

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

**MARIA INÊS DE AFFONSECA JARDIM**

**TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA: O CONCEITO DE SOM NOS CURSOS DE  
ARQUITETURA DE CAMPO GRANDE – MATO GROSSO DO SUL**

**Campo Grande/MS**

**2011**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Jardim, Maria Inêz de Affonseca.

Transposição didática: o conceito de som nos cursos de arquitetura de Campo Grande – Mato Grosso do Sul. / Maria Inêz Affonseca Jardim. – Campo Grande, MS, 2011.

182 f. 30 cm.

Orientadora: Profª Drª . Shirley Takeco Gobara. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. CCHS/Campo Grande/MS

1. Transposição Didática. 2. Educação Superior. 3. Acústica. 4. Arquitetura. I Gobara, Shirley Takeco. II. Título.

**MARIA INÊS DE AFFONSECA JARDIM**

**TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA: O CONCEITO DE SOM NOS CURSOS DE  
ARQUITETURA DE CAMPO GRANDE**

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutor.

Orientador: Profa. Dra. Shirley Takeco Gobara.

**Campo Grande/MS**

**2011**

**MARIA INÊS DE AFFONSECA JARDIM**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Educação, do Centro de Ciências Humanas e Sociais,  
da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como  
requisito à obtenção do título de Doutor.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Jose Luiz Magalhães de Freitas  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

---

Profa. Dra. Maria Aparecida de Souza Perrelli  
Universidade Católica Dom Bosco

---

Profa. Dra. Maria Celina Aydos  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

---

Profa. Dra. Marilena Bittar  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

---

Profa. Dra. Shirley Takeco Gobara  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

A meu marido Wilson,  
aos meus filhos Luiz Renato,  
Paulo Henrique e Ana Carolina,  
a minha nora e meu genro  
Giselle e Angelo e  
a minha neta Maria Fernanda,  
pela companhia, apoio,  
encorajamento, compreensão.

A minha mãe Josefina e a  
minha irmã Maria Cecília,  
pelos ensinamentos que formaram os  
alicerces de minha história.

## **AGRADECIMENTOS**

À Profa. Dra. Shirley Takeco Gobara, minha orientadora, pelo voto de confiança, pela contribuição no meu crescimento como pesquisadora.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e aos professores, pela oportunidade de concretizar meu crescimento científico e profissional.

Aos membros das bancas de qualificação e defesa, Prof. Dr. José Luiz Magalhães de Freitas, Profa. Dra. Maria Aparecida de Souza Perrelli, Profa. Dra. Maria Celina Aydos, Profa. Dra. Marilena Bittar e Profa. Dra. Sonia Krapas.

Aos Doutores María Isabel Torrecilla Daniel, Adriane Borda Almeida da Silva e Wilson Ribeiro dos Santos Junior, pelo pronto atendimento no envio de suas teses por *e-mail*.

Aos alunos e professores das turmas de Conforto Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e Universidade Anhanguera-Uniderp que aceitaram a proposta aqui expressa, tornando possível esta tese.

Aos colegas de trabalho e de estudo, anteriores e atuais, com quem compartilhei dúvidas e certezas geradas durante a pesquisa e que me ajudaram a encontrar o foco deste trabalho.

A todas as pessoas que contribuíram para a concretização deste trabalho.

## RESUMO

Este trabalho apresenta as etapas por que passam os conceitos de intensidade sonora e nível sonoro em seu processo de transposição entre o saber sábio e o saber ensinado na disciplina de Conforto Ambiental nos cursos de Arquitetura e Urbanismo de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. O referencial teórico e metodológico adotado foi a Teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard. De acordo com essa teoria, os saberes passam por transposições sucessivas, desde o momento da divulgação pelo pesquisador para a sociedade científica (saber sábio) até o momento em que é trabalho na sala de aula. O estudo desse processo pode ajudar o professor a exercer uma vigilância epistemológica sobre as transformações que ocasionam no saber para torná-lo ensinável. O ponto de partida do estudo foi a caracterização dos conceitos de intensidade sonora e de nível sonoro como saber sábio, evidenciando os problemas que esses conceitos tentaram resolver quando de sua formulação. A partir daí foram apresentadas as ingerências provocadas pela noosfera, no sentido de determinar como e onde esses saberes seriam ensinados nos cursos de Arquitetura e Urbanismo. Por fim é apresentado como os professores dos cursos de Campo Grande, MS, transpõem esses saberes para torná-los ensináveis em suas salas de aula. Destaca-se, dentre os resultados, o distanciamento que os professores dos cursos de Arquitetura e Urbanismo se permitem ao trabalhar esses conceitos. Uma das possíveis consequências disso é a falta de segurança dos arquitetos que passaram por essa formação, no que se refere à elaboração de projetos de edificações que levem em conta as questões de conforto acústico.

**Palavras-chaves: Transposição didática, Acústica, Arquitetura**

## ABSTRACT

This study presents the stages undergone by the concepts of volume sound and sound level on their transposition process between the learned knowledge and taught knowledge in the subject Environmental Comfort at the Architecture and Urbanism course in Campo Grande, Mato Grosso do Sul. The theoretical and methodological reference used was the Didactic Transposition Theory by Yves Chevallard. According to that theory the knowledges go through succeeding transpositions from the moment the researcher publishes it to the scientific society (learned knowledge) to the moment it is worked in the classroom. The study of this process may help the teacher to put in practice an epistemological vigilance over the transformations which take place on knowledge in order to make it teachable. The starting point for this study was the characterization of the concepts of volume sound and sound level as learned knowledge emphasizing the problems those concepts tried to solve when they were formulated. Following that it was presented the interferences caused by the noosphere in order to establish how and when such knowledges would be taught in the Architecture and Urbanism courses. Finally it is presented how the teachers working in those courses in Campo Grande, MS, transpose those knowledges in order to make them teachable in their classrooms. It is emphasized, among the results, the distance which the teachers in the Architecture courses allow themselves when working such concepts. One of the probable consequences is the lack of safety of the architects who have undergone such formation in relation to the elaboration of building projects which take into account acoustic comfort matters.

**Key-words: Didactic transposition, Acoustic, Architecture.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação do Sistema Didático.....	18
Figura 2 - Diagrama que mostra a relação dos objetos da investigação.....	37
Figura 3 - Evolução dos usos e costumes, alterações da tipologia residencial e os principais acontecimentos que influenciaram no desempenho acústico das residências. ....	77
Figura 4 - Variação de espessura das paredes de vedação, ao longo dos séculos da arquitetura brasileira. ....	78
Figura 5 - Densidade superficial das paredes de vedação, ao longo dos séculos da arquitetura brasileira. ....	78
Figura 6 - Comparação da média $R'w$ (Índice de Redução Sonora Aparente Ponderado) das normas europeias com os valores de $Rw$ (Índice de Redução Sonora Aparente) das partições brasileiras separadas por séculos.....	79
Figura 7 - Eslaide com curva de compensação – Ananguera-Uniderp.....	107
Figura 8 - Eslaide com conteúdo de intensidade sonora - Ananguera-Uniderp.....	108
Figura 9 - Parâmetros básicos do som - Ananguera-Uniderp.....	111
Figura 10 - Eslaide com conceito de direcionalidade, timbre e amplitude – UFMS.....	114
Figura 11 - Eslaide com definição de intensidade sonora, potência e lei de Fechner-Weber – UFMS. ....	114
Figura 12 - Eslaide com figura que apresenta limiar da sensibilidade do ouvido humano e relação de pressão sonora com escala decibel – UFMS.....	118

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Organização da coleta de informações .....	36
QUADRO 2 - Grades do curso de Arquitetura da Escola de Belas Artes/Faculdade Nacional de Arquitetura entre os anos de 1924 E 1945 .....	54
QUADRO 3 - Grades do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Nacional de Arquitetura nos anos de 1948, 1958 E 1969.....	57
QUADRO 4 – Matrizes Curriculares de 1962, 1969 e 1994 do Curso de Arquitetura e Urbanismo .....	61
QUADRO 5 - Relação dos livros analisados por autor- ano- edição .....	81
QUADRO 6 – Forma como as equações para o cálculo de intensidade sonora e nível de intensidade sonora aparecem nos livros analisados.....	91
QUADRO 7 - Grades do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMS nos anos de 2003 e 2008. ....	94
QUADRO 8 - Grades do curso de Arquitetura e Urbanismo da Anhanguera-Uniderp entre os anos de 1981 e 2009 .....	97
QUADRO 9 - Plano de ensino parcial da disciplina de Conforto Ambiental – Anhanguera-Uniderp .....	99

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I .....	10
CAPÍTULO II .....	32
2.1 Caracterização do ambiente de pesquisa.....	32
2.2 Coleta dos dados .....	35
2.3 metodologia da pesquisa e proposta de análise .....	37
CAPÍTULO III .....	42
3.1 Intensidade sonora e nível de intensidade sonora como saber sábio – Módulo T <sub>01</sub> e Módulo 1 .....	42
3.2 Evolução dAs MATRIZES curriculares dos cursos de Arquitetura e Urbanismo no Brasil e a disciplina de conforto ambiental – Módulo T12 .....	49
3.2.1 O ensino de arquitetura e as grades curriculares ao logo do século XX.....	50
3.2.1 Diretrizes curriculares do curso de Arquitetura e Urbanismo – disciplina de Conforto Ambiental .....	63
3.2.3 A concepção de Conforto e os preâmbulos de suas aplicações na Arquitetura.....	69
3.3 Os conceitos de intensidade sonora e nível sonoro nos livros didáticos – Módulo 2	80
3.3.1 Objetivos dos autores nos livros didáticos.....	82
3.3.2 Tratamentos dos aspectos experimentais.....	87
3.3.3 Tratamento dos aspectos históricos.....	88
3.3.4 Sistemas dedutivos empregados.....	89
3.4 grades dos cursos e planos da DISCIPLINA – MÓDULO T23 .....	93
3.4.1 Arquitetura e Urbanismo na UFMS.....	93
3.4.2 Arquitetura e Urbanismo na Anhanguera-Uniderp.....	96
3.5 As aulas – Módulo 3 .....	102
CAPÍTULO IV.....	121

ANEXO.....	149
------------	-----

## INTRODUÇÃO

*Sou o Único e sou Dual  
Sou o ventre e sou a semente  
Sou bainha e sou o punhal  
Sou a dor e sou o doente  
Sou o horizonte e sou o olhar  
Sou lança e sou o lançador  
Sou o fiel e sou o altar  
Sou o fogo e sou o calor  
Sou miserável e abastado  
Sou o símbolo e sou o indício  
Sou sombra e sou iluminado  
Sou um fim e sou um início.*

Stefan George

O ensino de Arquitetura no Brasil inicia-se na época do império e desde esse período organiza-se segundo as orientações de duas tendências mundiais de ensino. A escola portuguesa, onde os ensinamentos estavam voltados à necessidade de formar arquitetos-engenheiros, e a escola francesa, que tinha à época, seu maior interesse em formar arquitetos-artista. Essas orientações no ensino das disciplinas ligadas à Arquitetura apoiaram a estruturação dos primeiros cursos brasileiros nos quais se podia obter formação ligada a essa área.

Desde essa época, a organização dos cursos de Arquitetura e Urbanismo tem sofrido modificações em sua estrutura curricular no sentido de adequá-la às diretrizes propostas para o curso. Entre essas alterações, a mais recente, de 1994, recomenda que os conteúdos de algumas disciplinas, tidas como básicas no curso, sejam distribuídos nas disciplinas técnicas próprias do curso. Este é o caso dos conceitos de Física que, segundo as diretrizes do curso, devem ser trabalhados na disciplina Conforto Ambiental. Os cursos de Arquitetura e Urbanismo das universidades de Campo Grande, MS, seguem essas diretrizes.

Verificar em que medida essa nova abordagem, na apresentação dos conteúdos de Física, afasta-os do conhecimento científico e que fatores determinam essa distância foi nosso objetivo durante o trabalho. Pretendeu-se identificar como é realizada a transposição desses conceitos, definidos na ciência básica, para a disciplina Conforto Ambiental. Tínhamos interesse em encontrar respostas que indicassem de que maneira os cursos de Arquitetura e

Urbanismo trabalhavam os conceitos relacionados à Física; se o conceito intensidade sonora e nível sonoro eram tratados de forma reducionista para torná-lo aplicável no contexto pedagógico dos cursos de Arquitetura e Urbanismo estudados; se as diferenças na estrutura administrativa das instituições de ensino superior (IES) estudadas resultavam em enfoques diferenciados dos conceitos estudados e se os processos de transposição do conceito de intensidade sonora e nível sonoro, nos cursos de Arquitetura e Urbanismo, obedeciam às regras da Transposição Didática (TD).

Essa preocupação surgiu do acompanhamento das mudanças no curso de Arquitetura da IES em que trabalho e das manifestações de colegas das áreas de matemática, física e engenharia sobre essas alterações. Para alguns dos profissionais dessas áreas, que não estavam ligados à cultura do curso de Arquitetura, as alterações foram vistas simplesmente como uma forma de evitar reprovações.

Para o estudo utilizamos como referencial teórico a teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard<sup>1</sup>, como suporte teórico para a análise das transposições sofridas pelos conceitos de intensidade sonora e nível sonoro, os quais são ligados à acústica e aparecem na disciplina Conforto Ambiental nas propostas atuais dos cursos de Arquitetura e Urbanismo da cidade de Campo Grande, MS. Mesmo com algumas ressalvas feitas ao emprego dessa teoria em diferentes campos do conhecimento, acreditamos que ela seja suficiente para o estudo sobre as transformações que os conceitos relacionados à Física são submetidos para se tornarem objetos de ensino e aprendizagem, pelo caráter paradigmático dessa ciência.

A escolha desses conceitos se deu porque perpassam grande parte das atividades ligadas às condições e especificações de projetos que levem em conta o conforto acústico. Estão também relacionados com as medidas que identificam materiais adequados ou não, para

---

<sup>1</sup> Yves Chevallard - Didata francês do campo do ensino das matemáticas. Professor da Universités d'Aix-Marseille na disciplina Didactique des mathématiques. Disponível em: <<http://yves.chevallard.free.fr>>. Acesso em: 5 jan. 2010.

<sup>2</sup> **Periódicos pesquisados:** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Ciência e Educação, ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física. **Artigos encontrados:** ADÚRIZ-BRAVO (2002), ALMEIDA (2005), ALVES FILHO (2000), AMARAL (2009), AULER (2003), BROCKINGTON (2005), COELHO (2008), COLOMBO (2009), EL-HANIA (2002), KRAPAS (2008), LEAL (2000), LIMATAVARES (2001), MANECHINE (2006), MILICIC (2007), MILICIC (2008), MONTEIRO JUNIOR (1998), MORTIMER (1996), PFUETZENREITER (2003), PIETROCOLA (1999), PIETROCOLA (2000), PIETROCOLA (2003), PRAIA (2002), PRAIA (2002), RICARDO (2003), RICARDO (2007), ROSA (2003), SANTOS (2004), TEIXEIRA (2005), VILLANI (2003), BARBETA (2000), BLEICHER (2002), BORGES (2005), MAGNO (2004), SILVA (2004), SILVA (2003), LUCIO (1986), MONTARROYOS (2003), SAAB (2005), TAVARES (1989), AIZICZON (2007), GUIGUET (2003), HÜMMELGEN (1996).

<sup>3</sup> “[...] la en señanza de un saber, más ampliamente, su manipulación didáctica en general, no puede comprenderse en muchos de sus aspectos si se ignoran sus utilizaciones y su producción [...]”

a utilização em projetos de conforto, desde os níveis de som permitidos pela legislação a determinados ambientes até propostas de projetos desenvolvidos para determinados fins, como salas de auditório, estúdios acústicos, teatros e outras.

Com a adequação das grades curriculares dos cursos de Arquitetura às diretrizes curriculares de 1994, a disciplina Física não faz mais parte das matrizes curriculares dos cursos estudados nesta pesquisa.

O entendimento dos conceitos de intensidade sonora e nível sonoro, estudados na disciplina Conforto Ambiental, passa por conhecimentos básicos de acústica. Entretanto, esses conceitos básicos não são estudados em disciplina específica de Física nos cursos investigados. Portanto, seria necessário que os alunos tivessem adquirido essa base no ensino médio ou que esses conceitos básicos fossem estudados na disciplina Conforto Ambiental.

São raras as pesquisas que investigaram como os conteúdos de acústica são trabalhados no ensino médio, dado que esse conteúdo, assim como outros que necessitam um formalismo matemático um pouco mais elaborado, é pouco explorado pelos professores em função das dificuldades na transposição desse conteúdo nesse nível de ensino.

Os cursos de Arquitetura de Campo Grande, considerando a importância dos conceitos para o entendimento do conforto acústico, propõem que os conceitos de intensidade sonora e nível sonoro devam ser estudados na disciplina de Conforto Ambiental; portanto, os professores têm que lidar com esse problema que poderá constituir obstáculo epistemológico e/ou didático para os alunos.

Como já assinalado, são poucos os trabalhos que possuem como objeto de pesquisa o conceito de ondas sonoras e o estudo de sua transposição didática. Nos periódicos<sup>2</sup>, a incidência dos estudos sobre ondas sonoras aumentou nos últimos anos, mas ainda pode ser

---

<sup>2</sup> **Periódicos pesquisados:** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Ciência e Educação, ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física. **Artigos encontrados:** ADÚRIZ-BRAVO (2002), ALMEIDA (2005), ALVES FILHO (2000), AMARAL (2009), AULER (2003), BROCKINGTON (2005), COELHO (2008), COLOMBO (2009), EL-HANIA (2002), KRAPAS (2008), LEAL (2000), LIMATAVARES (2001), MANECHINE (2006), MILICIC (2007), MILICIC (2008), MONTEIRO JUNIOR (1998), MORTIMER (1996), PFUETZENREITER (2003), PIETROCOLA (1999), PIETROCOLA (2000), PIETROCOLA (2003), PRAIA (2002), PRAIA (2002), RICARDO (2003), RICARDO (2007), ROSA (2003), SANTOS (2004), TEIXEIRA (2005), VILLANI (2003), BARBETA (2000), BLEICHER (2002), BORGES (2005), MAGNO (2004), SILVA (2004), SILVA (2003), LUCIO (1986), MONTARROYOS (2003), SAAB (2005), TAVARES (1989), AIZICZON (2007), GUIGUET (2003), HÜMMELGEN (1996).

considerada incipiente se comparada com os artigos publicados sobre outros conteúdos de Física. Ainda no caso dos periódicos, no que diz respeito ao estudo de transposição didática do conceito de ondas sonoras, ficou evidenciado que este é um assunto ainda pouco explorado. Quanto à utilização do conceito de transposição de forma geral, os artigos levantados parecem concordar plenamente com os pressupostos subjacentes à teoria da TD de Chevallard (2005).

No levantamento de teses e dissertações, em que a transposição didática aparece, há trabalhos relacionados ao conhecimento escolar, ao laboratório, ao ensino de ciência, aos parâmetros curriculares, à formação de professores, ao livro didático, à Física moderna e à tecnologia educacional. Contudo, em nenhum deles o objeto é a transposição didática de conceitos relacionados à acústica. Alguns trabalhos indicam correntes que se opõem às ideias de Chevallard, impondo limitações em sua abordagem.

O presente trabalho está estruturado em capítulos, nos quais apresentamos nossas intenções no momento da realização da pesquisa.

O capítulo 1 apresenta aspectos da Teoria da Transposição Didática, de Yves Chevallard, salientando as relações que propõe entre didática, conhecimento, saber e instituições. Chevallard considera que as instituições podem manipular os saberes de quatro formas, entre elas a que nos interessa: a transposição. Ele considera que a transposição didática é a sucessão de transformações que conhecimentos, práticas e valores, presentes na cultura vigente em uma sociedade, passam até serem compreendidos por alunos pertencentes a um sistema particular de ensino. Essas transformações estão presentes naquilo que se conserva dessa cultura, nos objetivos e programas da escola, ao que dela resta nos conteúdos efetivos do ensino e do trabalho escolar e, finalmente - no melhor dos casos -, ao que se constrói na mente de parte dos alunos. Finalizamos o capítulo apresentando uma síntese de alguns trabalhos que utilizaram a TD em sua estrutura e que foram pertinentes a discussões realizadas no desenvolvimento deste estudo e à escolha da metodologia de pesquisa utilizada.

No capítulo 2 caracterizamos o ambiente da pesquisa, a coleta dos dados, a metodologia e a proposta de análise dos dados. Nossa proposta metodológica de coleta de dados e análise foi baseada no trabalho de Torrecilla Daniel (2000). Proposta que foi elaborada tendo como referência a proposta da TD. Para essa teoria, o próprio saber, no nosso

caso a intensidade sonora e o nível de intensidade sonora, ocupa o papel de variável principal de análise na pesquisa. Essa metodologia permite que utilizemos como objeto de investigação os conceitos de intensidade sonora (IS) e nível de intensidade sonora (NI) estudando seus processos de transposição até chegarem à escola como saber ensinado na disciplina Conforto Ambiental nos cursos de Arquitetura e Urbanismo (CAU).

No capítulo 3 apresentamos os dados, a análise e os resultados da pesquisa. Seguindo a metodologia proposta, investigamos a ocorrência do objeto de pesquisa, sob cinco aspectos que são complementares. Inicialmente é apresentada a caracterização dos conceitos de intensidade sonora e nível sonoro como saber sábio; em seguida, a evolução das matrizes curriculares dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, salientando os aspectos relacionados com a disciplina Conforto Ambiental em que esses conceitos são sugeridos na discussão do conforto acústico, a forma como estes aparecem nos livros didáticos adotados, como estão estruturados as grades e os planos da referida disciplina nos cursos estudados, e como os conceitos foram trabalhados nas aulas.

No capítulo 4 apresentamos as considerações finais do trabalho.

Acreditamos que a compreensão da transposição desses conceitos para a sala de aula, pela comunidade acadêmica, pode possibilitar novas estratégias que facilitem a aprendizagem de conceitos de acústica relacionados à disciplina Conforto Ambiental. Como afirma Chevallard (2005), “[...] o ensino de um saber, mais amplamente, sua manipulação didática em geral, não pode ser entendida em muitos aspectos se ignorado os seus usos e sua produção [...]”<sup>3</sup>. No sentido de tentar responder ao desafio de compreender e explicar como se dá essa transposição é que esta pesquisa se coloca.

---

<sup>3</sup> “[...] la enseñanza de un saber, más ampliamente, su manipulación didáctica en general, no puede comprenderse en muchos de sus aspectos si se ignoran sus utilizaciones y su producción [...]”

# CAPÍTULO I

## TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

*Ensinar e aprender supõem esforços,  
custos e sacrifícios de toda natureza,  
Por isso é preciso que no sentido próprio da palavra,  
aquilo que se ensina valha a pena.  
Que é que merece por excelência ser ensinado nas escolas,  
que é fundamental na cultura?  
Não existem coisas mais gerais, mais constantes,  
mais humanamente essenciais que as outras?*

Jean-Claude Forquin

Segundo a Teoria da Transposição Didática de Yves Chevallard, a transposição didática é a sucessão de transformações que conhecimentos, práticas e valores, presentes na cultura vigente em uma sociedade, passam até serem compreendidos por alunos pertencentes a um sistema particular de ensino. Essas transformações estão presentes naquilo que se conserva dessa cultura nos objetivos e programas da escola, ao que dela resta nos conteúdos efetivos do ensino e do trabalho escolar e, finalmente - no melhor dos casos -, ao que se constrói na mente de parte dos alunos (VERRET, 1965; CHEVALLARD, 1991; DEVELAY, 1992; ARSAC et al., 1994; RAISKY; CAILLOT, 1996 apud PERRENOUD, 1999, p. 73 apud DALL'ASTA, s.d.).

Para melhor entender os processos de transposição, predito por Chevallard, faremos um apanhado de algumas de suas ideias apresentadas em sua Teoria Antropológica<sup>4</sup> do Didático (TAD). A síntese da TAD será feita para clarificar as ideias do autor sobre saberes e instituições, já que o entendimento da TD depende desses conceitos.

O foco da teoria da TD é o estudo dos saberes e das modificações que sofrem durante o processo de sua difusão. A TAD traça e classifica as interações entre os elementos onde se

---

<sup>4</sup>Com a designação antropológica dada a esta teoria, Chevallard quer destacar que um saber é sempre relativo a uma determinada instituição, na qual vive com características específicas. O autor caracteriza fundamentalmente três elementos: o sistema didático, como marco sistemático de referência à análise; a noção de praxeologia, como marco conceitual que estrutura a noção de saber; a transposição didática, como teoria que abarca os fenômenos de trânsito do saber entre instituições (DA SILVA, 2002).

localizam esses saberes segundo as diferentes formas que podem assumir conforme a instituição na qual vivem.

No posfácio da segunda edição de seu livro - *La transposición didáctica – del saber sabio al saber enseñado*, Chevallard (2005) discute alguns conceitos básicos de suas teorias, argumentando que a primeira edição dessa obra levou a interpretações incorretas de suas ideias. Segundo o autor, o conceito de transposição didática parece ter suscitado, para alguns, uma inadequada polêmica na medida em que provocou o debate, que a teoria da transposição didática pretendia esclarecer, entre a validade da didática “geral” e das didáticas “particulares”.

Na visão do autor,

[...] -cada didáctica particular (la de las matemáticas, la del francés, la de la física, etc.) se ha negado a renunciar a las fronteras rígidamente trazadas, garantes de su existencia y legitimidad epistemológicas. Que haya intercambios y buenos procedimientos, como se acostumbra entre vecinos, ¡pues sí, naturalmente! Pero el individualismo epistemológico, sello de la integridad científica y prenda de la supervivencia social, parece desear que no haya nada más en común. De ese modo, cada cual conservaría la libertad para retomar por su propia cuenta y para rechazar o acomodar a voluntad aquello que otros sólo habrían producido para su propio consumo. (CHEVALLARD, 2005, p.141).

A ideia de uma didática geral deve ser rechaçada segundo Chevallard. Ele considera que essa ideia, a da didática geral, é uma prática tradicional de certas instituições de formação que tendem a distinguir pedagogia geral de pedagogias específicas, termos que no decorrer dos anos foram substituídos por didática geral e didáticas específicas, respectivamente. Segundo ele, do mesmo modo que para a física e a química, quando falamos em nossas instituições de ensino em física geral ou química geral, por exemplo, estamos falando de um produto de uma transposição de conteúdos, de um recorte do saber que se vai ensinar e que deve estar reconhecido e legitimado por vínculos com o saber que o abrange (a física ou a química). A didática geral também tem esse sentido e não pode surgir com propriedades independentes dos saberes a que está ligada.

Chevallard situa a didática no campo da antropologia. Para ele, didática é

[...] a ciência do didático, este último estando relacionado com a temática do estudo. Uma situação didática é uma situação de estudo. Cumpre sublinhar, no entanto, que estudo para este autor se distancia do significado atribuído pelo senso comum, que o associa à escola. Estudar um objeto é, segundo este autor, ‘ao menos marcar em relação a esse objeto uma maior atenção do que se faz usualmente. É, de uma certa forma, se centrar sobre este objeto para estudá-lo’ (1997c). Percebe-se o

alargamento do campo didático para fora dos muros da escola. A situação didática escolar é uma forma de estudo entre outras. (ANHORN, 2003, p. 56, grifo do autor).

O posicionamento da didática no campo da antropologia faz com que Chevallard levante algumas novas questões de reflexão. Se tivéssemos que identificar o objeto da antropologia religiosa ou da antropologia política, poderíamos responder que para a primeira o objeto é a religião e para a segunda, a política. Admitindo que a didática (da matemática, da física, do francês e outras) se situa dentro da antropologia, qual seria seu objeto? Ele considera que a resposta teria que ser inventada já que semelhante objeto não existe na cultura. Chevallard chama esse objeto de *lo didáctico*. Considera que ele é uma dimensão da realidade antropológica e que seu entendimento requer a elaboração de uma antropologia didática, que pertence a um grande campo em que as didáticas, tais como a conhecemos, representam suas primeiras bases e abrigam um conjunto de problemas inseridos em um sistema de relações lógicas já conhecidas.

Para explicar sua antropologia didática ele define alguns personagens: instituições (I), sujeitos (X), objetos (O), relação pessoal – de um sujeito com um objeto (R) e relação institucional – de uma instituição com um objeto ( $R_I$ ). Nesse contexto, instituição pode ser a escola, a família, a religião, a linguagem, uma aula de física e outras. A relação que propõe entre os personagens pode ser esquematizada como:

(O) existe para (X) se (X) tem uma (R) com (O) → R(X, O)	(O) existe para (I) se (I) tem uma ( $R_I$ ) com (O) → $R_I(O)$
o objeto existe → é objeto para pelo menos um sujeito ou uma instituição.	
O sujeito conhece o objeto → o sujeito tem uma relação com o objeto.	

Assim o conhecimento é entendido como a existência de uma relação pessoal ou institucional com os objetos. Apesar de esses momentos de relação serem importantes, o objeto didático não está nessas relações, já que para isso existiria a necessidade de uma “intenção”, uma intenção didática. O objeto didático só existe quando um sujeito tem a intenção de que nasça ou mude a relação entre ele e o objeto. Um objeto passa a existir para o sujeito quando ele tem “conhecimento” do objeto, estabelecendo uma relação que pode ser reforçada, reformulada ou alterada. Como o objeto didático está presente em todas as partes da matéria antropológica, também está presente no cognitivo e no antropológico. Chevallard

chama a isso de antropologia didática do conhecimento ou didática do conhecimento ou didática cognitiva.

A especificidade da didática é em parte definida pelas diferenças de gênero que a cultura impõe ao homem. Essas especificidades não são dadas, e sim construídas.

Para avançar em suas considerações, Chevallard introduz a noção de “saber”. Considera que este é uma forma de organização dos conhecimentos. Porém, nem todo conhecimento pertence à ordem do saber. Certa qualidade de relação entre o sujeito e o objeto (conhecimento) sempre é uma suposição. Apresenta-se como uma potencialidade ou uma carência que queremos aprender. Os saberes estabelecem uma dinâmica entre a sociedade e a cultura, estabelecendo-se como um objeto de desejo da sociedade.

Para o autor, os saberes dependem da instituição onde habitam e do tipo de manipulação que sofrem por parte dela. Chevallard (2005) distingue quatro tipos de manipulação do saber: utilização, ensino, produção<sup>5</sup> e transposição. Nessas modalidades, os saberes se diferenciam dos “saberes prácticos, que se ponen en funcionamiento, se aprenden, se enriquecen, sin ser sin embargo utilizados, enseñados, producidos”. Por serem diferentes, essas instituições infligem sobre os saberes ecologias<sup>6</sup> de saberes diferentes.

Constantemente, en una institución I dada, aparecen nuevas praxeologías que, al menos una parte de los actores de I, considera como necesarias para un mejorar el funcionamiento de I. Estas praxeologías deberán, en consecuencia, ser producidas, o más frecuentemente reproducidas, en la medida en que ya existan en cualquier otra institución I' - a partir de la cual se podrá proponer “importarlas” a I. Las condiciones impuestas por la ecología de I hacen que la praxeología deseada no pueda ser reproducida allí de manera idéntica, sino que sufrirá, en esta “transferencia”, determinadas modificaciones adaptativas: se hablará, pues, no de transferencia, sino de transposición de I' a I. (CHEVALLARD, 1999, grifo do autor).

Se os saberes foram criados por uma instituição, estas são consideradas instituições produtoras de saberes. Mas, na maioria das vezes, as instituições são utilizadoras de saberes

---

<sup>5</sup>“Interessante pensar a noção de ‘produção de saberes’ como empregada por Chevallard. É comum associarmos, no campo educacional, o termo produção ao de construção, numa perspectiva construtivista (o sujeito construtor, produtor dos seus próprios saberes). Chevallard, ao utilizar o termo produção, refere-se estritamente à produção de saberes científicos, que pressupõe um tipo de pesquisa específico.” (ANHORN, 2003, grifo do autor).

<sup>6</sup>Nesse contexto Ecologia é - conjunto de condições e regras que formam o pano de fundo das práticas realizadas em certo contexto institucional.

que foram criados fora dela. “Viven en la institución a través de los agentes de ésta, que han debido formarse en la institución para adecuar a ella sus gustos” (CHEVALLARD, 2005).

No caso da física, Ricardo (2005) afirma que seu ensino tem características epistemológicas particulares que o diferenciam do ensino de outras disciplinas. Para ele, o objetivo do ensino de física é inserir o aluno em uma cultura científica que tenha como referência as práticas dos físicos. Por exemplo, os físicos atribuem distintos *status* à física e à tecnologia, tendendo a não considerar a tecnologia como referência dos conteúdos escolares.

Quanto à estrutura dos saberes, Chevallard (2005 *apud* PIRES, 2007)

considera que um saber se estrutura a partir de quatro elementos fundamentais: tarefas (problemas), técnicas (maneiras de realizar as tarefas), tecnologias (discursos racionais sobre as técnicas) e teorias (justificativa, explicação e produção de técnicas) que se relacionam de forma dinâmica e dialética.

Um conjunto de técnicas, de tecnologia e de teorias organizadas para um tipo de tarefa, forma uma organização praxeológica. Essa organização é constituída de dois blocos: tecnológico-teórico constituído pelas tecnologias e teorias (bloco do saber) e prático-técnico constituído pela tarefa e técnicas (bloco do saber-fazer)

Chevallard destaca que é importante a presença de todos esses elementos quando estamos tratando do saber no contexto educativo.

No caso particular da Arquitetura, Pires e Silva (2007) afirmam que a ênfase do tratamento dos saberes ensinados nos cursos está no bloco do saber-fazer.

Ainda no que se refere aos saberes, Chevallard distingue três momentos dos saberes nas instituições: saber sábio (saber no momento em que se encontra em instituições de produção), saber a ensinar (momento em que o saber pertence ao sistema de ensino), saber ensinado (momento em que o saber pertence ao sistema didático). As transformações que os saberes sofrem, em seu processo de socialização no âmbito do ensino, ao passarem de uma instituição para outra é considerado por ele a grande descoberta da teoria da transposição didática, o quarto tipo de manipulação do saber, a manipulação transpositiva dos saberes.

Antes de continuarmos, é importante salientar o que Chevallard entende por saber sábio, já que este é um dos conceitos mais discutidos de sua teoria:

Tomen la palabra en el sentido que quieren: las matemáticas son ciertamente un saber *sabio*. Sin embargo, hemos olvidado demasiado el hecho de que no siempre lo fueron. [...] Convengamos en que no es fácil concebirlo, tan profundamente es la amnesia: las matemáticas no conquistaron en un día su legitimidad *epistemológica*; ni, con más razón, su actual legitimidad *cultural*, que es una forma expandida de la anterior, un poco vacía, ambigua. Por lo demás, esta legitimidad le llega a las matemáticas en la época clásica, al mismo tiempo que éstas ganan su espacio en la enseñanza general, la de los colegios del Antiguo Régimen. Promoción cultural y promoción social va aquí a la par. Vemos que el título de sabio no pertenece jamás *intrínsecamente* a un saber. Es otorgado por la cultura y puede perderse. En resumen, un saber no es sabio porque sus productores sean “académicos”: Es exactamente lo inverso lo que es cierto. (CHEVALLARD, 2005, p. 161, grifo do autor).

Ainda no que diz respeito aos diferentes momentos dos saberes nas instituições, para a passagem entre esses momentos, o saber sofre transposições. Um conteúdo de saber que foi escolhido como saber a ser ensinado sofre a partir daí um conjunto de transformações adaptativas que vão fazer com que o mesmo fique apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que transforma um saber de um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino é denominado de transposição didática. A transformação de um conteúdo de saber específico/definido em uma versão didática pode ser denominada “transposição didática *stricto sensu*”. O estudo científico do processo de transposição didática leva em conta a transposição didática *lato sensu* que pode ser esquematizado por  $\rightarrow$  objeto de saber  $\rightarrow$  objeto a ensinar  $\rightarrow$  objeto de ensino. A primeira seta indica o momento de passagem do implícito ao explícito, da prática teórica a teoria. A segunda seta indica o momento em que o saber é escolhido como objeto de ensino, a terceira seta indica o momento onde as manipulações transpositivas acontecem para que o saber torne-se objeto de ensino. A transposição pode ser também institucional. Se I é uma instituição didática a transposição é didática. Os processos de transposição institucional excedem o de transposição didática.

Mas por que as manipulações transpositivas acontecem? Por que essa transposição acontece? O autor argumenta que o funcionamento didático do saber difere do funcionamento acadêmico. De acordo com Astolfi<sup>7</sup> (2003, p.48),

---

<sup>7</sup>Jean-Pierre Astolfi (1942-2009) era professor titular de Ciências da Educação na Université de Rouen onde integrava o Laboratório CIVIIC (Centre de Recherches Interdisciplinaires sur les Valeurs, les Idées, les Identités et les Compétences en Éducation et en Formation); participou também do grupo do Département des Sciences Expérimentales do INRP antes deste ser transferido da rue d’Ulm, em Paris; foi editor dos Cahiers Pédagogiques e é um dos responsáveis pela criação e desenvolvimento do periódico Aster do INRP. Disponível em: <[http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero\\_1\\_2010/inmemorian.pdf](http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero_1_2010/inmemorian.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2010.

o elemento do saber sábio como objeto do ensino modifica-lhe muito fortemente a natureza, na medida em que se encontram deslocadas as questões que ele permite resolver, bem como a rede relacional que mantém com os outros conceitos.

Apesar de estarem interligados, esses saberes não se superpõem. Ao serem ensinados, os saberes mantêm semelhanças com a ideia originalmente presente em seu contexto de pesquisa, no entanto adquirem significados que são próprios do ambiente escolar no qual estão sendo trabalhados. Trata-se, pois, de “novos” conhecimentos capazes de responder a dois domínios epistemológicos: ciência e sala de aula (BROCKINGTON, 2005).

Apesar de os saberes sofrerem modificações quando são trabalhados em instituições diferentes,

Los procesos de transposición institucional no producen necesariamente versiones degradadas - inferiores por ejemplo en cuanto a la calidad de su bloque tecnológico-teórico-de las organizaciones praxeológicas transportadas. Más bien al contrario, en materia de transposición didáctica, por ejemplo, es decir, cuando I es una institución didáctica (una escuela, una clase...), sucede con frecuencia, sobre todo cuando I' no es una institución sabia, que el trabajo transpositivo sea la ocasión de mejorar la praxeología así vuelta a trabajar -simplificándola, precisando algunos de sus elementos, etc. En todo caso, la transposición enriquece el mundo de las praxeologías socialmente disponibles -en la medida en la que crea una praxeología adaptada a ciertas condiciones institucionales inéditas. (CHEVALLARD, 2005).

Para analisar como a transposição de saberes acontece, Chevallard introduz o conceito de sistema didático. Seu sistema didático é formado por três elementos: professor-saber-aluno. Esses elementos interagem a partir de mecanismos que lhes são próprios, que ele denomina de funcionamento didático.

Concretamente, sistemas didáticos são formações que aparecem a cada ano no início do ano letivo: em redor de um saber (designado ordinariamente por um programa) se forma um contrato didático que toma esse saber como objeto de um projeto compartilhado de ensino e aprendizagem e que une, em um mesmo lugar, docentes e alunos. Chevallard sustenta que o enfoque psicológico dado à pedagogia dominou a análise desse sistema, reduzindo suas investigações à relação professor-aluno. Problema que a TD pretendia resolver.

Na vizinhança imediata de um sistema didático encontra-se o sistema de ensino. Esse sistema reúne o conjunto de sistemas didáticos e conta com um conjunto diversificado de dispositivos estruturais que permitem o funcionamento didático em seus diversos níveis. A sua vizinhança caracteriza-se por uma estrutura extremamente complexa composta, se pensarmos de forma restrita à educação formal, de pais, professores e de órgãos do governo

ligados ao sistema de ensino nas diversas instâncias, a “noosfera”. Todo o sistema aparece representado na Figura 1.

