sobre sua atuação, para poder preparar adequadamente esse conhecimento a ser ministrado (Grafico 11).

O professor tem que conhecer seus pontos fracos e se preparar adequadamente para resolve-los.

Nessa questão tivemos 3 professores que afirmaram repetir o mesmo tipo de aula que tiveram na graduação, Todos os 9 demais professores afirmaram ter refeito suas aulas o que pode demonstrar uma preocupação com o conteudo ou com a forma como esse conteudo é apresentado.

O tema desse doutorado é justamente uma forma diferente de apresentar um conteudo que o pesquisador considera inadequado e ineficiente. Esses 9 professores buscam algo semelhante. Propor novas metodologias como seminarios, palestras tecnicas sobre temas relacionados, visitas tecnicas diferenciadas e dirigidas foram os diferenciais citados pelos professores como pontos em que suas aulas são diferentes das que tiveram como alunos na graduação.

Da mesma forma podemos destacar que mesmo mantendo o mesmo sistema de aula dos seus professores, nos 3 casos citados, houve um aperfeiçoamento na forma como o seu professor dirigia na sua graduação, temas importantes como a analise de correlatos e o desenvolvimento da assessoria. Um exemplo é o assessoramento coletivo onde nas diversas etapas concluidas o aluno apresenta o trabalho ao grupo que contribui com ideias e experiencias diferentes adquiridas no processo.

5.5 CONCLUSÃO DO ESTUDO DE CASO

Nesse processo de busca por uma nova proposta metodológica para o ensino de Sistemas Estruturais para alunos de Arquitetura, a pesquisa feita passou por 4 fases distintas. Sempre seguindo os referenciais teóricos da **Taxonomia de Bloom** (BLOOM et al, 1956) e as **Inteligências Múltiplas** (GARDNER, 1994). A primeira fase

foi uma comprovação prática da realidade do conhecimento de Sistemas Estruturais por parte dos alunos de Arquitetura, através de uma análise dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos em seu TFGI, o trabalho mais completo e importante para o aluno de Arquitetura em todo o curso.

Essa análise comprovou a hipótese de que o aluno desconhece princípios básicos de Sistemas Estruturais, principalmente quando são diferentes do Concreto Armado.

As opções diferentes do Concreto Armado, quando propostas, refletem principalmente a influência do orientador e não uma dentre tantas outras opções de sistemas feitas pelo aluno. Além disso a descrição dos sistemas e sua representação não era evidente nos memoriais do projeto. Faltavam detalhes que demonstrassem o sistema aplicado e sua relação com a Arquitetura proposta que muitas vezes não ficava evidenciada. O aluno era incapaz de analisar seu projeto e propor um sistema diferente. A taxonomia de Bloom (BLOOM et al, 1956) novamente descreve essa situação quando o aluno é incapaz de sintetizar e avaliar, demonstrando ter adquirido todo o conhecimento necessário para tal ao longo do curso.

Essa situação encontrada demonstrou um problema que deveria estar, a princípio nas disciplinas de Estrutura do curso de Arquitetura. Aqui a fase básica da Taxonomia de Bloom (BLOOM et al, 1956), **conhecimento** e **compreensão** não estavam sendo adquiridos. Nova fase da pesquisa foi feita e o que foi encontrado foi a visão matemática por parte dos professores de Estrutura, onde havia apenas o ensino de cálculos nos diversos sistemas, sem uma relação com o Projeto de Arquitetura.

Havia uma insatisfação por parte dos alunos com as disciplinas, mas a grande preocupação desses estava com a aprovação e o resultado das avaliações, que como na disciplina se resumia a cálculos, em sua grande maioria.

Tentando reverter essa situação e com apoio dos professores de Estrutura, nas duas escolas pesquisadas, foram feitos modelos digitais didáticos, onde os princípios do sistema estrutural eram demonstrados, seguindo os preceitos das Inteligências Múltiplas de Gardner (1994) e relacionando a **Inteligência Espacial** com o aluno de Arquitetura. O resultado foi positivo e comprovado a seguir pela aplicação do exercício, onde os alunos criavam seus próprios modelos didáticos.

Com a criação do modelo digital pelo aluno na 3ª fase da metodologia, houve por parte do aluno o conhecimento adquirido e a compreensão, e a partir da

elaboração do modelo pelo aluno houve a aplicação, fase importante da Taxonomia de Bloom et al (1956).

A 4ª fase visava acompanhar um grupo reduzido de alunos a seguir em seus trabalhos de projeto, verificando se eram capazes de analisar, sintetizar e avaliar os sistemas Estruturais quando aplicados em seus projetos. Com o resultado positivo do uso dos modelos, esperava-se um resultado melhor nas disciplinas de projeto, o que não aconteceu.

A partir de algumas declarações feitas pelos alunos selecionados buscou-se com entrevistas a professores verificar o porque isso não acontecia e o resultado demonstrou que a falta de base em estrutura, por parte dos professores de projeto era a causa mais evidente desse problema.

A pesquisa mostrou ainda, professores com problemas básicos muito semelhantes aos dos alunos. Constatou-se uma situação crítica relacionada ao conhecimento do professor de projeto, que não tinha a base sólida necessária para orientar e instigar seus alunos nos termos relacionados a Estrutura. Essa prática já tinha sido vista ao analisar os professores de Estrutura no país.

Outro ponto era a pouca experiência profissional em projetos de Arquitetura desses professores, acarretando nas orientações de projeto notificações menores ao Sistema Estrutural, permitindo soluções pouco elaboradas quando relacionadas ao tema.

A pesquisa metodológica serviu de base para corroborar os pontos a seguir na conclusão desse trabalho.

6 CONCLUSÃO

Ao longo de 25 anos como professor de Arquitetura, uma situação sempre era motivo de preocupação, o pouco conhecimento demonstrado pelos nossos alunos a respeito de Sistemas Estruturais aplicados ao projeto de Arquitetura. Como aluno sempre busquei compreender mais sobre o tema e sempre tinha muita dificuldade, ora nas disciplinas onde os professores tinham uma metodologia que não nos permitia conhecermos as variedades de sistemas e de possibilidades de uso das Estruturas nos projetos de Arquitetura.