Para que exista um sistema didático/ensino, ou seja, para que o ensino seja possível, há necessidade de existir uma compatibilidade entre esse sistema e seu entorno social. Essa compatibilidade deve constituir múltiplos e diferentes planos. No que diz respeito aos saberes, essa compatibilidade é exercida pela noosfera. A noosfera é o lugar onde se encontram todos aqueles que lidam com os problemas que surgem do encontro do sistema didático com a sociedade e suas exigências. É onde se desenrolam os conflitos, as negociações e o amadurecimento das soluções. Ou seja, o espaço onde se pensa o funcionamento didático.

Toda una actividad ordinaria se despliega allí, fuera de los periodos de crisis (en los que ésta se acentúa), bajo la forma de doctrinas propuestas, defendidas y discutidas, de producción y de debates de ideas – sobre lo que podría modificarse y sobre lo que conviene hacer. [...] La noosfera es el centro operacional del proceso de transposición, que traducirá en los hechos la reposta al desequilibrio creado y comprobado. [...] Allí se produce todo conflicto entre sistema y entorno y allí encuentra su lugar privilegiado de expresión. En este sentido, la noosfera desempeña un papel de tapón. (CHEVALLARD, 2005, p.34).

A participação do professor na noosfera é restrita. Seu papel fica, na maior parte, limitado à parte da transposição chamada por Chevallard de transposição didática interna. É aquela que acontece em um sistema didático específico onde as relações se estabelecem entre professor-aluno-saber. A TD interna está relacionada a como o professor gerencia as relações entre o saber e o aluno. Essas situações passam a ser o foco da última fase da transposição e estão ligadas as manipulações que são feitas pelo professor sobre o saber a ensinar para transformá-lo em saber ensinado. Na sala de aula é que efetivamente o saber a ensinar se transforma em saber ensinado. Apesar de estar a cargo do professor, essa transposição é limitada e condicionada pelos mecanismos que já foram produzidos na noosfera independentemente da atuação do professor. Se em algum momento o professor deve modificar o que ensina, essa determinação é, em geral, feita por mediação da noosfera (matrizes curriculares, diretores, ementas, diretrizes curriculares e outros).

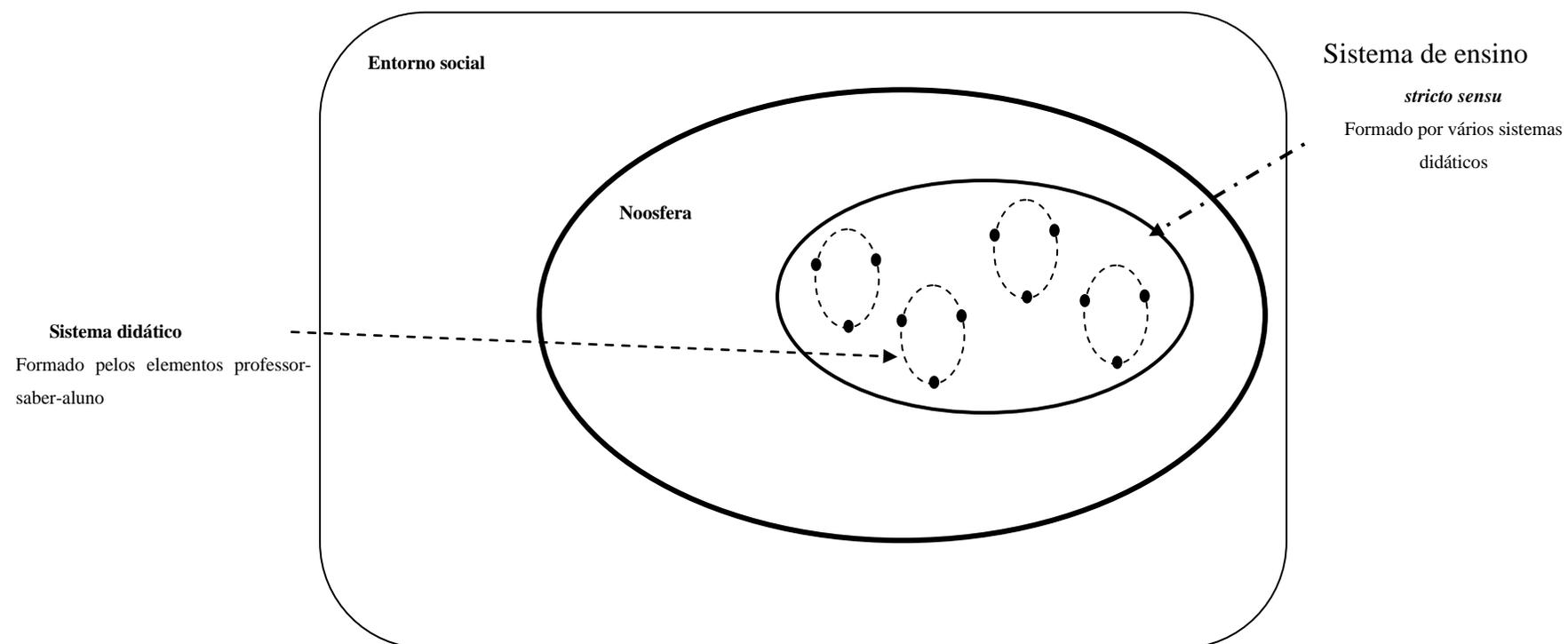


Figura 1 – Representação do Sistema Didático.

Fonte: Adaptado de Chevallard (2005, p.28).

Quando é obrigada a restabelecer a compatibilidade entre o sistema de ensino e seu entorno, a noosfera tradicionalmente escolhe dois caminhos: a sugestão de mudanças nos métodos de ensino ou nos conteúdos trabalhados no sistema de ensino. O que distingue a escolha de um dos procedimentos é a relação custo/eficácia segundo Chevallard (2005). As modificações dos conteúdos oferecem uma variável de controle às instâncias políticas e administrativas ligadas ao ensino. Basta que se modifiquem os programas e os manuais utilizados pelos professores. Ao contrário, a modificação de métodos constitui um meio de ação pouco efetivo e de custos altos, já que não é fácil criar canais que possam de fato assegurar que essas mudanças foram efetivadas.

Apesar de o autor considerar que existem experiências desse tipo de interferência da noosfera, assinala que são pontuais. Desse modo, não obstante os problemas de aprendizagem criados pelo mau uso dos métodos, a escolha da noosfera para solução dos problemas de aprendizagem, quase sempre recaem no que é mais econômico, alterar os conteúdos modificando os saberes. São muito mais comuns propostas de mudança nas matrizes curriculares para resolver problemas de aprendizagem ou retenção do que o estudo de novas metodologias de ensino.

Durante a TD, as transposições sofridas pelos saberes devem observar pelo menos duas condições: o saber ensinado deve ser visto pelos membros da academia como suficientemente próximo do saber sábio, a fim de não provocar uma desautorização por parte dos especialistas da área. Uma desautorização provocaria uma perda de legitimidade do projeto social, socialmente aceito e sustentado para o ensino desse saber. Por outro lado, o saber ensinado deve aparecer como algo suficientemente distante do saber dos pais, quer dizer, do saber banalizado na sociedade. A falta desse distanciamento levaria a escola a ensinar o mesmo que a família, perdendo sua importância na sociedade.

Os saberes escolares<sup>8</sup> (saber a ensinar), segundo Chevallard, com o tempo envelhecem, tanto do ponto de vista biológico como moral. Do ponto de vista biológico, eles

se distanciam do saber acadêmico que lhes servem de referência, extrapolando os limites do tolerado e do necessário, tornando-se defasados em relação ao progresso da pesquisa em seu campo e/ou algumas de suas temáticas deixam de ser

---

<sup>8</sup>A definição utilizada aqui para saberes escolares restringe-se ao saberes que derivam do saber científico, erudito (saber sábio).

interessantes à luz de aquisições novas ou de mudanças nas problemáticas do campo científico. (ANHORN, 2003, p. 47)

### O envelhecimento moral

por sua vez, traduziria a incompatibilidade dos saberes escolares em atender as demandas da sociedade em geral. Ao processo de envelhecimento dos saberes se acrescentaria o que se chama a crise de ensino de uma determinada disciplina, na qual os saberes não passam mais, os alunos não se interessam, apresentam dificuldades de aprendizagem, etc. Em resumo, deflagra-se uma verdadeira incompatibilidade entre o sistema didático/de ensino e a sociedade mais ampla. (ANHORN, 2003, p. 47).

Chevallard afirma que para restabelecer a compatibilidade entre o sistema didático/de ensino, torna-se indispensável à instauração de um novo fluxo de saber proveniente do saber sábio. Nesse momento, temos a origem do processo de transposição didática. É o momento em que o trabalho da noosfera aumenta, tornando mais visível o movimento de transposição didática.

Mas, por que buscar esse novo saber entre os saberes sábios? Chevallard considera que a presença de um saber, nas escolas de formação geral, que não tenha o aval da sociedade científica, pode tornar-se um problema para a escola. Ele justifica sua resposta afirmando que a formação geral não é uma questão que afete a uma instituição em particular, como pode ser o caso do ensino de uma dada profissão. A formação geral interessa à sociedade em seu conjunto, pelo menos em um dado momento da história. A escola não se autoriza por si mesma nem o docente. A escola tem que responder aos anseios da sociedade para manter sua posição; o mesmo ocorrendo com o docente em relação à escola. Suas ações, da escola e do docente, estão de acordo, ou contra, os interesses da sociedade. Logo, suas ações dependem da legitimidade que a sociedade lhes concede ou lhes nega.

Chevallard considera que a vantagem de se escolher um saber sábio é que o saber, para merecer essa denominação, teve que ser legitimado culturalmente pela sociedade. Assim, essa escolha dá por pago o débito de legitimidade social do que o professor ensina, aligeira suas ações e lhe proporciona segurança cultural.

Como esse saber, que será transposto para a escola, é escolhido? Para Chevallard, os vínculos entre saberes e práticas sociais<sup>9</sup> se enfraquecem quando nos encontramos no terreno

---

<sup>9</sup>“práticas de referência são as atividades sociais das quais se deseja dar, na escola, uma imagem” . Notas do curso *Eléments de didactique en Sciences expérimentales – Concepts fondamentaux*, ministrado por Jean-Louis Martinand na Universidade de Paris 7, no DEA de 1986-1987. Para Coelho (1991), a palavra referência leva-

do ensino geral, o que não pode ser afirmado para o ensino profissionalizante. No ensino geral, como já dito, a escola precisa, mais que no ensino profissionalizante, trabalhar com conteúdos derivados do saber sábio. A distância temporal e social entre uns e outros não permite que sua relação se mostre de forma clara; portanto, ele procura outra forma de explicar a escolha dos saberes que serão ensinados no ensino geral. Chevallard observa que os saberes, considerados fundamentais, essenciais para serem ensinados na escola, são escolhidos depois de muita polêmica e erro, e que, na maioria das vezes, eles já eram considerados essenciais fora da escola por parecerem indispensáveis para o funcionamento da sociedade, para sua reprodução ou produção, apesar de muitas vezes sua efetividade não ser socialmente visível.

Durante o processo de manipulação do saber, segundo Astolfi (2003), podemos identificar cinco regras<sup>10</sup> que norteiam as transformações entre os saberes. São elas:

- Regra I. Modernizar o saber escolar.

Com o avanço das pesquisas e do conhecimento, novos saberes surgem. As indústrias tendem a aplicar tecnologias advindas desses novos conhecimentos, no entanto eles tendem a ficar distantes da escola. A transposição deveria assegurar que esses novos saberes fossem incluídos nos livros didáticos para que se pudesse ter uma aproximação entre a produção científica e a escola.

- Regra II. Atualizar o saber a ensinar.

Os livros didáticos deveriam passar por atualizações e os saberes que não mais são aceitos pela comunidade científica ou tornaram-se triviais deveriam ser descartados.

- Regra III. Articular o saber “novo” com o “antigo”.

---

nos a refletir sobre duas ideias fundamentais (MARTINAND, op. cit.): 1) A primeira é que não existe relação de identidade, sendo impossível criar na escola algo idêntico ao que se faz fora da escola, a uma atividade social, tomada como referência. O que existe é comparação e referência. 2) A segunda é que existem várias referências possíveis. As atividades em Ciências Físicas, por exemplo, podem ter como referência atividades de engenharia, de produção, domésticas, culturais, de pesquisa e outras. Astolfi (2003) define práticas sociais de referência como “[...] podem ser atividades de pesquisa, de engenharia, de produção, mas também de atividades domésticas, culturais [...]”.

<sup>10</sup>[...] a idéia da palavra regra utilizada por Astolfi, não está ligada ao sentido de prescrição, de norma e sim, na forma de atributos. Lembrando que essas regras são aplicadas ao conteúdo que já se apresenta em uma seqüência. (SIQUEIRA; PIETROCOLA, 2006).

Para Astolfi (2003), a escolha do saber sábio a ser transposto normalmente recai sobre o saber que permite uma maior articulação do novo conhecimento com o conhecimento que já está consolidado no contexto da escola.

- Regra IV. Transformar um saber em exercícios e problemas.

Alves-Filho (2000) considera que, em termos gerais, a regra da operacionalidade<sup>11</sup> é a que reflete maior grau de importância no processo de transformação do saber.

Muitos dos processos ligados à operacionalidade dos conceitos são realizados no momento da definição do saber a ensinar, especialmente pelos livros didáticos. No entanto, a influência dos professores nessa esfera do saber é determinante. São eles que dão ênfase em determinadas unidades do conteúdo, determinam a maneira como os conteúdos são abordados, que exercícios serão resolvidos, além de tomarem as decisões que dizem respeito à avaliação, decisões estas que muitas vezes dependem da sua formação e de seu entendimento a respeito das ciências de referência, dos conteúdos de ensino e dos alunos.

Os saberes que permitem a criação de uma maior variedade de exercícios e atividades didáticas têm mais chance de serem selecionados para a transposição.

- Regra V. Tornar um conceito mais compreensível.

“A Transposição Didática deve ser capaz de facilitar a aprendizagem de conceitos.” (ASTOLFI, 2003). Ela deve possibilitar que sejam criados objetos didáticos que permitam facilitar a aprendizagem.

Já Anhorn (2001) indica algumas potencialidades teórico-metodológicas do conceito de TD. São elas:

- a) o estudo da transposição implica no reconhecimento das diferenças entre saber acadêmico e saber escolar.
- b) obriga a pensar sobre a natureza do saber escolar.
- c) a oferta de subsídios para pensar as características da relação estabelecida entre o saber escolar e o saber acadêmico sem cair em uma visão hierarquizada;

Ao definir saber acadêmico como sendo um saber extra-escolar que precede e fundamenta culturalmente e cientificamente o saber escolar - Chevallard (1991)

---

<sup>11</sup>O termo operacionalidade significa, nesse contexto, a capacidade do saber em produzir questões que possam ser utilizadas pelo professor como exercícios ou problemas.

defende a sua centralidade na medida em que considera que é no confronto entre esse tipo de saber e o saber escolar que se pode melhor apreender o tratamento didático no plano cognitivo. Aqui, o que está em jogo é a questão da legitimação dos saberes escolares. Reconhecer a importância do papel desempenhado pelo saber acadêmico na produção dos saberes escolares, atribuída pela própria instituição escolar, não implica necessariamente em assumir uma visão hierarquizada na qual os primeiros são vistos como a única forma de inteligibilidade e de leitura do mundo. (ANHORN, 2001).

- d) os mecanismos que permitem pensar como se dá o funcionamento e quais os interesses dos diferentes atores que participam desse processo de transformação - Segundo Anhorn (2001), falar em movimento de transformação dos saberes faz aparecerem algumas questões. Quando e por que dá início esse movimento? Como e a partir de quais critérios cada uma dessas instâncias interfere nesse processo de transformação? Ou ainda: qual o papel do professor nesse processo? Chevallard (2005), para responder a essas questões, sublinha a tensão constante que caracteriza o sistema didático. Por um lado, o sistema apresenta-se fechado, e se atribui um grau de autonomia que o coloca resguardado das mudanças dos contextos políticos, ideológico e cultural em que se insere. Por outro lado, sua sobrevivência depende do grau de abertura e de compatibilidade que consegue estabelecer com a sociedade no qual está inserido;
- e) identificar o papel do professor no processo de transformação do saber - Para Anhorn (2001.), o professor não faz a transposição didática e sim trabalha no seu domínio. Quando ele prepara seu material de aula, as engrenagens desse movimento já estão em marcha há muito tempo na noosfera. Apesar de não ser o único responsável, ele desempenha um papel determinante nessa transposição. Logo, torna-se fundamental identificar os critérios a partir dos quais o professor opera no domínio da transposição.

Ainda no que diz respeito ao papel do professor, Rosa (2003) afirma que, na esfera interna, o saber atinge um novo nível relacionado com a maneira pela qual ele é transformado em objeto a ser ensinado. Tarefa que cabe ao professor, que, pressionado pela comunidade escolar, impõe sua visão sobre o processo educativo. Pertence a ele, em conjunto com a escola, o poder de decidir sobre a melhor maneira de ensinar e o que deve, de fato, ser ensinado aos alunos.

Esse conjunto de ações escola-professor determina como se deve organizar o processo de transformação do saber, observando-se nesse momento, segundo Astolfi

e Develay (1995), a epistemologia do professor, a qual, embora ligada à epistemologia da ciência, não pode ser com ela identificada. Na epistemologia da prática educativa, pode ser identificado o conjunto de valores e crenças que direcionam o professor a uma visão pessoal da ciência a ser ensinada. Joshua e Dupin (1993) mostram que o ensino da Física tem a dimensão ‘da Física do professor’ diferente daquela do físico, decorrendo daí, algumas vezes, as distorções que vão sendo constatadas no ensino escolar. (ROSA, 2003, p. 5, grifo do autor).

No processo de transformação do saber sábio ao saber ensinado, encontramos, muitas vezes, na busca da adaptação do saber ao novo ambiente, uma simplificação dele. Essa simplificação pode ser vista como uma escolha consciente de modelos simplificados, que remetem ao processo de modelagem científica ou simplesmente como uma forma de “facilitar” o ensino. A teoria da TD prevê o primeiro caso de simplificação, entendendo que às vezes é necessário limitar a profundidade conceitual e as linguagens empregadas em algumas situações. Um dos motivos que justificam essa simplificação é decorrente, entre outras, da disponibilidade de tempo (carga horária), dos objetivos do curso, da maturidade dos estudantes e outros.

Evitar o segundo tipo de simplificação equivale ao que Chevallard chama de capacidade, e necessidade constante, do professor exercer uma vigilância epistemológica em seu magistério.

#### A transposição didática é para o professor

[...] uma ferramenta que permite recapacitar, tomar distância, interrogar as evidências, pôr em questão as ideias simples, desprender-se da familiaridade enganosa de seu objeto de estudo. Em uma palavra, é o que lhe permite exercer sua vigilância epistemológica. (CHEVALLARD, 2005).

Para Brockington e Pietrocola (2005), a teoria da transposição didática “fornece critérios mínimos para se entender a produção e sobrevivência de saberes no Sistema Didático”. Por meio de sua utilização é possível explicar, em parte, porque disciplinas com longa tradição, como a física, mantêm seus programas com poucas modificações ao longo do tempo.

O “velho” sobreviveu às vicissitudes da sala de aula: produziu atividades capazes de serem realizadas pelos alunos; pôde ser avaliado pelos professores, e a terapêutica confere-lhe a confiança necessária para permanecer. Por outro lado, as necessidades de atualização e modernização dos saberes concorrem no sentido de promover mudanças, que, no entanto acabam por raramente ocorrer. Isso porque nas ciências em geral, e na Física em particular, tais necessidades muitas vezes são relativizadas em face de dificuldades internas ao próprio conhecimento. (BROCKINGTON, 2005, p.399, grifo do autor).

Chevallard considera que para que o sistema didático funcione, os elementos professor-saber-aluno precisam obedecer a algumas condições impostas pela prática pedagógica. A transposição didática pretende estudar as condições impostas ao elemento “saber”, postulando que a condição essencial consiste na transformação que esse saber precisa sofrer para se tornar apto a ser ensinado.

A TD foi proposta para explicar o processo de transformação entre os saberes até chegarem ao aluno, reconhecendo o distanciamento obrigatório entre os diferentes saberes. A percepção desse distanciamento faz dessa teoria um meio importante de compreensão das determinações didáticas impostas ao elemento saber no sistema didático.

No plano teórico, ao remeter a discussão para a passagem de um outro tipo de saber ele justifica a necessidade da introdução no campo da didática de um reflexão epistemológica que leve em conta a pluralidade de saberes. No plano metodológico, esse conceito permite tomar distância, interrogar as evidências, desfamiliarizar-se da proximidade enganadora entre os saberes, oferecendo assim, a possibilidade ao pesquisador de exercer uma constante vigilância epistemológica, indispensável a esse tipo de reflexão. (ANHORN, 2001).

Utilizando as potencialidades que a TD oferece para a compreensão do processo de ensino de um saber, distinguimos os trabalhos de Milicic (2005), que utiliza a TD como um dos referenciais para análise de questões relacionadas à prática pedagógica de professores em cursos universitários, entre eles, o de Arquitetura e Urbanismo, e o de Torrecilla Daniel (2000), que utiliza a TD como referencial teórico e metodológico para o estudo de situações de ensino, assuntos relacionados com o foco desta pesquisa.

Para Milicic (2005), a transposição didática pode ser utilizada para ajudar na análise das implicações pedagógicas que surgem dos conflitos enfrentados por professores universitários, que têm que trabalhar disciplinas obrigatórias em suas áreas de formação, em cursos em que elas não são consideradas fundamentais.

Utilizando os estudos de Becher (2001), Milicic (2005) caracteriza as culturas profissionais de diferentes profissões, entre elas as dos físicos e dos arquitetos, mostrando que essas culturas influem no modo de pensar e agir e nos critérios axiológicos<sup>12</sup> e deontológicos<sup>13</sup> da ação dos profissionais dessas áreas quando atuam como docentes. A cultura profissional

---

<sup>12</sup>Critérios que constituem uma axiologia, que constituem um valor. A axiologia é o estudo ou teoria de alguma espécie de valor, particularmente dos valores morais (FERREIRA, 2010).

<sup>13</sup>Referem-se ao estudo dos princípios, fundamentos e sistemas de moral e também ao tratado dos deveres (FERREIRA, 2010).

unida à cultura própria de formação do profissional, da cultura da instituição onde esse docente estudou, dá lugar ao que ela chama de cultura acadêmica<sup>14</sup>.

Esse processo de aculturação inicia-se nos estudantes, quando ingressam em uma profissão. Imediatamente esses indivíduos começam um processo de inserção na cultura da carreira que escolheram, abarcando seus costumes, tradições, normas, valores e crenças profissionais. Essa aculturação em geral, é feita de forma acrítica e sem uma justificativa racional. A cultura acadêmica é a primeira cultura com que os profissionais tomam contato quando iniciam sua formação e influenciará fortemente a forma como esse profissional desempenhará suas funções caso se torne docente. No caso dos professores, essa cultura estará por traz de suas escolhas didáticas e metodológicas e justificará suas opções de como ensinar e avaliar.

Para a investigação das características das culturas das profissões escolhidas para análise por Milicic (2005), ela considera que análise das ações dos professores durante uma aula e os materiais didáticos utilizados por ele podem dar bons indícios de sua cultura acadêmica.

Para ela, mesmo que o professor esteja interagindo com diferentes culturas acadêmicas, situação comum para professores que lecionam a disciplina de conforto ambiental em cursos de Arquitetura e Urbanismo, sua identidade cultural está associada a sua cultura de origem, à cultura acadêmica na qual se formou. Essa cultura é que condiciona suas concepções epistemológicas, profissionais, didáticas e seus critérios de atuação.

Quando o professor atua em um contexto, em um curso, que diverge do contexto de sua instituição de formação de origem, ele se depara com uma cultura diferente da sua, cultura chamada pela autora de cultura de destino. Algumas vezes essa nova cultura institucional impõe exigências que contradizem suas concepções a respeito do ensino de sua disciplina. Concepções que dizem respeito às normas que consideram adequadas para suas práticas profissionais, e aos valores e crenças que compartilha com os membros de sua cultura de origem.

---

<sup>14</sup>Milicic (2007) define cultura acadêmica como “un conjunto aprendido de interpretaciones compartidas, docentes y profesionales, que integran creencias, normas, valores y conocimientos, y que determinan el comportamiento de un grupo de profesores que actúan en un ámbito determinado en un tiempo dado”. Segundo a autora, essa cultura fica evidente quando, por meio de suas ações e produção de materiais, o professor dá a perceber suas crenças, seus valores e suas normas.

Essas diferenças criam tensões que influenciarão o estabelecimento dos limites (distância máxima) que o professor considera aceitáveis para a transposição dos conteúdos que ensina. Esse distanciamento determina o ponto de ruptura epistemológica a partir do qual o professor sente que não está cumprindo com seu dever em relação ao seu grupo de origem. Para Chevallard essa distância máxima é um aspecto que evidencia a importância do professor conscientize-se dos processos de transposição sofridos pelos saberes mantendo a vigilância epistemológica sobre o que ensina.

No seu estudo das culturas acadêmicas, Milicic (2005) utilizou a TD para analisar os processos de transformação dos saberes nas disciplinas de física ensinadas em cursos para não físicos. A autora relaciona a TD das disciplinas com o grau de identificação dos professores com a cultura de origem e sua percepção da cultura de destino. Analisa também como os diferentes integrantes da equipe de cátedra da cultura de destino influenciam nas decisões em relação à TD.

No capítulo nove de sua tese, Milicic (2005) analisa os aspectos relacionados ao ensino de física na carreira de arquitetura.

O estudo no curso de Arquitetura de uma universidade argentina foi realizado na disciplina “Taller de Física I”. A autora escolheu essa disciplina porque os professores optaram integrar os conteúdos de física no curso de Arquitetura a partir de uma ressignificação dos conteúdos do curso de destino. Por exemplo, não se ensinava Ótica, mas a Iluminação. A autora ainda salienta, ao caracterizar o curso escolhido, que na faculdade existem duas tendências quanto ao entendimento de como deve ser o ensino nos cursos de Arquitetura. Uma que dá ênfase ao desenho e outra, que enfatiza a estrutura das edificações, ou seja, aquela considera a Arquitetura uma arte e esta considera que deve se levar em conta a estrutura arquitetônica que advir do desenho. Além disso, as disciplinas do curso estão estruturadas de forma a dar sustentação aos aspectos relacionados ao projeto arquitetônico.

Essa integração, dos conteúdos específicos com os elementos particulares do curso de destino e a organização das disciplinas voltadas para o projeto arquitetônico, observada no curso de Arquitetura estudado por Milicic, está presente na estrutura dos cursos de Arquitetura e Urbanismo estudados nesta pesquisa. Também em nosso estudo encontramos os

conteúdos de Física trabalhados de forma integrada na disciplina Conforto Ambiental e uma matriz curricular voltada ao projeto arquitetônico.

Ainda na análise do curso de Arquitetura, Milicic indica que quanto ao perfil dos alunos, aqueles que ingressam no curso têm, em geral, interesses relacionados ao desenho e à arte e pouca afinidade com os conhecimentos de Matemática e de Física.

Em suas conclusões, a autora indica que para o curso de Arquitetura, a distância máxima que os professores aceitam, para a disciplina de Física, entre o saber ensinado e o saber sábio é tão grande que a comunidade dos físicos considera que o saber ensinado, nesses cursos, sofreu uma ruptura epistemológica em relação ao saber sábio. A principal pergunta que os professores que trabalham nos cursos de Arquitetura utilizam para saber quais conteúdos de Física deveriam ser ensinados no curso é: Que conteúdos de Física têm que ser levados em conta quando se formula um projeto arquitetônico? Essa escolha dos professores em priorizar os conteúdos diretamente ligados ao projeto arquitetônico se dá, segundo a autora, porque a cultura de destino tem uma visão clara sobre o que deve ser ensinado de Física para a profissão de arquiteto e os professores que trabalham nos cursos estão profundamente convencidos de que se deve respeitar essa cultura. Para a cultura de destino, a estrutura da carreira está alicerçada no projeto arquitetônico e todas as disciplinas do curso devem ser estruturadas para dar suporte ao projeto. No caso da Física essa escolha pela adequação dos conteúdos pode, em muitos casos, levar a grande distanciamento entre o saber sábio e o saber ensinado.

Torrecilla Daniel (2000), em sua tese de doutoramento, também utiliza a TD como referencial teórico e metodológico para o estudo da transposição da equação de Clausius-Clapeyron em cursos de Engenharia. Em seu trabalho, ela propõe uma metodologia de pesquisa onde a TD é o fundamento.

Para essa autora, seu modelo apresenta um conjunto de ações que são próprias da transposição didática. Da mesma forma que na TD, em seu modelo, o saber ocupa o papel de variável principal de controle, já que incide no sistema didático com grande “sensibilidade e economia” - pequenas variações no saber podem gerar grandes mudanças no sistema didático.

Sua ferramenta metodológica é constituída de seis unidades que são divididas em três módulos de estado ( $M_1$ ,  $M_2$  e  $M_3$ ) e três módulos de transição ( $T_{01}$ ,  $T_{12}$  e  $T_{23}$ ). Os módulos de

estado são caracterizados como o saber que aparece como sábio, a ensinar e ensinado. Os módulos de transição são considerados como operadores que condicionam o processo de trânsito entre o saber sábio e o saber ensinado.

Em seu esquema, o módulo  $T_{01}$  representa o contexto científico-técnico anterior à origem e ao funcionamento de um determinado conceito como saber sábio ( $M_1$ ). Ele acontece no momento em que o investigador escolhe, entre seus muitos resultados, os que são novos e que são considerados, por ele, interessantes para a comunidade científica. A partir daí esses dados passam por um processo de adequação, onde são suprimidos os erros e desvios de pesquisa cometidos durante a investigação, transformando-se num texto estruturado para apresentação em seminários e congressos onde possam ser apreciados e aprovados pela comunidade científica a que pertence o investigador. Nesse processo o pesquisador evita toda referencia a seus próprios conhecimentos e aos processos intelectuais por que passou em sua elaboração (despersonalização do saber). Ainda nessa fase, no intuito de dar a maior generalização possível ao novo conhecimento, o enunciado do saber pode passar por um processo de descontextualização, onde o pesquisador procura afastar seus resultados do contexto onde os mesmos foram criados, na tentativa de que esses saberes apresentem um caráter de neutralidade. Para análise desse módulo de transição, ela sugere o estudo do contexto social em que se desenvolve o saber e a que problemas ele pretende solucionar.

O módulo  $M_1$  apresenta o saber sábio. Para a caracterização desse módulo, ela sugere a análise dos conhecimentos teóricos presentes na comunidade científica que são utilizados na sua construção do saber sábio, que dados experimentais consideram, que método de trabalho desenvolvem, que conclusões novas são adicionadas à ciência e que questões deixam em aberto.

O módulo de transição  $T_{12}$  representa a segunda fase da transposição. É determinada pela noosfera educativa e manifesta-se de maneira mais clara na forma como o saber aparece nas matrizes curriculares. É nesse momento que a noosfera escolhe entre os conhecimentos acumulados ao longo da história o que é relevante para a formação dos jovens. Essa escolha é feita de acordo com o tipo de sociedade onde a escola se encontra, seu nível de desenvolvimento tecnológico, seus valores ideológicos, etc. A noosfera, nesse momento, organiza os saberes em disciplinas, mesmo quando o saber sábio é transdisciplinar, e estrutura sua sequência de forma articulada para que haja uma coerência lógica. Nem sempre as

formulações dadas pela noosfera são claras e eficientes, o que pode levar há falta de significação para os alunos e a ineficácia do processo de ensino. Quando isso acontece à noosfera reescreve as matrizes curriculares tentando adequá-los.

O módulo de estado  $M_2$  apresenta o saber na forma como os professores irão ensiná-lo. Normalmente, os professores usam os livros didáticos como referência para o saber a ensinar; logo seu estudo pode ser considerado como uma indicação desse saber.

Na forma em que aparecem nos livros os saberes estão, de certa forma, contextualizados no sentido em que o autor obedece a uma determinada orientação no que se refere a finalidade e funcionalidade de cada saber, ao relacioná-los em um determinado conjunto de saberes. Esses “arranjos” podem sofrer mudanças em obras de épocas diferentes, já que podem ter sido estruturados para atender a expectativas diferentes da sociedade. A autora sugere o estudo de alguns aspectos da forma como os conceitos aparecem nos livros para sua análise. Entre suas indicações estão a caracterização dos aspectos gerais dos livros, a descrição de possíveis aspectos experimentais ligados ao conceito, o tratamento histórico dado pelo livro e o sistema dedutivo empregado pelos autores na definição dos conceitos.

O módulo de transição  $T_{23}$  apresenta as influências mais próximas do professor para a determinação do que vai ser ensinado. Seu estudo pode ser feito por meio das grades dos cursos, dos planos de ensino e dos livros utilizados nas bibliografias.

O módulo de estado  $M_3$  apresenta o saber ensinado. Esse módulo caracteriza-se pelas escolhas feitas pelo professor, não só dos conteúdos que realmente serão trabalhados em sala de aula, mas fundamentalmente da forma como esses conteúdos são trabalhados. Nesse momento o professor planeja uma determinada proposta de apropriação dos conteúdos por parte dos alunos. Sua caracterização pode ser feita por meio de anotações de aula do professor, filmagem das aulas, estudo de trabalhos e avaliações dos alunos, entrevistas e outros.

A pesquisa de Torrecilla Daniel (2000) teve como objetivos gerais: 1. Analisar a equação de Clausius-Clapeyron indicando sua gênese e evolução histórica por meio do estudo de artigos científicos originais; 2. Analisar a equação como saber a ensinar indagando, a partir das propostas apresentadas nos manuais universitários de termodinâmica, como vive esse

saber nas instituições acadêmicas universitárias; e 3. Analisar essa equação como saber ensinado em situações práticas de laboratório.

O esquema proposto por Torrecilla Daniel será utilizado, neste trabalho, como metodologia de pesquisa.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGIA

*Se, na verdade,  
não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar,  
mas para transformá-lo;  
se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo,  
devo usar toda possibilidade que tenha para não apenas falar de minha utopia,  
mas participar de práticas com ela coerentes.*

Paulo Freire

#### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE PESQUISA

Os dados da pesquisa foram coletados por meio de material documental e de observação e filmagem das aulas da disciplina Conforto Ambiental, nos cursos de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Anhanguera-Uniderp e Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. As aulas filmadas foram as que enfocaram os conceitos relacionados ao som.

A Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP), posteriormente chamada de Universidade Anhanguera-Uniderp, foi criada em 3 de setembro de 1976, na cidade de Campo Grande, MS. Tem 52 cursos presenciais e a distância, segundo página do *e-mec*, com 13.373 alunos matriculados em seus cursos presenciais e 29.024 em seus cursos a distância, segundo o Censo da Educação Superior de 2008.

Seu curso de Arquitetura e Urbanismo foi criado em 17 de fevereiro de 1981 com 4.552 horas, que devem ser integralizadas em dez semestres. O curso tem turmas no turno matutino e noturno com oferecimento, no processo seletivo, de 90 vagas em cada turno. Seu reconhecimento se deu pelo Parecer CFE nº 233, de 6 de maio de 1985.

No que se refere à caracterização do curso, podemos assinalar que, segundo o relatório do curso ENADE 2008, o perfil dos alunos caracteriza-se como: (a) alunos ingressantes: em sua maioria de cor branca (65,6%), com 25% de alunos pardos ou mulatos; com renda familiar dividida segundo as seguintes faixas: 23,4% até 3 salários mínimos, 29,7% entre 3 e 10 salários mínimos, 29,7% entre 10 e 20 salários mínimos, 9,4% entre 20 e 30 salários mínimos e 7,8% com mais de 30 salários mínimos; 48,4% nunca trabalharam, 17,2% trabalharam ou trabalham entre 20 e 40 horas semanais e 20,3% trabalharam ou trabalham 40 horas semanais; 53,1% dos pais têm o ensino médio como escolaridade máxima e 32,8%, o ensino superior; 50,0% das mães têm o ensino médio como escolaridade máxima e 37,5%, o ensino superior; 56,3% cursaram todo o ensino médio em escola particular e 25%, em escola pública; 62,5% utilizam a biblioteca da IES com razoável frequência e 28,1% raramente, e sempre usam o computador; (b) quanto às condições de instalação da IES, os alunos consideram que: as instalações são amplas, arejadas, bem-iluminadas e com mobiliário adequado; o espaço pedagógico é sempre (42%) ou na maior parte das vezes (42%) adequado às aulas práticas; o material de consumo nas aulas práticas é sempre (42%) ou na maioria das vezes (42%) adequado; os equipamentos disponíveis em relação ao número de alunos são sempre (42%) ou na maioria das vezes (45%) adequados e os equipamentos de laboratório utilizados são atualizados e bem-conservados (80%); (c) com respeito aos aspectos pedagógicos consideram que: o currículo é integrado e há clara vinculação entre as disciplinas; os procedimentos de ensino adotados são adequados; a maioria dos professores (35%) ou cerca de metade destes (25%) ou menos da metade dos professores (25%) tem disponibilidade para orientação extraclasse; todos os professores (45%) ou a maioria deles (40%) têm domínio para ministrar as disciplinas; o curso exige na medida certa e a principal contribuição do curso é a aquisição de formação profissional.

A turma observada tinha 54 alunos. As observações foram realizadas em sala de aula (aulas teóricas e avaliação individual), no laboratório de informática (utilização de programa de informática), em estúdio de rádio (visita técnica às instalações de emissora de rádio para observar questões de isolamento) e auditório (apresentação de seminário em grupo feita pelos alunos).

A sala de aula é ampla e aclimatada; o auditório pertence às instalações do curso que também abriga o laboratório de informática utilizado para as aulas de desenho e de treinamento de *softwares* específicos para os cursos de Arquitetura e Engenharia Civil. A

rádio visitada pertence à instituição e encontra-se em prédio frontal ao ocupado pelo curso de Arquitetura. Na aula teórica foi utilizado aparelho de *data-show* como recurso pelo professor. A avaliação foi feita por meio da composição de nota de exercícios entregues nas aulas, apresentação de seminário com entrega de material escrito e prova.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) foi criada em 5 de julho de 1979, e tem 52 cursos presenciais e a distância, segundo página do *e-mec*, com 12.263 alunos matriculados em seus cursos presenciais e 1.647 nos cursos a distância, segundo o Censo da Educação Superior de 2008.

O curso de Arquitetura e Urbanismo foi criado em 20 de março de 2000, com 3.960 horas, que devem ser integralizadas em dez semestres em turno integral. São oferecidas 40 vagas em seu processo seletivo. Seu reconhecimento se deu pelo Parecer SESu nº 159, de 28 de fevereiro de 2005.

Segundo os relatórios do Curso – ENADE 2008 para os ingressantes, o curso é constituído, em sua maioria, por alunos: brancos (85,7%); com renda familiar - de até 3 salários mínimos (9,5%), mais de 3 até 10 salários mínimos (28,6%), mais de 10 até 20 salários mínimos (23,8%), mais de 20 até 30 salários mínimos (23,8%) e mais de 30 salários mínimos (14,3%); que nunca trabalharam (52,4%) ou que trabalharam ou trabalham eventualmente (23,8%); com maioria de pais com escolaridade entre o nível médio (47,6%) e superior (47,6%) e mães com nível superior (61,9%) e ensino médio (33,3%); vindo de escolas particulares (85,7%); com frequência de utilização da biblioteca da instituição de 47,6% raramente e 42,9% com razoável frequência e que utilizam o microcomputador sempre. Quanto às condições da IES, consideram que: as instalações físicas são bem-iluminadas e com mobiliário satisfatório, embora sejam mal-ventiladas e pequenas em relação ao número de estudantes; para a maioria das aulas práticas, o espaço pedagógico e o material de consumo são adequados; para a maioria das aulas, o equipamento disponível é adequado ao número de alunos; os equipamentos de laboratório utilizados pelo curso são desatualizados, mas bem-conservados; o currículo do curso é relativamente integrado; a adequação dos procedimentos de ensino é parcial; a maioria dos professores (25%) ou menos da metade dos professores (35%) tem disponibilidade para orientações extraclasse; a maioria dos professores tem domínio para ministrar as disciplinas; o curso exige na medida certa e a principal contribuição do curso é a aquisição de formação profissional.