Ainda na Graduação, durante as disciplinas de projeto não tinha muita oportunidade de avançar os projetos nessa área. E ao final do curso realmente sentia que faltava uma parte importante na minha formação que era esse conhecimento mais amplo sobre estrutura.

Como aluno do Curso A, em sua segunda turma de Arquitetura, as disciplinas nessa área, na primeira Grade Curricular do curso, eram limitadas a Cálculos matemáticos, relações físicas, Resistência, Concreto Armado e uma Introdução no início do curso aos possíveis Sistemas Estruturais. Cerca de 30 anos após a minha formatura percebo que pouca coisa nessa área mudou. Temos hoje mais disciplinas nessa área, mas os problemas e os sentimentos com relação ao aprendizado e a aplicação prática desses conhecimentos são os mesmos.

Como professor e orientador de TFGI na área de Projeto de Arquitetura percebo que os nossos alunos ainda não têm condição de propor um Sistema Estrutural com um nível de detalhamento e profundidade adequados a uma realidade onde a legislação nos oferece essa prerrogativa e essa responsabilidade.

Aliado a isso temos ainda o fato de que após mais de 50 anos de luta pela constituição de um Conselho Profissional próprio dos Arquitetos e Urbanistas, em 31 de dezembro de 2010 o Presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva sancionou a Lei 12.378/2010 que cria o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil - CAU/BR e os Conselhos de Arquitetura e Urbanismo dos Estados e do Distrito Federal – CAUs.

A nova Lei que passou a regular o exercício da Arquitetura e Urbanismo no Brasil definiu, em seu Art. 2º, com mais clareza detalha as atribuições profissionais do

Arquiteto e Urbanista exigindo, dessa forma, a adequação do sistema educacional ao novo ditame legal. Dentre essas atribuições está o conhecimento sobre Sistemas Estruturais.

A própria Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo - ABEA em seu artigo 5º, ao afirmar que o curso de Arquitetura e Urbanismo deverá possibilitar formação profissional que revele, pelo menos, competências e habilidades em compreender os sistemas estruturais e o domínio do projeto estrutural, tendo por fundamento os estudos de resistência dos materiais, estabilidade das construções e fundações.

Percebe-se que a realidade acerca dessa situação ainda está distante da realidade de nossos alunos, tão remota quanto estava a 30 anos atrás quando da minha formatura.

Em razão de todos esses fatos, essa tese buscou definir uma nova proposta metodológica, embasada primeiramente em trabalhos científicos, ligados a Pedagogia, Psicopedagogia e Psicologia, que permitisse ao aluno de Arquitetura conhecer melhor todos os Sistemas Estruturais e a partir daí ser capaz de propor e utilizar de forma adequada esses sistemas em seus projetos.

Consciente das dificuldades encontradas pelos alunos de Arquitetura, a pesquisa inicialmente foi feita buscando conhecer mais sobre a realidade dos alunos das duas principais escolas de Arquitetura e Urbanismo de Londrina, duas das mais importantes escolas do Paraná. A do Curso A e do Curso B.

Fica evidente, pelos resultados apresentados pelos alunos em seus trabalhos, que o processo de projeto fica prejudicado pela forma como as disciplinas de Estrutura são conduzidas, e abordadas por essas escolas através de seus projetos pedagógicos atuais.

É perceptível que a metodologia utilizada no ensino de estrutura tem sido insatisfatória, confusa e privilegiando apenas os cálculos e não a relação dela com o projeto arquitetônico. Sua metodologia não permite ao aluno desenvolver o senso crítico e logico para posteriormente escolher e definir adequadamente um sistema estrutural para seus projetos.

O ensino das disciplinas de estrutura é o que apresenta uma composição de trabalho que praticamente não mudou ao longo das últimas décadas. Os modelos utilizados e a formatação pedagógica aplicada em sala de aula não diferenciam as características específicas da formação do Arquiteto diferenciando-o da formação do

Engenheiro Civil. O que se percebe é uma replicação da metodologia utilizada ao longo de décadas passadas pelos professores atuais. A metodologia apresentada em sala de aula pouco ou nada difere dos clássicos, como se fosse uma verdade indiscutível, sem uso de uma proposta criativa e voltada para a realidade do curso de Arquitetura.

Poucas são as tentativas de levar aos alunos do curso de Arquitetura uma proposta didática diferente das soluções que não se renovam.

A pesquisa encontrou algumas propostas que se destacam, como a de Heinrich Engel, professor da Universidade de Minnesota nos Estados Unidos que busca através de modelos físicos, explicar detalhadamente os mecanismos de cada sistema. A obra de Engel foi sem dúvida, uma das inspirações para esse trabalho.

Engel (1981) em seu trabalho, mostra as diferenças na concepção estrutural atual em relação aos procedimentos antigos:

- a. Antigamente o vocabulário estrutural era limitado a poucos sistemas padrões e técnicas artesanais que limitavam as possibilidades da forma e do vão. Atualmente a ciência e a tecnologia empregada na Engenharia e nos componentes removeram as barreiras naturais da impossibilidade estrutural e praticamente todas as formas podem ser executadas;
- b. Antigamente o conhecimento da forma estrutural correta era empírico e vago, com o uso de uma técnica artesanal que sempre permitia uma modificação pessoal da forma convencional. Atualmente com os cálculos matemáticos empregados e a confecção industrializada determina precisamente a forma e a expressão estrutural onde as variações são apenas em razão de custos.
- c. Antigamente a falta de variedades de sistemas estruturais conhecidos permitia falhas entre a forma e a estrutura. Atualmente as inúmeras formas estruturais possibilitam que o espaço seja perfeitamente adaptado a forma estrutural reforçando a ideia arquitetônica.
- d. Antigamente o papel da estrutura nos edifícios e na Arquitetura era menor sem uma importância arquitetônica relevante. Atualmente a lógica da forma estrutural é a base da forma estética utilizada no projeto.
- e. Antigamente as grandes obras eram escassas como a escolha do sistema estrutural para essas obras.

Atualmente as obras tem uma escala muito maior em número de unidades e que necessitam de uma resistência estrutural muito maior, onde o conceito estrutural adotado é parte fundamental do projeto arquitetônico.