Os 35 alunos da turma viram o conteúdo relacionado ao conceito de som, em aulas teóricas ministradas no bloco do Departamento de Engenharia e Arquitetura. A sala de aula é espaçosa e climatizada e o professor utilizou como recurso o *data-show*. A avaliação do conteúdo foi feita por meio de artigo elaborado em grupo sobre o índice de reverberação das salas do Departamento.

Os professores da UFMS e da Anhanguera-Uniderp, que voluntariamente participaram da pesquisa, têm como formação acadêmica a Engenharia Civil. São doutores em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e mestre em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

## 2.2 COLETA DOS DADOS

A investigação utilizou informações e técnicas próprias de uma pesquisa qualitativa: filmagem das aulas de conforto acústico nos cursos estudados, fotocópias das informações transmitidas aos alunos durante as aulas, documentos dos cursos relacionados com a disciplina Conforto Ambiental, análise dos conteúdos dos livros referenciados na disciplina pelos dois cursos, estudo dos conceitos de acústica em livros adotados em Física nos cursos universitários e livros que trazem a história da acústica. Além disso, foram analisados os dados obtidos a partir da legislação vigente sobre os cursos de Arquitetura e Urbanismo, documentos relacionados com a disciplina Conforto Ambiental e o conteúdo de publicações sobre a história dos cursos de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, dados que se referem ao contexto social externo. O Quadro 1 apresenta o esquema da organização da coleta de dados documentais do estudo realizado.

Além do estudo documental, foram filmadas algumas aulas da disciplina Conforto Ambiental dos cursos de Arquitetura e Urbanismo nas duas universidades estudadas. Nos dois casos, as disciplinas trabalham com conteúdos ligados ao conforto térmico, conforto lumínico e conforto acústico. A observação concentrou-se nas aulas de conforto acústico que, segundo o plano de ensino das disciplinas, deveria ser trabalhado em 16 horas (11,7% da carga total da disciplina) na UFMS e em 24 horas (40% da carga total da disciplina) na Universidade Anhanguera-Uniderp (Anhanguera-Uniderp).

Quadro 1 – Organização da coleta de informações

<b>Interesse da investigação</b>	<b>Objeto da investigação</b>	<b>Aspecto investigado</b>
<b>Aspectos gerais sobre os cursos de Arquitetura</b>	Brasil	História, criação, grades, características gerais
	Campo Grande	
<b>Elementos da transposição didática</b>	Livros históricos de acústica (fonte primária)	Aspectos sobre a histórica do conceito de intensidade sonora e nível sonoro
	Programas	O conceito de intensidade e nível sonoro nos cursos pesquisados: disciplina de conforto
	Ementas	
	Aula	
	Livros didáticos	

UFMS = Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

UNIDERP = Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal.

Na UFMS, o conteúdo foi trabalhado, nos dias 4, 11 e 30 de novembro de 2008, com duas horas de aula por dia. A carga horária restante foi utilizada para elaboração de trabalho de avaliação pelos alunos. Na Anhanguera-Uniderp, o conteúdo foi trabalhado nos dias 28 de abril 2008, 5, 12, 16 e 19 de maio de 2008, 2 e 9 de junho de 2008, com três horas-aula por dia. A análise do material filmado restringiu-se às aulas nas quais foram trabalhados os conceitos de intensidade sonora e nível sonoro. As avaliações foram feitas em dia posterior aos citados

## 2.3 METODOLOGIA DA PESQUISA E PROPOSTA DE ANÁLISE

A investigação pretendeu fazer uma análise qualitativa, baseada em estudo centrado em dois cursos de Arquitetura e Urbanismo da cidade de Campo Grande, MS, da transposição didática por que passam os conceitos de intensidade sonora e nível de intensidade sonora do momento de suas primeiras definições até chegarem às salas de aula na disciplina Conforto Ambiental nos referidos cursos.

Como metodologia de coleta de dados e análise foi utilizada a proposta feita por Torrecilla Daniel (2000). Essa organização de coleta de dados foi inspirada no referencial teórico escolhido. Nesse modelo, o próprio saber, a intensidade sonora e o nível de intensidade sonora ocupam o papel de variável principal de análise. A Figura 2 apresenta um diagrama adaptado do diagrama de Torrecilla Daniel (2000), que sintetiza a organização metodológica adotada. Essa metodologia possibilitou relacionar os objetos da investigação e situar a análise do processo de transposição do conceito de intensidade sonora (IS) e nível de intensidade sonora (NI) como saber ensinado na disciplina de conforto ambiental nos cursos de Arquitetura e Urbanismo (CAU), em particular nos dois cursos ofertados na cidade de Campo Grande.

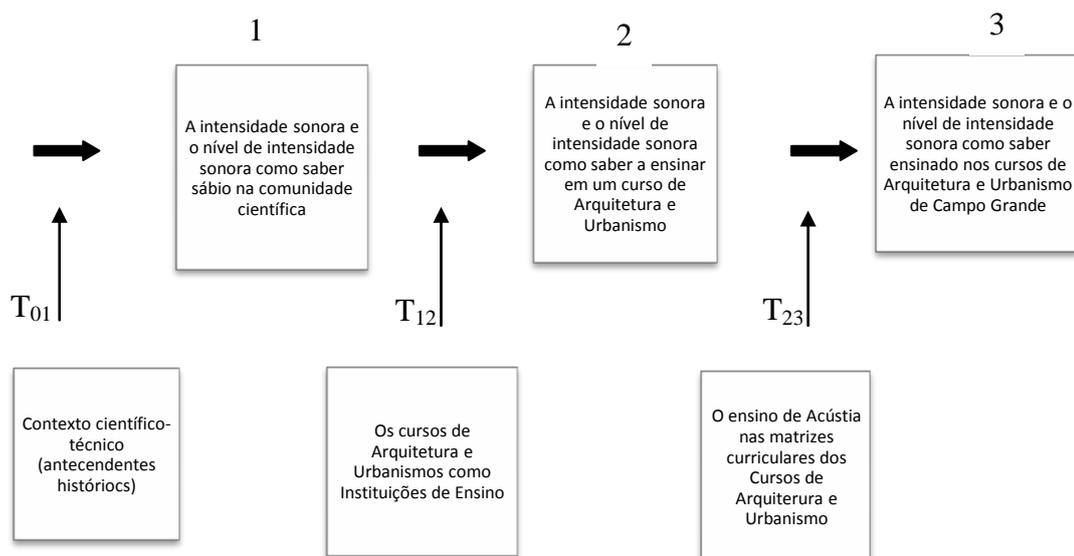


Figura 2 - Diagrama que mostra a relação dos objetos da investigação.

O diagrama apresenta os principais focos da investigação. Foram constituídos seis módulos: três módulos de estado (1, 2 e 3) e três de transição ( $T_{01}$ ,  $T_{12}$  e  $T_{23}$ ). Nos módulos de estado são consideradas as diferentes características do saber como saber sábio (módulo 1) a ensinar (módulo 2) e ensinado (módulo 3). Os módulos de transição apresentam os fatores que condicionam o processo de passagem do saber sábio até sua presença como saber na disciplina Conforto Ambiental nos cursos de Arquitetura.

Os módulos 1 e  $T_{01}$  foram analisados conjuntamente. Neles enfocou-se o início do processo de TD do conceito de intensidade sonora e nível sonoro, suas origens e seu êxito na comunidade acadêmica, o contexto social em que o conceito foi produzido e o problema que pretendia solucionar. As fontes de pesquisa foram os textos históricos originais. Neles buscou-se analisar como os saberes, objeto deste estudo, passam pelo processo de descontextualização e despersonalização ao serem sistematizados por seus criadores.

O módulo  $T_{12}$  evidencia a ação da noosfera sobre a estruturação dos cursos de Arquitetura e Urbanismo no Brasil como graduações independentes pertencentes a instituições de ensino oficiais. Essa ação em nosso caso se manifesta por meio do papel das associações de classe e dos grupos organizados de profissionais que influenciaram de forma significativa o desmembramento do ensino de Arquitetura e Urbanismo dos cursos de Artes e Engenharia com a criação de cursos independentes, a constituição do perfil profissional desses novos cursos, suas grades e ementas de suas disciplinas.

Foi feita análise dos documentos sobre o ensino de arquitetura no Brasil, de teses de doutorado sobre a história da Arquitetura no Brasil e de documentos oficiais do Ministério da Educação (MEC) e das associações de classe. Nesse módulo identificamos as escolhas feitas pela noosfera, no que diz respeito aos conceitos estudados neste trabalho, quanto a sua relevância e forma, e como devem aparecer na organização das matrizes curriculares dos cursos.

Analisamos a evolução das diretrizes do curso de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, onde se enfatizaram algumas grades curriculares que foram emblemáticas, as influências que as categorias de classe produziram na constituição dessas grades e na legislação oficial que normatiza o curso no Brasil, e as referências expressas à disciplina de conforto e ao conteúdo de acústica.

O módulo 2 mostra como é apresentado o saber a ensinar nos livros didáticos, local onde os professores, em geral, buscam esse saber. Foram analisados três livros de ensino de física básica para cursos universitários em diferentes edições e dois livros utilizados nos cursos de Arquitetura e Urbanismo de Campo Grande. Nesse momento, o da publicação nos livros didáticos, o saber passa por um processo de contextualizados no sentido em que o autor obedece a uma determinada orientação no que se refere à finalidade e funcionalidade de cada saber, ao relacioná-los em um determinado conjunto de saberes. Para identificar esse processo, buscou-se analisar o grau de detalhamento matemático dado ao conceito de intensidade sonora, em que capítulo o conceito é estudado, a relação que fazem entre intensidade sonora e nível de intensidade sonora, o nível de aprofundamento teórico visto pelo formalismo matemático empregado nas discussões do conceito de intensidade sonora e nível sonoro e a relação com o saber sábio.

O módulo T<sub>23</sub> apresenta os aspectos onde normalmente ficam mais evidentes as relações de conteúdos que influenciam os professores na escolha do que vão ensinar. Para essa análise foram estudados as grades dos cursos, planos de ensino e dois livros referenciados na bibliografia dos professores de conforto ambiental dos cursos de arquitetura de Campo Grande.

O módulo 3 apresenta como o saber foi trabalhado pelo professor em sala de aula. A análise do saber ensinado em situação prática de sala de aula foi feita por meio do estudo da filmagem das aulas ministradas pelos professores e do material utilizado por eles. Foram filmadas todas as aulas onde foram trabalhados os conceitos relacionados à acústica, restringindo-se a discussão ao espaço discursivo do processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de intensidade sonora e nível sonoro.

Para a análise das aulas (saber ensinado) utilizamos as técnicas da análise do discurso segunda à visão divulgada por Maingueneau (2006; 2008), Orlandi (1987; 2007; 2009).

Para Orlandi (2009), deve-se entender o discurso como “palavra em movimento”, como o “efeito de sentidos entre locutores”. Estudar o discurso significa estudar o homem falando e, neste estudo, a linguagem é entendida como “mediação necessária entre o homem e a realidade natural e social”.

O objetivo da análise do discurso é “a compreensão de como um objeto simbólico produz sentidos, como ele está investido de significância para e por sujeitos” (ORLANDI, 2009, p 26). É por natureza um trabalho de interpretação que relaciona sujeito e sentido. Por ser um trabalho de interpretação, que leva em conta uma formulação de questão pelo analista, implica uma análise que não é igual à outra, já que outra análise foi produto de outra questão e, portanto, mobilizou conceitos diferentes (ORLANDI, 2009, p 27).

Os discursos estão ligados a suas condições de produção: relações de sentido, antecipação e relações de força. As relações de sentido estão ligadas à característica dos discursos de estarem ligados a um processo discursivo mais amplo. A antecipação à capacidade do sujeito de se colocar no lugar de seu interlocutor, na tentativa de antecipar o sentido que suas palavras vão produzir. A relação de força está ligada ao lugar de onde fala o sujeito.

Se o sujeito é o professor, suas palavras têm um significado diferente se ele falasse no lugar do aluno. Em uma sociedade constituída de relações hierárquicas, esses lugares de onde fala o sujeito podem sustentar relações de força que levam a dar significados diferentes ao discurso. “A fala do professor vale (significa) mais do que a do aluno” (ORLANDI, 2009, p 40).

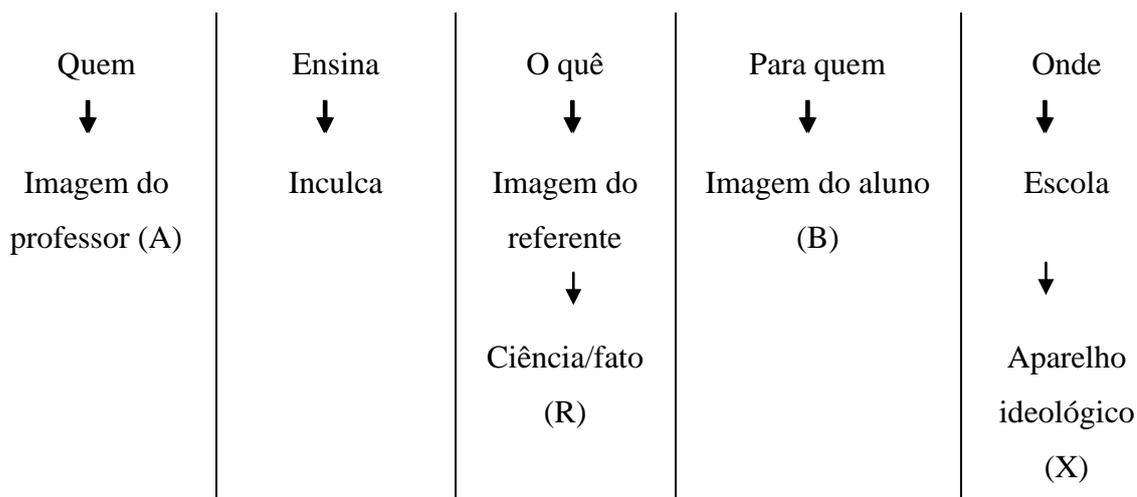
A noção de condição de produção também leva em conta: o meio material (língua), o meio institucional do discurso e as representações imaginárias “que os interactantes fazem de sua própria identidade” (MAINGUENEAU, 2006). Orlandi (2009, p. 41) considera que

Temos assim a imagem da posição do sujeito locutor (quem sou eu para lhe falar assim?) mas também da posição do sujeito interlocutor (quem é ele para me falar assim, ou para que eu lhe fale assim?), e também a do sujeito do discurso (do que estou lhe falando, do que ele me fala?) [...] Na relação discursiva, são as imagens que constituem as diferentes posições.

Considerando as relações de força, sentido e antecipação, sob o modo de funcionamento das formações imaginárias, pode-se, por exemplo, supor a universidade como uma formação social onde os professores têm imagens do que devem ser os alunos universitários e os alunos têm imagens do que devem ser os professores universitários. Pelo mecanismo de antecipação, têm-se as imagens que o professor tem da imagem que os alunos têm daquilo que ele vai dizer (ORLANDI, 2009, p 41).

Orlandi (1987) considera que o discurso pedagógico é um discurso autoritário e como tal tem seu referente<sup>15</sup> “oculto pelo dizer; não há realmente inter-locutores, mas um agente exclusivo[...]”.

Nesse discurso, as formações imaginárias “o quem”, o “o quê” e “o para quem” podem ser representadas como:



Fonte: Orlandi (1987, p. 16).

O discurso pedagógico (DP) se dissimula como transmissor de informação, e faz isso caracterizando essa informação sob a rubrica da cientificidade. O estabelecimento da cientificidade é observado, segundo o que pudemos verificar, em dois aspectos do DP: a meta-linguagem e a apropriação do cientista feita pelo professor. (ORLANDI, 1987, p. 30).

Para Orlandi (1897), no discurso pedagógico

fixam-se as definições e excluem-se os fatos [...] as questões não são verdadeiras nem falsas, pois a apresentação das razões em torno do referente se reduz ao é-porque-é. O que se explica é a razão do é-porque-é e não a razão do objeto de estudo.

Utilizando as considerações desse autor sobre o gênero de discurso pedagógico e sobre as formações discursivas, analisamos as falas dos professores, nas aulas em que os conceitos de intensidade sonora e nível sonoro foram trabalhados, no sentido de caracterizá-las.

<sup>15</sup> É a realidade que é apontada pela referência. Referência designa a propriedade do signo linguístico ou de uma expressão de remeter a uma realidade.

## CAPÍTULO III

### ANÁLISE DOS DADOS

#### 3.1 INTENSIDADE SONORA E NÍVEL DE INTENSIDADE SONORA COMO SABER SÁBIO – MÓDULO T<sub>01</sub> E MÓDULO 1

A Idéia

*De onde ela vem? De que matéria bruta  
Vem essa luz que sobre as nebulosas  
Cai de incógnitas criptas misteriosas  
Como as estalactites duma gruta?!  
Vem da psicogenética e alta luta  
Do feixe de moléculas nervosas,  
Que, em desintegrações maravilhosas,  
Delibera, e depois, quer e executa!  
Vem do encéfalo absconso que a  
constringe,  
Chega em seguida às cordas do laringe,  
Tísica, tênue, mínima, raquítica...  
Quebra a força centrípeta que a amarra,  
Mas, de repente, e quase morta, esbarra  
No mulambo da língua paralítica!*

Augusto dos Anjos

Não existem registros exatos sobre em que circunstâncias se iniciou o interesse do homem pelo estudo das questões relativas ao som. Mas, evidências como os instrumentos musicais, o estudo da música, a arte na construção de teatros abertos, entre outras, indicam que esse interesse está ligado com a origem da história do homem.

O século XIX foi para o desenvolvimento estruturado do estudo do som uma época marcante. Nesse período inicia-se o esboço da teoria sobre a propagação do som a partir da teoria ondulatória desenvolvida por Fourier, Fresnel, Laplace e outros.

Podemos destacar as contribuições de: Jean Baptiste Fourier (1768-1830) demonstra no seu livro *Analytical theory of heat* (1822), inspirado no princípio da sobreposição de Bernoulli, que qualquer vibração periódica pode ser decomposta em uma soma de senos e cossenos (Série de Fourier), cujas diferentes frequências são múltiplos inteiros da frequência fundamental; Siméon Denis Poisson (1781-1840), que em 1823 apresenta uma teoria muito elaborada da propagação sonora no ar, no interior de um tubo, incluindo o fenômeno das ondas estacionárias; Félix Savart (1791-1841), que em 1830 publica *On the sensitivity of the ear*. O trabalho traz um pequeno resumo das propostas sobre os valores tidos como de referência para limites de percepção do som pelo ouvido humano na época. Savart descreve as possíveis causas de erros e dificuldades encontradas nas medidas feitas até aquele momento, e apresenta sua metodologia para investigar as medidas dos limites de audibilidade humana e as dificuldades para encontrar um valor exato por causa das peculiaridades de percepção do som no ouvido. Estudou ainda a acústica do ar, da voz humana, do canto das aves, de sólidos em vibração e das ondas sonoras em líquidos em movimento;

No livro de Denison Olmsted (1791-1859), físico e astrônomo americano, *Introduction to natural philosophy* publicado em 1832 para uso dos alunos do Yale College e organizado a partir da compilação de vários autores, aparecem indicações sobre as especulações que se faziam na época sobre a intensidade do som. Quando apresenta as propriedades da propagação do som, por exemplo, indica que a *force of sound* aumenta consideravelmente quando a elasticidade do ar aumenta. Segundo Pierce (1989), a expressão “força do som” pode ser presumivelmente entendida como intensidade do som. Também nesse livro encontramos uma indicação de como se entendiam as variações da intensidade do som com a distância e sua relação com a sensação subjetiva provocada pelo ouvido.

Em espaços abertos, e em uma atmosfera serena, o som é propagado a partir do corpo soando em todas as direções. Parece mesmo, até para os mais fortes, que quando transmitidos livremente através do ar, diminuem rapidamente em vigor, uma vez que partem das suas fontes, e dentro de distâncias moderadas desaparecem totalmente. O que esta lei de diminuição subtende, ainda não foi determinado, e é, na verdade, no atual estado da acústica, incapaz de determinação. Alguns autores supõem que o som segue a lei comum das emanações, irradiando de um centro e, por conseguinte, que a sua intensidade em diferentes distâncias da fonte varia inversamente com o quadrado da distância, mas podemos estimar a força dos sons pelo apenas pelo ouvido; um instrumento de comparação de decisões que no que se refere a esse ponto varia com o estado corporal do observador, e cuja dimensão não

expressa nenhuma relação definitiva, mas de igualdade. (OLMSTED, 1832, p. 64, tradução nossa)<sup>16</sup>

Na mesma linha, John William Strutt, também conhecido como lord Rayleigh (1842-1919), matemático e físico inglês, publica em 1877 o livro *The theory of sound*, considerado como a obra que institui a acústica clássica. Em seu livro, Rayleigh apresenta grande parte do desenvolvimento científico da acústica até sua época, além de introduzir o desenvolvimento dos conceitos de condutividade acústica de um orifício, a função de dissipação para um sistema sujeito a amortecimento, o teorema da reciprocidade acústica e a representação complexa (RAYLEIGH, 1945).

Depois de uma fase em que o esforço dos pesquisadores esteve centrado em deduzir algumas das equações de propagação do som, o interesse das pesquisas passa a ser o de tentar compreender como o sistema auditivo percebe e “sente” as vibrações. Um dos primeiros trabalhos nessa área foi publicado em 1843, por Georg Simon Ohm (1787-1854), físico alemão. Ele mostrou que o ouvido é capaz de apreender vibrações sinusoidais distinguindo-as do conjunto. Esse estudo é considerado o princípio fundamental da acústica fisiológica. No entanto, as hipóteses que ele utilizou em sua derivação matemática não estavam totalmente justificadas o que resultou em uma disputa acirrada com o físico Thomas Johann Seebeck (1770-1831), que teve sucesso em desacreditar a hipótese de Ohm.

Em 1850, Helmholtz cria a ciência da acústica fisiológica. Em 1856 publica o livro *Manual de óptica fisiológica* em que apresenta uma teoria de ressonância da audição. Essa teoria forneceu uma explicação fisiológica para as afirmações de Ohm sobre a capacidade de apreender vibrações do ouvido. Sua teoria explica, entre outras coisas, a diferenças das alturas de sons percebidas pelo ouvido, supondo que as fibras da membrana basilar do ouvido interno seriam postas em vibração pelos movimentos ondulatórios correspondentes a sua frequência natural. Seus estudos também permitiram extrair regras gerais para a identificação das frequências dominantes que constituem os sons básicos da fala humana. Por meio de seus

---

<sup>16</sup>In an open space, and in a serene atmosphere, sound is propagated from the sounding body in all directions. Sounds, even the most powerful, when thus transmitted freely through the air, diminish rapidly in force, as they depart from their sources, and within moderate distances wholly die away. What law this diminution follows, is not yet ascertained; and is, indeed, in the present state of acoustics, incapable of determination. Some writers have supposed that sound follows the common law of emanations radiating from a center and consequently, that its intensity at different distances from its source varies inversely as the square of the distance; but we can estimate the force of sounds by the ear alone; an instrument of comparison whole decisions on this point vary with the bodily state of the observer, and whose scale expresses no definite relation but that of equality. (OLMSTED, 1832, p. 64).

ressoadores (pequenas esferas metálicas de dimensões bem determinadas com um pescoço estreito, como o de uma garrafa, por onde entra o som), propôs um método simples para determinar as frequências contidas em um som, usando o fenômeno da ressonância. Colocando seus objetos para vibrar em frequências predeterminadas foi capaz de fazer a decomposição de Fourier de um som por meio de várias ressonâncias. Também explicou a origem da música com base nas suas hipóteses fisiológicas (DORIA, 2006). Como complementação de seus estudos publicou, em 1862, *On the sensations of tone*. Em 1896 Lord Rayleigh no volume II do seu livro *The theory of sound* dedica um capítulo para o estudo das teorias da audição (RAYLEIGH, 1945).

Ainda nessa área de investigação, em 1860, Gustav Theodor Fechner (1801-1884), após dez anos de estudos, publica *Elementos of psychophysics*. Fechner, que era filósofo, físico e matemático brilhante, passa por problemas sérios de saúde que o afastam de sua carreira de físico, levando-o a voltar seu espírito para novos problemas. Ele considerava que a ciência e a tecnologia haviam tornado os homens materialistas e indiferentes às coisas espirituais, e que se conseguisse medir os estados de espírito (sensações subjetivas) provaria a unidade indissolúvel do mundo material e espiritual (STEVENS, 1968).

Na tentativa de resolver seu problema, ele estudou os trabalhos de Ernest H. Weber (1795-1878), médico alemão considerado um dos fundadores da psicologia experimental<sup>17</sup>. Weber, em suas experiências em 1829, havia descoberto que uma pessoa sujeita a dois estímulos estreitamente ligados não era capaz de diferenciá-los a não ser que o segundo estímulo diferisse do primeiro em uma proporção fixa. Por exemplo, o ouvido humano só é capaz de identificar a diferença entre sons de intensidade diferentes se estas forem de, no mínimo, 25%. Se a diferença da intensidade fica dentro desses 25%, a pessoa que ouve afirma que as intensidades são iguais. Weber considerava que uma diferença de 25% produz uma “diferença apenas perceptível” (STEVENS, 1968).

Fechner, considerando que seria impossível medir diretamente a magnitude da sensação humana a um estímulo, utiliza as ideias de Weber para encontrar uma solução para essa dificuldade. “Diferenças apenas perceptíveis” (DAP) podiam ser medidas. A ciência podia determinar os estímulos exatos necessários para gerar uma diferença entre duas

---

<sup>17</sup>O teste de Weber utilizado para avaliar a perda de audição condutiva unilateral e a perda auditiva neurossensorial unilateral recebeu esse nome em sua homenagem.

sensações. Em seu livro, ele formula uma lei na tentativa de estabelecer uma relação entre a quantitativa de excitação e a intensidade da sensação no corpo humano (STEVENS, 1968).

Segundo Fechner, enquanto o estímulo é aumentado multiplicativamente, a sensação é aumentada aditivamente. No caso do som, por exemplo, cada vez que a intensidade do som é dobrada, a sensação é acrescida de um grau. Essa relação matemática é chamada de logarítmica e a lei de Fechner pode ser reescrita da seguinte forma: a sensação cresce como o logaritmo do estímulo<sup>18</sup>. Apesar de a lei ter sido chamada de lei de Weber pelo seu autor, ela ficou conhecida como lei de Fechner-Weber. A abrangência da lei não se restringe às sensações sonoras e pode ser utilizada nas sensações do paladar, do tato e do olfato. A lei de Fechner foi, durante quase um século, considerada a base da teoria psicofísica, sendo repetida pelos livros, citada pelos professores e estudada pelos engenheiros na tentativa de aplicá-la. Os engenheiros que trabalhavam com acústica buscavam um meio de medir a altura do som e nessa busca constataram algumas das limitações da lei de Fechner (STEVENS, 1968).

Importantes pesquisas nesse sentido foram realizadas por Harvey Fletcher (1884-1981), físico americano, diretor de pesquisa do Laboratório Bell Telephone System. Por volta de 1923, ele publica um longo trabalho sobre a medida física da audição onde explica que as escalas logarítmicas eram mais convenientes para o cálculo dessa medida, não apenas em consequência das descobertas de Fechner, mas, sobretudo, da variação muito grande dos valores capazes de provocar a sensação auditiva (NEPOMUCENO, 1977; STEVENS, 1968).

Nessa mesma época, as companhias que trabalhavam com comunicações telefônicas passavam por problemas quanto aos critérios para estabelecer as vantagens que seus sistemas apresentavam em relação à concorrência. Existia uma linha de transmissão diferente para cada companhia e não existiam critérios que permitissem identificar qual a atenuação ou eficiência que cada linha apresentava. Em uma reunião em âmbito nacional, nos Estados Unidos da América, ficou determinado que uma determinada linha passaria a ser o padrão de atenuação. A linha foi depositada em Genebra e a atenuação foi definida em função da energia aplicada em um dos extremos da linha e da energia medida no extremo oposto. A essa atenuação denominou-se bel em homenagem a A. G. Bell. A definição do bel foi estabelecida como:

---

<sup>18</sup>A equação de Fechner pode ser escrita como  $S = k \log I$  onde S representa a sensação, I a intensidade do estímulo e k é uma constante.

$$nBels = \frac{\log I_1}{I_{ref}} = \frac{10 \log I_1}{I_{ref}} \text{decibels}$$

A energia de uma variável (voz humana, pulsos para computador, qualquer sinal elétrico) aplicada à entrada da linha de transmissão de referencia com a intensidade  $I_{ref}$  dará no outro extremo da linha um sinal  $I_1$ . A relação logarítmica na base 10 entre os dois sinais fornece o número de bels da atenuação da linha. Essa mesma relação foi utilizada para medir a sensação da intensidade sonora em relação ao estímulo provocado (NEPOMUCENO, 1977).

Fletcher, em 1921, indica que na maioria dos problemas de engenharia o interesse dos estudiosos é encontrar soluções para o homem típico, no que diz respeito ao som, um homem que tenha condições típicas de audição. Fazendo essa consideração, ele afirma que em experimentos em que o número de decibéis foi aumentado além do valor padrão, essa escala mostrou-se inadequada para ser tomada como base na medida do volume do som. Em 1924, em um artigo publicado por Steinberg, Fletcher mostra os efeitos observados quando se eliminam determinadas faixas de frequência em relação ao volume do som. Em 1925, Steinberg desenvolveu uma fórmula para calcular o volume de algum som complexo.

Na década de 1930, Fletcher e Munson estabeleceram uma escala em que a sensação subjetiva de um som era dada em função da intensidade (volume) e da frequência em que o som atingia o ouvido. Essa sensação subjetiva, fornecida por meio da escala proposta por esses cientistas, foi denominada audibilidade. O procedimento desenvolvido foi o de estabelecer uma escala de nível de audibilidade, tendo como zero a frequência de 1 kHz e em um nível de intensidade, ou pressão sonora, que estabelecesse o limiar zero da sensação auditiva. Esse valor ficou estabelecido como sendo o 0 dB a 1 kHz. A frequência e a intensidade foram sendo variadas nos fones de modo a atingir o limiar inferior de audibilidade. Com esses valores foi traçada a curva que chamamos de curva limiar de audibilidade. O conjunto de curvas para diferentes frequências ilustra o comportamento do ouvido em função da frequência e da intensidade ou nível de pressão do som incidente. Uma das conclusões do estudo de Fletcher e Munson é de que a sensação que se tem de um som complexo depende essencialmente da intensidade e que uma grande diminuição da

intensidade tem como consequência uma atenuação relativamente grande nos tons de baixa frequência (NEPOMUCENO, 1977; STEVENS, 1968).

Na mesma década, experiências realizadas na Universidade de Harvard estabeleceram um novo processo para fixar uma nova escala de magnitude para as sensações, em que se inclui a altura do som, chamada cálculo da magnitude. Essa escala foi denominada por seus criadores de escala dos “sones”. Um sone é a altura de um tom de 1.000 ciclos com uma intensidade de 40 decibéis (STEVENS, 1968).

Outra área que teve grande desenvolvimento nas pesquisas em acústica foi aquela que se dedicou ao estudo dos espaços fechados. Apesar de existirem trabalhos nessa área desde a Grécia antiga, foi com Wallace Clement Sabine (1868-1919), físico norte-americano, que teve início o que se pode chamar de arquitetura acústica moderna. Em 1898, ele publica o livro *Architectural acoustics*, onde apresenta a ideia de que em uma sala reverberante a média da energia sonora por unidade de volume é constante, o que permite deduzir uma expressão analítica para obtenção do tempo de reverberação. Em 1930, Carl F. Eyring (1889-1951), físico norte-americano, estende a hipótese de Sabine para salas não reverberantes. Em 1951, H. Haas constata que é necessária uma diferença de 35 ms, para que o ser humano possa distinguir a chegada de dois sons. Tal efeito ficou conhecido por efeito de Haas ou efeito de precedência, e é de vital importância para a estereofonia de salas. Em 1962, Leo Leroy Beranek publica *Music, acoustics and architecture*, onde relaciona conceitos subjetivos da qualidade acústica de uma sala com características objetivas.

### 3.2 EVOLUÇÃO DAS MATRIZES CURRÍCULARES DOS CURSOS DE ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL E A DISCIPLINA DE CONFORTO AMBIENTAL – MÓDULO T12

*Arquitetura funcional*

*Não gosto da arquitetura nova  
Porque a arquitetura nova não faz casas velhas  
Não gosto das casas novas  
Porque as casas novas não têm fantasmas  
E, quando digo fantasmas, não quero dizer essas assombrações vulgares  
Que andam por aí...  
É não-sei-quê de mais sutil  
Nessas velhas, velhas casas,  
Como, em nós, a presença invisível da alma... Tu nem sabes  
A pena que me dão as crianças de hoje!  
Vivem desencantadas como uns órfãos:  
As suas casas não têm porões nem sótãos,  
São umas pobres casas sem mistério.  
Como pode nelas vir morar o sonho?  
O sonho é sempre um hóspede clandestino e é preciso  
(Como bem sabíamos)  
Ocultá-lo das visitas  
(Que diriam elas, as solenes visitas?)  
É preciso ocultá-lo dos confesores,  
Dos professores,  
Até dos Profetas  
(Os Profetas estão sempre profetizando outras coisas...)  
E as casas novas não têm ao menos aqueles longos, intermináveis corredores  
Que a Lua vinha às vezes assombrar!*

Mario Quintana

Antes de ser ensinado um saber precisa ser designado, entre tantos saberes produzidos pelos cientistas, como relevante para estar entre os que serão expostos na escola, ou seja, o saber precisa ser designado como objeto a ser ensinado.

Esse processo é realizado pela noosfera quando produz e organiza as diretrizes, das matrizes curriculares e as grades de uma disciplina ou de um curso. A transposição didática realizada pela noosfera, nesse processo, é influenciada pelo tipo de sociedade de que a noosfera faz parte e de como estão constituídos os órgãos que administram o estado e o sistema educativo, entre outros fatores.

Nesse item mostramos como esse processo aconteceu para a inclusão da disciplina de Conforto Ambiental nos cursos de Arquitetura e Urbanismo no Brasil e as ações que atribuíram, para o âmbito dessa disciplina, o estudo dos conceitos relacionados à física em especial aos conceitos de acústica.

### 3.2.1 O ensino de arquitetura e as grades curriculares ao longo do século XX

O ensino da disciplina de arquitetura, no Brasil, aconteceu de forma formal a partir de 1774 quando é incluída a cadeira de Arquitetura Militar nas Aulas do Regimento de Artilharia (SOUSA, 2001; PATACA, 2006). Junto com as mudanças de nome: Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho (1792); Academia Real Militar (1811); Imperial Academia Militar (1833) e Escola Militar (1839); Escola Central (1858); Escola Politécnica (1874), a instituição passa por constantes reformas em seu ensino que incluem mudanças nas disciplinas de Arquitetura.

Durante todo esse período, a formação do arquiteto e engenheiro teve como principais deficiências a severidade na fisionomia dos edifícios projetados, o excesso de ênfase na visão racionalista e utilitária no momento de idealização do projeto e a falta de beleza e criatividade. Essas deficiências provavelmente eram provocadas pelo pouco tempo dedicado ao aprendizado da arquitetura, principalmente no que dizia respeito à estética arquitetônica e ao perfil racionalista próprio do engenheiro (SOUSA, 2001).

A partir de 1870, escolas politécnicas passam a ser criadas no Brasil, nos moldes da escola francesa, para a formação e consolidação de uma elite técnica e científica capaz de responder a uma perspectiva de modernização na vida brasileira. O modelo politécnico configura a formação e a reprodução, por meio do sistema de ensino, de uma camada intelectual que se caracterizaria pela “competência técnica” e científica para atuar no campo das engenharias e constituir um domínio de ação de novas categorias sociais que se opunham à predominância do bacharel e do beletrista<sup>19</sup> (Os politécnicos abririam os caminhos para a emergência mais tarde dos cientistas, pesquisadores, professores (não mais os lentes) e outros (HANBURGER, 1996). Entre 1894 e 1914 fundaram-se no país dez escolas politécnicas, na maioria das quais teve início a diplomação de engenheiros civis e, mediante uma rápida

---

<sup>19</sup> Pessoa que cultiva as belas-letas. (Dicionário Aurélio, 2010)

formação em composição arquitetônica e em estilos, de engenheiros-arquitetos (DURAND, 1991).

Além da escola militar o ensino de arquitetura também era oferecido na Escola Real de Ciências, Artes e Ofícios (1816), que passou a se chamar em 1826, Academia Imperial de Belas Artes do Rio de Janeiro. Em 1889 a Academia muda de nome passando a se chamar Escola Nacional de Belas Artes (ENBA).

Segundo Durand (1991), as mudanças sociais e econômicas acontecidas no Brasil, no início do século XIX, como a substituição dos escravos por trabalhadores livres normalmente imigrantes europeus, a intensificação da industrialização, a transferência dos proprietários rurais para as cidades e a expansão da classe média urbana e, conseqüentemente, o progresso da construção civil, contribuíram para levar a ENBA a um fortalecimento do seu curso de Arquitetura. O número de formandos aumenta de três (1890-1900) para 450 em 1929. Além do número de formandos, o perfil dos alunos e professores também muda. A classe alta passa a interessar-se pelo curso.

A arquitetura não era disciplina central na ENBA nem nas faculdades de engenharia, e as matrizes curriculares acatavam o ecletismo estilístico, tal como acontecia em outros países (DURAND, 1991).

No final do século XIX, o Instituto Politécnico Brasileiro fez uma análise sobre o ensino de arquitetura no Brasil. Para o curso desenvolvido na ENBA concluiu que:

O architecto sahido da Academia das Bellas Artes não tem noção alguma de resistência dos materiaes, e muito menos de sua structura, composição chimica e applicações racionaes, além da natureza dos terrenos, das condições de hygiene, ventilação, aquecimento, iluminação, canalisação de águas, esgotos, etc.; porque não ha curso algum de sciencias physucas e naturaes, resistência dos materiaes, hydraulica e drenagem; [...]Um tal programma, tão manifestamente defficiente oferece apenas os elementos para formar desenhistas e decoradores de edifícios, que trabalhem sob as vistas de algum engenheiros; e a Academia se reduzirá a produzir artistas para os trabalhos de algum escriptorio de engenharia. (SOUZA, 2001)

Para os arquitetos-engenheiros, a avaliação foi a seguinte:

Comquanto não tenha um curso artístico de architettura sufficientemente desenvolvido, é todavia o único estabelecimento de instrucção technica que está nas condições de formar architectos, capazes de construir.

Segundo essas avaliações em nenhuma das duas escolas a formação dava conta das questões técnicas ligadas às artísticas.

Em 1930, com a chegada de Getúlio Vargas ao poder com suas ideias de modernidade, desenvolvimento e mudanças inclusive na educação, uma nova fase no ensino de arquitetura se inicia.