A partir da constatação da dificuldade enfrentada pelos alunos de TFGI ao propor um Sistema Estrutural, o trabalho realizado por Engel foi base, portanto para a pesquisa, que culminou com essa tese.

Primeiramente percebe-se que todos os professores de Sistema Estrutural são Engenheiros Civis nas duas escolas estudadas. São raros os professores Arquitetos nessa área no Brasil. A pesquisa buscou primeiramente fundamentar uma situação que era muito clara para nos professores, que militamos nos dois cursos, de Arquitetura e de Engenharia Civil, que é demonstrar que o aluno de Arquitetura, possui diferenças naturais com os alunos Engenheiros Civis. Diferenças essas que ocorrem na forma de aprender.

O resultado a essa pesquisa foi a compreensão sobre um estudo que nasceu a partir da Psicologia Cognitiva e da Psicopedagogia e estão em suas bases fundamentais. Howard Gardner (1995) que lançou as bases da Teoria das Inteligências Múltiplas demonstrou que as pessoas possuem diferentes inteligências que se manifestam nos indivíduos de forma diferentes, como no caso entre os Arquitetos e os Engenheiros Civis.

Gardner (1995;1999) descreveu primeiramente sete tipos de Inteligências diferentes, dentre elas demonstrou que a Inteligência descrita e denominada como Inteligência Espacial é a predominante nos Arquitetos, que demonstram possuir habilidades de visualização e percepção do mundo visual e a capacidade de ajusta-lo e modifica-lo na mente e ainda criar equilíbrio e composição, numa representação visual ou espacial. Já a Inteligência Logico-Matemática, que está presente da mesma forma nos Engenheiros é o que os testes como o de QI buscam caracterizar. Suas características principais são, a facilidade para os detalhes e análises, o comportamento sistemático, a resolução de problemas em etapas e o discernimento de padrões e relações entre objetos e números.

. As diferenças entre essas inteligências são a estrutura básica para a tese desse pesquisador que foca e dirige sua metodologia baseada na Inteligência Espacial e em suas características. O foco na imagem e na construção desses modelos foram feitos levando em consideração aspectos fundamentais descritos por Gardner em seu trabalho.

É importante destacar novamente alguns pontos do trabalho de Gardner. Todos os Arquitetos e Engenheiros, como qualquer outro indivíduo possuem todas os tipos de inteligências, sendo que cada pessoa apresenta capacidades em todas as inteligências e que funcionam de maneira única em cada indivíduo. Dessa forma algumas inteligências são altamente desenvolvidas, outras modestamente desenvolvidas e por fim outras relativamente subdesenvolvidas. Dessa combinação entre as inteligências é possível na maioria dos casos, identificar um padrão que seja predominante. Outro ponto destacado no trabalho é que as inteligências, funcionam juntas de maneira complexa, sempre ocorre uma interação entre elas. Em indivíduos normais não existem inteligências isoladas.

Compreender as diferenças entre cada uma dessas inteligências, foi fundamental na proposta dessa tese, ao propor uma metodologia que utilizasse os recursos visuais e que são a base da Inteligência Espacial.

Após essa definição o passo seguinte foi criar um modelo que pudesse ser utilizado por professores e alunos para entender como os Sistemas Estruturais funcionam e como respondem as suas solicitações de esforços. Foram criados dois modelos básicos, um do Estádio de Braga e outro de uma cobertura simples de tesoura mostrando todas as suas relações.

A seguir foram feitos novos modelos pelos alunos buscando representar os esforços nos diversos sistemas Estruturais. As criações foram fundamentais para que o aluno colocasse em pratica essa metodologia. O resultado foi positivo pois até então a disciplina ocorria apenas como uma grande sequência de exercícios matemáticos, sem resultados práticos para a formação dos alunos. A partir dos exercícios feitos, percebe-se claramente que o aluno passou a compreender melhor o que significavam e como cada esforço atua em um Sistema Estrutural. O resultado superior dos alunos que utilizaram o modelo indica sua eficiência como ferramentas de ensino para as disciplinas de Sistemas Estruturais.

Foi utilizada a aplicação de uma metodologia baseada na Taxonomia de Bloom (1972), que segue um processo pedagógico que visa verificar o conhecimento adquirido pelo aluno, que analisa seis categorias hierarquicamente ordenadas de objetivos educacionais que podem ser utilizadas como elementos norteadores quando se deseja definir os níveis de aprendizado almejados, que são aplicadas do mais simples ao de maior complexidade, que envolve **conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação**. Nesse processo devem ser evitados que se

exija mais do que o programa atual pode ensinar ou que sejam reduzidos seus padrões de avaliação.

Efetivamente na avaliação da eficiência do modelo aplicado e feito pelos alunos é importante definir adequadamente até que nível na Taxonomia de Bloom (1972), o uso do modelo, será capaz de ensinar ao aluno o conteúdo de Sistema Estrutural.

Dentre as classes ordenadas de objetivos educacionais propostas por Bloom (1972), com o uso do modelo, a pesquisa pretendia atingir os dois primeiros níveis do Domínio Cognitivo, o nível do **conhecimento**, que envolve o uso da memória, e o da **compreensão**, que faz referência a um entendimento no qual se conhece o que está sendo comunicado sem necessariamente perceber suas implicações completas.

Como resultado a pesquisa concluiu que a partir do conhecimento adquirido pelos alunos com os modelos executados, verificou-se que o aluno obteve a **compreensão** acerca do Sistema Estrutural, ao criar corretamente seus próprios modelos. Como a aplicação fora feita corretamente, buscou-se nas disciplinas seguintes de projeto verificar se as demais etapas descritas por Bloom seriam seguidas, onde o aluno ao elaborar um projeto faria a **aplicação e análise** do Sistema Estrutural mais adequado.

Nos trabalhos desenvolvidos nas disciplinas de projeto de Arquitetura seguinte, tanto no Curso B (Projeto 2) como no Curso A (Projeto de Arquitetura 3) foram selecionados 5 trabalhos de alunos que elaboraram seus modelos no exercício anterior, com o intuito de verificar essa aplicação e análise. Com o resultado obtido nesses projetos, foi possível perceber que para prosseguir adequadamente com o ensino de Sistemas Estruturais seria necessária uma mudança mais profunda em diversos outros pontos do curso.

Percebeu-se que o aluno adquiriu o conhecimento básico e a compreensão dos Sistemas Estruturais, mas as disciplinas a seguir, que deveriam ser base para aplicação desses conhecimentos, não oferecem ao aluno os desafios necessários para tal.

Começamos essa análise constatando que os temas de projeto propostos nas disciplinas não estimulam maiores ousadias em termos de projetos estruturais. São temas como escolas públicas, ou residências com programas restritivos e simples, onde as maiores dificuldades enfrentadas pelos alunos estão na adequação da topografia do terreno ao edifício.

A seguir em temas onde uma maior ousadia poderia ser feita, como edifícios verticais, percebe-se que o professor da disciplina não valoriza adequadamente o partido estrutural ao não propor nos trabalhos um detalhamento maior sobre os diversos Sistemas Estruturais adotados no projeto.

Com esse resultado optou-se pela elaboração e aplicação de um questionário estruturado aos professores das disciplinas de Projeto dos dois cursos de Arquitetura pesquisados. Com base nas respostas obtidas, foi possível constatar alguns problemas nas duas escolas, principalmente no Curso B, principalmente em razão do sistema de trabalho desses professores, como a falta de maior experiência profissional, com projetos semelhantes aos propostos nas disciplinas, contratação buscando a titulação acadêmica mas sem a necessária experiência com projetos ou obras, e ainda que a maior dificuldade enfrentada pelos professores de projeto quando realizam o assessoramento ao trabalho de seus alunos está justamente na questão estrutural, pois o professor da disciplina também é mais um indivíduo que como esse pesquisador, também encontrou muitas dificuldades com o ensino de Estrutura. É interessante também reforçar que temos professores nas duas escolas com formação além do Curso A e Curso B, na Universidade de São Paulo, na Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal da Bahia, Universidade de Brasília e Mackenzie.

A dificuldade encontrada por esses professores na maioria das vezes é dupla, pois estão aliadas em muitos casos a dificuldade na formação em Estruturas com a falta de experiência projetual e profissional, como a pesquisa também demonstrou acontecer. Essas dificuldades, ou por graduação recente ou por pouco contato com projeto após a formação culminam em dificuldades substanciais no assessoramento a esse item no projeto.

É possível concluir que com a dificuldade enfrentada pelo professor no assessoramento do aluno em seu projeto, quanto as questões estruturais ,a dificuldade desse aluno será muito maior para propor um sistema estrutural de forma adequada ao seu projeto.

Importante ressaltar que as duas instituições estão desenvolvendo um novo projeto pedagógico onde essa abordagem deverá ser trabalhada.

O Curso A está buscando aperfeiçoar uma situação que já acontecia anteriormente que era a participação de um professor de estrutura durante a disciplina de Projeto visando subsidiar essa dificuldade dos nossos professores no tema. Em reunião de avaliação do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE,

que integra o SINAES - Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior e que tem como objetivo aferir o desempenho dos estudantes em relação aos conteúdos programáticos previstos nas diretrizes curriculares do respectivo curso de graduação, e as habilidades e competências em sua formação, com a participação de coordenadores de colegiado de várias Universidades Federais de Arquitetura com a participação do Curso A, em Brasília, ocorrido na última semana de outubro de 2015, essa situação foi exposta pela Coordenadora de Colegiado do Curso A. Todos os participantes elogiaram o sistema que é adotado apenas pelo Curso A.

Apesar do significativo apoio aos professores de Projeto, a experiência demonstrou que são necessários vários ajustes para que o resultado seja positivo. No novo projeto pedagógico do Curso A estas mudanças estão sendo detalhadas para resolver as dificuldades encontradas em sua aplicação. Essa participação de professores de Estrutura já acontece em períodos curtos, mas sem a participação dos professores de projeto. A mudança significativa, já testada nesse ano, com resultados significativamente melhores, foi a participação dos professores de projeto orientando e direcionando a participação do professor de estrutura, visando um aproveitamento melhor do tempo e do conteúdo assessorado.

Uma das dificuldades relatadas pelos alunos, já descrita nesse trabalho estava também na forma como isso acontecia, onde o professor de estrutura em sua participação, muitas vezes apenas discutia a Arquitetura e não acabava trazendo ganhos importantes para o projeto. Com a nova proposta a partir dessa pesquisa o professor de estrutura teria um papel importante ao ser dirigido em sua participação na disciplina pelo professor de Projeto.

No Curso B, onde pelo regime de trabalho dos professores, essa participação seria mais difícil, a coordenação de TFGI deu um passo importante ao exigir nos trabalhos apresentados, um detalhamento do Sistema Estrutural. Esse fato será importante pois implicará em uma pesquisa por parte dos alunos e professores orientadores mais aprofundada sobre o tema. Outro ponto importante que o Curso B buscou foi a contratação de um professor de Estruturas com formação em Arquitetura.

Outra conclusão dessa pesquisa foi que os cursos de Arquitetura e Urbanismo devem prover esse conhecimento de Sistemas Estruturais, através de currículos atualizados e mais eficientes, aliados a professores comprometidos com as mais modernas metodologias pedagógicas, visando primordialmente uma ampla compreensão dos conteúdos de suas disciplinas por parte dos alunos e buscando que

o conhecimento estrutural adquirido num primeiro momento, seja efetivamente praticado nas demais disciplinas.

A pesquisa avaliou especificamente os cursos de Arquitetura e Urbanismo do Curso A, onde o currículo atual está presente a quase duas décadas, e do Curso B, onde esse tempo é mais curto, o currículo atual está encerrando o seu sexto ano. Lembrando que um novo projeto pedagógico deverá estar pronto para implementação em 2017 nas duas escolas. Essas mudanças propostas e discutidas nessa tese deverão ser a base das mudanças previstas e implementadas na área de Sistemas Estruturais.