As mudanças iniciam-se um pouco antes da posse de Vargas com inauguração da Semana de Arte Moderna (1922) e a vinda ao Brasil de Le Corbusier<sup>20</sup> (1929). Na semana de Arte Moderna foram apresentadas novas ideias e novos conceitos artísticos e Le Corbusier trouxe em na bagagem sua visão modernistas da arquitetura (MONTEIRO, 2007).

Em 1930, Getúlio Vargas assume o poder e entre suas metas está a de reformular as diretrizes educacionais como parte de seu projeto de modernização do país. Com esse intuito, cria o Ministério de Educação e Saúde Pública, tendo como ministro Francisco Campos. Em 11 de abril de 1931, é sancionado o projeto de Reforma do Ensino Superior.

Por indicação de Vargas, Lúcio Costa<sup>21</sup> assume a direção da Escola Nacional de Belas Artes em dezembro de 1930 e tenta impor uma nova filosofia de ensino ligada ao modernismo. Acreditava que o curso de arquitetura precisava de uma mudança radical. Suas reformas apresentavam uma forte orientação modernista, contrariando parte do corpo docente da escola, que ainda era vinculado com ideias conservadoras. Lucio costa considerava que um dos “pontos nevrálgicos do ensino de Arquitetura consistia na desvinculação existente entre o ensino artístico e o técnico-científico, que ainda persista no modelo acadêmico” (SANCHES, 2005). Após vários desentendimentos com os professores da ENBA, Lúcio Costa é substituído em setembro de 1931 por Archimedes Memória, que fica na direção da escola até 1937.

Entre os anos de 1933 e 1945, intensas discussões e negociações são feitas para a desvinculação do curso de Arquitetura da Escola Nacional de Belas Artes e a criação da Faculdade Nacional de Arquitetura (FNA). Sua criação, em 1945, definiu simbolicamente o surgimento dos cursos autônomos na área de Arquitetura. A legislação que criou a FNA

---

<sup>20</sup> (La Chaux-de-Fonds, 6 de Outubro de 1887 — Roquebrune-Cap-Martin, 27 de Agosto de 1965) foi um arquiteto, urbanista e pintor francês de origem suíça. É considerado juntamente com Frank Lloyd Wright, Alvar Aalto, Mies van der Rohe e Oscar Niemeyer, um dos mais importantes arquitetos do século XX.

<sup>21</sup> (Toulon, França, 27 de fevereiro de 1902 — Rio de Janeiro, 13 de junho de 1998) Autor do Plano Piloto de Brasília, uma das maiores realizações urbanísticas do século, foi um pioneiro na moderna arquitetura brasileira.

organizou uma nova matriz curricular para o curso e tornou sua matriz obrigatória para os demais cursos de Arquitetura do país (SANTOS JÚNIOR, 2001).

O

Quadro 2 mostra a evolução das grades curriculares da Faculdade Nacional de Belas Artes de 1924 até 1945 quando o curso se desvinculou dessa instituição e tornou Faculdade Nacional de Arquitetura.

Na grade de 1924, temos disciplinas específicas para o estudo de matemática (geometria descritiva, desenho, geometria analítica e cálculo). Em 1931 temos a inclusão da disciplina Física Aplicada às Construções – Higiene da Habitação. Em 1933 em seu lugar passam a existir duas disciplinas com as denominações de Física Aplicada e Higiene da Habitação - Saneamento das Cidades. Essas disciplinas são mantidas na grade de 1945 (utilizada como padrão para todos os cursos de arquitetura do país).

Analisando as grades do

Quadro 2 pode-se inferir que os conceitos relacionados às condições de conforto, incluindo o acústico, poderiam ser trabalhados nas disciplinas relacionadas à higiene, dependendo do enfoque dado a conforto; de materiais, se considerarmos o estudo de materiais mais adequados para a construção; ou física aplicada, para o estudo dos conceitos relacionados à temperatura, à luz e ao som. Na grade de 1924, temos a disciplina de Materiais de Construção, Tecnologia, Processos Construção e Higiene Edifícios que em 1931 é desmembrada em Materiais de Construção – Terrenos e Física Aplicada às Construções - Higiene da Habitação. Em 1933, temos Materiais de Construção - Terrenos e Fundações; Física Aplicada e Higiene da Habitação - Saneamento das Cidades. Em 1945, Materiais de Construção; Física Aplicada e Higiene da Habitação e Saneamento das Cidades.

As mudanças continuaram e entre os anos de 1945 e 1955, houve a consolidação da autonomia dos cursos de Arquitetura em relação ao de Belas Artes e Engenharia e a criação

	Grade Curricular da Escola Nacional de Belas Artes - 1924	Grade Curricular da Escola Nacional de Belas Artes - 1931	Grade Curricular da Escola Nacional de Belas Artes - 1933	Grade Curricular da Faculdade Nacional de Arquitetura – 1945
1º ano	Desenho de Elementos de Arquitetura	Arquitetura Analítica (1ª parte)	Arquitetura Analítica (1ª parte)	Arquitetura Analítica (1ª parte)
	Desenho Figurado	Desenho (1ª parte)	Desenho (1ª parte)	Desenho Artístico
	<b>Geometria Descritiva e noções de sombras e perspectiva</b>	Elementos Construção-Tecnologia-Materiais-Orçamentos	<b>Geometria Descritiva</b>	<b>Geometria Descritiva</b>
		Geometria Descritiva, Aplicação às Sombras, Perspectiva, Estereotomia	<b>Matemática Superior</b>	História da Arte
		<b>Matemática Superior: geometria analítica, diferencial/integral.</b>	Materiais de Construção - Terrenos e Fundações	<b>Matemática Superior</b>
		Modelagem (1ª parte)	Modelagem (1ª parte)	

de novas faculdades de Arquitetura por todo o país (MONTEIRO, 2007).

Quadro 2 - Grades do curso de Arquitetura da Escola de Belas Artes/Faculdade Nacional de Arquitetura entre os anos de 1924 e 1945

4º ano	Composição de Arquitetura	Artes Aplicadas - Tecnologia e Composição (2ª parte)	Arte Decorativa (2ª parte)	Arquitetura no Brasil
	História da Arte e Estética	Composição de Arquitetura (grau médio)	História da Arte (2ª parte)	Concreto Armado
	História e Teoria da Arquitetura	Estilo	Pequenas Composições de Arquitetura (2ª parte)	Grandes Composições de Arquitetura (1ª parte)
	Legislação das Construções. Topografia	<b>Física Aplicada às Construções - Higiene da Habitação</b>	Sistema e Detalhes de Construção (2ª parte)	<b>Higiene da Habitação e Saneamento das Cidades</b>
	Modelagem Ornamental	Teoria de Arquitetura (2ª parte)	Teoria e Filosofia da Arquitetura (1ª parte)	Legislação e Economia Política

2º ano	Composição de Elementos de Arquitetura	Arquitetura Analítica (2ª parte)	Arquitetura Analítica (2ª parte)	Arquitetura Analítica (2ª parte)
	Desenho de Modelo Vivo (preliminar)	Desenho (2ª parte)	Desenho (2ª parte)	Composição de Arquitetura (1ª parte)
	<b>Geometria Analítica e Cálculo</b>	Materiais de Construção - Terrenos	Elementos de Construção - Noções de Topografia	<b>Materiais de Construção</b>
	Mecânica. Grafoestática. Resistência dos Materiais	Modelagem (2ª parte)	Modelagem (2ª parte)	Mecânica Racional
	Modelagem Ornamental	Resistência Materiais-Grafoestática-Estabilidade Constr. (2ª parte)	Perspectiva - Sombras - Estereotomia	Sombras, Perspectiva e Estereotomia
	Perspectiva e Sombras	Sistemas e Detalhes de Construção (1ª parte)	Resist.Materiais-Grafo-estática-Estabilidade Construções (1ª parte)	Teoria da Arquitetura
3º ano	Composição Decorativa	Artes Aplicadas - Tecnologia e Composição decorativa (1ª parte)	Arte Decorativa (1ª parte)	Composição de Arquitetura (2ª parte)
	Estabilidade das Construções	Composição de Arquitetura (grau mínimo)	História da Arte (1ª parte)	Composição Decorativa
	Estereotomia	História das Belas Artes	Pequenas Composições de Arquitetura (1ª parte)	<b>Física Aplicada</b>
	História da Arte e Estética	Resistência - Grafoestática - Estabilidade Construções (2ª parte)	Resistência Materiais-Grafo-estática-Estabilidade Construções (2ª parte)	Resistência dos Materiais e Estabilidades nas Construções
	Material Construção. Tecnologia. Processos Construção Higiene Edifícios	Sistemas e Detalhes de Construção (2ª parte)	Sistema e Detalhes de Construção (1ª parte)	Técnica da Construção e Topografia
	Modelagem Ornamental	Teoria de Arquitetura (1ª parte)		

A eleição de Juscelino Kubitscheck, em 1955, e o lançamento de seu Plano de Metas, que criou Brasília, levaram a uma exaltação do discurso sobre a importância social da Arquitetura, capaz de expressar a nova imagem do país, que passava da sociedade agroexportadora para a urbano-industrial (SALVATORI, 2008).

A partir de 1955 aconteceram vários encontros nacionais de professores, estudantes e profissionais da Arquitetura, com o intuito de rever as bases do ensino de Arquitetura.

Já em 1958, a presença, a contribuição e a responsabilidade dos arquitetos nas

5º ano	Composição de Arquitetura	Composição de Arquitetura (grau máximo)	<b>Física Aplicada</b>	Grandes Composições de Arquitetura (2ª parte)
		Legislação - Contratos e Administração - Economia Política	Grandes Composições de Arquitetura (1ª parte)	Organização do Trabalho e Prática Profissional
		Topografia - Arquitetura Paisagista	<b>Higiene da Habitação - Saneamento das Cidades</b>	Sistemas Estruturais
		Urbanismo	Teoria e Filosofia da Arquitetura (2ª parte)	Urbanismo e Arquitetura Paisagista
6º ano	Composição de Arquitetura		Grandes Composições de Arquitetura (2ª parte)	
			Legislação - Noções de Economia Política	
			Prática Profissional e Organização do Trabalho	
			Urbanismo - Arquitetura Paisagista	

Fonte: Sanches (2005)

Fonte: Sanches (2005)

Fonte: Sanches (2005)

Fonte: Monteiro (2007)

grandes tarefas de planificação e construção do Brasil eram tão grandes e tão importantes, que este ano ficou marcado por duas ocorrências significativas que iniciaram um novo período de atuação política dos arquitetos brasileiros: em primeiro lugar, as reivindicações por uma nova regulamentação profissional apresentada na forma de projeto de lei ao então presidente da República Juscelino Kubitscheck, e, conseqüência disto, em segundo lugar, o 1º Encontro Nacional de Estudantes e Arquitetos, no qual foram examinadas, pela primeira vez em escala nacional, as relações entre o ensino e a profissão. (MILAN, 1962, apud SANTOS JUNIOR, 2001, p.101)

A relação ensino-profissão acompanhou o processo de evolução das orientações que regularam, ao longo da história, as questões profissionais e de ensino ligadas aos cursos de Arquitetura. Foram discutidas a partir de 1955 questões ligadas a definição de novas matrizes curriculares, novas estruturas e práticas didático-pedagógicas mais adequadas à ampliação das atribuições e de novas demandas para a atuação profissional.

O Quadro 3 apresenta as grades da Faculdade Nacional de Arquitetura nos anos de 1948 a 1969.

Quadro 3 - Grades do curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Nacional de Arquitetura nos anos de 1948, 1958 e 1969

<b>Faculdade Nacional de Arquitetura - Curso de Arquitetura e Urbanismo</b>		
<b>Regimento criado pelo Conselho Universitário 9 dezembro 1948</b>	<b>Projeto Reforma Ensino Arquitetura e Urbanismo (8/1957 a 10/1958)</b>	<b>Reforma do Ensino do Curso de Arquitetura - 1969</b>
<b>Arquitetura/Urbanismo - cadeira</b>	<b>Arquitetura/Urbanismo - cadeira</b>	<b>Arquitetura - cadeira</b>
<b>1º ano</b>	<b>1º ano</b>	<b>DARF</b>
Matemática Superior	Matemática Superior	Desenho Artístico (I, II)
Geometria Descritiva	Geometria Descritiva	Plástica (I, II)
História da Arte - Estética	Desenho Artístico	Teorias da Percepção (I)
Desenho Artístico	Plástica	Geometria Descritiva (I, II)
Arquitetura Analítica (1ª parte)	Arquitetura Analítica e Histórica (1ª parte)	Perspectiva (I)
Modelagem (1 parte)	Sociologia	Desenho de Arquitetura (I)
	<b>ARQUITETURA - CADEIRA</b>	<b>DTC</b>
<b>2º ano</b>	<b>2º ano</b>	Tecnologia da Construção 1 (I)
Mecânica Racional - Grafoestática	Mecânica Racional	Tecnologia da Construção 2 (I, II, III)
Sombras - Perspectiva - Estereotomia	Sombras - Perspectiva - Estereotomia	Tecnologia da Construção 3 (I, II)
Materiais de Construção - Estudo do Solo	Materiais de Construção - Estudo dos Solos	<b>Física Aplicada</b>
Teoria da Arquitetura	Teoria da Arquitetura	<b>DE</b>
Arquitetura Analítica (2ª parte)	Arquitetura Analítica e Histórica (2ª parte)	Composição e Modelagem das Estruturas (I)
Composição de Arquitetura (1ª parte)	Elementos de Arquitetura - Detalhes de Construção	Estática dos Corpos Rígidos (I)
<b>3º ano</b>	<b>3º ano</b>	Estática dos Corpos Elásticos (I)
Resistência dos Materiais- Estabilidade das Construções	Resistência dos Materiais- Estabilidade das Construções	Estruturas Metálicas, de Madeira e de Concreto Armado (I, II, III)
Técnica da Construção - Topografia		Análise Experimental, Composição Estrutural (I, II)
<b>Física Aplicada</b>	Técnica da Construção - Topografia	<b>DHT</b>
Composição Decorativa	<b>Física Aplicada</b>	História da Arquitetura (I, II, III)
Composições de Arquitetura (2ª parte)	Composição Decorativa	História das Artes (I, II)
	Pequenas Composições de Arquitetura	Teoria da Arquitetura (I, II)
	História da Arte-Estética	Arquitetura no Brasil (I, II)

<b>4º ano</b>	<b>4º ano</b>	Estudos Sociais
Concreto Armado	Concreto Armado	<b>DPA</b>
Legislação - Economia Política	Legislação - Economia Política	Legislação e Organização (I)
<b>Higiene da habitação - Saneamento das Cidades</b>	<b>Higiene da Habitação - Saneamento das Cidades</b>	Planejamento de Arquitetura (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII)
Arquitetura no Brasil	Arquitetura no Brasil	Planejamento de Interiores (I, II)
Grandes Composições de Arquitetura (1 parte)	Grandes Composições de Arquitetura (1ª parte)	<b>DPUR</b>
<b>5º ano</b>	<b>5º ano</b>	Planejamento Urbano e Regional (I, II)
Sistemas Estruturais	Sistemas Estruturais	Planejamento Paisagístico (I)
Organização do Trabalho - Prática Profissional	Organização do Trabalho - Prática Profissional	<b>URBANISMO - CADEIRA</b>
Urbanismo - Arquitetura Paisagista	Urbanismo - Arquitetura Paisagista	<b>DPG</b>
Grandes Composições de Arquitetura (2 parte)	Grandes Composições de Arquitetura (2ª parte)	Teoria Geral do Planejamento e Ciência Regional
		Economia Urbana
<b>Urbanismo - cadeira</b>	<b>Urbanismo - cadeira</b>	Sociologia Urbana Direito Urbano
<b>1º ano</b>	<b>2º ano</b>	Geografia Urbana e Regional
Teoria e Prática dos Planos de Cidades (1ª parte)	Topografia - Climatologia	Urbanologia
Evolução Urbana (1ª parte)	Sombras – Perspectiva	<b>DPU</b>
Urbanologia - Estatística - Documentação Urbanística	Estática das Construções (1ª parte)	Planejamento Físico
Técnica Sanitária Urbana - Serviços de Utilidade Pública	Técnica da Construção e Elementos de Arquitetura	Engenharia de Tráfego
	Composição de Arquitetura (1ª parte)	Engenharia Urbana
<b>2º ano</b>	<b>3º ano</b>	Comunicações e Transporte
Teoria e Prática dos Planos de Cidades (2ª partes)	Estática das Construções (2ª parte)	Paisagismo
Evolução Urbana (2ª parte)	Composição de Arquitetura (2ª parte)	Planejamento Econômico
Arquitetura Paisagista	Fundamentos Econômicos dos Planos das Cidades	Planejamento Social
Organização Social das Cidades	Teoria e Prática do Planejamento Urbano (1ª parte)	Planejamento Institucional

Administração Municipal	Planejamento Regional	
	<b>4º ano</b>	
	Evolução Urbana (1ª parte)	
	Saneamento Urbano e Rural	
	Urbanologia e Estatística	
	Arquitetura Paisagista	
	Teoria e Prática do Planejamento Urbano (2ª parte)	
	<b>5º ano</b>	
	Evolução Urbana (2ª parte)	
	Serviços de Utilidade Pública	
	Organização Econômica e Social das Cidades	
	Administração Municipal	

Essas grades são emblemáticas no que se refere à estrutura escolhida como adequada, pela noosfera, para a distribuição das disciplinas no curso de Arquitetura, já que serviam de padrão para todos os cursos do país. O ensino dos conceitos de Física era feito em uma única disciplina chamada Física Aplicada. Aparece também a disciplina de Higiene da habitação - Saneamento das Cidades que mais tarde será substituída pela disciplina de Conforto Ambiental.

A indicação de implantação de uma matriz curricular comum nacional para os cursos de Arquitetura resultou de encontros ocorridos entre 1958 e 1962. Nesses encontros foram propostas resoluções para a

A experiência brasileira em matéria de Currículo Mínimo para a formação de arquitetos resume-se a dois casos. Primeiro, o período entre 1945 e 1962, em que as escolas todas do país deviam tomar como modelo o currículo da Faculdade Nacional de Arquitetura, da antiga Universidade do Brasil. Durante a década de 50 ficou perfeitamente claro que pouco poderia ser feito em termos de renovação de estruturas curriculares e metodológicas de ensino/aprendizado enquanto as escolas continuassem constringidas a adotar o modelo da FNA. Uma campanha de quase um decênio, em que se deram meia dúzia de ENCONTROS NACIONAIS DE ARQUITETOS, PROFESSORES E ESTUDANTES DE ARQUITETURA, Conduziu à formulação de um autêntico Currículo Mínimo, proposto pelo ENCONTRO em São Paulo em 1962 e nesse mesmo ano aprovado pelo Conselho federal de educação. O Currículo Mínimo vigente, no fundamental, apresenta as características daquele que arquitetos, estudantes e professores de arquitetura - representando todas as escolas do país - propuseram em 1962. (CEAU-FAU-USP, 1979 apud SANTOS JÚNIOR, 2001, p. 128).

O currículo mínimo de 1962 definia uma conexão direta entre a esfera do ensino e a da atividade profissional. A ideia quando de sua criação era a da

[...] estruturação de um núcleo comum de conhecimentos predefinidos, destinados a garantir uma homogeneidade de formação profissional, condição necessária para a promoção de uma capacitação única em todo o país. Somava-se a este núcleo mínimo uma superfície variável de conhecimentos complementares voltados para a incorporação de experimentações motivadas por interesses regionais ou por eventuais interesses de aprofundamentos específicos registrados em cada curso. (SANTOS JÚNIOR, 2001, p.160).

Tinha como objetivo

[...] atender aos requisitos estabelecidos pela regulamentação legal da profissão, que pressupunha, como condição exclusiva para o exercício profissional, a obtenção do diploma - atestado da aquisição dos conhecimentos necessários para a prática profissional ao longo da educação escolarizada do arquiteto e urbanista. [...] procurava, através da liberdade para a incorporação de novos conteúdos vocacionados, contemplar a expressão das diferenças nas orientações dos cursos, garantindo a manifestação das diversidades regionais e das tradições culturais do país. (SANTOS JÚNIOR, 2001, p. 159).

O currículo mínimo era constituído pelas seguintes matérias: cálculo, física aplicada, resistência dos materiais e estabilidade das construções, desenho e plástica, geometria descritiva, materiais de construção, técnica da construção, história da Arquitetura e da arte, teoria da Arquitetura, estudos sociais e econômicos, sistemas estruturais, legislação, prática profissional e deontologia, evolução urbana, composição arquitetônica de interiores e exteriores e planejamento.

Em 1968, acontece um fórum na Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo (FAU) em que é proposta uma reformulação do currículo de 1962 na tentativa de promover maior integração das disciplinas com as atividades do ateliê, além de consolidar propostas didático-pedagógicas inovadoras. Os resultados do fórum fizeram com que a organização curricular da FAU fosse adotada em muitas faculdades do país (SANTOS JÚNIOR, 2001).

Em 1969, o regime militar, em meio à adoção de novos currículos mínimos para os cursos superiores, promulga o currículo mínimo para o ensino de Arquitetura e Urbanismo.

Os mínimos de conteúdo e duração a serem observados nos cursos foram fixados a partir do entendimento do Currículo Mínimo como o núcleo de matérias considerado o mínimo indispensável para adequada formação profissional, a serem desdobradas em disciplinas. [...] Os conteúdos presentes no Currículo Mínimo de 1962 na forma de disciplinas passaram a ser estruturados em matérias básicas e profissionais. Essa rearticulação, assim como outros itens das normas, visava promover a adequação do

ensino de Arquitetura e Urbanismo às novas formas de organização da Universidade propostas na Reforma Universitária, possibilitando o oferecimento das matérias básicas por meio de Ciclos Básicos, Centros Universitários, etc. (SANTOS JÚNIOR, 2001, p. 80)

Por meio da Portaria SESU nº 0287, de 10 de dezembro de 1992, a Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação e do Desporto, considerando:

[...] a necessidade de se realizar estudos sobre as diversas áreas do ensino superior e suas relações com a sociedade a fim de fixar as diretrizes para o setor; considerando a necessidade de se implantar um processo permanente de acompanhamento e avaliação da educação superior com a manutenção de padrões mínimos de qualidade do ensino superior; considerando a experiência acumulada pela SESu nos trabalhos de assessoria das comissões de especialistas de ensino, com ampla participação da comunidade acadêmica, associações profissionais, científicas e organismos públicos e privados [...] ( Portaria SESU nº 0287)

resolve instituir comissões de especialistas de ensino que possam:

I – promover diagnósticos e estudos prospectivos sobre o desenvolvimento das áreas de formação científica e profissional e seus reflexos na qualidade do ensino, na produção científica e tecnológica e no mercado de trabalho; VI – promover a articulação da educação superior com as associações de ensino, profissionais, científicos, estudantis e organismos públicos e privados, visando a melhoria da qualidade do ensino (Portaria SESU nº 0287).

Essa reestruturação possibilitou uma aproximação e um diálogo direto entre o MEC, a Comissão de Especialistas de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (CEAU) e a Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura (ABEA)<sup>22</sup>.

O Quadro 4 traz uma comparação entre o currículo de 1962, 1969 e o de 1994, que já obedece às diretrizes curriculares de 1994.

Quadro 4 - Currículos de 1962, 1969 e 1994 do curso de Arquitetura e Urbanismo

Comparação entre matérias do currículo mínimo de 1962, 1969 e 1994		
Currículo de 1962	Currículo de 1969	Currículo de 1994
	<b>MATÉRIAS DE FUNDAMENTAÇÃO</b>	<b>MATÉRIAS DE FUNDAMENTAÇÃO</b>
História da Arquitetura e da Arte	Estética, História das Artes e da Arquitetura	Estética, História das Artes
Cálculo	Matemática	
<b>Física aplicada</b>	<b>Física</b>	

<sup>22</sup>“A Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo é uma entidade sem fins lucrativos reconhecida por sua intensa e responsável atuação na busca de melhoria na qualidade de ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil. Foi fundada inicialmente em novembro de 1973 como associação de escolas de arquitetura e totalmente reformulada em 1985 transformando-se em uma entidade de ensino, com novas características, muito mais democráticas permitindo a ampla participação de todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem da área de arquitetura e urbanismo e não somente seus dirigentes.”(ABEA, 2010)

Desenho e Plástica	Estudos Sociais	Estudos Sociais e Ambientais
Geometria Descritiva	Desenho e Meios de Representação e Expressão	Desenho e Meios de Representação e Expressão
	Plástica	
	<b>MATÉRIAS PROFISSIONAIS</b>	<b>MATÉRIAS PROFISSIONAIS</b>
Teoria da Arquitetura	Teoria da Arquitetura; Arquitetura Brasileira	História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo
Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções	Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções	Tecnologia da Construção
Materiais de Construção	Materiais de Construção, Detalhes e Técnicas de Construção	
	Instalações e Equipamentos	
Legislação, Prática Profissional e Deontologia	<b>Higiene da Habitação</b>	
Sistemas Estruturais	Sistemas Estruturais	Sistemas Estruturais
Composição Arquitetônica de Interiores e de Exteriores	Planejamento Arquitetônico	Projeto de Arquitetura, de Urbanismo e de Paisagismo
Técnicas da Construção		Informática Aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo
Planejamento		Planejamento Urbano e Regional
Evolução Urbana		<b>Conforto Ambiental</b>
Estudos Sociais e Econômicos		Topografia
		Técnicas Retrospectivas
		<b>TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO</b>

Fonte: Santos Junior (2001)

Fonte: Villela (2007)

Fonte: Villela (2007)

Nos currículos de 1962 e 1969 aparece a disciplina de Física que já tem no currículo de 1994 seus conteúdos diluídos na disciplina de Conforto Ambiental.

O currículo de 1994 sofreu influência de discussões promovidas PE ABEA desde 1990. Neste ano a ABEA inicia um inventário dos cursos de Arquitetura e Urbanismo. Em 1993 e 1994, de forma conjunta, a área de educação desenvolveu, previamente com os cursos, uma autoavaliação que “subsidiou, durante os seminários regionais e nacionais, a definição dos padrões de qualidade e dos requisitos estabelecidos para a abertura e funcionamento dos cursos de Arquitetura e Urbanismo.” (ABEA, 2009).

Muitas das mudanças provocadas nos currículos e grades do curso incluindo a reformulação das diretrizes dos cursos de Arquitetura e Urbanismo sofreram influencia direta

da ABEA e a CEAU por meio dos relatórios e indicações dos encontros promovidos por essas entidades. Essa influência passa pelas decisões ligadas à implantação de novas grades e indicação de permanência ou excluídas de disciplinas das grades dos cursos. No caso específico da disciplina de física e das orientações de como os seus conteúdos devem ser realocados nas outras disciplinas, essa influência foi contundente.

### 3.2.1 Diretrizes curriculares do curso de Arquitetura e Urbanismo – disciplina de Conforto Ambiental

O conceito de Conforto ambiental é amplo e subjetivo. Quando aplicado ao ambiente construído está ligado à questão básica de se proporcionar as condições necessárias de habitabilidade, utilizando-se racionalmente os recursos disponíveis. “Conforto ambiental reúne o alívio da dor e a liberdade de outras dores (comodidade), e ainda a transcendência da dor mediante o encantamento de outros sentidos” (SCHIMID, 2005).

A disciplina Conforto Ambiental<sup>23</sup> tornou-se obrigatória nos cursos de Arquitetura e Urbanismo como parte das matérias profissionais, por meio da Portaria nº 1.770, de 21 de dezembro de 1994, que estabeleceu as diretrizes curriculares do curso que foram posteriormente instituídas por meio da Resolução Nº 6, de 2 de fevereiro de 2006.

Art. 4º O curso de Arquitetura e Urbanismo deverá ensejar condições para o que futuro arquiteto e urbanista tenha como perfil:

- a) sólida formação de profissional generalista;
- b) aptidão de compreender e traduzir as necessidades de indivíduos, grupos sociais e comunidade, com relação à concepção, organização e construção do espaço interior e exterior, abrangendo o urbanismo, a edificação, e o paisagismo;
- c) conservação e valorização do patrimônio construído;
- d) proteção do equilíbrio do ambiente natural e utilização racional dos recursos disponíveis.

Art. 5º O curso de Arquitetura e Urbanismo deverá possibilitar formação profissional que revele, pelo menos, as seguintes competências e habilidades: [...]

---

<sup>23</sup> Os conteúdos elencados nas grades da disciplina de Conforto Ambiental privilegiam, na maioria das vezes, as questões básicas para proporcionar as condições de habitabilidade nas edificações.

i) o entendimento das condições climáticas, acústicas, lumínicas e energéticas e o domínio das técnicas apropriadas a elas associadas; [...]

Art. 6º Os conteúdos curriculares do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo deverão estar distribuídos em dois núcleos, e um trabalho de curso, recomendando-se sua interpenetrabilidade:

I - Núcleo de Conhecimentos de Fundamentação;

II - Núcleo de Conhecimentos Profissionais;

III - Trabalho de Curso.

§ 1º O núcleo de conhecimentos de fundamentação será composto por campos de saber que forneçam o embasamento teórico necessário para que o futuro profissional possa desenvolver seu aprendizado e será integrado por: Estética e História das Artes; Estudos Sociais e Econômicos; Estudos Ambientais; Desenho e Meios de Representação e Expressão.

§ 2º **O núcleo de conhecimentos profissionais** será composto por campos de saber destinados à caracterização da identidade profissional do arquiteto e urbanista e será constituído por: Teoria e História da Arquitetura, do Urbanismo e do Paisagismo; Projeto de Arquitetura, de Urbanismo e de Paisagismo; Planejamento Urbano e Regional; Tecnologia da Construção; Sistemas Estruturais; **Conforto Ambiental**; Técnicas Retrospectivas; Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo; Topografia. (BRASIL, 2006, grifo nosso).

Antes dessa Portaria, os conteúdos relacionados a essa disciplina eram estudados em disciplinas como: Higiene das Construções (ou Higiene Ambiental) ou Física (Física Ambiental ou Física Aplicada) (DELBIN, 2006).

Na época em que foi estabelecida a diretriz curricular do curso, um roteiro foi enviado aos coordenadores dos cursos de Arquitetura e Urbanismo para subsidiar discussões de seminários regionais da categoria. Um dos temas do roteiro enviado dizia respeito à evasão e retenção dos alunos.

Segundo o documento *Perfil da área e padrões de qualidade: expansão, reconhecimento e verificação periódica dos cursos de arquitetura e urbanismo* (BRASIL, s.d.), os indicadores apresentados revelaram uma expressiva retenção por reprovação nas disciplinas de matemática e física. Os especialistas consideraram que os dados eram preocupantes, já que esses resultados influíam de forma decisiva nos índices de retenção e evasão de alunos nos cursos. Levando em conta que a mesma reprovação não era encontrada em disciplinas que tinham como instrumental básico a matemática e a física, e que esse índice de reprovação não era encontrado em cursos cujas ementas de física tinham sido diluídas na ementa de Conforto Ambiental, concluíram que o problema da retenção não estava ligado à

falta de aptidão de boa parcela dos estudantes para essas matérias, e o que criavam essas dificuldades não eram os conteúdos e sim o método de abordagem.

Depoimentos de professores das diversas disciplinas de sistemas estruturais, concreto armado, estruturas de aço e madeira, confirmam o fato, quando afirmam não identificar deficiências expressivas de conhecimentos de física ou matemática em seus alunos. **Procedimentos didáticos inaceitáveis** verificam-se com surpreendente repetição nos cursos, quando se constata, por exemplo, a existência destas disciplinas - física e matemática - que sistematicamente reprovam 50% a 60% dos alunos, e que assim permanecem, semestre após semestre, sem que nenhuma providência seja tomada ou exigida. (BRASIL, MEC, s.d., grifo do autor).

Sugeriram, então, que

os conteúdos de matemática e física necessários ao aprendizado e à prática da Arquitetura e do Urbanismo devem ser aprofundados e incluídos nos programas relativos às matérias profissionais tais como conforto ambiental, sistemas estruturais, tecnologia da construção e do urbanismo e projeto (BRASIL, s.d.).

No mesmo documento encontra-se indicado, em seu Art. 4º, que a disciplina de Conforto Ambiental faz parte das matérias profissionalizantes do curso e, seu § 6º indica que, “Em Conforto Ambiental está compreendido o estudo das condições térmicas, acústicas, lumínicas e energéticas e os fenômenos físicos a elas associados, como um dos condicionantes da forma e da organização do espaço” (BRASIL, s.d.).

As recomendações feitas pela comissão de especialista foram acolhidas na Portaria nº 1.770, de 21 de dezembro de 1994, documento que instituiu as diretrizes curriculares do curso de Arquitetura e Urbanismo e seguidas pelos cursos, que tiraram de suas grades as disciplinas de física e alguns conteúdos de matemática.

Com a aprovação da nova Lei de Diretrizes e Base da Educação (Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996), o MEC, procurando cumprir o que determinava a LDB, publica o edital de 4 de dezembro de 1997, do MEC/SESU. Em seu item 2 indica que

a discussão das Diretrizes Curriculares deverá ser realizada de forma a integrar uma ampla parcela da comunidade interessada, legitimando o processo de discussão. Assim, é desejável a integração das IES com as Sociedades Científicas, ordens e associações profissionais, associações de classe, setor produtivo e outros setores envolvidos, através de seminários, encontros, workshops e reuniões, de forma a garantir Diretrizes Curriculares articuladas tanto às reformas necessárias à estrutura da oferta de cursos de graduação, quanto aos perfis profissionais demandados pela sociedade. (BRASIL, 1997).

No item 3.1 acrescenta que

Para cada área/curso deve ser encaminhada uma proposta específica de Diretrizes Curriculares. Embora as propostas possam ser encaminhadas de forma isolada por cada IES, é desejável que haja uma ampla integração entre diferentes IES, nas suas áreas afins, bem como com as sociedades científicas, ordens e conselhos profissionais, de forma a se consorciarem em torno de uma proposta comum a ser apresentada. Neste caso, as IES consorciadas poderão compartilhar a organização do processo de elaboração e, ao mesmo tempo, integrar suas experiências no sentido de ampliar a legitimidade da proposta de Diretrizes Curriculares. (BRASIL, 1997).

O edital determina o dia 3 de abril de 1998 como prazo limite para o envio de Diretrizes Curriculares à SESu/MEC e o edital MEC/SESU 5/98 prorroga esse prazo para 29 de maio de 1998.

No intuito de aglutinar os debates sobre as diretrizes do curso de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, o Grupo de Trabalho de Ensino de Arquitetura e Urbanismo do Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura (CONFEA) organizou, em conjunto com a ABEA e a Federação Nacional de Estudantes de Arquitetura e Urbanismo (FENEA), diversos encontros no período de fevereiro a maio de 1998, em São Paulo, Brasília, Porto Alegre e Recife. Todas as contribuições encaminhadas resultaram na proposta de Resolução das Diretrizes Curriculares para os Cursos de Arquitetura e Urbanismo, protocolada no MEC ainda em 1998 (ABEA, 2009).

A proposta enviada ao SESU foi aprovada e publicada no dia 2 de fevereiro de 2006, pela Resolução CNE/CES nº6 (BRASIL, 2006).

As diretrizes indicam, no que diz respeito ao Conforto Ambiental e à acústica, no Art. 5º e no Art. 6º:

O curso de Arquitetura e Urbanismo deverá possibilitar formação profissional que revele, pelo menos, as seguintes competências e habilidades [...], i) o entendimento das condições climáticas, acústicas, lumínicas e energéticas e o domínio das técnicas apropriadas a elas associadas; (BRASIL, 2006).

Os conteúdos curriculares do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo deverão estar distribuídos em dois núcleos, e um trabalho de curso, recomendando-se sua interpenetrabilidade [...] § 2º o núcleo de conhecimentos profissionais será composto por campos de saber destinados à caracterização da identidade profissional do arquiteto e urbanista e será constituído por: Teoria e História da Arquitetura, do Urbanismo e do Paisagismo; Projeto de Arquitetura, de Urbanismo e de Paisagismo; Planejamento Urbano e Regional; Tecnologia da Construção; Sistemas Estruturais; Conforto Ambiental; Técnicas Retrospectivas; Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo; Topografia. (BRASIL, 2006).

Todas essas discussões, realizadas pelas entidades de classe em parceria com o MEC, têm também embasado os instrumentos regulatórios e de avaliação pelos quais a área de Arquitetura e Urbanismo têm passado (ABEA, 2009).

No que diz respeito ao ensino de Conforto Ambiental nos cursos de Arquitetura, Delbin (2006), citando Bittencourt e Toledo (1997), Viana (2001) e Kowaltowski e Labaki (1993) afirmam que desde 1994, quando foi realizado o 2º Encontro de Professores de Conforto Ambiental em João Pessoa, já se apontavam alguns problemas relacionados ao ensino dessa disciplina. Vários professores relataram que, apesar de seus esforços, muitos dos ex-alunos, quando formados, não se preocupavam com as questões relacionadas ao conforto quando da realização de seus projetos. Delbin afirma que os problemas encontrados no ensino da disciplina podem estar relacionados ao método utilizado nas aulas. Indica ainda que em pesquisa realizada com profissionais da cidade de São Paulo, constatou-se que esses profissionais

[...] resistem ao enquadramento do processo de projeto em métodos científicos. Orgulham-se de seu espírito inovativo e individualista. [...] declararam que a síntese da forma e sua estética são os objetos principais do projeto, e que o conforto dos usuários, e a durabilidade da construção, são objetivos posteriores.” (DELBIN, 2006, p. 3).

A visão de que a forma e sua estética são os objetivos principais do projeto pode estar ligada ao entendimento dos arquitetos de que:

[...] malgrado as transformações e as incorporações que com o tempo se produziram os fundamentos epistemológicos da disciplina arquitetura ainda são aqueles que o humanismo renascentista assinalou. Assim, enquanto as engenharias desdobravam-se em especialidades, a arquitetura manteve seu caráter generalista que é o que convêm à sua “práxis”. **O projeto arquitetônico**, assim como o urbanístico, implica o domínio de várias disciplinas e transita pelas ciências humanas e exatas, mas, **é, antes de tudo, uma arte e, portanto, inscreve-se no âmbito da cultura**. De fato, na prática dos projetos há certos “parti pris”, mas o (melhor) resultado só advém da experiência, da contínua reavaliação e de determinadas escolhas que remetem à peculiar inserção cultural pretendida. (AZEREDO, 2001 apud SANTOS JÚNIOR, 2001, p. 56, grifo nosso).

Ou seja, apesar de considerarem a necessidade do domínio de conhecimentos ligados, em nosso caso, a ciências exatas, os arquitetos não atribuem o êxito do projeto a esses conhecimentos.

Segundo a estrutura dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, a disciplina de Projeto (a prática do atelier), deveria ser base para o aluno constituir “um processo dedutivo de

compreensão da realidade e dos sistemas componentes da arquitetura” (RIO,1998, apud DELBIN, 2006) utilizando os conhecimentos adquiridos durante o curso, neles incluídos os de conforto ambiental. No entanto é comum encontra-se universidade onde os professores dessas disciplinas consideram que a mesma não precisa de uma estrutura científica e “onde a criatividade é entendida como fenômeno psicológico derivado de inspiração, talento ou intuição” (SILVA, 1994 apud DELBIN, 2006). Nesses casos

A busca por originalidade nos projetos pode leva a escolha de soluções espaciais inadequadas e levar o aluno à expectativa da produção de algo novo. Desta forma, não são buscadas soluções arquitetônicas progressas e contemporâneas que possam enriquecer a formação do aluno e melhorar o desenvolvimento de seus projetos (HERKENHOFF,1997 apud DELBIN, 2006, p. 6).

Em novembro de 2008, a ABEA realizou um encontro sobre Ensino de Arquitetura e Urbanismo, que teve como tema central de discussão o documento *Perfis da área & padrões de qualidade*. Nessa reunião, setenta e seis representantes de mais de cinquenta instituições de ensino aprovaram indicações para a atualização do documento, que foram sistematizadas em minuta para apreciação do Congresso Nacional da ABEA marcado para novembro de 2009 em Brasília.

No item “Projeto Pedagógico” do documento é salientado que:

As áreas de estudo correspondentes aos núcleos de conhecimentos de fundamentação e de conhecimentos profissionais não guardam entre si qualquer exigência de precedência, e nem caracterizam ciclos básico e profissionalizante. Os conhecimentos de fundamentação são compostos por campos de saber fundamentais e integrativos de áreas correlatas; os conhecimentos profissionais são compostos por campos de saber que caracterizam as atribuições e responsabilidades profissionais, de acordo com a regulamentação da profissão de arquiteto e urbanista. Os conteúdos de matemática e física necessários ao aprendizado e à prática da Arquitetura e do Urbanismo devem ser aprofundados e incluídos nos componentes curriculares relativos aos campos de saber profissionais tais como conforto ambiental, sistemas estruturais, tecnologia da construção e do urbanismo e projeto. (ABEA, 2009).

As escolhas da noosfera para o ensino dos conceitos relacionados à Física no curso de Arquitetura e Urbanismo recaíram na opção de ensiná-los diluídos na disciplina de Conforto Ambiental. Para justificar essa escolha a noosfera enfatiza a repetência dos alunos na disciplina de Física e considera que as dificuldades encontradas, pelos alunos, estão relacionadas a forma isolada de ensino desses conceitos sugerindo, portanto, relacionados a uma disciplina específica do curso, no caso a disciplina de Conforto Ambiental.

Segundo Chevallard uma das situações que leva à ação da noosfera é a necessidade de re-estruturar a organização dos saberes quando sua organização indica que existe uma falta de significação dos conceitos pelos alunos e uma ineficiência do processo de ensino. Quando isso acontece a noosfera reescreve os currículos tentando adequá-los ou sugere novas metodologias de ensino.

A exclusão da disciplina de Física, mudança do currículo, representa procedimento que têm melhor custo-benefício. Sugerir mudanças na metodologia é muito mais oneroso, já que verificar mudanças na metodologia de ensino de professores é trabalho árduo e de custos altos, e que não é fácil criar canais que possam de fato assegurar que essas mudanças sejam efetivadas. Já o saber (conteúdo) oferece uma variável de controle muito evidente, que permite obter grandes efeitos com pequenos custos. Basta que se modifiquem os programas e os manuais utilizados pelos professores.

Pode-se também argumentar que a exclusão da disciplina pode ser considerada como uma evidência da dificuldade da noosfera, constituída, nesse caso, por especialistas da área do curso, em propor soluções que envolvam conhecimentos fora de sua área. A noosfera, constituída por arquitetos, tende a manter como horizonte principal o saber sobre o qual detêm o seu conhecimento, tendo, portanto, mais facilidade em resolver os problemas com a mudança de saberes na sua área de conhecimento, ou seja, os saberes próprios do curso de Arquitetura. Por isso, ao sugerirem mudanças nos saberes da disciplina de Física o fazem propondo que passem a ser trabalhados em disciplinas que são específicas do curso e, portanto, nas quais os arquitetos têm domínio do conteúdo.

### 3.2.3 A concepção de Conforto e os preâmbulos de suas aplicações na Arquitetura

Schmid (2005) em seu livro *A ideia de conforto – reflexões sobre o ambiente construído* faz uma reflexão onde salienta os diferentes sentidos que podem ser atribuídas a

palavra conforto e a necessidade de se considerar esses diferentes enfoques quando do planejamento do ambiente construído.

Ele considera que o conforto é uma invenção humana, um recurso cultural, que inclui a “conveniência”, a “eficiência”, a “domesticidade”, o “bem-estar físico” e a “privacidade” (a “intimidade”). Por ser um recurso cultural com o passar dos anos a palavra conforto que tinha o sentido de “fortalecer, consolar” exprimindo submissão e indulgência, diversifica seu sentido passando também a significar “bem-estar material, comodidade”, significados, esses, associados ao “prazer” e à “satisfação”.

A ideia de “conforto”, associado à intimidade do indivíduo e de sua moradia, aparece quando a casa deixa de ser apenas um abrigo para proteção contra as intempéries da natureza ou, contra possíveis invasores, e torna-se ambiente para uma nova e compacta unidade social: a família. Essa nova micro-estrutura social possibilitou uma forma de vida onde o isolamento (privacidade) e a domesticidade passaram a ser possíveis, possibilitando o surgimento de novos significados para a palavra conforto (SUDSILOWSKY, 2002; SCHMID, 2005).

O conforto ambiental é um dos contextos de conforto

indissociável dos outros contextos (corporal, sócio-cultural e psico-espiritual) e que existe não somente como a prevenção do desconforto ( nos níveis do alívio e da liberdade), mas como leveza e encanto (nos níveis da transcendência) (SCHMID, 2005 , p.323).

Schmid (2005) considera que “a expressividade do ambiente é um misto de realidade e representação” e que por isso o estudo do conforto ambiental deveria ser interdisciplinar para poder abarcar todos os seus sentidos.

Como veremos, o enfoque dado à disciplina de Conforto Ambiental nos cursos de Arquitetura não segue essa linha de indissociabilidade entre os contextos corporal, sociocultural e psicoespiritual, priorizando os conhecimentos científicos que norteiam as normas de regulamentação das questões de conforto para as edificações, tendo aqui a palavra conforto o sentido de evitar o desconforto físico (acústico, sonoro, lumínico e térmico). Como afirma Schmid (2005):

[...] o conforto ambiental tal qual se delimitou para facilitar planos curriculares em Arquitetura e Urbanismo no Brasil, pouco difere de uma Física aplicada às edificações – disciplina que veio substituir (SCHMID, 2005, p.5).

Consideramos que essa interdisciplinaridade é importante, mas passa necessariamente pelo contexto corporal, que não pode ser desprezado ao custo de termos habitações inabitável. Nesse aspecto o entendimento dos conhecimentos específicos de física, no que diz respeito em particular no nosso estudo aos conceitos de acústica, pode facilitar a flexibilidade necessária na elaboração do projeto, no sentido de considerar os aspectos indispensáveis para o conforto físico associados aos aspectos relacionados ao conforto sócio-cultural e psicoespiritual. “A motocicleta é uma combinação de conjunturas corporais, ambientais e sociais que satisfaz os aficionados, mas não se presta a um ideal de conforto. (SCHMID, 2005, p.5)”.

No entanto isso não impede que o desenvolvimento da ciência do movimento e da tecnologia correlata não torne as motocicletas mais seguras e “confortáveis” para que seus aficionados possam escolher modelos que estejam de acordo com a combinação de conforto e arrojo que melhor lhes agrade.

O estudo do conforto ambiental tem início impreciso na história mundial e em particular no Brasil. Desde as obras de Hipócrates na Antiguidade já era possível observar a interdependência das condições climáticas por que passa uma população humana e as respostas fisiológicas do corpo humano. No século XVI, algumas obras, passam a relacionar as condições de temperatura de uma região com o desenvolvimento da população que a habita. Essas publicações supunham que as altas temperaturas dos países tropicais era um dos fatores que fazia com que seus habitantes fossem intelectualmente inferiores em relação aos dos países de clima frio (SEGAWA, 2003).

[...] há motivos para pensar que todas as nações que vivem para além dos círculos polares ou entre os trópicos sejam inferiores ao resto da espécie (David Hume, 1711-76). [...] pode-se fazer sobre as nações do Novo Mundo uma reflexão [...] [de] que os povos afastados dos trópicos sempre foram invencíveis, enquanto os povos mais próximos dos trópicos foram quase todos submetidos a monarcas (Voltaire 1694-1778). [...] uma predisposição natural para a escravatura nos países cálidos e admirava a liberdade prosperar no frio e no gelo (Montesquieu 1689-1755) (GERBI, 1996, p. 45, 49, 73 apud SEGAWA, 2003, p.38).

A conotação racista advinda dessas suposições, que consideravam a localização geográfica e as questões climáticas como determinantes na descrição das aptidões das populações que nelas viviam, levaram a tentativa de se estabelecer uma etnoclimatologia. Por ironia essas mesmas civilizações, que recorriam às relações entre situação geográfica, clima e desenvolvimento para explicar as condições de civilização de um povo, foram as que deram

início ao colonialismo do século 19 nos trópicos. E nesse processo, de colonização, tiveram que enfrentar o clima e as características sociais de suas populações (SEGAWA, 2003).

Provavelmente por terem que lidar com condições climáticas que diferiam das de seu país, quando da colonização da Argélia, o “engenheiro de artes e manufaturas” H. Dessoliers publica em 1882, um dos primeiros manuais de conforto ambiental *L'habitation dans les pays chauds contribution à l'art de l'acclimatation*. Considerando-se os limites dos conhecimentos científicos da época, o livro trata de questões relacionadas à temperatura, umidade, vento e luminosidade em relação aos aspectos da fisiologia humana. São feitas recomendações sobre ventilação, refrigeração, evaporação e dissecação para sistemas construtivos e dispositivos mecânicos (SEGAWA, 2003). Não há menção de recomendações para questões acústicas.

Essa preocupação, inserção do colonizador nos novos ambientes tropicais, a preocupação em aliviar a ação do ambiente sobre o homem e as investigações decorrentes desse processo, deram início ao que seria mais tarde a disciplina de Conforto Ambiental (SEGAWA, 2003).

Outras áreas como a medicina, por exemplo, ajudaram a aumentar o estudo das questões relacionadas, à época, com ambiente, mudando em alguns casos o seu enfoque. As questões relacionadas à ventilação, umidade e iluminação passam, por exemplo, a ser tratadas como condições para a “salubridade” humana. Sendo que o conceito de salubridade era entendido como:

[...] não é a mesma coisa que saúde, e sim o estado das coisas, do meio e seus elementos constitutivos, que permitem a melhor saúde possível. Salubridade é a base material e social capaz de assegurar a melhor saúde possível dos indivíduos. E é correlativamente a ela que aparece a noção de higiene pública, técnica de controle e de modificação dos elementos materiais do meio, que são suscetíveis de favorecer ou, ao contrário, prejudicar a saúde.

Salubridade e insalubridade são o estado das coisas e do meio enquanto afetam a saúde; a higiene pública - no século 19, a noção essencial da medicina social francesa é o controle político-científico deste meio (FOUCAULT, 1986, apud SEGAWA, 2003, p. 39 ).

A preocupação com a salubridade ou com a manutenção de ambientes salubres era considerada fundamental para o controle de epidemias e endemias, já que a medicina não tinha conhecimentos suficientes para conter ou debelar esses eventos.

No Brasil, possivelmente a primeira publicação editada sobre questões de conforto ambiental ocorreu em 1878. O livro *Estudos sobre ventilação em geral e na sua aplicação a escolas, hospitaes, theatros, salas de reuniões grandes, habitações*, de Luiz Degen fundamentado nos trabalhos do General Morin (SEGAWA, 2003) trata das questões de ventilação propícias para se obter condições satisfatórias de salubridade. Luis Degen considerava que:

Os médicos e os sábios, de há muito, procuram conhecer as causas das epidemias. Uns acham-nas nos miasmas provenientes, quem sabe de onde, outros falam de cloacas, esgotos, etc. etc. Nós dizemos: "para que procurar tão longe?" Principiemos de mais perto, pelo nosso dormitório, examinemos o estado de nossa casa, as condições higiênicas de nossa habitação. No verão, sobretudo, sentimos falta de ar nas casas e, para aliviarmo-nos, abrimos as janelas e as portas, crendo estabelecer uma ventilação completa, porém, o que conseguimos procedendo desse modo? Expomos nosso corpo a uma correnteza de ar e abrimos as portas a todas as enfermidades! Em regra geral os dormitórios se encontram em alcovas, que recebem a luz e o ar indiretamente de outros quartos; que nestas alcovas o ar sempre esteja viciado é natural, portanto aí vamos encontrar os verdadeiros focos de infecção para alimentar qualquer epidemia. (SCHREINER, 1878, p. 4 apud SEGAWA, 2003, p. 40).

Podemos inferir que Luis Degen considera necessária a ventilação dos ambientes mais “íntimos” para que não tenhamos ar viciado, mas ao mesmo tempo, considera que a falta de controle na ventilação da casa como um todo pode levar seu ocupante a contrair doenças, seja pela exposição ao vento, seja pela exposição a ares contaminados vindo da área externa da habitação. Fica evidente que as limitações dos conhecimentos médicos na época provocavam um grande medo das epidemias e endemias fazendo com que se procurassem alternativas para que a população não ficasse exposta as mesmas.

Em 1918, Victor da Silva Freire publica um relato sobre as condições necessárias para se obter um ambiente salubre:

[...] Os três elementos de ventilação nos códigos antigos eram: (a) Cubação elevada, para armazenar maior "volume" de ar; como consequência; (b) Pé-direito alto, por exigir muito terreno uma superfície grande bastante para um mesmo cubo com pouca altura; e, como corolário; (c) Área qualquer, a suficiente apenas para, por diferenças de temperatura e densidade, renovar o ar "viciado". Foram esses elementos transformados nos códigos orientados cientificamente: (a) Cubação qualquer - desde que o ar possa penetrar em movimento e "circular" pelo interior da casa entre a frente e o fundo; (b) Pé-direito qualquer - determinado de preferência pela iluminação, admitindo-se que se lê perfeitamente no fundo de um cômodo distante da janela o dobro da altura (com a condição, claro está, que a rua ou a área correspondentes sejam claras); (c) Área ampla proporcionada à altura das paredes que a contornem, a fim de que o ar não fique estagnado" mas a percorra sem cessar de um topo a outro. (FREIRE, 1918, p. 280 apud SEGAWA, 2003, p. 40).

As orientações de Victor da Silva Freire, 40 anos depois das de Luis Degen, já indicam a necessidade da circulação geral do ar, sem restrições quanto à parte interna ou externa. O mesmo autor, Victor Freire, inclui as questões relacionadas à insolação como importantes para a obtenção de um ambiente salubre. Ele afirma que a ação direta dos raios solares é fundamental na construção das cidades já que os raios ultravioletas têm ação microbicida excelente. Considera ainda importante rever os planos das cidades no intuito de incluir os aspectos relacionados a insolação.

Por volta de 1940, os engenheiros começam a questionar as orientações relativas ao excesso de exposição ao sol em países tropicais como o Brasil. Consideravam que a arquitetura colonial, com suas casas de paredes espessas, beirais largos e janelas com rótulos era muito mais adequada para atenuar o rigor de nosso clima quente. Observavam que competia ao engenheiro moderno o estudo e divulgação de maneiras de melhorar o conforto no interior da habitação por meio de isolamento térmico das paredes, de bons sistemas de ventilação, da análise científica da insolação. Recomendavam os processos naturais de controle da insolação, por serem de aplicação pouco dispendiosa ao contrario dos processos artificiais, como o ar condicionado, por exemplo. Apesar dessa crença os avanços nessa área eram lentos (PINHEIRO, 1943 apud SEGAWA, 2003).

Na década de 1950, alguns engenheiros mais jovens e com formação mais moderna, estabelecem as ideias que seriam a base da disciplina de conforto como vista atualmente. Entendiam que:

Visando, porém, sempre o belo, procurando sempre conseguir no que construía, "aquilo que visto agrada" o arquiteto e o construtor deixavam num discreto segundo plano as considerações de conforto. Quem quer que examine, desse ponto de vista, as maravilhosas realizações da arte arquitetural de outros tempos, logo observa esse descaso relativo pelo bem estar dos que iam morar nas casas edificadas. Isso se evidencia, seja na disposição em planta dos cômodos, como nas formas com que se imaginavam os móveis (tão mais para serem vistos do que usados), seja na escassez de vãos iluminantes (tão necessários que eram nos céus pouco luminosos dos países europeus), como na ausência de instalações que fizessem mais confortável a vida dos moradores. As casas eram antes quadros de ver ou espetáculos para a vista. [...] Ao contrário dessa tendência mais ou menos constante através da variação dos estilos e da variedade dos povos nos séculos anteriores, a idade atual revelou na arte arquitetural a preocupação fundamental de obter um ambiente confortável para o homem. Esse o sentido da expressão (incontestavelmente exagerada e exageradamente mecanizada, mas com certeza tradutora de uma indiscutível realidade) que definiu a casa como uma "máquina de morar" (ao invés do "quadro para ver", a que antes nos referíamos). [...] Uma evolução mais recente, porém, levou adiante o conceito de conforto, nele incluindo, como parte de importância primordial, o ambiente propriamente dito, a luz em que "moram" os olhos, o ar que os pulmões respiram, o calor, a umidade e as correntes aéreas em que vivem

mergulhados os corpos. [...] Os estudos que há perto de vinte anos vimos fazendo sobre "conforto térmico", "conforto luminoso", "orientação dos edifícios" em nosso país e para nossa gente, marcavam essa tendência da arte arquitetural moderna que os anos anteriores têm confirmado sempre mais: esse sem dúvida o seu único valor (SÁ, 1952, p.9-11 apud SEGAWA, 2003, p. 44).

Sá (1952) indica a preocupação que esses novos engenheiros passavam a ter com as questões relativas ao conforto, na época, das casas. Apesar de sua afirmação que “a idade atual revelou na arte arquitetural a preocupação fundamental de obter um ambiente confortável para o homem” não podemos considerar que essa seja, de fato, a preocupação fundamental de muitos dos arquitetos atuais quando planejam uma edificação como veremos no decorrer desse trabalho.

No que diz respeito ao conforto acústico, a indicação de seu estudo é muito menos significativa do que o estudo nas outras áreas do conforto, como o conforto térmico por exemplo. Pode-se argumentar que isso se deve ao fato de que a maior parte das cidades brasileiras, até meados do século passado, não apresentava características sociais que acarretasse produção significativa de ruídos.

No entanto, alguns históricos indicam que os ruídos produzidos socialmente já provocavam desconforto desde o século I a.C.

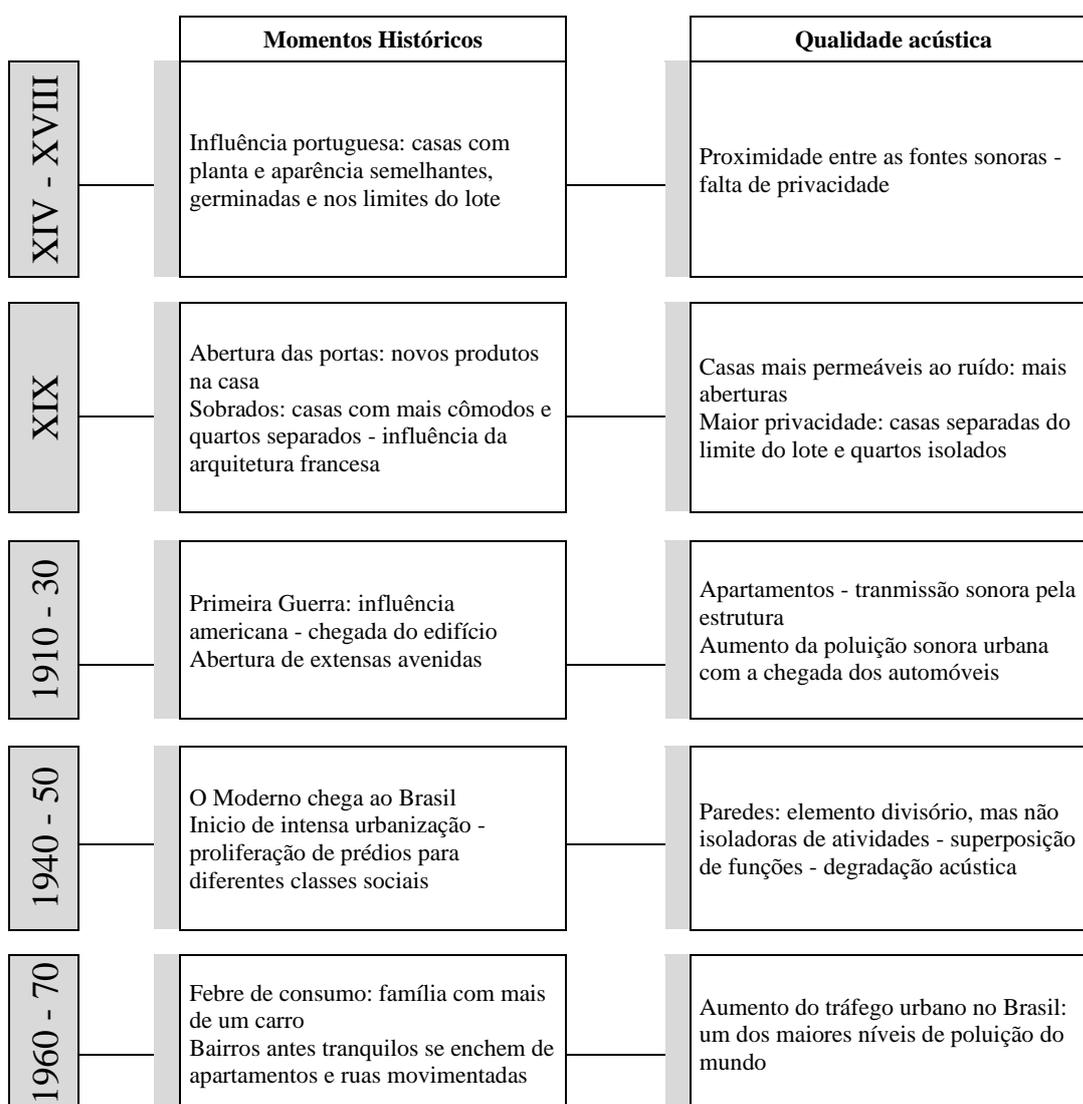
César (101 – 44 a.C.) determinou que nenhum veículo de rodas poderia permanecer em Roma do por do sol ao amanhecer. Martial (40–104 d.C.), poeta que comentou os costumes da sociedade de Roma, reclamava do ruído da cidade durante a noite, dizendo que não conseguia dormir, pois tinha Roma aos pés da cama. [...] a Rainha Elizabeth I da Inglaterra, que reinou de 1588 a 1603, [...] proibia aos maridos ingleses baterem em suas mulheres depois das 10 horas da noite, a fim de não perturbarem os vizinhos com gritos. (DUARTE, 2005, p. 10).

Portanto essa justificativa não nos parece suficiente. Outros fatores podem ter contribuído para que as questões acústicas tenham provocado menor interesse dos engenheiros e arquitetos. Entre eles o fato de que o desconforto acústico é mais “localizado” ao contrário do que acontece com as questões térmicas em países tropicais e o fato de ainda hoje a sociedade ter pouco conhecimento sobre o prejuízo, à saúde, da exposição não controlada ao som.

No que diz respeito à estrutura das edificações, ao longo da história da construção de moradias no Brasil, as melhoras e agravamentos causados nas questões relacionadas ao conforto acústico, na maior parte das vezes, ocorreram por medidas que buscavam solucionar problemas que não tinham correlação com o som. As modificações nas casas procuravam

melhorar os aspectos de iluminação, ventilação, calefação, condicionamento do ar, circulação e outros (DUARTE, 2005; 2007).

Durante muitos anos, a estrutura da casa colonial brasileira não sofreu alteração e foi executada por todo o país. As casas eram compridas, geminadas, com cômodos enfileirados e construídas nos limites do lote sem áreas livres ou jardins, tendo como consequência uma baixa qualidade acústica. Com o decorrer dos anos e o desenvolvimento da economia e dos materiais de construção, o desenho das casas sofreu alterações que provocaram mudanças no que diz respeito à qualidade do isolamento acústico (Figura 4).



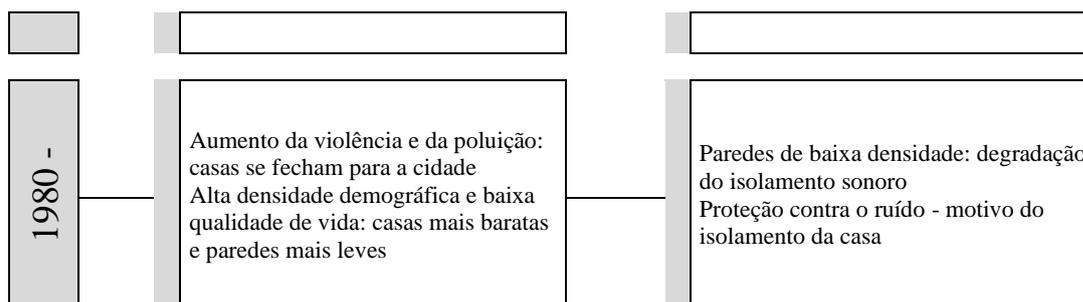


Figura 3 - Evolução dos usos e costumes, alterações da tipologia residencial e os principais acontecimentos que influenciaram no desempenho acústico das residências.

Fonte: DUARTE, 2005; 2007.

A figura permite observar que apenas nos século XIX as alterações nas casas, mais distantes umas das outras com cômodos mais isolados, de alguma forma provocaram condições que melhoram nas questões acústicas. A partir de 1910 o progresso e as influências estrangeiras nos projetos de edificação provocaram uma continua degradação das condições de conforto acústico nas residências brasileiras. Só em 1980 aparece a preocupação com o controle de ruído.

Além das questões relacionadas ao progresso social e ao projeto, o ruído em residências, sofreu influências relacionadas a questões econômicas. Duarte (2005), usando um levantamento dos materiais utilizados ao longo dos séculos nas construções brasileiras, relacionou suas espessuras, densidades e capacidade de absorção do som, apresentadas nas Figuras 5, 6 e 7, respectivamente, concluindo que as construções ficaram cada vez mais permeáveis ao som enquanto os ruídos nos centros urbanos cresceram exponencialmente.

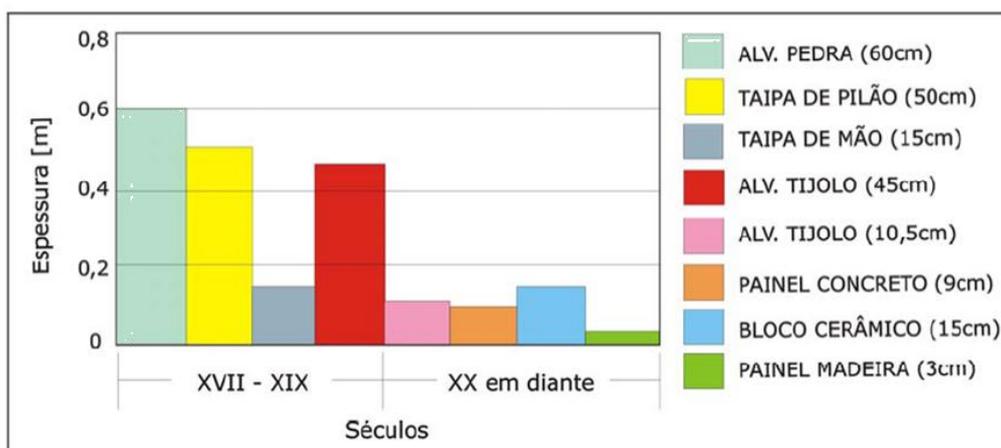


Figura 4 - Variação de espessura das paredes de vedação, ao longo dos séculos da arquitetura brasileira.

Fonte: DUARTE, 2005.

A figura 5 mostra que, no decorrer dos anos, a espessura das paredes ficou cada vez menor. Dos 60 cm de espessura das paredes de alvenaria com pedra, do início do século XVII, passamos aos painéis de madeira (século XX) com apenas 3 cm de espessura. Essas diminuições, quando não acompanhadas de técnicas para redução do ruído, são significativas no que diz respeito ao aumento do desconforto acústico.

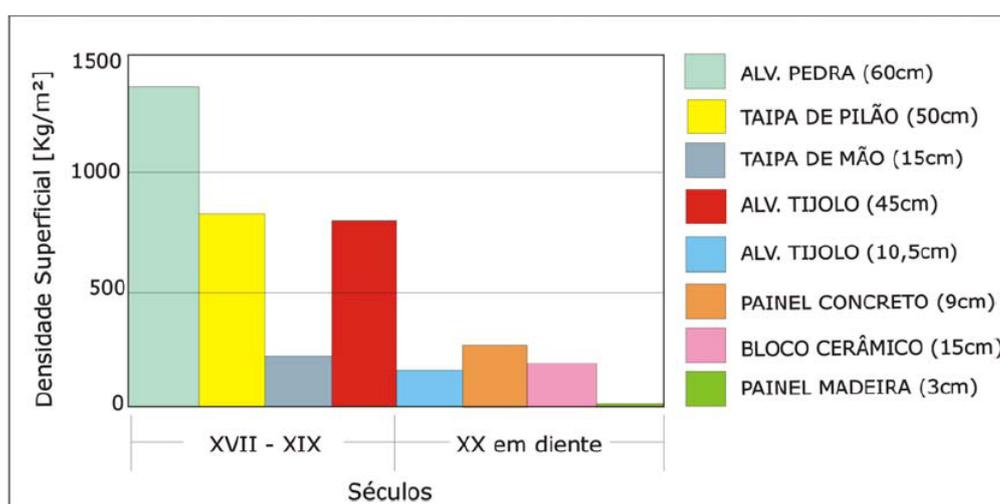


Figura 5 - Densidade superficial das paredes de vedação, ao longo dos séculos da arquitetura brasileira.

Fonte: DUARTE, 2005.

A mesma tendência da espessura pode ser observada na densidade dos materiais (figura 6), característica que também influencia a transmissão do som por meio de um material.

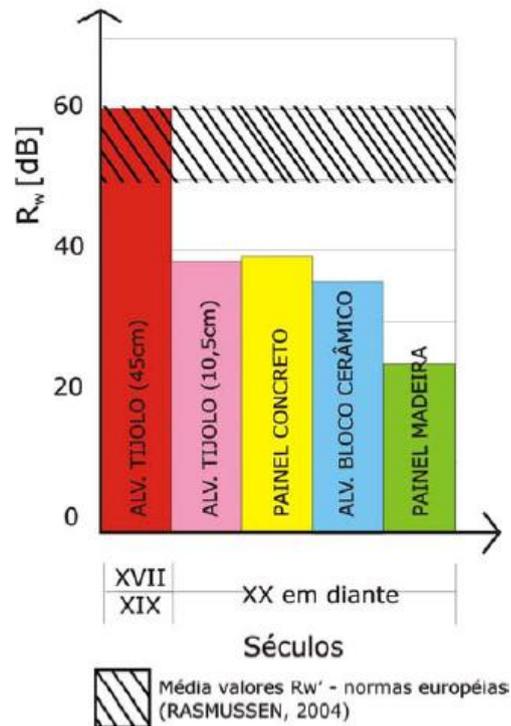


Figura 6 - Comparação da média  $R_w'$  (Índice de Redução Sonora Aparente Ponderado) das normas europeias com os valores de  $R_w$  (Índice de Redução Sonora Aparente) das partições brasileiras separadas por séculos.

Fonte: DUARTE, 2005.

A Figura 7 mostra que os materiais mais usados no Brasil, na construção das edificações residenciais, têm um índice de redução sonora muito inferior aos recomendados pelas normas europeias, o que implica na necessidade, para o conforto acústico, da utilização de técnicas de controle de ruído.

### 3.3 OS CONCEITOS DE INTENSIDADE SONORA E NÍVEL SONORO NOS LIVROS DIDÁTICOS – MÓDULO 2

*Os leitores servem-se dos livros como os cidadãos dos homens.  
Não vivemos com todos os nossos contemporâneos,  
escolhemos alguns amigos*

Voltaire

Os livros textos são, quase sempre, o referencial em que os professores buscam o saber que vão ensinar. Nos livros, os saberes aceitos pela comunidade científica são reunidos em temas e capítulos, e trabalhados pelo autor no sentido do que ele, influenciado pelas editoras e pelas pesquisas em ensino na área, entende ser a melhor maneira de apresentar os conteúdos para facilitar a aprendizagem dos alunos. As diferentes edições de uma obra podem mostrar as alterações sofridas na forma como o ensino de uma ciência é percebido ao longo dos anos. A escolha por uma determinada contextualização dos conteúdos, por exemplo, podem sofrer mudanças no decorrer dos anos para livros de um mesmo autor na tentativa de adequá-lo as novas expectativas da sociedade.

Os saberes para manterem-se nos livros precisam ser modernizados (regra I de Astolfi, 2003), atualizados (regra II de Astolfi, 2003), articulado – novo com o velho (regra III de Astolfi, 2003), transformados em exercícios e problemas (regra IV de Astolfi, 2003) e finalmente precisam se tornar ensináveis (regra V de Astolfi, 2003).

Nesse processo, os saberes podem ser resumidos com a omissão de deduções de equações e de fatos históricos e com a subtração de conceitos, ou pode ser re-contextualizados dependendo das correntes de ensino vigentes.

Nesse item são mostrados alguns aspectos de dois livros comuns nas referências dos dois cursos de Arquitetura e Urbanismo estudados, e de quatro livros que são referência em cursos de Engenharia Civil, formação dos professores da disciplina de Conforto Ambiental observados nesse estudo. A escolha dos livros usados nos cursos de Engenharia Civil está

associada ao prestígio destes com os professores das áreas de física que atuam nesse curso. A Análise foi feita em várias edições do mesmo livro.

O Quadro 5 apresenta os livros com a indicação dos autores, ano e edição. Alguns livros, no decorrer dos anos, passaram por mudanças de autores. Em alguns casos novos autores passaram a fazer parte do grupo de criação e em outros os autores originais foram substituídos por novos autores, como é o caso do livro de Sears e Zemansky em sua décima e décima segunda edição.

Quadro 5 - Relação dos livros analisados por autor- ano- edição

Autor(es)	Ano	Edição
Paul Allen Tipler <sup>1</sup>	1994	3
	2000	4
	2006	5
	2009	6
David Halliday, Robert Resnick ( <b>Física</b> ) <sup>1</sup>	1965	1
	1973	2
David Halliday, Robert Resnick, Kenneth S. Krane ( <b>Física</b> ) <sup>1</sup>	1996	4
	2007	5
David Halliday, Robert Resnick ( <b>Fundamentos de física</b> ) <sup>1</sup>	1993	2
	1994	3
David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker ( <b>Fundamentos de física</b> ) <sup>1</sup>	2002	6
	2006	7
	2009	8
Weston Sears, Mark W. Zemansky <sup>1</sup>	1973-1981	1
Weston Sears, Mark W. Zemansky, Hugh D. Young <sup>1</sup>	1986-1996	2
Hugh D. Young, Roger A. Feedman <sup>1</sup>	2003	10
	2008	12
Sylvio R. Bistafa <sup>2</sup>	2006	1
Perides Silva <sup>2</sup>	1968	2
	2002	4

1 – livros adotados em cursos de Engenharia Civil; 2 – livros citados nas bibliografias dos cursos de Arquitetura e Urbanismo estudados.

Para análise foram observados aspectos relacionados aos objetivos dos livros indicados pelos autores, a apresentação ou não de aspectos relacionados à história da criação dos conceitos, a aplicações experimentais e a dedução das equações.

### 3.3.1 Objetivos dos autores nos livros didáticos

Alguns livros apresentam em suas primeiras páginas um prefácio onde indicam os objetivos do livro e as modificações que o autor achou pertinente fazer na nova edição. No intuito de verificar se existem aspectos gerais comuns entre os livros, esses objetivos foram comparados e analisados.

Nos livros utilizados nos cursos de Engenharia Civil, a preocupação maior dos autores é com o estudo rigoroso dos conceitos de física. Assim, as modificações que se sobressaem, nas diversas edições, estão ligadas à inclusão de novos conceitos físicos além da incorporação de técnicas de ensino que possam ajudar o aluno a utilizar de forma efetiva o livro. Essas alterações estão presentes de forma significativa nas últimas edições dos livros.

No livro de Tipler (3<sup>o</sup> Ed., 1994) encontramos a indicação de que o livro se propõe a:

proporcionar uma introdução equilibrada dos conceitos e fenômenos mais importantes da física clássica e moderna, de maneira a refletir a beleza e o encantamento da física e também oferecer uma fundamentação sólida para estudantes mais avançados; **apresentar a física de maneira lógica e coerente, interessante e acessível a todos os estudantes**; ajudar o estudante a desenvolver a autoconfiança na compreensão da física e na capacidade de resolução de problemas; estimular o estudante **pela exposição de algumas entre as muitas aplicações contemporâneas da física**, e alguns desenvolvimentos que se utilizam na vida cotidiana, na tecnologia contemporânea e na investigação do cosmos.

Os objetivos refletem a preocupação do autor em utilizar métodos que possam tornar o saber mais compreensível e atualizado (ASTOLFI, 2003), preocupação que é reiterada na 4<sup>o</sup> Ed. (2000);

ajudar os alunos a aumentar a experiência e a capacidade de resolução de problemas; facilitar a leitura do texto, tornando-o mais agradável; modernizar a apresentação da física e refletir a importância do papel da teoria quântica e flexibilizar o texto, permitindo que o professor adote grande variedade de formatos no curso.

A quinta (2006) e a sexta (2009) edições não apresentam objetivos. No prefácio apresenta as novas características da obra com ênfase nas questões didáticas. Na sexta edição,

por exemplo, é assinalado que foram acrescentadas estratégias para solução de problemas, tutorial matemático integrado, novas estratégias pedagógicas (exemplos conceituais, checagens conceituais, alertas de armadilhas) e tópico que discute aplicações atuais da física (física em foco). Essas observações, reiteram as feitas nas edições anteriores no que diz respeito a preocupação dos autores e editoras em tornar o saber mais compreensível e os livros mais atrativos para o uso dos alunos. Esses aspectos vão se repetir nas edições mais novas dos outros autores o que pode estar ligada as novas orientações advindas da pesquisa em ensino de Física e a necessidade comercial de adequar os livros as novas demandas do mercado.

Nos objetivos do livro de Resnick e Halliday (Física), encontramos na 1<sup>o</sup> ed. (1965) a indicação que o livro se propõe a apresentar os conteúdos de forma a não seguir a orientação enciclopédica comum nos livros de Física Geral da época. Indicam também que conteúdos contemporâneos foram incluídos na obra em lugar de conteúdos considerados desatualizados. Não existe indicação de alteração nos objetivos da segunda edição (1973). A quarta edição (1996) traz a indicação de que o texto foi atualizado a fim de incluir novos avanços em física e em seu ensino, e que, atendendo a solicitações dos professores que o utilizam como material didático, alguns tópicos, como acústica musical, foram acrescentados. A quinta edição (2007) não traz em seu prefácio indicação de nenhuma alteração no que diz respeito aos conceitos relacionados ao som.

Também nessa publicação essas indicações se enquadram no que Altolfi (2003) indica, em suas regras I e II, como a necessidade de que os saberes escolares sofram modernização e atualização. Nesse sentido, os conteúdos de escala musical e acústica de edifícios foram considerados como obsoletos ou de menor importância, podendo dar lugar a conteúdos considerados contemporâneos. Podemos também considerar que esses assuntos, por sua importância, já nessa época, encontravam acolhidos em publicações especializadas, onde poderiam ser tratados de forma mais completa.

O objetivo geral da obra *Fundamentos de física*, dos mesmos autores (Resnick e Halliday) é fornecer aos professores uma ferramenta com a qual eles possam ensinar os estudantes a ler efetivamente um material científico, identificar conceitos fundamentais, raciocinar sobre questões científicas e resolver problemas quantitativos. Em sua segunda edição (1993), os autores salientam que foram feitas algumas alterações para se conseguir

“maior clareza”, tais como: inclusão de fotografias na abertura dos capítulos, com legendas para despertar a curiosidade e a atenção sobre um dos pontos principais entre os tratados no respectivo capítulo, discussão da relevância dos tópicos em sua abertura e outros. Na terceira edição (1994) não houve nenhuma alteração.