Outro ponto destacado pela pesquisa está no papel do professor, que autores como Moran (1997) afirmam, que ensinar utilizando novas e atuais tecnologias, como a proposta desta tese, exige por parte do professor, uma atenção maior e uma mudança de postura, pois este deverá ter uma atitude diferente da tradicional: o professor não buscará a imposição perante seus alunos. Esse novo professor questionará, incentivará e aprenderá simultaneamente com o aluno, que se sentirá motivado pelas possibilidades dessa nova tecnologia.

Mas é a autêntica capacidade de comunicação do professor, de estabelecer relações de confiança com seus alunos pelo equilíbrio e pela competência, para sensibilização quanto ao ritmo e atitude de cada um, que fará a diferença neste processo (RAYMUNDA, 2003).

Levy (2001) ressalta que o aluno integrara uma nova ecologia cognitiva que exige a atualização constante do professor, em face dessa realidade na qual ele está inserido, de múltiplas formas.

Dentro das propostas pedagógicas dessa tese, quando o professor se utiliza de tecnologia em sala de aula, não é possível assegurar uma inovação educacional, mas seu uso propicia a mudança de paradigmas e a reprodução do conhecimento como algo imutável.

Quando o professor se utiliza de novas tecnologias, possibilita a produção de um conhecimento contextualizado, desenvolvendo competências, habilidades e atitudes imprescindíveis à construção de um cidadão competente para a vida em sociedade, o que inclui a apropriação crítica e criativa de todos os recursos técnicos à disposição desta sociedade (RAYMUNDA, 2003).

Para atender a essa demanda, os professores de Estrutura e por que não os de Arquitetura também, necessitam preparar-se para redimensionar sua conduta da

prática docente. No lugar de ensinar, esses professores precisarão aprender a disponibilizar múltiplas experimentações, serão formuladores de problemas, provocadores de situações, Arquiteto de percursos, mobilizador de experiências do conhecimento. O professor necessitará vencer preconceitos e barreiras atuais, como o conhecimento da metodologia da Educação a Distância e o uso das tecnologias da informação disponibilizado pela cibercultura (Levy, 1993).

Vários autores apresentam as vantagens e a viabilização desses conceitos, entre eles além de Pierre Levy (1993, 2001); Litwin (2001); Joly (2002); Kenski (2003); que abordam questões pedagógicas como estratégias de utilização das tecnologias da informação e comunicação para educação. Nessa perspectiva, o uso do software vem instrumentalizar o professor, servindo de ferramenta para auxiliá-lo no desempenho de suas funções. O professor que se dispõe a utilizar um ambiente virtual de aprendizagem ou um software no processo educacional necessita ter a criatividade para a elaboração de uma proposta curricular integrada a uma proposta pedagógica cooperativa, motivacional e participativa, fundamentada na perspectiva do desenvolvimento individual e grupal.

Ao longo do processo de formação do Arquiteto, sempre se oportunizou o pensar de forma lógica e criativa, essa tese defende que simultaneamente o aluno e o futuro Arquiteto, deverá empregar também o conhecimento técnico adquirido em Sistemas Estruturais, com bom senso e criatividade e sempre analisando e questionando as soluções visando ampliar seu aprendizado. Esse é o resultado esperado ao utilizar a Taxonomia de Bloom (1972) como parte substancial dessa tese.

A partir da experiência desenvolvida nos últimos 4 anos, novas pesquisas podem surgir, comparado os resultados obtidos pelos alunos de Projeto, a partir das mudanças propostas nessa tese quando implementadas no Projeto Pedagógico desses cursos.

7 REFERENCIAS

ACKERMAN, James: **Convenzioni e retorica nel disegno architettonico, a Architettura e disegno**. La rappresentazione da Vitruvio a Gehrym Milà, Electra, 2003.

AMBROSE, Gavin; HARRIS, Paul; **The Layout Book**. AVA Publishing SA. Lousanne, 2007. 193p. il.

ARGAN, Giulio Carlo. **Walter Gropius e a Bauhaus**. Rio de Janeiro: José Olímpio, 2005.

BAINBRIDGE, W. S. **The Scientific Research Potential of Virtual Worlds**. Science 2007;317(5837):472–6, 2007.

BASSO, Ana Carolina Formigoni. **A ideia do Modelo Tridimensional em Arquitetura**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo. Orientador: Prof. Dr. Joubert José Lancha. 2005.

BECKER, H. **Findings from the teaching, learning, and computing survey**: is Larry Cuban right? Education Policy Analysis Archives, 8(51). Available at. <http://epaa.asu.edu/epaa/v8n51> . 2000. Acesso 1.7.2015.

BELHOT, R. V. **Reflexões e propostas sobre “ensinar engenharia” para o século XXI**. São Carlos. 113p. Tese (Livre Docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1997.

BLOOM, B. S.; ENGELHART, M. X.; FURST, E. J.; HILL, W. H.; KRATHWOHL, D. R. **Taxonomy of Educational Objectives**. Handbook I: Cognitive Domain. New York: Longman, 1956.

_____ **Taxonomia de Objetivos Educacionais:** Domínio Cognitivo. Porto Alegre: Globo, 1972.

BOURKE P. **Evaluating second life as a tool for collaborative scientific visualization.** In: Proceedings of computer games and allied technology in animation, multimedia, IPTV and entertainment (CGAT 08), 2008.

BRASIL. **Lei 12.378**, de 31 de dezembro de 2010. Regulamenta o exercício da Arquitetura e Urbanismo; cria o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil - CAU/BR e os Conselhos de Arquitetura e Urbanismo dos Estados e do Distrito Federal - CAUs; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, n.251, p.1, 31 dez 2010. Edição extra.

CARRANZA, Edite Galote R. CARRANZA, Ricardo. **A obra do Arquiteto Vitor Lotufo.** Vitruvius, 2010. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10.126/3659>. Acesso 1.11.2015.

CLAYTON, Mark J.; WARDEN, Robert B.; PARKER, Thomas W. **Virtual construction of architecture using 3D CAD and simulation.** Automation in Construction. n. 11 p. 227–235, 2002.

CONKLIN, J. A **Taxonomy for learning, teaching and assessing:** a revision of Blooms's taxonomy of educational objectives. Educational Horizons, Lambda Theta, v.83, n.3, p.153-159, Mar, 2005.