A sexta edição (2002) contém mudança no projeto gráfico, pedagógico e conteúdo em relação à edição anterior. Foram feitas mudanças na representação das grandezas vetoriais e foi dada ênfase às unidades no sistema métrico e nova ordenação dos problemas. Quanto às mudanças pedagógicas foi dada ênfase ao raciocínio em detrimento à substituição de valores nos exercícios. As soluções dos problemas resolvidos começam com uma das ideias fundamentais baseadas em princípios básicos. Os problemas são resolvidos de forma detalhada com os cálculos indicados para serem resolvidos diretamente com a calculadora quando são vetoriais e são apresentados problemas envolvendo física aplicada. Quanto ao conteúdo, os capítulos “sobre movimento harmônico simples e ondas foram reescritos para facilitar o aprendizado desses assuntos difíceis”.

A sétima edição (2006) identifica os objetivos como sendo os mesmos dos autores em sua primeira edição: fornecer aos professores uma ferramenta com a qual eles possam ensinar os estudantes a ler efetivamente um material científico, identificar conceitos fundamentais, raciocinar sobre questões científicas e resolver problemas quantitativos.

Na oitava edição (2009), o autor Jearl Walker repete os objetivos dos primeiros autores e informa que nessa edição foram acrescidos tópicos de seu livro *Circo voador* para tornar os assuntos mais interessantes e mostrar ao aluno que o mundo que nos cerca pode ser examinado e compreendido usando os princípios fundamentais da física. Novamente aqui temos indicação dos autores com a preocupação com a modernização e atualização dos saberes.

Também nessa obra as observações encontradas em sua apresentação indicam a preocupação com a modernização, atualização, aplicação dos conteúdos na solução de problemas e na compreensão dos conceitos por parte dos alunos. Essas preocupações estão de acordo com as cinco regras que segundo Astolfi (2003) orientam a processo de transposição dos saberes para torná-los ensináveis.

O livro de Sears & Zemansky em sua primeira edição (1973-1981) brasileira traz o prefácio da quarta edição americana. Os autores informam que o texto dá ênfase aos princípios físicos, deixando a parte histórica e as aplicações práticas em segundo plano e que o estudo deve ser feito concomitantemente ou posterior ao estudo de cálculo. Os autores assinalam que nessa edição, o nível de sofisticação da matemática e física seria reduzido, levando em conta que as expectativas geradas no começo da década de 1960, nos EUA, quanto ao nível dos cursos de Física básica, tinham levado os autores e professores ao desenvolvimento de cursos que se situaram além da preparação em matemática e física do calouro comum das universidades, o que indicava a necessidade de revisão quanto a essa expectativa.

Na segunda edição (1986-1996), o prefácio indica que a filosofia e a linha geral básica do livro não foram modificadas em relação às edições anteriores. O prefácio ainda indica que, para a adequação do livro aos diferentes cursos, os capítulos sobre relatividade, hidrostática, hidrodinâmica, acústica, propriedades magnéticas da matéria, ondas eletromagnéticas, instrumentos ópticos, entre outros, podem ser omitidos sem haver perda de continuidade.

A décima edição (2003) do livro é comemorativa. Indica, no prefácio, que continua a dar ênfase aos princípios da física e suas aplicações, ao mesmo tempo em que fornece aos estudantes uma vasta, rigorosa e acessível introdução à física baseada no cálculo. Assinala que o foco central da edição não é somente discutir o modo correto de analisar uma situação ou resolver um problema, mas também o motivo pelo qual o modo errado de pensar é realmente errado. A indicação de que o livro é flexível aos diferentes cursos e que capítulos podem ser excluídos sem perda da continuidade continua a mesma.

As modificações da décima segunda edição foram feitas de modo a incorporar as melhores ideias extraídas de pesquisas acadêmicas, com ensino aprimorado de solução de problemas, pedagogia visual e conceitual inovadora. O prefácio apresenta essas modificações.

Como foi assinalado, a ênfase dos autores, nessa coleção, é a apresentação dos conceitos físicos de forma rigorosa e baseada no cálculo. Nas edições analisadas as modificações recaem na inclusão de soluções advindas das pesquisas em educação para a melhor compreensão dos conceitos. Essas incorporações de novas formas de abordagem

indicam a preocupação em tornar os conceitos mais compreensíveis (regra V de Astolfi, 2003).

Nos livros apontados nas referências dos cursos de Arquitetura e Urbanismo encontramos indicação feita pelos autores de que no Brasil existe pouca bibliografia na área específica de acústica voltada para o estudo das questões referentes ao conforto ambiental e que a publicação das obras, escritas por eles, visa minimizar o problema.

Os livros apresentam diferenças na profundidade de suas abordagens. Silva (1968, 2002) assinala que um de seus objetivos principais para a formulação do material foi o de simplificar a apresentação dos conteúdos, já que considera que a pouca bibliografia existente na área é incompreensível à maior parte dos alunos.

O livro *Acústica aplicada ao conforto do ruído* de Bistafa (2006), aparece na bibliografia básica dos dois cursos de arquitetura estudados.

Nele, o autor informa que as grandezas de acústica são apresentadas de forma acessível, dispensando conhecimentos prévios sobre o tema. Os diversos assuntos são desenvolvidos de forma didática e articulados, chegando a um tratamento razoavelmente avançado das aplicações. A formulação dos fenômenos acústicos é apresentada com a matemática no nível de um curso técnico. O livro reflete o fato de a área ser multidisciplinar. Os assuntos tratados incluem: acústica técnica, nível introdutório, instrumentação e medições acústicas, sistema de audição e processamento do som pelo sistema auditivo, noções de psicoacústica, propagação sonora ao ar livre e ruído ambiental, ruído em recintos e discussão de normas e legislação. O livro é indicado para cursos de graduação, pós-graduação, treinamento e especialização nos cursos de engenharia (civil, elétrica, mecânica e de produção), arquitetura e urbanismo, música, linguística, audiologia, fonoaudiologia, higiene, segurança e medicina do trabalho e perícias.

A edição do livro é recente (2006) e, como o próprio autor indica, foi produzida no intuito de ampliar a publicação de obras na área de conforto acústico.

O livro tem como característica a ênfase na aplicação dos conceitos sem a perda do rigor em sua apresentação.

Também aparece nas referências das disciplinas de Conforto Ambiental, nas duas universidades, o livro de Silva (1962, 2002) *Acústica arquitetônica*. Desse livro foram analisadas a segunda (1968) e quarta (2002) edições. Na quarta edição, o nome é modificado para *Acústica arquitetônica & condicionamento de ar*.

No livro de Perides Silva a segunda edição (1968) apresenta o prefácio da primeira. O autor indica que o seu intuito é o de organizar um roteiro para estudo da acústica, no campo de sua aplicação à Arquitetura. Indica não conhecer nenhuma publicação no período, nem em língua estrangeira, que pudesse ser indicada para as cadeiras de Física Aplicada e Equipamentos de Edificações I e II nos cursos de Arquitetura da época. No caso particular da acústica, as obras publicadas eram folhetos ou separatas de revistas que abrangiam apenas alguns capítulos importantes da matéria ou assuntos específicos dela. O autor também indica que entre os assuntos das disciplinas citados, escolheu, inicialmente para publicação, o que considera mais importante: a Acústica Arquitetônica. Pretende com a obra proporcionar ao estudante a aprendizagem rápida e objetiva dos princípios fundamentais dessa disciplina.

Na quarta edição (2002), o autor afirma que tem observado que o interesse pelo conforto ambiental tem sido muito mais objeto da mídia do que assunto relevante para aqueles que deviam ser os mais interessados em seu estudo: arquitetos e engenheiros. Considera que os alunos de Arquitetura, salvo raras exceções, não se interessam pela matéria, principalmente no campo da acústica arquitetônica, ventilação e condicionamento de ar e que, nos cursos de Engenharia Civil, o assunto não é, na maioria dos cursos, nem lecionado. Ainda em 2002, afirma que a literatura técnica é escassa e inacessível aos estudantes.

### 3.3.2 Tratamentos dos aspectos experimentais

Os conceitos, relativos às ondas sonoras, foram ao logo da história estudados por meio de experimentos que levaram à formulação das teorias aceitas pela comunidade científica. Nesse item assinalamos a relevância que os autores dos livros estudados dão à necessidade do conhecimento desses experimentos para o entendimento dos conceitos apresentados.

Podemos observar que apenas os livros utilizados nos cursos de Arquitetura e Urbanismo fazem, para os tópicos estudados neste trabalho, alguma referência aos experimentos desenvolvidos à época do estudo dos conceitos, mesmo assim de forma discreta.

O livro de Bistafa traz, entre os experimentos descritos, o que Ernest Heinrich Weber (1795-1878) realizou para estudar quantitativamente a resposta humana a estímulos físicos. O experimento é descrito antes da unidade “nível logarítmico, o bel e o decibel”.

O livro de Silva faz referência ao experimento de Fletcher e Munson sobre a percepção da variação do som de mesma intensidade e frequências variadas, porém sem detalhá-lo.

### 3.3.3 Tratamento dos aspectos históricos

Neste tópico indicaremos como os livros trabalham com a historicidade dos saberes, se indicam as formas de elaboração e desenvolvimento dos conceitos de intensidade e nível sonoro de acordo com o seu desenvolvimento histórico.

Também nesse aspecto apenas os livros indicados nos cursos de Arquitetura e Urbanismos fazem referência a aspectos históricos ligados aos conceitos. Bistafa descreve os acontecimentos que deram origem à escala “bel” de medida do nível sonoro e os desdobramentos que levaram à criação do dB (decibel) (detalhados no capítulo 3: Nível logarítmico, o bel e o decibel), desdobramentos que motivaram o surgimento do conceito de nível sonoro.

Silva também enuncia a lei de Weber-Fechner aplicada ao som sobre os incrementos de sensação correspondentes ao logaritmo da intensidade do estímulo sonoro no momento em que está definindo a equação de nível de intensidade sonora.

A falta de aspectos históricos e apresentação de experimentos ligados ao surgimento dos conceitos, nos livros de Física analisados, podem evidenciar o processo de descontextualização desses saberes. Os autores desses livros optam por não re-contextualizar os conceitos em suas publicações. Esses livros, por serem gerais, abrangem um grande

espectro de conteúdos o que os obriga a, em alguns casos, resumir os assuntos aquilo que é considerado essencial. A inclusão desses aspectos como importantes no processo ensino-aprendizagem, apesar de ensejarem muitas pesquisas, aparentemente não tem sido considerados essenciais para os autores estudados.

Já os livros adotados nos cursos de Arquitetura e Urbanismo têm outro perfil. Destinam-se ao estudo apenas da acústica e dos fenômenos relacionados a ela e tem como público alvo alunos de cursos onde a história tem fator importante na formação dos profissionais. A escolha dos autores em re-contextualizar os saberes parece, portanto mais lógica.

### 3.3.4 Sistemas dedutivos empregados

A forma como os autores apresentam as equações para o cálculo das grandezas, intensidade sonora e nível de intensidade sonora são, de forma geral, semelhantes. Os livros de física apresentam um detalhamento maior na dedução das equações em relação aos livros adotados nos cursos de Arquitetura e Urbanismo. Os autores Halliday e Resnick, Sears & Zemansky e Bistafa apresentam a equação fazendo referência à impedância do meio e ao módulo de compressibilidade ou de compressão. A representação da grandeza nível de intensidade sonora é feita, nos diferentes livros, por símbolos diferentes, no entanto, as equações são as mesmas.

Nas edições estudadas do livro de Tipler o enfoque dado para a dedução das grandezas é o mesmo.

As duas primeiras edições (1965 e 1973) de Halliday – *Física* não apresentam a grandeza nível de intensidade sonora, tópico que aparece na quarta edição (1996). Essa inclusão pode indicar o maior interesse no estudo das questões relacionadas ao controle do ruído. Em sua quinta edição (2007), os autores apresentam mudanças nos capítulos, para torná-los mais claros, e na denominação da grandeza nível de som (SL) que passa a ser chamada de nível de intensidade sonora (NIS). Em seu livro – *Fundamentos de física* - a grandeza nível de intensidade sonora já aparece na segunda edição (1993). As mudanças

apresentadas nas diferentes edições demonstram a preocupação dos autores em tornar os conceitos mais compreensíveis, e atualizados regras de transposição consideradas importantes no processo de sobrevivência dos conceitos na escola.

No livro de Sears & Zemansky, a grandeza nível de intensidade sonora já aparece desde a primeira edição (1973). Esse livro, entre os analisados, é o que apresenta mais detalhamento na apresentação das equações. Apesar de apresentar ao longo das edições, significativas alterações metodológicas para facilitar a aprendizagem dos conceitos, mantém seu sistema de dedução de equações. A preocupação com a transposição mais compreensível dos conceitos é evidente principalmente nas últimas edições.

Em nossa prática de professora de disciplinas básicas de Física em cursos de engenharia podemos observar que uma das grandes dificuldades apresentadas pelos alunos dos semestres iniciais desses cursos, público-alvo do livro, é a manipulação das equações matemáticas que definem formalmente os conceitos. O ensino médio, muitas vezes, não fundamenta os alunos para o uso das ferramentas matemáticas necessárias ao estudo da Física e as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, Vetores e Geometria Analítica, que podem auxiliar no sentido de sanar essas deficiências, são oferecidas concomitantemente com a disciplina de Física. Apesar de essa realidade ser brasileira, as modificações que os livros apresentam em seus sistemas dedutíveis colaboram para um melhor entendimento dos conceitos por parte dos alunos no sentido de apresentar uma matemática mais “acessível”.

Os livros de Bistafa e Silva, por serem dedicados em sua integralidade ao estudo da acústica, apresentam capítulos dedicados às aplicações dos conceitos na área de acústica ambiental. No que se refere à apresentação dos conceitos de intensidade sonora e nível de intensidade sonora, não apresentam um detalhamento dedutivo maior que os outros livros estudados. O cuidado na dedução das equações é maior no livro de Bistafa. Silva apresenta as equações sem dedução, utilizando inclusive notação diferente dos outros autores para alguns conceitos.

Se compararmos as alterações realizadas nas diferentes edições dos diferentes autores, podemos observar que o livro de Sears & Zemansky, em suas edições, é o precursor das modificações conceituais que aparecerão nas edições dos outros autores; ele é o único dos não específicos da Arquitetura e Urbanismo que apresenta o conceito de nível de intensidade

sonora já na década de 1970 e 1980. Os outros autores incluem esse conceito na década de 1990, fato que pode indicar o início de uma maior preocupação com as questões relativas ao conforto acústico na sociedade. O estudo desses conceitos na disciplina de Física nos cursos de Engenharia Civil pode ser a única oportunidade de o futuro engenheiro estar em contato com as questões de conforto ambiental na sua graduação, já que em quase todas as universidades brasileiras a disciplina de Conforto Ambiental não faz parte das grades desse curso.

O Quadro 6 apresenta um resumo de como as equações para o cálculo das grandezas intensidade sonora e nível de intensidade sonora aparecem nos livros analisados.

Quadro 6 – Forma como as equações para o cálculo de intensidade sonora e nível de intensidade sonora aparecem nos livros analisados

	Typler	Halliday & Resnick Física	Halliday & Resnick Fundamentos	Sears & Zemansky	Bistafa	Silva
Intensidade sonora	—	- — —	—	- —	—	—
Nível de intensidade sonora	-	-	-	-	—	-

Em todos os livros analisados, a forma de apresentação da grandeza nível sonoro é a que menos sofre alteração. Essa grandeza tem sua caracterização como saber sábio bem definida na história. A forma como ela surgiu, suas motivações, sua aplicação, e isso talvez, seja um dos motivos para sua apresentação se manter com poucas alterações mantendo, de forma geral, sua apresentação original.

As grandes modificações metodológicas na apresentação e organização dos conteúdos, de todos os autores, acontecem nas edições a partir da década de 2000. As características das

alterações são semelhantes e voltadas para uma abordagem mais preocupada com as questões didáticas. No caso da Física isso pode estar relacionado com a consolidação da pesquisa em ensino de física em todo o mundo nesse período.

As regras de Astolfi (2003) que indicam as adaptações por que devem passar os saberes para se manterem nos livros, são observadas de forma geral em todos os livros analisados. Ao longo das edições, novos saberes foram acrescentados para atender as necessidades de aplicação da sociedade, como é o caso do estudo de nível de intensidade sonora, que aparece em quase todos os livros de física a partir das edições 1990 numa possível indicação de que esse conceito passa a ser relevante para os cursos de engenharia, um dos públicos alvo dos livros. Apesar do conceito de nível de intensidade sonora não ser recente, sua descrição acontece na passagem do século XIX para o XX.

Também podem ser observadas mudanças de cunho metodológico na tentativa de tornar os saberes mais “ensináveis”, re-organizando a ordenação de capítulos, mostrando “técnicas” para resolução e interpretação de problemas, tornando a leitura e o layout mais agradáveis e as deduções matemáticas mais acessíveis aos alunos que estão iniciando seus cursos. Tanto o conceito de intensidade sonora quanto o de nível de intensidade sonora são acompanhados, nos livros, de indicação para solução de problemas reais, outra regra de Astolfi.

### 3.4 GRADES DOS CURSOS E PLANOS DA DISCIPLINA – MÓDULO T23

*A arquitetura é o jogo sábio,  
correto e magnífico dos volumes dispostos sob a luz.*

Le Corbusier

Antes de serem ensinados os saberes são selecionados pela noosfera para fazer parte de um determinado curso ou disciplina. Participam desse processo, dirigentes das instituições, coordenadores de curso e professores.

Para nosso estudo foram observadas a estrutura curricular dos cursos e o plano de aula da disciplina de Conforto Ambiental dos dois cursos de Arquitetura e Urbanismo de Campo Grande, MS. O curso da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) e o curso da Universidade Anhanguera-Uniderp.

#### 3.4.1 Arquitetura e Urbanismo na UFMS

A grade curricular do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMS foi estruturada após as recomendações das diretrizes curriculares do curso publicadas em 1994 e seguidas em suas bases gerais pelas diretrizes curriculares do curso publicadas em 2006. Segundo essas orientações os conteúdos de física devem ser diluídos na disciplina de conforto Ambiental. Em sua primeira versão, a grade apresentava duas disciplinas para o estudo de Conforto Ambiental (Conforto Ambiental I e II) com carga horária de 68h cada, que foram substituídas por uma única disciplina na grade de 2008 (Conforto Ambiental) com carga horária de 136h.

O Quadro 7 apresenta as grades do curso nos anos de 2003 e 2008 onde aparecem as disciplinas de Conforto Ambiental I e II nas 2ª e 3ª séries no ano de 2003 e a de Conforto Ambiental na 2ª série na grade de 2008.

Quadro 7 - Grades do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMS nos anos de 2003 e 2008.

2003	2008
<b>• 1ª série</b>	<b>• 1ª série</b>
Desenho e plástica	Desenho e plástica
Desenho técnico e representação gráfica	Desenho técnico e representação gráfica
Estética e história das artes	Estética e história das artes
Geometria descritiva	Geometria descritiva
Introdução ao projeto	Introdução ao projeto
Introdução à sociologia	Introdução à sociologia e economia
Mecânica dos sólidos e mecânica das estruturas	Mecânica dos sólidos e mecânica das estruturas
Topografia	
<b>• 2ª série</b>	<b>• 2ª série</b>
<b>Conforto ambiental I</b>	<b>Conforto ambiental</b>
Estruturas de concreto, aço e madeira	Estruturas de concreto, aço e madeira
História e teoria da arquitetura e urbanismo I	História e teoria da arquitetura e urbanismo I
Informática aplicada à arquitetura I	Informática aplicada à arquitetura e urbanismo I
Materiais de construção	Materiais de construção
Mecânica dos solos e fundações	Mecânica dos solos e fundações
Projeto I	Projeto I
Urbanismo e meio ambiente	Urbanismo e meio ambiente
	Topografia
<b>• 3ª série</b>	<b>• 3ª série</b>
Concepção estrutural	Concepção de estruturas
<b>Conforto ambiental II</b>	
História e teoria da arquitetura e urbanismo II	História e teoria da arquitetura e urbanismo II
Informática aplicada à arquitetura II	Informática aplicada à arquitetura e urbanismo II
Instalações elétricas prediais	Instalações elétricas prediais
Instalações hidráulicas prediais	Instalações hidráulicas prediais
Planejamento urbano	Planejamento urbano
Projeto II	Projeto II
Sistemas construtivos	Sistemas construtivos
<b>• 4ª série</b>	<b>• 4ª série</b>
Desenho urbano	
História e teoria da arquitetura e urbanismo III	História e teoria da arquitetura e urbanismo III
Infra-instrutora urbana	Infra-instrutora urbana

Paisagismo	Paisagismo
Projeto III	Projeto III
Técnicas retrospectivas	Técnicas retrospectivas
	Ética e exercício profissional da arquitetura e urbanismo
	Projeto de urbanismo
	Estágio supervisionado em arquitetura e urbanismo
<b>• 5ª série</b>	<b>• 5ª série</b>
Estágio supervisionado	
Fundamentos para o trabalho final de graduação	
Planejamento urbano e regional	Planejamento urbano e regional
Projeto IV	Projeto IV
Ética e exercício profissional da arquitetura e urbanismo	
Trabalho final de graduação	Trabalho final de curso
	Metodologia aplicada à arquitetura e urbanismo

Segundo o Plano de Ensino da disciplina de 2008 (anexo A) a acústica estava prevista para ser trabalhada no curso, na disciplina de Conforto Ambiental, perfazendo 16 horas.

Os objetivos gerais da disciplina, segundo o plano de aula elaborado:

Sensibilizar e despertar os estudantes sobre a importância das questões relacionadas ao conforto ambiental térmico, lumínico, acústico e de eficiência energética dos edifícios. Conhecer instrumentos para análise quantitativa e qualitativa desses fenômenos. Desenvolver a consciência da aplicação de estratégias e técnicas de controle desses fenômenos visando o desenvolvimento de projetos de arquitetura e urbanismo.

Os conteúdos elencados no plano são: Som, vozes, ruídos e vibrações; Propagação do som, vozes e ruídos nas edificações e nos espaços urbanos; Problemas fundamentais da acústica arquitetônica; Proteção contra ruídos; Manutenção da qualidade do som nos recintos; Isolamento e absorção sonora; Tempo de reverberação; Poluição sonora; Espaços com necessidades especiais em relação ao desempenho acústico; Instrumental para o desenvolvimento de projetos adequados ao conforto acústico e Normas técnicas e legislação.

Observa-se pelos objetivos que os conteúdos da disciplina foram propostos para serem inseridos nas especificidades do curso.

A bibliografia sugerida no plano elenca livros que se ocupam dos aspectos da acústica relacionados às questões do conforto acústico.

### 3.4.2 Arquitetura e Urbanismo na Anhanguera-Uniderp

Ao longo dos anos, o curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Anhanguera-Uniderp teve alterações em sua grade decorrentes de normas federais e de reestruturação da IES. O quadro com um recorte das grades do curso entre os anos de 1981 e 2009 aparece no Quadro 8 o quadro completo das grades é apresentado no Anexo B.

Na grade de 1981 a disciplina de Conforto Ambiental é ministrada no 1º, 2º e 3º não sendo oferecida a disciplina de Física. Na grade de 1986 a disciplina de Física passa a ser oferecida no 1º semestre e os conceitos de disciplina de Conforto Ambiental passam a ser ensinados em uma única disciplina no 4º semestre. A grade de 1990 apresenta uma mudança na organização da IES que passa a ter a distribuição de suas disciplinas no sistema anual. A disciplina de Física é oferecida no 1º ano e a de Conforto Ambiental no 2º ano. Em 1992 temos a mesma caracterização das duas disciplinas com a alteração do nome da disciplina de conforto que passa a se chamar: Conforto Ambiental (higiene da habitação). E 1994 a grade já apresenta as alterações sugeridas pelas diretrizes, logo não temos a disciplina de física e a disciplina de Conforto Ambiental é oferecida no 2º ano. Em 1996 o sistema da IES volta a ser semestral e a disciplina de Conforto passa a ser oferecida nos 1º e 2º semestres. Em 2000 os conteúdos são distribuídos em três disciplinas nos 1º, 2º e 3º semestres. Em 2006-2 e 2009 a disciplina volta a ser oferecida em dois semestres: 3º e 4º semestres.

Quadro 8 - Grades do curso de Arquitetura e Urbanismo da Anhanguera-Uniderp entre os anos de 1981 e 2009

1981	1986	1990	1992	1994	1996	2000	2006_2	2009
1 semestre	1 semestre	1 ano	1 ano	1 ano	1 ano	1 semestre	1 semestre	1 semestre
Metodologia Científica	Desenho e outros meios de expressão	<b>Física</b>	<b>Física</b>	<b>Física</b>	Estética e história das artes	Estética e história das artes I	Desenho de Arquitetura I	Desenho de Arquitetura I
História da arte	<b>Física</b>	Metodologia científica	Metodologia científica	Metodologia científica	Desenho de arquitetura	Desenho de arquitetura I	Meios de Expressão e representação visual I	Estudos Sociais, Econômicos e Ambientais I
Prática desportiva	Prática desportiva				<b>Conforto ambiental I</b>	<b>Conforto ambiental I</b>		
2 semestre	2 semestre	2 ano	2 ano	2 ano	2 ano	2 semestre	2 semestre	2 semestre
Metodologia do projeto	Plástica II	<b>Conforto ambiental</b>	<b>Conforto ambiental (higiene da habitação)</b>	<b>Conforto ambiental</b>	História da Arquitetura I	Estética e história das artes II	Introdução ao projeto	Estudos Sociais, Econômicos e Ambientais II
<b>Conforto ambiental II</b>	Desenho e outros meios de expressão	História da arte e da Arquitetura II	História da arte e da Arquitetura II	História da arte e da Arquitetura II	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo I	Composição arquitetônica e plástica II	Desenho de Arquitetura II	História da Arquitetura
Topografia e fotointerpretação	Topografia e fotointerpretação	Resistência dos materiais e estabilidade das construções	Resistência dos materiais e estabilidade das construções	Resistência dos materiais e estabilidade das construções	<b>Conforto ambiental II</b>	Geometria descritiva e perspectiva II	Estudos sociais e ambientais II	Meios de Representação e Expressão II
Planejamento setorial urbano	Prática desportiva				Tecnologia da construção I	<b>Conforto ambiental II</b>		Seminário Integrador II
3 semestre	3 semestre	3 ano	3 ano	3 ano	3 ano	3 semestre	3 semestre	3 semestre

Projeto executivo	Informática e processamento de dados	Planejamento arquitetônico II	Planejamento arquitetônico II	Planejamento arquitetônico II	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo II	<b>Conforto ambiental III</b>	Sistemas estruturais I	<b>Conforto Ambiental I</b>
Desenho do produto industrial	Fenômenos dos transportes	Instalações e equipamentos I	Instalações e equipamentos I	Instalações e equipamentos I	Paisagismo I	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo I	<b>Conforto ambiental I</b>	Sistemas Estruturais I
<b>Conforto ambiental III</b>	Mecânica dos solos e fundações	Materiais e técnica II	Materiais e técnica II	Materiais e técnica II	Sistemas estruturas II	Sistemas estruturas I	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo I	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo I
<b>4 semestre</b>	<b>4 semestre</b>	<b>4 ano</b>	<b>4 ano</b>	<b>4 ano</b>	<b>4 ano</b>	<b>4 semestre</b>	<b>4 semestre</b>	<b>4 semestre</b>
História da Arquitetura III	Planejamento Arquitetônico II	Planejamento urbano e regional I	Planejamento urbano e regional I	Planejamento urbano e regional I	Técnicas retrospectivas	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo II	<b>Conforto ambiental II</b>	Fundamentos de Geoprocessamento Aplicados à Arquitetura
Resistência dos materiais e Estabilidade das construções	<b>Conforto ambiental</b>	Teoria do urbanismo	Teoria do urbanismo	Teoria do urbanismo	Planejamento urbano e regional III	Planejamento urbano e regional II	Tecnologia e Arquitetura II	TDA IV - Direitos Humanos e Relações Internacionais

No Quadro 9 são apresentados os objetivos, conteúdos, procedimentos, recursos, avaliação e cronograma da disciplina de Conforto Ambiental na Universidade Anhanguera-Uniderp no que diz respeito às questões de conforto acústico. O plano de ensino completo é apresentado no anexo C.

Quadro 9 - Plano de Ensino parcial da disciplina de Conforto Ambiental – Anhanguera-Uniderp

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Conteúdo</b>	<b>Procedimentos de Ensino</b>	<b>Recursos de Ensino</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Cronograma</b>
1. Identificar e compreender as variáveis humanas, acústicas e arquitetônicas e suas relações com a saúde e conforto acústico do homem.	1. Conforto acústico 1.1. Efeitos do som sobre a saúde, o desempenho e o conforto das pessoas 2. Propagação sonora ao ar livre e ruído ambiental 2.1. Propriedades e características da onda sonora. Intensidade. Frequência 2.2. A propagação do som, vozes e ruídos nas edificações e no espaço urbano <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formas de propagação do som</li> <li>• Sons diretos e refletidos. Ecos e Ressonância. Inteligibilidade da fala e Tempo de reverberação</li> </ul>	Aulas expositivas	Data show	Provas	03
2. Identificar e compreender as variáveis humanas, acústicas e arquitetônicas e suas influências na qualidade	3. Fundamentos da acústica arquitetônica <ul style="list-style-type: none"> <li>• Som na arquitetura.</li> <li>• Necessidades e requisitos para a qualidade acústica dos ambientes</li> </ul>	Aulas expositivas	Data show	Provas	03

acústica dos ambientes, explicando a relação entre arquitetura e som.					
3. Analisar os ambientes arquitetônicos, assim como os materiais, técnicas e modelos empregados nas soluções do conforto e desempenho acústico desses ambientes construídos.	4. Ruído em recintos 4.1. Tratamento e isolamento acústico 4.2. A influência da forma, das proporções e dos materiais de acabamentos na qualidade acústica dos ambientes fechados e abertos 4.3. Construtibilidade e conforto acústico. Desconforto acústico em edificações: causas e alternativas para a isolamento acústica e vibrações	Aulas expositivas	Data show	Provas	03
4. Compreender e interpretar dados, desenhos e gráficos relacionados aos materiais acústicos.	5. Características e comportamento dos materiais e componentes para tratamento e isolamento acústico	Visita Técnica	Amostras Catálogos	Provas	03
5. Estudar legislação e normas técnicas relacionadas a ruídos urbanos e nas edificações	6. Fundamentos para o dimensionamento e aplicação em ambientes fechados dos conceitos relacionados ao conforto e qualidade acústica	Estudo dirigido	Normas Legislações	Lista de exercícios	03
6. Selecionar, formular e	7. Critérios e diretrizes para projeto de acústica em	Estudo dirigido	Normas Legislação	Lista de exercícios	03

propor critérios e diretrizes a serem aplicados em projetos de acústica.	ambientes fechados	Simulações	es Projetos		
7. Dimensionar o tempo de reverberação dos recintos, propondo soluções para a sua adequação.	8. Tempo de reverberação	Estudo dirigido	Livros e Apostilas Catálogos, gráficos e tabelas	Lista de exercícios	03
8. Selecionar, investigar e avaliar obras arquitetônicas que são referências em qualidade acústica.	9. Acústica arquitetônica: qualidade acústica dos ambientes construídos.	Seminários - Estudo de casos	Data show Projetos	Apresentação de seminário	03
9. Selecionar, investigar e avaliar obras arquitetônicas que são referências em qualidade acústica.	10. Acústica arquitetônica: qualidade acústica dos ambientes construídos.	Seminários - Estudo de casos	Data show Projetos	Apresentação de seminário	03

Também no caso dessa disciplina nessa Universidade, observa-se a intenção de que os conhecimentos curriculares estejam inseridos na cultura de destino.

Sistematizar e avaliar um conjunto de conhecimentos relacionados às condições térmicas, lumínicas e acústicas como um dos condicionantes da forma e da organização do espaço no sentido de dotar o ambiente construído de todos os elementos de conforto interior e de proteção climática e da minimização dos seus impactos ambientais, visando a qualidade de vida do homem. (Plano de estudo do curso)

Em síntese, nos cursos das duas Universidades, as grades revelam a intenção em seguir as orientações propostas pelos órgãos oficiais e pelas categorias de classe. Também existe similaridade no período de oferecimento da disciplina de Conforto Ambiental, que é oferecida nos dois cursos no segundo ano. Não existem diferenças significativas entre as

ementas dessa disciplina nas duas Universidades, que também é às ementas de outras Universidades. As bibliografias também revelam semelhanças, com poucas opções para publicações mais recentes.

Também nessa Universidade a bibliografia sugerida no plano elenca livros que se ocupam dos aspectos da acústica relacionados às questões do conforto acústico. Dois dos livros são comuns às duas Universidades.

### 3.5 AS AULAS – MÓDULO 3

*O professor disserta sobre ponto difícil do programa.  
Um aluno dorme,  
Cansado das canseiras desta vida.  
O professor vai sacudi-lo?  
Vai repreendê-lo?  
Não.  
O professor baixa a voz,  
Com medo de acordá-lo.*

Carlos Drummond de Andrade

O convite para que os professores da disciplina Conforto Ambiental dos cursos de Arquitetura de Campo Grande participassem da pesquisa foi feito pela pesquisadora e por sua orientadora. Foram explicados os objetivos da pesquisa e a metodologia para a coleta das informações. Com a concordância dos professores foi feito contato com os alunos que também concordaram em participar da investigação.

Para a coleta de informações sobre as aulas onde se trabalharam os conceitos de acústica, utilizamos como ferramentas a filmagem, a cópia dos eslaides utilizados pelos professores nas aulas, a cópia dos materiais entregues aos alunos e a cópia das avaliações dos alunos. A filmagem foi feita pela pesquisadora com uma câmara portátil manuseada de forma a enquadrar o professor e/ou alunos nos momentos de interação.

Nos momentos de análise foram enfocadas as aulas e os materiais em que foram trabalhados os conceitos de intensidade sonora e nível sonoro nas duas IES.

Nas duas universidades, nas aulas analisadas, os alunos estavam sentados dispersos pela sala. Os professores mantiveram-se, durante o tempo de exposição do conteúdo, em movimento predominantemente próximos ao quadro.

Na UFMS, a opção metodológica dos professores, para explicar o conteúdo, foi a aula expositiva com utilização do *data-show* com disponibilização dos eslaides na reprografia. Foi solicitado trabalho prático, em grupo e extraclasse, da medida da reverberação de salas do departamento. Os resultados foram apresentados em forma de artigo, que foi utilizado como avaliação da disciplina.

Na Anhanguera-Uniderp, o professor utilizou: *data-show*, com disponibilização digital dos eslaides; textos sobre questões de conforto, que deveriam ser lidos antes das aulas; questões relacionadas aos conceitos, que deveriam ser resolvidas em casa e que foram corrigidas em aula; visita técnica aos estúdios de uma rádio para observar o projeto das salas e os materiais utilizados para obter isolamento; laboratório de informática para utilização de *software* específico para o estudo de questões relacionadas ao conforto acústico em edificações; e seminários, apresentados pelos alunos, sobre temas sorteados que contemplavam questões de planejamento arquitetônico, visando ao conforto acústico em diferentes edificações.

As transcrições das aulas foram feitas obedecendo às seguintes regras: cada pessoa tem sua fala assinalada por uma letra, sendo reservada a **letra P** sempre para o **professor**; a dos **alunos** pelas outras letras do alfabeto; os comentários do **pesquisador** foram indicados **entre parênteses com letras minúsculas**; qualquer **pausa** foi indicada pelo símbolo **reticências**; a **interrupção ou tomada da fala** foi indicada por **reticências entre** colchetes [...] e a indicação de **interrogação** foi indicada por **ponto de interrogação**.

Os momentos transcritos da aula observada foram aqueles em que os conteúdos de intensidade sonora e nível sonoro apareceram. Esses conceitos foram abordados, nas duas universidades, no primeiro dia de aula como parte introdutória do conteúdo de conforto acústico.

Na Anhanguera-Uniderp, o professor iniciou sua aula fazendo referência à relação dos conceitos que seriam estudados nas aulas com os conceitos básicos de Física e salientando que seriam necessárias relações com conceitos previamente estudados na disciplina de Física

do ensino médio que antecedem aos do curso de Arquitetura e Urbanismo. Salientou ainda que poderiam acontecer dificuldades no entendimento de alguns conceitos básicos em decorrência da falta da disciplina de Física nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e advertiu que estas seriam na medida do possível sanadas por ele.

P [...] a acústica é uma matéria que se fundamenta lá na Física, lá nas ondas, e a partir daí o estudo do som. E como é que a gente trata as questões da acústica arquitetônica sem ter uma disciplina de Física? ... só com o conhecimento básico que vocês têm lá do ensino fundamental ... do ensino é ... do que vocês trouxeram de bagagem pra cá, então, é a seguinte questão, nós vamos ter alguns momentos na aula onde vai fazer falta aquele conceito lá de trás e a gente vai tentando então resolver isso quando for necessário.

Nessa fala, o professor, já no início de seu trabalho, apresenta preocupações em relação à falta de alguns conceitos básicos de Física. A indicação de que ele procuraria resolver as dificuldades dos alunos sugere uma intenção que, pela situação posta, ou seja, a falta de uma disciplina de Física básica. No decorrer das aulas pode-se observar que uma das suas opções para enfrentar essa dificuldade é optar pela via da simplificação no momento de apresentar os conceitos. Pelo menos nesse momento, parece ser uma escolha consciente por modelos simplificados pela necessidade de limitar a profundidade conceitual e a linguagem empregada no contexto que ele se encontra.

Dando continuidade à fala, o professor indicou qual seria a metodologia das aulas, os conteúdos que seriam trabalhados, as atividades que os alunos deveriam realizar na sala e fora dela, o sistema de avaliação e a forma como disponibilizaria o material.

Iniciando a apresentação do conteúdo, o professor indagou os alunos sobre os conhecimentos que eles tinham sobre som.

P [...] O que vocês têm de conhecimento do som?... e de acústica... o que você sabem?  
 A Tenho dúvida na quantidade, por exemplo, dos decibéis  
 P (o professor dirige-se ao quadro e anota enquanto pergunta). Você tem dúvida sobre o que é decibéis?  
 A Isso.  
 P Posso considerar assim o que é normal e o que é excesso?  
 A Isso  
 B O que é eco?  
 P (novamente escreve no quadro): O que é eco?  
 B Como ele se propaga ....  
 P Como se dá o eco?  
 B Como ele se propaga....  
 P Como se propaga esse eco (continua anotando no quadro)

- C O que auxilia ele a se propagar  
 B Por que ele ocorre?  
 D Diferença entre eco e reverberação  
 P O que é eco e o que é reverberação (continua anotando)  
 B O material usado também  
 P Quais os materiais que a gente usa para que atenua... esse é um ponto fundamental... também a adição... porque é aqui que a gente vai chegar certo.... nós vamos estudar tudo porque o nosso ponto a nossa meta é entender de materiais não só de matérias de outras coisas mas materiais é um dos pontos principais.  
 E Isolamento  
 P Isolamento? (continua anotando): O que mais?  
 F dos materiais  
 P (volta ao quadro e aponta anotação já feita) materiais que são usados, como eles se comportam (faz um sinal de positivo para a sala) muito bem. O que mais? (os alunos conversam entre eles trocando ideias)  
 G A influência do som no humor  
 P A influência do som no humor, olha que esse caso eu sou exemplo, qual a influência do som no humor (anota no quadro) ... o estresse.

Nesse diálogo, o professor procura identificar quais as concepções dos alunos sobre o conteúdo a ser estudado.

A partir dessas perguntas, o professor iniciou a projeção dos eslaides informando que as perguntas seriam respondidas algumas naquela aula e as outras seriam pontos abordados em outras aulas. Tal procedimento evidencia uma preocupação em considerar aquilo que os alunos conhecem e relacioná-los aos conteúdos da disciplina.

Os eslaides começaram com o tópico “som na Arquitetura”, explicitando que as ondas sonoras causam sensações e emoções.

- P [...] que só justifica estudar som na Arquitetura na medida em que a gente entende de forma objetiva e de forma subjetiva.

Foram abordadas as questões sobre a percepção fisiológica e emocional do som, as diferenças entre som, ruído e barulho e questões relacionadas aos ruídos de fundo na Arquitetura. Alguns exemplos concretos foram apresentados – relacionados às soluções encontradas nos projetos de Arquitetura para minimizar esses ruídos ou utilizá-los como recurso para tornar o ambiente agradável (mascaramento sonoro).

Na sequência, o professor fez uma pergunta para a classe no sentido de relacionar o conteúdo com o cotidiano dos alunos. Indaga para aos alunos que moram no centro da cidade como está o nível de ruído durante a noite e qual a providência que eles tomam para minimizar o problema. Eles propuseram algumas soluções, como fechar as janelas, ligar o ar-condicionado. Essas soluções são discutidas com a turma.

Voltando ao eslaide, o professor mostrou uma tabela com valores de ruídos de fundo recomendados pela norma e perguntou aos alunos qual o valor de ruído de fundo que eles acreditavam que estavam produzindo. Quando os valores foram fornecidos, pelos alunos, acompanhados da unidade decibel<sup>24</sup>, ele voltou ao quadro onde estavam as anotações das perguntas no início da aula e apontou a pergunta que se referia à unidade decibel e fez então a seguinte colocação:

P deixa eu falar um negócio aqui ... alguém falou decibéis. Hum ... muita gente fala decibéis, mas outras pessoas acham que o correto é decibels ... por que é o seguinte ...(escreve no quadro a palavra bel) Bel é o camarada que emprestou o nome para a escala decibel ... de Graham Bell ... já ouviram falar né desse camarada o Graham Bell? (no quadro assinala na palavra decibel o bel) esse bel aqui é de Graham Bell um nome próprio ... então é por isso. Na hora que vocês estiverem dando uma lida na internet vocês procurem conhecer a origem do decibel ... do decibels ou decibéis. Vou falar com vocês dos dois jeitos.

Apesar da referência sobre a escrita do nome da unidade, não é feita nenhuma menção sobre a grandeza que tem como unidade o decibel.

A partir daí foram discutidos os conceitos de inteligibilidade, musicalidade, sons diretos e refletidos. O segundo tópico abordado na aula foram as características da onda sonora. Foi apresentado o conceito de frequência, relacionando-o com tons graves, médios e agudos e com as questões de absorção do som por diferentes materiais. O conceito de amplitude também foi relacionado ao som grave e agudo e a direcionalidade do som. Essa questão foi novamente relacionada com as questões de projeto arquitetônico.

As figuras utilizadas pelo professor em seus eslaides, para o estudo desses conceitos, foram retiradas do livro de Sylvio Bistafa, que apresenta uma discussão cuidadosa dos conceitos relacionados à acústica. Essa escolha pode indicar a intenção do professor, mesmo

---

<sup>24</sup>No intuito de esclarecer sobre o emprego de decibels ou decibéis como plural da palavra decibel encontramos as seguintes definições: segundo Maria Regina Rocha<sup>24</sup> a palavra decibel “[...] é formada de **bel** (do nome do físico escocês A. G. Bell) e é do gênero masculino: «o decibel»”. Ora, as unidades são definidas internacionalmente e, depois, a flexão ou a ausência dela em cada língua tem que ver com a estrutura da própria língua. Em português, a regra da formação do plural das palavras não monossilábicas terminadas em **-el** é a de fazerem o plural em **-is** (com a queda do **-l**), por exemplo, **anéis, capitéis, carrosséis, corcéis, cordéis, cruéis, dosséis, fiéis, painéis, papéis, pincéis, quartéis, tonéis, móveis** ou **níqueis**. Assim, respeitando a regra de flexão dessas palavras na nossa língua, a forma **decibéis** é o plural adequado de **decibel**. No entanto, o Decreto Federal nº 81.621, de 3 de maio de 1978, que define o Quadro Geral de Unidades de Medidas, estabelece que a forma legal do plural de decibel é decibels, norma que é ratificada pela Resolução CONMETRO nº 12/88 (quadro apresentado em anexo). Já o “Novo dicionário Aurélio da Língua Portuguesa” (2ª edição, revista e atualizada) indica que o plural de bel é bels, enquanto para o plural de decibel as duas formas são corretas: decibels e decibéis.

que inconsciente, em manter sua transposição dentro dos limites (distância máxima) em que considera aceitável a sua transposição.

Voltando a falar de amplitude: ele definiu período e velocidade do som, som puro e som harmônico e então entrou nos tópicos assinalados como “escala A de ponderação, escala B, escala C e escala D”.

A Figura 7 apresenta o eslaide trabalhado pelo professor naquele momento.

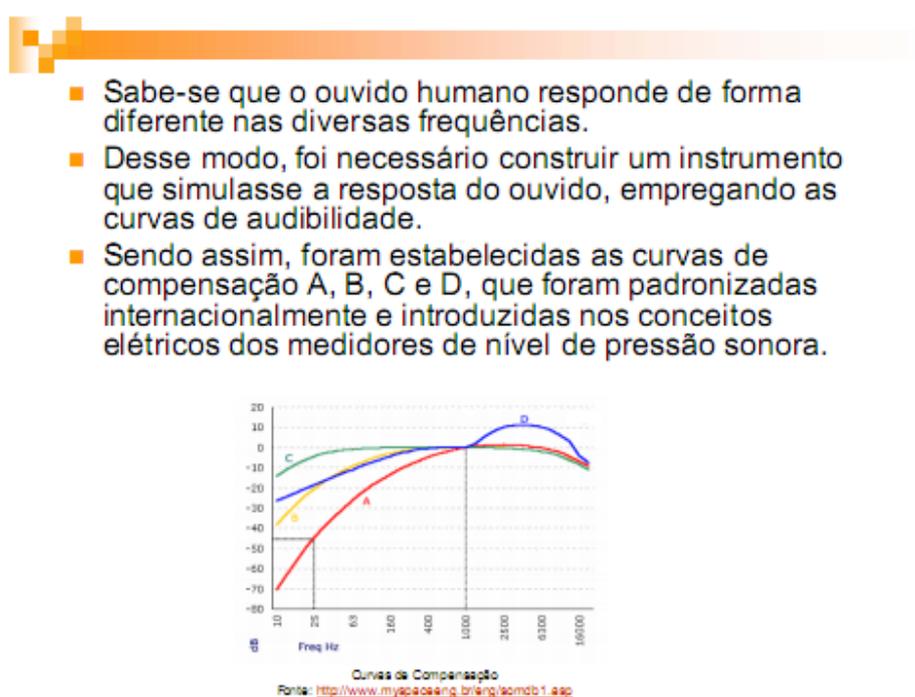


Figura 7 - Eslaide com curva de compensação – Anhanguera-Uniderp

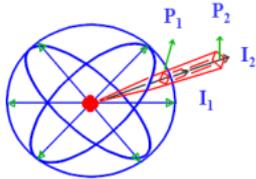
- P escala de ponderação ... é similar à resposta do ouvido humano ao som ... se eu vou trabalhar com uma determinada frequência eu uso uma escala de ponderação ... se eu vou medir o som de uma aeronave, eu tenho que trabalhar com uma escala D de ponderação ... isso daí é a maneira como o ouvido humano percebe o som ok? ... então a gente tem a escala de ponderação que é a escala que consegue aproximar a forma, né? como o ouvido humano responde às diferentes frequências, certo? Então aqui é a escala de ponderação (mostra o eslaide onde tem uma figura com curvas de ponderação) acho melhor vocês lerem isso no material em que vocês vão pesquisar pra gente poder voltar nisso aí... o importante nesse momento é ver que o ouvido humano para perceber o som, mais próximo da nossa realidade, ele tem que fazer uma escala.

Esse trecho da aula evidencia um momento do discurso pedagógico onde, segundo Orlandi (1987), o professor fixa-se na definição do conceito e exclui o fato. “A apresentação das razões em torno do referente se reduz ao é-porque-é”. No discurso do professor: temos as diferentes escalas porque é assim que o ouvido humano percebe o som, “... então a gente tem a escala de ponderação que é a escala que consegue aproximar a forma, né? Como o ouvido humano responde às diferentes frequências, certo?” Essa forma de discurso pode ser uma evidência da dificuldade do professor em fazer a transposição do conceito imaginando as limitações de conteúdos básicos por parte dos alunos.

Após algumas observações feitas pelos alunos, o professor indicou que o conteúdo que seria apresentado era fundamental para o estudo das questões de conforto acústico. O conteúdo a que ele se referia era o conceito de intensidade sonora. O eslaide aparece representado na Figura 8.

\* O que caracteriza uma fonte sonora é a sua **POTÊNCIA SONORA**.

■ Uma fonte gera uma certa quantidade de energia sonora na unidade de tempo; isto é, ela gera uma **POTÊNCIA SONORA** medida em Watts (W).



Fonte Pontiforme

$$I = \frac{W}{4\pi r^2} = \frac{P}{\rho c}$$

W → Potência sonora [Watts]  
I → Intensidade sonora [W/m<sup>2</sup>]  
P → Pressão sonora [Pa = N/m<sup>2</sup>]  
r → distância da fonte  
ρ → densidade do ar  
c → velocidade do som

Essa energia sonora emitida pela fonte exerce uma certa **PRESSÃO SONORA (P)** em determinados pontos do ambiente.  
Pressão sonora é dada em Pa ou N/m<sup>2</sup> - mede força por área.

■ A **INTENSIDADE SONORA (I)** mede energia por área e esta relacionada à energia sonora por unidade de tempo e por unidade de área, portanto, potência sonora por unidade de área que atravessa uma superfície (w/m<sup>2</sup>).

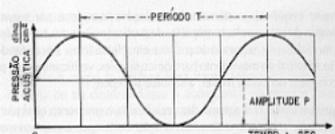


Figura 8 - Eslaide com conteúdo de intensidade sonora - Anhanguera-Uniderp

P agora chegamos num ponto, que é ponto importante de se entender,... você tem uma fogueira, você tem uma chama, ela emite um calor, não emite? Se eu tenho uma fonte de som... emite... uma quantidade de som essa fonte, assim como a fogueira emite uma quantidade de calor, a fonte sonora emite uma quantidade de som, essa quantidade de som que a fonte sonora emite se eu medir... eu me refiro à potência... digo assim essa fonte possui uma potência... que é a

energia... que é o som que ela emite que é a energia que é potencia sonora que é emitida em watt similar a uma fogueira que esta emitindo aquele calor.

Nesse trecho do discurso, o professor, aparentemente, encontra dificuldade em introduzir o conteúdo já que para isso é necessária a utilização de outros conceitos de física, como potência e energia. Ele utiliza os termos, mas, na tentativa de esclarecer o conceito para os alunos, utiliza simplificação onde os conceitos de potência, energia e som são equiparados: “eu me refiro à potência... digo assim essa fonte possui uma potência... que é a energia... que é o som que ela emite que é a energia que é potencia sonora que é emitida em watt similar a uma fogueira que esta emitindo aquele calor”.

O discurso prossegue

- P Agora se você esta perto da fogueira ou se você esta longe da fogueira você sente uma quantidade diferente. Então, o calor se propaga de forma diferente, no som essa medição que eu faço a uma certa distância em algum determinado lugar a gente chama de pressão sonora.

É feita referência a um novo conceito, pressão, sem a averiguação de que houve entendimento por parte dos alunos.

E ainda prossegue

- P Então eu caracterizo a fonte pela sua potência sonora, quer dizer cada fonte de som tem uma potência sonora... e esse som chega até você, chega até determinados lugares com uma pressão sonora. Essa pressão sonora aqui a gente também se refere a ela em decibéis. E a intensidade sonora na verdade é uma magnitude dessa pressão sonora, quer dizer, é ali, naquele momento, naquela área direcional, na verdade é um vetor (pergunta aos alunos se eles estão estudando vetores com outro professor). Muito bem então intensidade sonora é um vetor, tá? (mostra figura no eslaide onde está representado o vetor intensidade sonora a duas distâncias da esfera pulsante, figura retirada do livro de Sylvio Bistafa).

Nesse momento do discurso, o professor parece assumir que o entendimento do conceito precisa de fundamentos que talvez estejam além dos fundamentos dominados pelos alunos, e então volta ao discurso do que “é–porque–é”, “Muito bem, então, intensidade sonora é um vetor, tá?”

Na tentativa de esclarecer o conceito, o discurso continua:

- P Eu tenho uma fonte e uma potencia sonora, isso em uma determinada direção que vem dessa onda sonora nessa determinada direção que caracteriza a intensidade sonora em uma determinada área... isso daqui medido aqui é a pressão sonora... (mostra as equações que também foram retiradas do livro de Bistafa) e a relação entre intensidade e pressão é dada aqui, certo? Sempre em relação a uma pressão de referência. (Nesse ponto ela informa que a intensidade do som passa pela escala logarítmica, mas como eles não estão acostumados a trabalhar com essa escala, ela vai fazer algumas simplificações).

A transposição feita pelo professor tenta seguir o nível de profundidade apresentado pelo livro de referência. No entanto, o discurso demonstra que ele não tem certeza de que os alunos estejam preparados para esse nível de apresentação; faz diversas simplificações que, muitas vezes, conceitualmente, não estão totalmente corretas.

A partir daí o professor passou a discutir com os alunos exemplos envolvendo o nível de intensidade sonora e a pressão sonora em locais de trabalho e em edificações, ou seja, passa às aplicações diretas do conceito no que será a utilização deles na prática do profissional de Arquitetura.

No eslaide seguinte (Figura 9), apresentou um resumo dos parâmetros básicos do som em que foram revistos os conceitos de intensidade sonora, pressão sonora e o de nível de pressão sonora. A equação foi apresentada sem explicações. Os próximos eslaides trazem parâmetros de aplicação do conceito de intensidade sonora: tabela de nível de pressão sonora para fontes comuns, figura que mostra nível de pressão sonora por frequência, gráfico que mostra áreas dinâmicas do ouvido, limites de tolerância para ruído contínuo e intermitente e efeitos do ruído sobre o homem.



### PARÂMETROS BÁSICOS DO SOM

Quando o som é gerado por uma fonte sonora  $W$ , ocorre uma transferência de energia da fonte para as moléculas de ar adjacentes.

Energia Sonora: produz uma certa pressão sonora na sala, que depende não só da potência da fonte, como também da distância entre a fonte e o ponto de medição, da quantidade de energia absorvida pelas paredes, etc...

A taxa com a qual a energia flui numa determinada direção, através de uma determinada área, é denominada **INTENSIDADE SONORA  $I$** .

A energia que está passando em um ponto em particular na área ao redor da fonte dará origem à **PRESSÃO SONORA  $P$** , naquele ponto.

**NÍVEL DE PRESSÃO SONORA** é uma relação entre a pressão medida e a pressão de referência.  $L = 20\log(P/P_0)$  dB.

A pressão mínima que nosso ouvido pode captar é da ordem de  $P = 20\text{Pa}$  (pressão referencial mínima).

**DECIBEL (DB)** é a unidade que mede os níveis de pressão sonora ou intensidade de som ou ruído.

Figura 9 - Parâmetros básicos do som - Anhanguera-Uniderp.

Na lista de exercícios entregue aos alunos, constavam exercícios sobre frequência do som, comprimento de onda, ondas sonoras de tom grave e agudo, cálculo da dose de ruído diário máximo exigido para segurança do trabalho e da saúde, estudo de caso sobre aplicação das normas de controle de ruído da Prefeitura Municipal de Campo Grande, MS, exercício prático para o cálculo do tempo de reverberação da sala de aula. Foi solicitado aos alunos que, dado o nível sonoro de alguns modelos de carro de fórmula 1 quando estão no *grid* de largada, calculassem o nível sonoro total dos carros.

Na avaliação escrita dos alunos, as questões estavam relacionadas com a utilização de materiais para a solução arquitetônica e construtiva dos problemas sonoros, normas e legislação e conforto acústico, responsabilidade dos agentes que, de uma forma ou de outra, constroem e usam a cidade no que se refere ao seu processo de urbanização, e as questões relacionadas ao conforto acústico, solução de problemas acústicos em edificações urbanas e cálculo de tempo de reverberação em auditórios corporativos.

Pode-se destacar que o professor tenta apresentar os conceitos sem a utilização de pré-requisitos físicos e matemáticos por parte dos alunos. Para isso, apesar da preocupação na apresentação dos conceitos e equações, é forçado a “simplificar” sua abordagem. A impressão

é a de que a escolha do professor é consciente no sentido de preferir modelos simplificados de ensino, mas que acaba em alguns momentos, por limitação de opções, simplificando o conteúdo para facilitar a aprendizagem. Além disso, tal como já assinalaram Pires e Silva (2007) sobre os saberes ensinados no curso de Arquitetura, cuja ênfase está no bloco do “saber-fazer” que integra as técnicas e os problemas, o principal objetivo do curso e o desenvolvimento de técnicas para resolução de tarefas. Essa filosofia pode nortear as opções do professor quando da escolha da melhor forma de abordagem de ensino de um conceito.

Na UFMS, a primeira aula sobre conforto acústico começou com o esclarecimento do professor quanto aos objetivos do estudo. Salientou que enquanto os outros assuntos tratados na disciplina, como conforto térmico e lumínico, estavam diretamente ligados com os fatores climáticos, esse não era o caso do conforto acústico, quando o enfoque são as edificações. Foi salientado que a ênfase da parte de conforto acústico é condicionar a saúde e a produtividades dos seres vivos, enquanto que o objetivo da acústica não seria o estudo do conforto acústico para a produtividade e sim o conforto acústico para o bem-estar do indivíduo. Informou então que iniciaria a aula falando de alguns conceitos básicos de acústica.

P [...] então eu vou dar pra vocês, vou passar para vocês,... conceitos e propriedades básicas que a gente tem que saber sobre acústica para vocês terem uma ideia do que seja, tá, uma pincelada do seja pra vocês a relação de acústica.

Iniciou o eslaide apresentando fotos de antigos teatros gregos e romanos, de basílicas e teatros renascentistas. Enfatizou as formas arquitetônicas encontradas na busca de soluções acústicas por total falta de tecnologia no que diz respeito a materiais apropriados para o uso nas construções da época; logo, a ênfase era dada na forma. Hoje, os materiais e recursos tecnológicos permitem maior liberdade na forma com resultados adequados no que diz respeito ao conforto acústico. No momento em que estava falando da forma de concha dos teatros romanos para melhor distribuir o som para a plateia, perguntou para os alunos:

P Como o som acontece... é uma propagação do quê?

A propagação de onda

P todo mundo sabe isso... vamos partir

Pela afirmação anterior podemos inferir que o professor desenvolverá o conteúdo supondo que os alunos conhecem os conceitos básicos de ondas.

Continuou a aula apresentando os eslaides, mostrando mais fotos de edificações representando diferentes épocas e soluções arquitetônicas.

Apesar da afirmação feita pelo professor de que “todo mundo sabe isso”, após essa introdução iniciou o estudo dos conceitos básicos relacionados ao som. Apresentou a definição de som, indicando as questões sobre sensação do som, propagação de som, frequência, velocidade do som nos meios, comprimento de onda, timbre, amplitude, direcionalidade, ruídos, isolamento e isolação.

O livro usado como referência pelo professor na elaboração dos eslaides foi o de Souza (2006), que não aparece na bibliografia da disciplina. Esse livro foi elaborado especialmente para o estudo das questões de conforto acústico em cursos de Arquitetura. Apresenta os conteúdos de forma sintética e com abundância de imagens.

Após falar de direcionalidade, perguntou aos alunos:

P vocês já ouviram falar do Graham Bell... normalmente... a gente tem propaganda de aparelhos auditivos... lojas Granhan Bell... falam desse jeito... então... é um estudioso que estudou a parte do som a parte de acústica e é por isso vocês já devem ter ouvido a unidade dB... alguma vez na vida... por isso por causa do Granham Bell temos o bel. Então vamos entender o que é.

Os dois professores, da Anhanguera-Uniderp e o da UFMS, ligam o nome da unidade bel ao cientista Granhan Bell, no entanto nenhum deles, no momento em que fazem essa colocação, relaciona a unidade à grandeza física a que está ligada.

A Figura 10 apresenta o eslaide que gera a discurso sobre o bel.

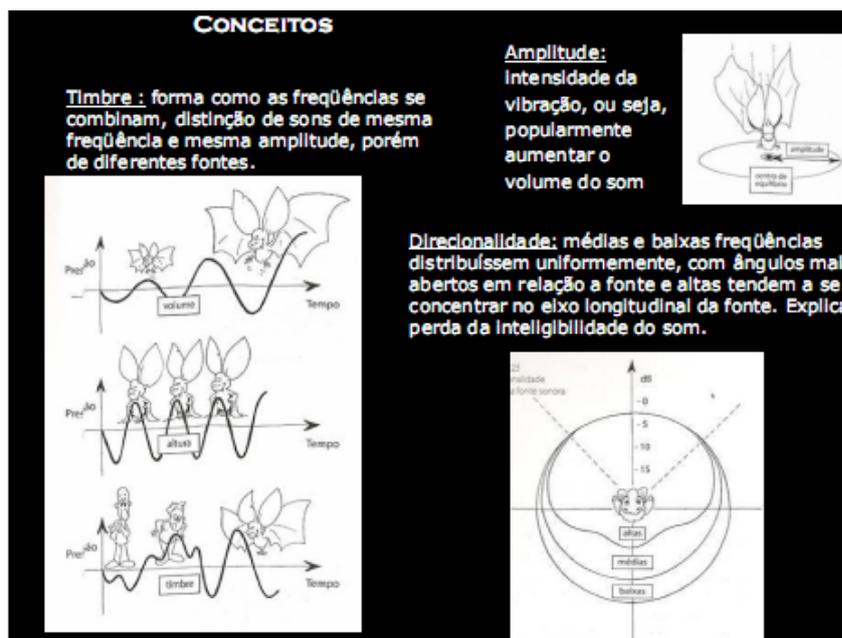


Figura 10 - Eslaide com conceito de direcionalidade, timbre e amplitude – UFMS.

No momento seguinte, o professor passa a falar de som direto. Diz que a intensidade do som decai, mas não definiu o que é intensidade do som, mas sim, ruído.

Continuando a aula é apresentado outro eslaide (Figura 11) onde aparecem as definições de intensidade sonora, potência e pressão sonora.

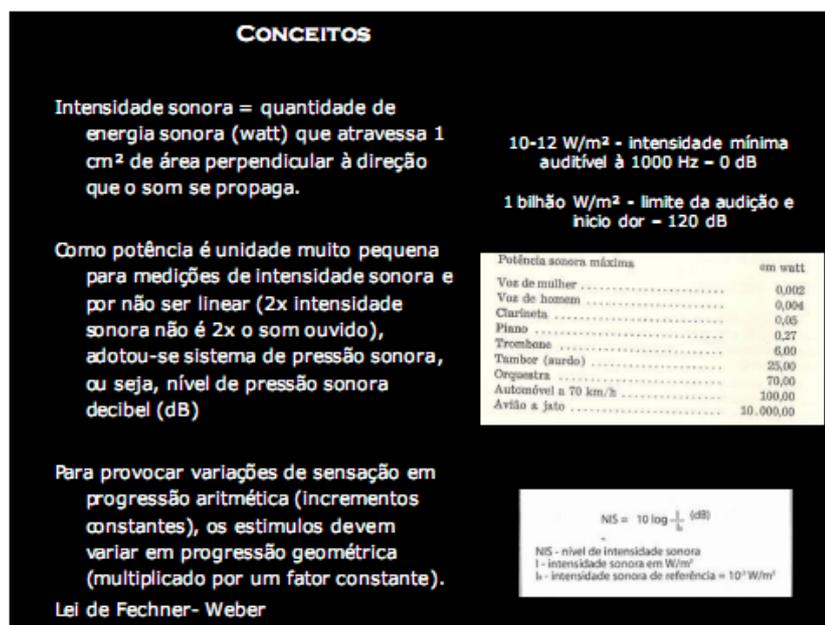


Figura 11 - Eslaide com definição de intensidade sonora, potência e lei de Fechner-Weber – UFMS.

P ... vou falar de intensidade... quando a gente esta próximo a nossa fonte de som ou de ruído... que mais nos vamos falar?... falar que tem intensidade sonora... conforme nos vamos distanciamos dessa fonte nos estamos diminuindo essa intensidade sonora então o que seria a intensidade sonora... é o que?

A forma de transpor o conteúdo é semelhante à do professor da Anhanguera-Uniderp. Nos dois casos inicia-se a apresentação do conceito de intensidade por meio da diferença de distância percebida pelo sujeito que ouve o som.

Continuando o discurso,

P ... é uma de energia (aponta o eslaide) ...em watt ...

Também de forma semelhante à aula da Anhanguera-Uniderp os conceitos de energia e potência são apresentados como se fossem os mesmos.

Ainda em relação ao conceito de intensidade sonora, o discurso do professor continua

P ...que atravessa o que ...uma área perpendicular à direção que o som se propaga. Então tá... a unidade é o  $W/cm^2$ ,  $W/m^2$  então qual é? Watt é uma energia sonora que vai atravessar um determinado... uma determinada superfície

Novamente é feita a relação entre a unidade watt, unidade de potência, com energia sem a referência do tempo.

Continuando,

P ... muito bem... como a gente vai contar isso ...para os nossos ouvidos... então olha lá (apontando o eslaide)  $10-12 W/m^2$  é a intensidade mínima auditível a 1000 Hz... que é... falamos... é 0dB... então depois nos temos aí.. 1 bilhão de  $W/m^2$  é o limite da nossa audição que vai equivaler a 120 dB que é o limite da dor o limiar da dor... então o que quer dizer isso... quando nos estamos com 10 a 12 watts por metro quadrado... quer dizer o que? É uma intensidade bem pouquinho... bem pouca energia sonora que tem no ambiente... então, mas nos conseguimos o nosso primeiro ponto que conseguimos ouvir... o menor ponto que conseguimos ouvir... quando nos estamos aumentando para 1 bilhão de watts é um bilhão de energia para passar por aquela superfície pra gente sentir dor... pra gente falar nossa esse som esse ruído esta estridente... está... doe o meu ouvido... então é uma escala que é muito grande vocês perceberam entre 10 pra gente conseguir a dor pra nossos ouvidos o que acontece tem que estar bilhão... então é uma unidade um pouco grande pra gente ficar utilizando diariamente

O professor segue a transposição feita pelo livro realçando a grande diferença entre os limites de audibilidade e dor, diferença esta que contribuiu para a escolha, na estruturação formal do conceito, de uma escala logarítmica para a caracterização do nível sonoro.

Ainda nessa linha, o professor continua

P ... outro ponto que nos temos é o seguinte... (volta ao eslaide) ela não é linear... essa intensidade... então o que linear... se eu vou lá e aumento 2 vezes ou por 3 vezes eu vou lá e aumento o meu som... não quer dizer pessoal que meu ouvido ele vá ouvir duas vezes a mais... porque nos estamos falando da relação de “cucação” ai no meio... então não é linear nesse momento então por isso que eu coloquei aqui o (volta ao eslaide e lê)... para provocar variações de sensação em progressão aritmética - incrementos constantes - os estímulos devem variar em progressão geométrica... ou seja se eu aumentar duas vezes... se eu quiser ouvir duplamente aquele... duas vezes a mais aquele som eu não tenho que ir lá no aparelho e aumentar duas vezes a mais eu tenho que colocar quatro, seis vezes a mais porque, por que é uma progressão geométrica então não é bonitinho... eu aumentei uma vez ah então eu ouvi mais uma vez dupliquei a intensidade do som que eu estou ouvindo... fui lá duas vezes então quer dizer que dupliquei ainda mais a intensidade do som que eu estou ouvindo do som.

A ênfase na explicação não se encontra na representação matemática do conceito e sim em experiências sentidas pelos sujeitos expostos a um determinado som.

Para fechar a explicação, o professor explica:

P ... então não funcionada dessa maneira nosso ouvido tem essa aplicação de intensidade sonora porque enquanto a gente fala a gente ouve lá... lá no nosso aparelho... no aparelho la do som... então porque tem essa limitação nos conseguimos chegar a uma unidade que é o decibels... que o decibels é exatamente ele faz essa conversão ele trabalha exatamente com watts por  $m^2$  traduzindo em que? em uma progressão que seja geométrica que seja mais próxima da sensação que nos temos

Nesse momento, o professor relaciona suas considerações sobre a forma peculiar de percepção do som pelo ouvido com a grandeza nível de intensidade sonora:

P (no quadro indica a formula de nível de intensidade sonora) ele trabalhou com isso aqui... esse é o nível de intensidade sonora... ele trabalhou com watts por metro quadrado... e intensidade sonora dada em frequência... ai ele trabalhou com a unidade de joule pra conseguir chegar exatamente a sensação que nos temos de aumentar e a sensação de você estar ouvindo aumentando essa intensidade... tudo exatamente com relação ao que?... a você dar o primeiro fato de você já ouvir e o máximo que você tem a dor então qual foi a relação que ele tirou foi exatamente essa... você esta começando a ouvir e você esta o que?... no máximo do seu ouvido... então ele pegou essa escala a humana a da sensação transformou na escala decibels.

Em vários momentos desse discurso, o professor se refere a “ele” sem indicar quem seria esse sujeito. Subtende-se que seja o cientista que definiu a grandeza nível de intensidade sonora. Segundo Orlandi, o estabelecimento da cientificidade de um conceito também é uma forma, no discurso pedagógico, de evidenciar a máxima do professor de que isso “é—porque—é”. Essas afirmações podem indicar a necessidade, mesmo que inconsciente, de o professor validar seu discurso.

No trecho do discurso, onde são apresentados os conceitos de intensidade sonora e nível sonoro, pode-se observar uma busca por palavras e significados que possam apresentar a definição dos conceitos sem o recurso dos termos técnicos ou das fórmulas. A opção do professor, ao seguir o livro, é buscar a menor utilização possível de equações para a apresentação dos conceitos.

Essa escolha pode significar uma concordância com a cultura de destino (curso de Arquitetura) que considera como fundamental a aplicabilidade de um conceito. Não se pode garantir que a simples apresentação de um conceito, sem a sua formalização matemática, possa de fato ser suficiente para que o futuro profissional tenha compreensão suficiente dele, para sua efetiva aplicação em um projeto arquitetônico.

Nesse momento, o professor trocou de eslaide (Figura 12) e mostrou a figura com a ilustração da relação entre pressão sonora e dB.

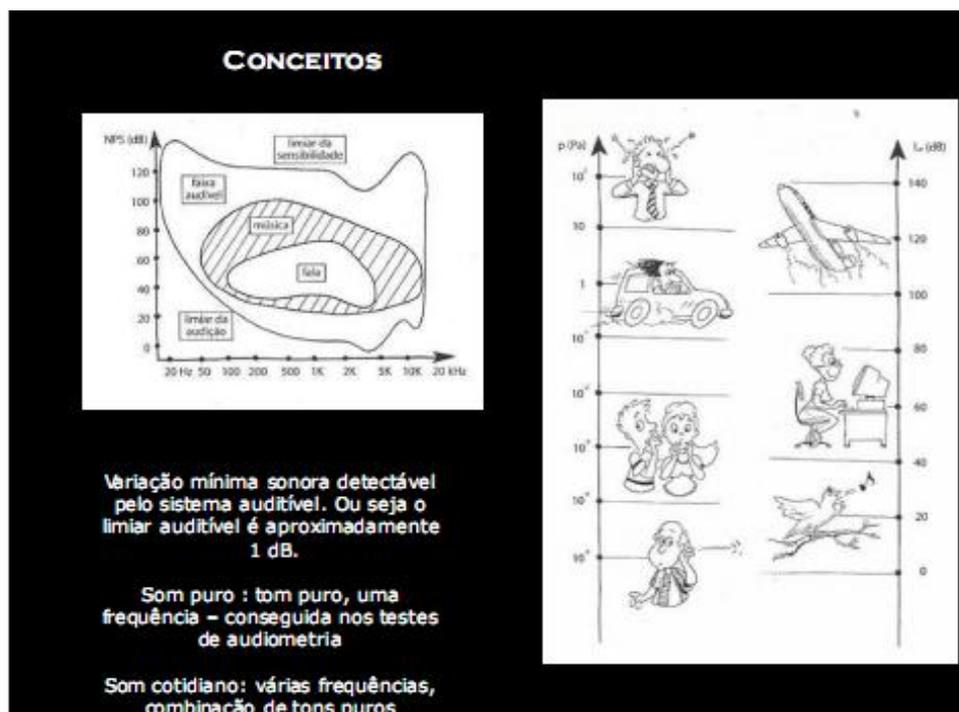


Figura 12 - Eslaide com figura que apresenta limiar da sensibilidade do ouvido humano e relação de pressão sonora com escala decibel – UFMS.

- P [...] então aqui pressão que (não é possível identificar a palavra) de nome pra você passar pra o decibel... ele transformou matematicamente que é essa regra aqui (volta o eslaide)... a lei de Fechner... então ele só transformou com isso aqui (mostra a equação no eslaide)... pegou o mínimo o limiar que a gente consegue a primeira audição e o limiar da dor... e trabalhou nessa escala sendo o começo do que você consegue ouvir é o zero... o zero decibels ai viu a energia que tem o  $w/m^2$  ou a pressão que tem no primeiro instante e trabalhou com o último instante que é a sensação do limiar da dor... colocou como 120 decibels ... ele trabalhou com esse aqui (sempre mostrando o eslaide) que é o zero e lá ele viu na pressão que foi a 10 ele transformou aqui devido aquela transformação que é o log... ele usou essa lei para transformar o que tava numa escala muito grande de bilhão pra gente conseguir energia e transformou o que numa escala que ficasse mais próximo da sensação que nos temos... partindo do limiar do que você começa a ouvir ate o limiar da dor... que é aqui o... pressão é  $10^{-5}$  e aqui é  $10^2$  (mostrando os valores na tabela que aparece no eslaide) de pressão sonora... uma transformação de uma escala que é difícil a gente trabalhar pra ficar mais próximo do que a gente esta sentido sempre trabalhando no limiar do mínimo e o limiar da dor... com esses dois parâmetros pra gente colocar tanto que aqui ó (volta ao eslaide e mostra a equação para nível de intensidade sonora onde também aparece o valor da intensidade sonora de referência) na formulinha é  $10^2$  que é o limiar da dor... ok podemos passar?

Novamente no discurso, o recurso da cientificação é utilizado para justificar a explicação.

Na última aula, o segundo professor fez um pequeno resumo dos assuntos tratados anteriormente, voltando à questão da intensidade sonora, em que indicou que o aprofundamento das questões sobre nível de pressão sonora é visto em cursos de pós-graduação.

Também aqui vê-se a busca dos professores pela melhor maneira de trabalhar os conceitos considerando as dificuldades advindas da falta de pré-requisitos de física e matemática por parte dos alunos. Os professores dessas IES optam pela utilização, na preparação das aulas, de um livro sobre conforto acústico escrito de forma mais resumida para alunos dos cursos de Arquitetura.

A metodologia dos professores, no que se refere à apresentação do conteúdo, é semelhante na forma, utilização de aula expositiva com uso de eslaide, apesar de apresentar interações com os alunos e avaliações diferentes.

Nota-se a dificuldade que os professores têm em encontrar formas de abordar os conceitos de intensidade sonora e nível de intensidade sonora, considerando a pouca familiaridade dos alunos com os aspectos matemáticos envolvidos. Apesar de grande parte da indicação de materiais e técnicas envolvidas no controle do ruído estar ligada a essas grandezas, a abordagem dos professores não passa pelo emprego das equações, limitando-se ao uso das tabelas onde os valores são indicados.

Em síntese, a percepção inicial que os professores parecem ter de seus alunos difere no que se refere às expectativas de conhecimentos básicos de Física. No entanto, é o professor que espera mais dificuldades dos alunos, o que aparentemente se preocupa mais, mesmo que essa percepção não seja consciente, com o distanciamento que sua transposição didática causará nos conceitos estudados na disciplina. Isso pode ser evidenciado pela preocupação que expressa claramente no início das aulas com as possíveis dificuldades que os alunos irão encontrar, com sua disponibilidade em tentar resolver essas dificuldades e pela escolha de seu livro de referência. Apesar das expectativas serem maiores quanto aos conhecimentos básicos dos alunos, para o segundo professor sua escolha de abordagem dos conceitos é pela não matematização, seguindo a tendência do livro de referência adotado.

As diferenças nas expectativas dos professores não se traduzem em dificuldades diferentes na apresentação dos conteúdos. Nas duas universidades, os professores têm que

fazer simplificações em suas abordagens e recorrerem em seus discursos pedagógicos à utilização em suas explicações do “é-porque-é”.

Nas duas abordagens também pode ser percebida uma escolha em enfatizar o bloco do “saber-fazer”, seguindo a direção da cultura de destino.

## CAPÍTULO IV

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

#### *A COISA*

*A gente pensa uma coisa,  
acaba escrevendo outra  
e o leitor entende uma terceira coisa... e,  
enquanto se passa tudo isso,  
a coisa propriamente dita  
começa a desconfiar que não foi propriamente dita.*

Mario Quintana

Nosso objetivo no início do trabalho era investigar como os conceitos de intensidade sonora e nível sonoro eram trabalhados nos cursos de Arquitetura e Urbanismo de Campo Grande, MS, verificando quais os elementos que intervêm no processo de transposição didática desses conceitos e que podem conduzir a um maior ou menor distanciamento entre os seus significados desde o momento em que foram definidos em sua primeira comunicação à sociedade científica e o momento em que são trabalhados na disciplina Conforto Ambiental.

Com o propósito de alcançar esse objetivo, propusemo-nos, em nossa pesquisa, a identificar o contexto social que levou ao desenvolvimento, pela comunidade científica, dos conceitos de intensidade sonora e nível sonoro, apresentando como esses conceitos foram propostos por essa comunidade. Além dessa caracterização também apresentamos como a noosfera trabalhou no sentido de definir as diretrizes e as grades dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, salientando as recomendações relativas aos conceitos de física e a disciplina Conforto Ambiental.

Ainda nessa direção, a de identificar as influências da noosfera na determinação de como os conceitos de intensidade sonora e nível sonoro são trabalhados nos cursos, verificamos as transposições sofridas por esses conceitos em dois livros didáticos referenciados na disciplina Conforto Ambiental dos cursos estudados comparando-as com as transposições sofridas por esses conceitos em livros didáticos de cursos de física e/ou engenharia.

Já no domínio das ingerências do professor, verificamos como esses conceitos aparecem nos planos de aula e como são trabalhados em sala de aula.

No que se refere à criação dos cursos de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, podemos assinalar que eles são recentes. Apesar de o estudo da Arquitetura existir em nosso país desde a época da Colônia, seja atrelado às escolas de artes, seja ao ofício de engenheiros-militares, eles só foram estruturados como faculdades a partir da década de 1940 com a criação da Faculdade Nacional de Arquitetura.

Na estrutura desses cursos, como foi assinalado no Quadro 2, a disciplina Física Aplicada às Construções - Higiene da Habitação foi a primeira a estudar os conceitos de Física na área de Arquitetura. Ela aparece nas grades dos cursos de Belas Artes em 1931, repetindo-se nas de 1933, já com os conceitos de Física desvinculados dos de Higiene e com as nomenclaturas de Física Aplicada e Higiene da Habitação – Saneamento das Cidades. Essas disciplinas são mantidas na grade de 1945 da Faculdade Nacional de Arquitetura, que foi utilizada como padrão para todos os cursos de Arquitetura do país.