DI PIETRO, João Eduardo. **O conhecimento qualitativo das Estruturas das edificações na formação do Arquiteto e do Engenheiro.** Universidade Federal de Santa Catarina. Roberto de Oliveira Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Tese doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

DAUD, Mohd Fadzil; TAIB, Jamaluddin Mohd; SHARIFFUDIN, Rio Sumarni. **Assessing Mechanical Engineering Undergraduates' Conceptual Knowledge in Three Dimensional Computer Aided Design (3D CAD).** International Conference

on Teaching and Learning in Higher Education (ICTLHE 2012) in conjunction with RCEE & RHED 2012. Procedia - Social and Behavioral Sciences v.56 pg.1 – 11, 2012.

EISNER, E. W. **Benjamin Bloom**. Prospects, v. 30, n. 3, 2000.

FERNANDES, Ari Vicente et al. **Prática – Investigação**. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ARQUITETOS, São Paulo, 1976. Anais. São Paulo, IAB-SP, 1976.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários a prática educativa. São Paulo: Paz e Terra. 1996.

GONÇALVES, Marly de Menezes. **O uso do computador como meio para a representação do espaço**: estudo de caso na área de ensino do digital & virtual design. Tese (Doutorado - Área de Concentração: Design e Arquitetura) - FAUUSP. Orientador (as): Monica Baptista Sampaio Tavares, Carlos Roberto Zibel Costa e Élide Monzéglio (in memorian) --São Paulo, 2009. 338 p.: il.

GUSKEY, T.R. **Benjamin S. Bloom's contributions to curriculum, instruction, and school learning**. In: Annual Meeting of the American Educational Research Association, 2001, Seattle. Proceedings... Seattle: American Educational Research Association. p.10-14. 2001.

JOLY, M.C.R.A. (Org.). **A Tecnologia no Ensino**: Implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

KANAMURA, A. H. **Ensino de neurofisiologia básica mediado por computador**. Dissertação (Mestrado) - Gilberto Fernando Xavier. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Fisiologia. São Paulo, 2008.

KATAKURA, Paula. **O ensino de projeto de Arquitetura**. São Paulo, 2003, 298p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. 2003.

KENSKI, V.M. **Tecnologia e ensino presencial e a distância**. São Paulo: Papirus, 2003.

Kim J, Kim K, Kim DY, Chang WH, Park C-I, Ohn SH, Han K, Ku J, Nam SW, Kim IY, Kim SI. **Virtual environment training system for rehabilitation of stroke patients with unilateral neglect: crossing the virtual street**. *Cyber Psychology and Behavior* 2007;10(1):7–15.

KIRNER, Claudio; TORI, Romero. **Fundamentos de Realidade Aumentada**. In: TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. (Orgs.). *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. Porto Alegre: SBC, 2006, pp. 22-38.

KRATHWOHL, D.R.; BLOOM, B.S.; MASIAL, B.B. **Taxonomy of educational objectives**, book 2: the affective domain. New York: Logman. 1974.

KRATHWOHL, D.R. **A Revision of Bloom's taxonomy**: an overview. *Theory Into Practice*. Columbus, v.41, n.4, p.212-218, Nov., 2002.

LEITE, Maria Amélia Devitte Ferreira d'Azevedo. **A aprendizagem tecnológica do Arquiteto**. Tese de doutorado – Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura – FAUUSP – São Paulo, 2005.

LEVY, Pierre. **Cibercultura**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: 34, 1999.

_____ **As tecnologias da inteligência – o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Ed. 34. 1993.

_____ **Educação e cibercultura**: a nova relação com o saber. Disponível em <<http://portoweb.com.br/Pierrelevy/educaecyber.html>>. Acesso: 25 set. 2001.

LIMA, Mauricio. Arquitetura. **Engenheiros temem perder mercado para Arquitetos**. PINIweb.16 dez 2010. Disponível em: <http://www.piniweb.com.br/construcao/Arquitetura/projeto-da-a-Arquiteto-poderes-de-engenheiro-para-desenvolver-estruturas-194641-1.asp>> Acesso: 09 mar 2015.

LITWIN, E. (org.) **Educação a distância**: temas para o debate de uma nova agenda educativa. Porto Alegre. Artmed, 2001.

LOPES, Joao Marcos; BOGÉA, Marta Vieira; RABELLO, Yopanan. **Arquiteturas da Engenharia Engenharias da Arquitetura**. Mandarin, São Paulo, 2006.

MARCHETI FERRAZ, A. P. C. **Instrumento para planejamento de materiais instrucionais para educação a distância**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MARGARIDO, Aluizio Fontana. **Pesquisa Experimental Aplicada ao Ensino de Estruturas nas Escolas de Arquitetura**. Conferência pronunciada no Primeiro Encontro de Professores de Estrutura para Escolas de Arquitetura. São Paulo: FAUUSP. 1974.

MARGARIDO, Aluizio Fontana. **Fundamentos de Estruturas. Um Programa para Arquitetos e Engenheiros que se Iniciam no Estudo das Estruturas**. Editora Zigurate. São Paulo, 2007.

MESSER-DAVIDOW, Ellen, SHUMWAY, David R. e SYLVAN, David J. (edits.). **Knowledges**: historical and critical studies indisciplinartity. 466p. Charlottesville e Londres: Scholarly Book Services Inc, 2002.

MILLÁN, Carlos Barja (Coord.). **O ateliê na formação do Arquiteto**. São Paulo: FAUUSP, 1962.

MINTO, Fernando Cesar Negrini. **A experimentação prática construtiva na formação do Arquiteto**. Dissertação de Mestrado - Área de Concentração: Tecnologia - FAUUSP. Orientador: Reginaldo Luiz Nunes Ronconi. São Paulo, 2009. 223 p.: il.

MORAN, J.M. **Como utilizar a internet na educação**. Revista Ciência da Informação, v.26, n. 2, np.146-153, n maio/ago. 1997. Disponível em:<

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0100-19651997000200006&script=sci_arttext >.

Acesso em: 15 abr. 2015.

POLILLO, Adolpho. **O Ensino de Estrutura para Arquitetos**. Conferência pronunciada no Primeiro Encontro de Professores de Estrutura para Escolas de Arquitetura. São Paulo: FAU USP. 1974.

REBELLO, Yopanan. C. P. **A concepção estrutural e a Arquitetura**. São Paulo: Zigurate, 2003.

RONCONI, Reginaldo Luis Nunes. **Inserção do Canteiro Experimental nas Faculdades de Arquitetura e Urbanismo**. Tese de Doutorado FAU USP. São Paulo, 2002.

SANTAELLA, Lucia. **Por uma epistemologia das imagens tecnológicas: seus modos de apresentar, indicar e representar a realidade**". In: ARAUJO, Denise Correa. (Org.). *Imagem (Ir)realidade: comunicação e cibermídia*. Porto Alegre: Sulinas, 2006, pp. 173-201.

SARAMAGO, Rita de Cassia Pereira. **Ensino de estruturas nas escolas de Arquitetura** do Brasil. 2011.436p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

SCHANK, R. (2007). **Teaching In the New Era**. In C. Crawford, R. Carlsen, K. McFerrin,

J. Price, & R. Weber (Eds.), **Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference**. Chesapeake, VA: AACE. 2007.

SOUZA, Rodrigo Mendes de. **A mão e o olho: Walter Gropius**. Dissertação (Mestrado - Área de Concentração: História e Fundamentos da Arquitetura e do Urbanismo) – FAUUSP. Orientador: Mário Henrique Simão D'Agostino. São Paulo, 2014. 357 p.: il.

STEPHAN, Arlindo Antônio. **Entre as artes visuais e o design**: o movimento concreto e o projeto na atualidade. Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Artes da Escola de Comunicação e Artes São Paulo - Área de Concentração: Poéticas Visuais. Or. Monica Baptista Sampaio Tavares. São Paulo, 2012.

ÜNAY, Ali Ihshan; ÖZMEN, Cengiz. **Building Structure Design as an Integral Part of Architecture**: A Teaching Model for Students of Architecture. In International Journal of Technology and Design Education n.16 p.253–271. 2006.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso**: Planejamento e Métodos. 4ª ed. São Paulo: Bookman, 2010.

ZANETTINI, Siegbert. **Siegbert Zanettini**: Arquitetura, razão, sensibilidade – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

ZANETTINI, Siegbert. **O ensino de projeto na área de edificação**– São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1980.

Zhao, Y. (Ed.). **What should teachers know about technology?** Perspectives and practices. (Research Methods for Educational Technology). Information Age Publishing, Charlotte, N.C., 2003.

Zhao, Y., & Frank, K. **Factors Affecting Technology Uses in Schools**: An Ecological Perspective American Educational Research Journal December 21, 2003 40: p. 807-840, 2003.

8 ANEXOS

ANEXO 1

Ementário Curso B

Introdução as Estruturas

Noções de sistemas estruturais simples: conceituação e classificação dos elementos estruturais, vigas, pilares e lajes. Cabos, arcos, treliças, pórticos e cascas. Estudos dos sólidos e resistência dos materiais; vetores, equilíbrio dos corpos rígidos, vínculos e reações de apoio. Sistemas isostáticos; Propriedades geométricas dos elementos estruturais: momentos de inércia e flambagem; tensão e deformação. Flexão, cisalhamento, torção e compressão. Análise e experimentação do comportamento estrutural: sistemas de forma ativa, vetor-ativo e massa ativa. Introdução ao pré-dimensionamento de elementos estruturais. Confeção de modelos tridimensionais.

Sistemas Estruturais I

Estudo de Estruturas de Fundação rasas e profundas. Tipos de solos e sondagem. Sistemas Estruturais de vetor ativo, massa ativa, de forma ativa, de superfície ativa, sistemas de edifícios altos e associação de sistemas. O concreto armado e sua aplicação na Arquitetura. Desenvolvimento de projetos estruturais para edificações; Comportamento e dimensionamento. Levantamento de cargas e análises de esforços; Lajes maciças, pré-moldadas, nervuradas, grelha, cogumelo e cascas entre outros; vigas e pilares. Interpretação de plantas e formas e armações. Muros de arrimo. Execução de estruturas de concreto armado.

Sistemas Estruturais II

O aço como material estrutural e sua aplicação na arquitetura: os perfis estruturais, suas aplicações e influências no projeto de arquitetura. Montagem, execução, proteção e manutenção. Normatização específica e emprego de recursos

computacionais. Estruturas executadas em cabos, arcos, treliças, pórticos, entre outros. Elaboração de projetos e execução de estruturas de aço. A madeira como material estrutural e sua aplicação na arquitetura. Tipos de madeira e de produtos correlatos. Ligações, montagem, execução, proteção e manutenção. Estruturas executadas em arcos, treliças, pórticos entre outros. Elaboração de projetos e execução de estruturas em madeira.

ANEXO 2

Ementário Curso A

2º ANO

Mecânica das estruturas

Equilíbrio de um ponto material. Equilíbrio de um corpo rígido. Vínculos e reações de apoio. Forças distributivas: centroides e centros de gravidade, momentos de inércia. Análise de estruturas de barras. Esforços internos solicitantes.

Mecânica dos solos e fundações

Fundamentos de mecânica dos solos. Tipos de solos - sondagens. Classificação. Propriedades e avaliação qualitativa do comportamento dos solos relativos as fundações. Tipos de fundações. Fundações diretas, rasas e profundas. Fundações indiretas-estacas. Estacas pré-moldadas, moldadas "in-loco".

Resistência dos materiais

Tensões e deformações. Propriedades dos materiais. Análise de tensões e deformações para esforço normal, flexão, cisalhamento e torção. Deslocamento em vigas. Flambagem. Introdução às estruturas hiperestáticas.

Sistemas estruturais

Morfologia das estruturas. Sistemas de cabo e arco. Sistemas treliçados. Sistemas de vigas, pórticos, grelhas e placas. Sistemas de cascas. Sistemas verticais. Identificação de sistemas em edificações.

3º ANO

Construções em concreto estrutural

Estados limites. Materiais. Sistemas estruturais usuais em concreto. Dimensionamento e verificação de solicitações normais e tangenciais. Detalhamento de armaduras. Noções de concreto protendido. Estruturas de concreto pré-moldado.

4º ANO

Construções em madeira

Introdução, histórico, situação atual e perspectivas. Principais normas. Sistemas estruturais para estruturas em madeira. Cálculo de elementos simples. Ligações. Projeto. Fabricação e Montagem.

Construções metálicas

Introdução, histórico, situação atual e perspectivas. Principais normas. Sistemas estruturais para estruturas em metálicas. Cálculo de elementos simples. Ligações. Projeto. Fabricação e montagem.

ANEXO 3

Questionário para apoio a pesquisa de doutorado relacionado ao ensino no curso de Arquitetura e Urbanismo

Prezado professor.

Em apoio a pesquisa que estou realizando no doutorado solicito a você a gentileza de responder as questões abaixo com o objetivo de direcionar a parte final do meu trabalho. Afirmo que em momento nenhum do trabalho você será identificado.

Peço que suas respostas sejam as mais próximas de sua realidade profissional. Esse questionário foi enviado a todos os professores de Projeto para que cada um colabore com suas opiniões.

Em caso específico onde você é o responsável por mais de uma disciplina de projeto peço que responda um questionário por disciplina.

Em disciplinas com dois professores peço que cada um responda um questionário. Antecipadamente agradeço sua participação.

Prof. Ivanóe De Cunto

1. A Quanto tempo está formado?

A questão se refere a sua graduação em Arquitetura e Urbanismo.

- ☐ ☐ Até 2 anos
- ☐ ☐ Acima de 2 até 5 anos
- ☐ ☐ Acima de 5 até 10 anos
- ☐ ☐ A mais de 10 anos
- ☐ ☐ Other:

2. Qual seu nível de escolaridade?

- ☐ ☐ Graduação
- ☐ ☐ Especialização
- ☐ ☐ Mestrado
- ☐ ☐ Doutorado
- ☐ ☐ Other:

3. A quanto tempo você é docente na disciplina de Projeto para o Curso de Arquitetura?

A questão se refere a disciplina de projeto e não ao tempo em que você é professor do curso de Arquitetura.

- ☐ Até 2 anos
- ☐ Acima de 2 até 5 anos
- ☐ Acima de 5 até 10 anos
- ☐ Acima de 10 até 20 anos
- ☐ A mais de 20 anos

5. Para poder identificar você e suas respostas, por favor coloque seu nome e qual é sua disciplina de projeto?

Para poder tabular e organizar as questões, relacionando com os demais conteúdos, necessito desses dados. Reforçando que essas informações são exclusivas para a pesquisa e que você não será identificado.

6. Quais são os temas de projeto na sua disciplina?

Explique como está dividida sua disciplina ao longo do período com relação aos temas de projeto abordados.

7. Como são realizadas as assessorias aos alunos com relação as dúvidas técnicas relacionadas a sistemas construtivos e concepção estrutural durante as suas orientações.

Explique como você assessora seu aluno em áreas mais técnicas como os da questão.

8. Quanto a seu assessoramento ao trabalho desenvolvido pelo aluno, sua dificuldade maior está relacionada a que área específica?

Responda em qual área de conhecimento, você como professor, encontra maior dificuldade ao fazer as assessorias aos seus alunos.

- ☐ Sistema construtivo
- ☐ Sistema hidráulico
- ☐ Sistema estrutural
- ☐ Representação Gráfica
- ☐ Other:

9. Ao avaliar os trabalhos dos alunos de que forma você avalia as questões estruturais em cada trabalho?

Explique quais são os critérios na sua avaliação, com relação ao sistema estrutural adotado no trabalho.

10. Além desta disciplina você tem outras no curso de Arquitetura?

Cite quais as outras disciplinas que você trabalha no curso de Arquitetura e Urbanismo.

11. Profissionalmente qual é a alternativa que descreve melhor suas atividades?

- ☐ ☐ Trabalho apenas com o ensino de Arquitetura
- ☐ ☐ Trabalho com o ensino de Arquitetura, mas a maior parte do meu tempo é com projeto de Arquitetura
- ☐ ☐ Trabalho com projeto de Arquitetura, mas a maior parte do meu tempo é com o ensino de Arquitetura
- ☐ ☐ Trabalho com o ensino de Arquitetura e eventualmente com projeto de Arquitetura
- ☐ ☐ Trabalho com o ensino de Arquitetura e com outra atividade diferente de projeto de Arquitetura

12. Como profissional cite o tipo de obra mais relevante que já projetou?

Como profissional cite a sua obra projetada mais relevante se foi edifício múltiplos andares, centros comerciais, hospitais, indústrias

- ☐ ☐ Edifício com múltiplos andares
- ☐ ☐ Centro comercial
- ☐ ☐ Edifício religioso
- ☐ ☐ Hospital
- ☐ ☐ Other:

13. Em relação a disciplina de projeto, você faz algo diferente do que seus professores fizeram com a mesma disciplina?

Neste caso responda o que você entende como sendo um avanço que realiza em sua disciplina, baseado na forma como seus professores faziam.

- ☐ ☐ Não, minha aula segue os mesmos padrões das disciplinas que tive na graduação.
- ☐ ☐ Sim, minha aula é diferente da aula que tive na graduação

14. Em caso negativo na questão 13, qual é a característica mais marcante da aula de seus professores que você procura manter nas suas aulas?

Cite o que seus professores de projeto faziam que você procura seguir e que tem contribuído muito para suas aulas.

15. Em caso positivo na questão 13 descreva o que procura fazer de diferente e de que forma essa mudança permite uma melhora na qualidade de suas aulas ou no aproveitamento de seus alunos.

16. Para finalizar você teria alguma sugestão sobre o conteúdo ou o ensino de disciplinas técnicas como Sistemas Estruturais, Sistemas Construtivos ou outra disciplina que pudesse trazer uma contribuição mais significativa a sua disciplina de projeto?

Descreva o que seria mais importante para o aluno de Arquitetura aprender nessas disciplinas que possibilite por parte do aluno um maior aproveitamento de sua disciplina de projeto.

Never submit passwords through Google Forms.

Powered by Google Forms

This content is neither created nor endorsed by Google.
Report Abuse - Terms of Service - Additional Terms