Em 1955, tiveram início encontros nacionais de professores, estudantes e profissionais ligados à área de Arquitetura e Urbanismo. Esse momento pode ser considerado como a fase em que esses setores da sociedade civil passaram a fazer parte da noosfera e a influenciar de forma contundente os rumos que os cursos de Arquitetura seguiriam no Brasil. Essas discussões, entre outros fatores, levaram a propostas de um currículo mínimo para o curso, em 1962, em que se definia uma conexão direta entre a esfera do ensino e a da atividade profissional. A disciplina Física Aplicada aparece como uma das indicadas nessa proposta de currículo mínimo.

Em 1969, um novo currículo mínimo é apresentado na tentativa de integrar as disciplinas com as atividades do ateliê, considerada atividade fundamental do curso. Nessa grade, ainda, aparece a disciplina Física Aplicada e não existe menção à disciplina Conforto Ambiental.

Até esse momento, as disciplinas dedicadas ao conforto não existiam na maioria das grades dos cursos, até porque esse não era um aspecto das habitações que suscitasse grande interesse no Brasil.

A partir de 1990, com os inventários dos cursos feitos pela ABEA e a realização de seminários regionais e nacionais, são estabelecidas as diretrizes curriculares do curso, em que a disciplina Conforto Ambiental passa a ser obrigatória. Nos documentos oficiais redigidos pelas associações de classe da época, discutidos a partir da página 68, fica evidente a orientação para que a disciplina Física seja retirada dos cursos e seus conteúdos diluídos em outras disciplinas, como a de Conforto, já que sua permanência nas grades gerava uma grande retenção e evasão nos cursos.

A exclusão da disciplina Física pode ser considerada como um momento em que a noosfera, para restabelecer a compatibilidade entre o sistema e seu entorno, utiliza, como assinala Chevallard (2005), procedimentos que têm melhor custo-benefício, nesse caso, a mudança da grade. Nos documentos fica evidente que não se considera a possibilidade de mudanças nas metodologias de ensino aplicadas à disciplina nem de investigar os motivos que poderiam minimizar ou até mesmo resolver os problemas das reprovações. De acordo com Chevallard (2005), a modificação de métodos constitui um meio de ação pouco efetivo e de custos altos, já que não é fácil criar canais que possam de fato assegurar que essas mudanças sejam efetivadas. Já o saber (conteúdo) oferece uma variável de controle muito evidente, que permite obter grandes efeitos com pequenos custos. Basta que se modifiquem os programas e os manuais utilizados pelos professores.

Pode-se considerar também que a exclusão da disciplina é um indicativo da dificuldade da noosfera, constituída, nesse caso, por especialistas da área do curso, em propor soluções que envolvessem conhecimentos fora de sua área. Ainda segundo Chevallard (2005), a noosfera, constituída nesse caso por maioria de arquitetos, tende a manter como horizonte principal o saber sobre o qual detêm o seu conhecimento, tendo, portanto, mais facilidade em resolver os problemas com a mudança de saberes na sua área de conhecimento, ou seja, os saberes próprios do curso de Arquitetura.

Por isso, ao sugerirem mudanças nos saberes físicos, o fazem propondo que passem a ser trabalhados em disciplinas que são específicas do curso e, portanto, nas quais os arquitetos têm domínio total do conteúdo.

Do ponto de vista histórico, o estabelecimento de Fletcher e Munson de uma escala em que a sensação subjetiva de um som era dada em função da intensidade e da frequência em

que o som atingia o ouvido foi proposta e desenvolvia na década de 1930, e aparentemente não causou grande repercussão na área de ensino de Arquitetura no Brasil já que, em 1994, de acordo com as orientações curriculares previstas na Portaria nº 1.770, de 21 dezembro de 1994, a disciplina Conforto Ambiental passa a ser obrigatória nos cursos de Arquitetura e Urbanismo com o objetivo de estudar as “[...] condições térmicas, acústicas, lumínicas e energéticas e os fenômenos físicos a elas associados, como um dos condicionantes da forma e da organização do espaço” (BRASIL, s.d.).

Segundo Chevallard (2005), a escolha de um novo saber muitas vezes recai sobre saberes que são considerados essenciais para o funcionamento da sociedade. Nesse caso, podemos supor que as questões de conforto ambiental, incluindo o conforto acústico, só passam a ser consideradas fundamentais para a formulação de projetos arquitetônicos, no Brasil, no final do século XX.

No que se refere à relação da estruturação das ementas com os conteúdos dos livros, não é possível assegurar um vínculo direto. A ordem e a escolha dos conteúdos das grades não é, a rigor, a mesma apresentada nos livros indicados nos referenciais dos cursos e analisados nesse trabalho. As escolhas dos conteúdos das grades parecem estar mais ligadas à transcrição de grades consagradas e consideradas relevantes para a disciplina.

Ainda em relação aos livros analisados, podemos salientar que a forma de tratamento dos conceitos relacionados à acústica, nos livros adotados nos cursos de Física e Engenharia, passou por reformulações metodológicas ligadas à pesquisa em ensino de Física, sem, no entanto, sofrer grandes modificações na essência de seu tratamento, mantendo-se o rigor na forma da apresentação. Seguem, portanto, a regra da transposição didática que indica a necessidade de se tornar um conceito mais compreensível para que ele se mantenha como saber a ser ensinado. Quanto aos livros adotados nos cursos de Arquitetura, a falta de diferentes edições impede essa análise.

Como já salientamos, no caso particular dos cursos de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, as associações de classe tiveram forte interferência na determinação das diretrizes curriculares do curso. Foram essas associações que propuseram, e conseguiram que fossem implementadas, as modificações relativas à retirada das disciplinas Física e Matemática do curso, apesar de a justificativa apresentada no documento estar relacionada apenas ao fato de

essas disciplinas apresentarem grande dificuldade para os alunos, o que provocava alta reprovação. Além disso, tiveram sua recomendação de que os conteúdos dessas disciplinas fossem diluídos nos conteúdos da disciplina Conforto Ambiental, o que foi acatado.

Apesar da argumentação de que os conhecimentos, matemáticos e físicos, quando apresentados associados a outras disciplinas não apresentavam problemas para os alunos, o que, segundo o documento, caracterizaria um problema de metodologia dessas disciplinas na apresentação dos conceitos e não nas dificuldades dos alunos, o que pudemos observar nas duas IES estudadas é que os professores têm dificuldade de trabalhar os conhecimentos relativos à acústica por falta de base de parte dos alunos.

Considerando a ênfase do curso nas disciplinas de projeto e a importância dos conhecimentos relativos à acústica para a eficaz realização deles, preocupa-nos a pouca preparação dos acadêmicos para com esses conhecimentos. Se considerarmos a maioria dos ambientes em que circulamos, podemos concluir que as questões relativas ao conforto acústico não são, na maioria das vezes, consideradas relevantes no momento da idealização do projeto.

Nas aulas observadas, os professores optaram por fazer uma transposição que privilegiasse a discussão dos conceitos em detrimento da formulação matemática. Mas mesmo essa opção foi muitas vezes difícil de ser articulada por falta de opções relacionadas aos conhecimentos dos alunos. A apresentação acaba por ser mais informativa do que formativa. São indicados os cuidados, materiais e conceitos relevantes no momento da execução do projeto arquitetônico se consideradas as questões de conforto acústico; no entanto, a profundidade da apresentação, provavelmente não é suficiente para que os alunos possam de fato se utilizar dela quando estiverem projetando.

Mesmo quando a escolha do professor foi por seguir a recontextualização e apresentação de um autor de livro relacionado na bibliografia da disciplina, na exposição do conceito ele é, algumas vezes, obrigado a fazer simplificações que implicam o distanciamento da essência do conceito científico apresentado.

Milicic (2009) indica que os professores dos cursos de Arquitetura, mesmo quando são oriundos de outras áreas do conhecimento, ou seja, venham de outras culturas acadêmicas, e que, portanto, tenham suas concepções epistemológicas, profissionais, didáticas diferentes das

da cultura de destino, tendem a se adaptar completamente à nova cultura. Essa adaptação permite que eles aceitem uma distância máxima entre o saber ensinado e o saber sábio, fazendo todo o tipo de concessão para adaptar o saber sábio às condições que encontram na sala de aula e nas orientações e concepções curriculares do curso. Como vimos nos trabalhos de Milicic e nas diretrizes do curso, o que deve ser levado em conta, quando da escolha e forma de ensinar os conteúdos, é como eles serão utilizados na formulação do projeto arquitetônico.

Como o domínio desses conceitos, inclusive de sua formulação matemática, deve ser utilizado quando da criação do projeto de uma edificação em que são considerados os parâmetros do conforto acústico, seria importante a análise de como os alunos trabalham essas questões quando cursam as disciplinas ligadas ao projeto arquitetônico.

Ficam as questões: a aplicação dos aspectos de conforto acústico é cobrada pelos professores de projeto ou a ênfase é dada à forma e à estética, relegando a segundo plano as questões técnicas relacionadas a esses conceitos? Caso as questões técnicas sejam cobradas, o tratamento dado a esses conceitos na disciplina Conforto Ambiental é suficiente para que o aluno os utilize na realização de um projeto?

## REFERÊNCIAS

ABEA. **Proposta de atualização dos perfis da área e padrões de qualidade**. ago., 2009.

Disponível em:

<<http://www.abeaarq.org.br/?class=Noticias&method=onListarDetalhes&id=15>>. Acesso em: 9 nov. 2009.

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; MORALES, Laura. El concepto de modelo en la enseñanza de la física: consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v.19, n.13, 2002.

AGUIAR JÚNIOR, Orlando; ASFILOCRC, João. Modelo de ensino para mudanças cognitivas: fundamentação e diretrizes de pesquisa. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, SP, v.1, n. 1, 1999.

AIZICZON, Beatriz; CUDMANI, Leonor. Ondas, sonido y audición: ideas previas de los estudiantes em ciencias médicas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 24, n. 3, 2007.

ALMEIDA, Argus de Vasconcelos; FALCÃO, Jorge Tarcisio da Rocha. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 11, n. 1, p.17-32, 2005.

ALVES FILHO, Jose de Pinho. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 17, n. 2, p.174-188, 2000.

ALVES, Isidoro Maria da S. Modelo politécnico, produção de saberes, e a formação do campo científico no Brasil. In. HANBURGER, Amélia Império; DANTES, Maria Amélia; PATY, Michel; PETITJEAN, Patrick. (Org.). **A ciência nas relações Brasil-França (1850-1950): modelo politécnico, produções de saberes e a formação do campo científico no Brasil**. São Paulo: EdUSP, 1996. p.65-76.

ALVETTI, M. A. S. **Ensino de física moderna e contemporânea e a revista Hoje**. 1999. 169 f. Dissertação (Mestrado em Educação)– Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

AMARAL, Carmem Lúcia Costa; XAVIER, Eduardo da Silva; MACIEL, Maria DeLourdes. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 14, n. 1, 2009.

ANDRADE, Inez Barcellos de; MARTINS, Isabel. Discursos de professores de ciências sobre leitura. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 11, n. 2, 2006.

ANHORN, Carmen Teresa Gabriel. Usos e abusos do conceito de transposição didática: considerações a partir do campo disciplinar da história. In: SEMINÁRIO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE HISTÓRIA, 4., 2001, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2002. GT05 - Currículo e Práticas Pedagógicas. Disponível em: <<http://www.ichs.ufop.br/perspectivas/anais/GT0509.htm>>. Acesso em: 10 set. 2009.

ANHORN, Carmen Teresa Gabriel. **Um objeto de ensino chamado história**: a disciplina de história nas tramas da didatização. Tese (Doutorado em Educação)- Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2003. Orientadora: Vera Maria Candau.

ARRUDA, Sergio de Mello; SILVA, Marcos Rodrigues da; LABURU, Carlos Eduardo. Laboratório didático de física a partir de uma perspectiva kuhniana. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 6, n. 1, 2001.

ASTOLFI, Jean-Pierre; DELEVAY, Michel. **A didática das ciências**. 8. ed. Tradução Magda S. S. Fonseca. Campinas, SP: Papirus, 2003.

AULER, Décio. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v.5, n. 1, 2003.

AZEVEDO, Ricardo M. **Projeto de reestruturação curricular da FAU/PUC Campinas**. Campinas, SP: FAU/PUC, 2001.

BARBETA, Vagner Bernal; MARZZULL, Cláudia Rocha. Experimento didático para determinação da velocidade de propagação do som no ar, assistido por computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 22, n. 4, p.447-455, 2000.

BECHER, T. **Tribus y territorios académicos**. Barcelona: Ed. Gedisa, 2001.

BENTO, Cláudio Moreira. **A academia real militar**: uma decorrência da vinda da família real para o Brasil em 1808. [200?]. Disponível em:  
<<http://74.125.47.132/search?q=cache:jFo3tHZduL0J:www.ihtrgs.org/informativo/54.doc+%22A+ACADEMIA+REAL+MILITAR+%E2%80%93+UMA+DECORR%C3%80NCIA+DA+VINDA+DA+FAM%C3%80LIA+REAL+PARA+O+BRASIL+EM+1808+CI%C3%A1udio+Moreira+Bento%22&cd=1&hl=ptBR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 11 mar. 2009.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao conforto do ruído**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

BLEICHER, Lucas et al. Análise e simulação de ondas sonoras assistidas por computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 24, n. 2, p.129-133, 2002.

BORGES, Antônio Tarciso; RODRIGUES, Bruno Augusto. O ensino da física do som baseado em investigações. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 7, n. 2, p.124, 2005.

BOYER, C. **História da matemática**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Superior. **Edital nº 4**, 10 dez. 1997. Brasília, DF: MEC/SESu, 1997. Disponível em:  
<<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/e04.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2009.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução nº 6, de 2 de fevereiro de 2006. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo e dá outras providências. Brasília, DF: MEC/CNE/CES, 2006.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório do Exame Nacional de Cursos 2003**: arquitetura e urbanismo. Brasília, DF: MEC/INEP, 2003. v. 4.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Perfil da área e padrões de qualidade**: expansão, reconhecimento e verificação periódica dos cursos de arquitetura e urbanismo. Brasília: [s.d.]. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/ar\\_geral.pdf](http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/ar_geral.pdf)>. Acesso em: 14 jan. 2009.

BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 10, n. 3, p.123-138, 2005.

CAIXETA, Maria Emília. Condillac e o ensino de ciências: que relações podemos encontrar ainda hoje?. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v.5, n. 1, 2005.

CAMARGO, Antônio José. **A introdução da física moderna no segundo grau**: obstáculos e possibilidades. Dissertação (Mestrado em Educação)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: UFSC, 1996.

CANDAU, V.M.; LELIS, I.A. A relação teórico-prática na formação do educador. In: CANDAU, V.M (Org.). **Rumo a uma nova didática**. 10. ed. Petrópolis: Vozes, 1999. p.56-72.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; SILVA, Elias da; PRADO, Reginaldo do. O estudo de colisões através do som. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 24, n. 2, p.150-157, 2002.

CHEVALLARD, Yves. **A propos des TICE**: la transmission et appropriation du savoir, nouveaux rôles de l'enseignant, organisation de l'établissement. 1998. Disponível em: <<http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/dfd/topos.html>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Familière et problematique, la figure du professeur**. 1997a. Disponível em: <<http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/dfd/topos.html>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **L'homme est un animal didactique**: la théorie des situations et les progrès de l'instruction publique. 2000. Disponível em: <<http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/dfd/topos.html>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. Recherches en didactique des mathématiques**, v. 19, n. 2, p. 221-266, 1999. Tradução em espanhol de Ricardo Barroso Campos. Disponível em: <<http://www.uaq.mx/matematicas/redm/art/a1005.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **La transposición didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. 3. ed. 2. reimp. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.

\_\_\_\_\_. **Les savoirs enseignés et leurs formes scolaires de transmission: un point de vue didactique**. 1997b. Disponível em: <<http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/dfd/topos.html>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

CHUVA, Márcia. Fundando a nação: a representação de um Brasil barroco, moderno e civilizado. **Topoi**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 7, p. 313-333, jul./dez. 2003. Disponível em: <[http://www.revistatopoi.org/numeros\\_antteriores/Topoi%2007/topoi7a4.pdf](http://www.revistatopoi.org/numeros_antteriores/Topoi%2007/topoi7a4.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2008.

COELHO, Suzana Maria. Referências bibliográficas organizadas em didática das ciências. **Caderno Catarinense Ensino Física**, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 181-192, dez. 1991.

COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino.

**Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v.25, n. 1, 2008.

COLOMBO, Pedro Donizete; AROCA, Silvia Calbo; SILVA, CELESTINO, Cibelle.

Educação em centros de ciências: visitas escolares ao observatório astronômico do

CDCC/USP. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 14, n. 1, 2009.

COLOMB, Jacques. School knowledge and didactic analysis: A research perspective in comparative didactics. *Instructional Science*, Netherlands, v. 27 p. 53–71, 1999.

CORTELAZZO, Patrícia Rita. **O ensino do desenho na academia imperial de belas artes do Rio de Janeiro e o acervo do museu d. João VI (1826-1851)**. 250 f. Dissertação

(Mestrado em Artes)- Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

COUTINHO, Francisco Ângelo; MORTIMER, Eduardo Fleury; EL-HANI, Charbel Niño.

Construção de um perfil para o conceito biológico de vida. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 12, n. 1, 2007.

DA SILVA, A.B.A.; ARBELOA, F.J.S.; DE PABLOS, J. A.; FÉLIX, N.R. A descrição da forma e da aparência do objeto arquitetônico por meios informáticos no contexto de ensino:

uma análise de transposição didática. In: **IBEROAMERICAN CONGRESS OF DIGITAL GRAPHICS**, 6., 2002, Caracas. **Proceedings...** Caracas, Venezuela, 2002. p. 35-38.

DELBIN, Simone. **Inserção de simulação computacional de conforto ambiental de**

**edifícios em ensino de projeto arquitetônico**: proposta de metodologia. 2006. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil)- Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

DEVELAY, Michel (Org.). *Savoirs scolaires et didactiques des disciplines: une encyclopédie pour aujourd'hui*. Paris: ESF, 1995b apud LOPES, A.R.C. Organização do conhecimento

escolar: analisando a disciplinaridade e a integração. In: CANDAU, V.M (Org.). **Linguagens, espaços e tempos no ensinar e aprender**. Rio de Janeiro: DP&A, 2000. p. 147-163.

\_\_\_\_\_. De l'apprentissage à l'enseignement pour une épistémologie scolaire. Paris: ESF, 1995a apud LOPES, A.R.C. Organização do conhecimento escolar: analisando a disciplinaridade e a integração. In: CANDAU, V.M (Org.). **Linguagens, Espaços e Tempos no Ensinar e Aprender**. Rio de Janeiro: DP&A, 2000. p. 147-163.

DORIA, Mauro M.; MARINHO, Franciole da Cunha. **Ondas e bits**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

DORIGO, Adriano Lucio. **Condições de luz natural em ambientes escolares: estudo do projeto padrão 023 da rede pública de ensino do estado do Paraná**. 2007. 123 f.. Dissertação (Mestrado em Tecnologia)– Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. Constructing scientific knowledge in the classroom. **Educational Researcher**, v. 3, n. 7, p. 0512. 1994).

DUARTE, Elisabeth de Albuquerque Cavalcanti. **Estudo do isolamento acústico das paredes de vedação da moradia brasileira ao longo da história**. 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

DUARTE, Elisabeth de Albuquerque Cavalcanti; VIVEIROS, Elvira Barros. Desempenho acústico na arquitetura residencial brasileira: paredes de vedação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 159-171, jul./set. 2007.

DURAND, José Carlos. Negociação Política e Renovação Arquitetônica: Le Corbusier no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, ano 6, n. 16, jul. 1991.

EL-HANIA, Charbel Niño; BIZZOB, Nelio Marco Vincenzo. Formas de construtivismo: mudança conceitual e construtivismo contextual. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 4, n. 1, 2002.

FAGUNDES, M. Beatriz. Ensinando a dualidade onda-partícula sob uma nova óptica. 1997. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

FANARO, María de los Ángeles; OTERO, María Rita. Conversaciones de un grupo de profesores de física acerca de las imágenes de los libros de texto: un estudio exploratorio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 12, n. 1, 2007.

FERNANDES, Simone Grillet Pereira. **O estudo das ondas**: avaliação de um programa de ensino. 1995. Dissertação (Mestrado em Educação)- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 3. ed. Curitiba: Positivo, 2010.

GARCÍA, J. E. **Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares**. Sevilla: Díada Editora, 1998.

GAUDIO, Rogata Soares Del. O mapa enquanto discurso e o discurso do mapa: algumas questões. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v.4, n. 2, 2002.

GUIGUET, Andres; WELTI, Reinaldo. Supresión de modos de vibración acusticos con un resonador helmholtz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 25, n. 3, p.287-293, 2003.

HAAG, Rafael. Utilizando a placa de som do micro PC no laboratório didático de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 23, n. 2, p.176-183, 2001.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos de física 2:** gravitação, ondas e termodinâmica. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1993.

\_\_\_\_\_. **Fundamentos de física:** gravitação, ondas e termodinâmica. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física:** gravitação, ondas e termodinâmica. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

\_\_\_\_\_. **Fundamentos de física:** gravitação, ondas e termodinâmica. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

\_\_\_\_\_. **Fundamentos de física:** gravitação, ondas e termodinâmica. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

HANBURGER, Amélia Império; DANTES, Maria Amélia; PATY, Michel; PETITJEAN, Patrick. (Org.). **A ciência nas relações Brasil-França (1850-1950):** modelo politécnico, produções de saberes e a formação do campo científico no Brasil. São Paulo: EdUSP, 1996.

HISTÓRIA relativa ao som. Disponível em:

<<http://gestaodoruido.no.sapo.pt/HistoriaRelativaSom.htm>>. Acesso em: 1. maio 2010.

HOFFMANN, Marilisa Bialvo; SCHEID, Neusa Maria John. Analogias como ferramenta didática no ensino de biologia. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v.9, n. 1, 2007.

HÜLSENDEGER, Margarete J. V. C. A história da ciência no ensino de termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física . **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 9, n. 2, 2007.

HÜMMELGEN, I. A. O clarinete uma introdução à análise física do instrumento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 13, n. 2, p.139-153, 1996.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K; LABAKI, L. C. O projeto arquitetônico e o conforto ambiental: necessidade de uma metodologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, AVANÇOS EM TECNOLOGIA E GESTÃO DA PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES, 5., 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ENTAC, 1993. p. 785-794.

KRAPAS, Sonia; QUEIROZ, Glória; COLINVAUX, Dominique; FRANCO, Creso. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 2, n. 3, 1997.

KRAPAS, Sonia; SILVA, Marcos Corrêa da. O conceito de campo: polissemia nos manuais, significados na física do passado e da atualidade. **Ciência e Educação**. Bauru, SP, v.14, n. 1, 2008.

LEAL, Maria Cristina; GOUVÊA, Guaracira. Narrativa, mito, ciência e tecnologia: o ensino de ciências na escola e no museu. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 2, n. 1, 2000.

LEITE, Miriam Soares Leite. **Contribuições de Brasil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar**. Dissertação (Mestrado em Educação)- Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

LIMA TAVARES, M.; ELHANI, C.N. Um olhar epistemológico sobre a transposição didática da teoria Gaia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 3, 2001. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol6/n3/v6n3a4.htm>>. Acesso em: 12 junho 2009.

LONGUINI, Marcos Daniel; NARDI, Roberto. Uma pesquisa sobre a prática reflexiva na formação inicial de professores de física. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 4, n. 2, 2002.

LOPES, A.R.C. Conhecimento escolar: processos de seleção cultural e de mediação didática. **Educação e Realidade**, v. 22, n. 1, p. 95, 12 jan./jun. 1997.

LUCIO, Nivaldo; OMAR, Fernando. Ondas longitudinais determinação da velocidade do som em metais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 8, n. 1, p.38, 1986.

MACHADO, Daniel Iria; SANTOS, Plácida L. V. Amorim da Costa. Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v.10, n. 1, 2004.

MAGNO, Wictor C.; ARAUJO, Alberto E. P. de; LUCENA, Marcos A.; MONTARROYOS, Erivaldo. Realizando experimentos didáticos com o sistema de som de um PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 26, n. 1, 2004.

MAINGUENEAU, Dominique. **Termos-chave da análise do discurso**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

MAINGUENEAU, Dominique; CHARAUDEAU, Patrick. **Dicionário de análise do discurso**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2008.

MANECHINE, Selma Rosana Santiago; GABINI, Wanderlei Sebastião; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. A inserção de conceitos científicos no cotidiano escolar. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v.8, n. 1, 2006.

MARANDINO, M. **O conhecimento biológico nos museus de ciências: análise do processo de construção do discurso expositivo**. 2001. Tese (Doutorado em Educação)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MARTINAND, JeanLouis. **Connaître et transformer la matière**: des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques. Berne: Editions Peter Lang, 1986.

MARTINS, Isabel; OGBORN, Jon; KRESS, Gunther. Explicando uma explicação. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v.1, n. 1, 1999.

MILICIC, B. **La cultura profesional como condicionante de la adaptación de los profesores de Física universitaria a la enseñanza de la Física**. Tesis (Doctorals).

Universitat de Valencia, Valencia, 2005. Disponível em: <<http://www.TDx.cesca.es/TDX-0613105-182151>>. Acesso em: 11 set. 2009.

MILICIC, Beatriz; SANJOSÉ, Vicente; UTGES, Graciela; SALINAS, Bernardino. La cultura académica como condicionante del pensamiento y la acción de los profesores universitarios de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n. 2, p.263-284, 2007.

MILICIC, Beatriz; UTGES, Graciela;. SALINAS, Bernardino; SANJOSÉ, Vicente. Transposición didáctica y dilemas de los profesores en la Enseñanza de física para no físicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p.7-33, 2008.

MONTARROYOS, Erivaldo; MAGNO, Wictor C. Decodificando o controle remoto com a placa de som do PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 24, n. 4, p.497-499, 2002.

\_\_\_\_\_. Aquisição de dados com a placa de som do computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 23, n. 1, 2003.

MONTEIRO JUNIOR, F. N.; MEDEIROS, A.. Distorções conceituais dos atributos do som presentes nas sínteses dos textos didáticos: aspectos físicos e fisiológicos. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 5, n. 2, p.114, 1998.

MONTEIRO, Ana Maria Reis de Góes. **O ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil: a expansão dos cursos no estado de São Paulo no período de 1995 a 2005**. 2007. 299 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Construção)– Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 1, n. 1, 1996.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Phil. A atividade discursiva nas aulas de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v.7, n.3, 2002.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MASSICAME, Tomas; TIBERGHIE, André; BUTY, Christian. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In NARDI, Roberto (org). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Acústica**. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. **Astronomia de régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu**. 1986. 242 f. Dissertação (Mestrado em Física)- Instituto de Física "Gleb Wataghin", Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1986.

OLMSTED, Denison. **An introduction to natural philosophy**. New Haven: Hezekiah Howe & CO, 1832.

ORLANDI, Eni Pulcinelli. **A linguagem e seu funcionamento: as formas do discurso**. Campinas, SP: Pontes, 1987.

ORLANDI, Eni Pulcinelli. **O que é linguística**. São Paulo: Brasiliense, 2007.

ORLANDI, Eni Pulcinelli. **A análise do discurso: princípios e procedimentos**. 8 ed., Campinas, SP: Pontes, 2009.

PATACA, Ermelinda Moutinho. **Terra, água e ar nas viagens científicas portuguesas (1755-1808)**. 2006. 698 f. Tese (Doutorado em Geociências)- Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2006.

PENA, Fábio Luís Alves; RIBEIRO FILHO, Aurino. Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 25, n. 3, 2008.

PERRELLI, M. A. S. A transposição didática no campo da indústria cultural: um estudo dos condicionantes dos conteúdos dos livros didáticos de ciências. 1996. 169 f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

PERROTTA, Roberto Camillo; PERROTTA, Suzete Geraldi Montenegro. Articulação entre matemática, música e física. **Dialogia**, São Paulo, v. 3, p. 65-74, 2004.

PFUETZENREITER, Márcia Regina. A ruptura entre o conhecimento popular e o científico em saúde. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v.3, n. 1, 2001.

PFUETZENREITER, Márcia Regina; CUSTÓDIO, José Francisco; KOEPEL, Raica. Análise de uma situação didática: a compreensão do processo saúde-doença. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 2, 2003.

PIERCE, Allan D. **Acoustics**: an introduction to its physical principles and applications. Melville, NY: Acoustical Society of America, 1989.

PIETROCOLA, Maurício et al. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de Projetos. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, mar. 2000.

PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: modelizando o mundo através da Física. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

\_\_\_\_\_. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 4, n. 3, 1999.

PIETROCOLA, Maurício; ALVES FILHO, José de Pinho; PINHEIRO, Terezinha de Fátima. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 2, 2003.

PIRES, Janice de Freitas; SILVA, Adriane Borba Almeida. Simulação de iluminação natural em ambientes internos por meios digitais: uma abordagem didática. **Proceedings of GRAPHICA**, Curitiba, 2007.

PIUBÉLI, U. **Gênese das noções espontâneas sobre ondas na superfície da água e influência do ensino**. 1989. 174 f. Dissertação (Mestrado em Física)- Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1989.

PRAIA, João Felix; CACHAPUZ, António Francisco Carrelhas; GIL-PÉREZ, Daniel. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 8, n. 1, p.127-145, 2002a.

\_\_\_\_\_. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 8, n. 2, 2002b.

QUEIROZ, Cintia Serra de. **Avaliação do isolamento sonoro nas fachadas de edifícios residenciais**. Estudo de caso: o processo evolutivo na avenida Beira Mar / Florianópolis. 2007. Dissertação (Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

RAYLEIGH, J. W. S.. *The theory of sound - volume II*. New York : Dove Publications,1945.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1976. v. 2.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David. **Física**:parte 1. 1. ed. Brasília: Editora Universitária, 1971.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David; KRANE, Kenneth S. **Física 2**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

\_\_\_\_\_. **Física 2**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

REZENDE, Flavia; COLA, Cláudio dos Santos Dias. Hipermídia na educação: flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 6, n. 2, 2004.

RICARDO, Elio Carlos. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização**: dos parâmetros curriculares nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências. 2005. Tese (Doutorado em Educação)- Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RICARDO, Elio Carlos; ZYLBERSZTAJN, Arden. Os parâmetros curriculares nacionais na formação inicial dos professores das ciências da natureza e matemática do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 12, n. 3, 2007.

\_\_\_\_\_. Os parâmetros curriculares nacionais para as ciências do ensino médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, RS, v. 13, n. 3, 2008.

RICARDO, Elio; SLONGO, Ione; PIETROCOLA, Maurício. A perturbação do contrato didático e o gerenciamento dos paradoxos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 2, 2003.

ROBILOTTA, M. **Construção e realidade no ensino de física**. São Paulo: IFUSP, 1985. Mimeografado.

ROSA, Cleci Werner da. Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de física na universidade de passo fundo. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 5, n. 2, 2003.

SAAB, Sérgio da Costa; CÁSSARO, Fabio Augusto Meira; BRINATTI, André Maurício. Laboratório caseiro: tubo de ensaio adaptado como tubo de kundt para medir a velocidade do som no ar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 22, n. 1, p.112-120, 2005.

SALVATORI, Elena. Arquitetura no Brasil: ensino e profissão. **Arquiteturarevista**, São Leopoldo, RS, v. 4, n. 2, p. 52-77, jul./dez. 2008. Disponível em: <<http://www.arquiteturarevista.unisinos.br/pdf/52.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2009.

\_\_\_\_\_. **De la originalidad a la competencia: la enseñanza de arquitectura en la ufrgs, Porto Alegre, Brasil – 1962 a 1994**. 2005. 241 f. Tese (Doutorado em Teoría e Historia de la Arquitectura)- Departamento de Composición Arquitectónica, ETSAB/UPC, Barcelona, 2005.

SALVETTI FILHO, Antonio Paulo. **Uma estrutura para um projeto de ensino de física centrado no conceito de campo**. 1983. Dissertação (Mestrado em Educação)- Faculdade de Educação, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1983.

SANCHES, Maria Ligia Fortes. **Construções de Paulo Santos: a fundação de uma historiografia da arquitetura e do urbanismo no Brasil**. 2005. 511 f. Tese (Doutorado em

História)- Departamento de História, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SANTOS JÚNIOR, Wilson Ribeiro. **O currículo mínimo no ensino de Arquitetura e Urbanismo no Brasil: 1969–1994**. 2001. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo)- Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. A criação e manutenção da intersubjetividade na sala de aula de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 9, n. 3, 2004.

SAVART, Felix. **On the sensitivity of the ear**. Traduzido por R. Bruce Lindsay para Poggendorf's Annalen der Physik und Chemie. 1830. p. 20-90.

SCHMID, Aloísio Leoni. **A idéia de conforto**: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.

SCHON, D.A. The reflective practitioner. New York, Basic Books, 1982. In: SANTOS, L. L. C. P. **Formação de professores e qualidade de ensino**. Campinas: Papirus, 1992. p. 137-146.

SEARS, Francis Weston.; ZEMANSKY, Mark W.; YOUNG, Hugh D. **Física**: mecânica dos fluidos, calor, movimento ondulatório. 2. ed. Brasília: LTC, 1996. v. 2.

SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark W. **Física**: calor, ondas, ótica. 1. ed. Brasília: Editora UnB, 1973. v. 2.

SEGAWA, Hugo. Clave de sol: notas sobre a história do conforto ambiental. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p.37-46, abr./jun. 2003. Disponível em: <<http://www.antac.org.br/ambienteconstruido/pdf/revista/artigos/Doc11283.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

SILVA, Osmar Henrique Moura da; NARDI, Roberto; LABURU, Carlos Eduardo. Uma estratégia de ensino inspirada em Lakatos com instrução de racionalidade por uma reconstrução racional didática. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v.10, n. 1, 2008.

SILVA, Pérides. **Acústica arquitetônica & condicionamento de ar**. 4. ed. Belo Horizonte: EDTAL – Empresa Termo Acústica Ltda., 2002.

\_\_\_\_\_. **Acústica arquitetônica**. 2. ed. Belo Horizonte: EDTAL – Empresa Termo Acústica Ltda., 1968.

SILVA, R. M. G. Contextualizando aprendizagens em química na formação escolar. **Química Nova na Escola**, São Paulo: SBQ, n. 18, p. 26-30, nov. 2003.

SILVA, Wilton Pereira da et al. Um *software* para experimentos sobre batimento de ondas sonoras. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 21, n. 1, p.103-110, 2004.

\_\_\_\_\_. Velocidade do som no ar: um experimento caseiro com microcomputador e balde d'água. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 25, n. 1, 2003.

Siqueira, Maxwell. Pietrocola, Maurício. A transposição didática aplicada a teoria contemporânea: a física de partículas elementares no ensino médio. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. Londrina, PR, 2006.

SOUSA, Alberto José de. **O ensino da arquitetura no Brasil Imperial**. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2001.

SOUZA, Léa Cristina Lucas de; ALMEIDA, Manuela Guedes de; BRAGANÇA, Luís. **Bê-á-bá da acústica arquitetônica**. São Carlos: EdUFSCar, 2006.

SQUEFF, Letícia Coelho. A reforma pedreira na academia de Belas Artes (1854-1857) e a constituição do espaço social do artista. **Cadernos Cedex**, ano 20, n. 51, p.103-118, nov. 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v20n51/a08v2051.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2009.

STEVENS, S.S.; WARSHOFKY, Fred. **Som e audição**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora S. A., 1968.

SUDSILOWSKY, Sérgio. Entre a razão e o senso comum: uma análise morfológica da configuração do espaço na arquitetura moderna. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO – (INTERCOM), 25., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, nov. 2002. Disponível em: <[http://intercom.org.br/papers/nacionais/2002/Congresso2002\\_Anais/2002\\_COMUNICACOES\\_SUDSILOWSKY.pdf](http://intercom.org.br/papers/nacionais/2002/Congresso2002_Anais/2002_COMUNICACOES_SUDSILOWSKY.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2009.

TAVARES, A. D. et al. O método da redescoberta orientada e a criação e desenvolvimento de um laboratório de acústica para o curso de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 6, n. 3, p.135-147, 1989.

TEIXEIRA, Lia Cardoso Rocha Saraiva; OLIVEIRA, Ana Mourão. A relação teoria-prática na formação do educador e seu significado para a prática pedagógica do professor de biologia. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 7, 2005. Número especial.

TIPLER, Paul A. **Física: gravitação, ondas e termodinâmica**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994. v. 2.

\_\_\_\_\_. **Física: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. v. 1.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica.** 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 1.

\_\_\_\_\_. **Física: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 1.

TORRECILLA DANIEL, María Isabel. **Transposición didáctica de la ecuación de clausius-clapeyron: del saber sabio al saber enseñado en un laboratorio de escuela de ingeniería técnica.** 2000. Tese (Doutorado em Ciências (Sección Físicas))- Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza, 5 de junio de 2000. Programa: Didáctica de las Ciencias Experimentales

TRENTIN, Elizabete. **Os instrumentos musicais como recurso didático no ensino de acústica.** 2003. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Modalidade Física)- Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

TRINCHÃO, Gláucia Maria Costa. **O desenho como objeto de ensino: história de uma disciplina a partir dos livros didáticos luso-brasileiros oitocentistas.** 2008. 494 f. Tese (Doutorado em Educação)- Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2008.

UFRJ-UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. **História.** 2009. Disponível em: <<http://nova.fau.ufrj.br/index.asp?n1=1&n2=23>>. Acesso em: 30 mar. 2009.

UTGES, G. Rita. **Modelos e analogias na compreensão do conceito de onda.** 1999. 292 f. Tese (Doutorado em Educação)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

VIANA, N. S. Análise crítica do ensino de conforto ambiental nas escolas de arquitetura. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: ANTAC, 2001.

VILLANI, Carlos Eduardo Porto; NASCIMENTO, Silvania Sousa do. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 3, 2003.

VILLELA, Dianna Santiago. **A sustentabilidade na formação atual do arquiteto e urbanista**. 2007. 181 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

WUO, W. **A física e os livros**: uma análise do saber físico nos livros didáticos adotados para o ensino médio. Dissertação (Mestrado em Educação)- Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 1999.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Sears e Zemansky**: física II: termodinâmica e ondas. 10. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Sears e Zemansky**: física II: termodinâmica e ondas. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

**ANEXOS**

ANEXO A - Plano de Ensino da disciplina de Conforto Ambiental – UFMS - 2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
 PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO  
 CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL  
 DIVISÃO DE APOIO PEDAGÓGICO

**PLANO DE ENSINO**

**I) IDENTIFICAÇÃO**

**DISCIPLINA:** CONFORTO AMBIENTAL

**CENTRO:** CCET

**DEPARTAMENTO:** DEC

**CURSO:** Arquitetura e Urbanismo

**ANO LETIVO:** 2008

**SÉRIE:** 2<sup>A</sup>.

**CH/ SEMANAL:** 04

**DURAÇÃO:** Anual

**CH:** 136hs.

**PROFESSORES:**

**II) EMENTA:**

Exigências humanas quanto ao **conforto térmico, lumínico e acústico**. Comportamento térmico do corpo humano. Arquitetura e clima. Princípios bioclimáticos na arquitetura e urbanismo. Ventilação e proteção solar. Desempenho térmico dos materiais de construção. Estratégias projetuais para o condicionamento natural. Iluminação natural e artificial. Sistemas de captação da luz natural e de proteção da radiação solar. Fontes de luz e sistemas de iluminação. Iluminação e eficiência energética. Conceitos básicos relativos ao comportamento do som nos recintos. Qualidade do som e controle do ruído. Poluição sonora. Tratamento acústico de espaços abertos e fechados.

**III) OBJETIVOS:**

Sensibilizar e despertar os estudantes sobre a importância das questões relacionadas ao conforto ambiental térmico, lumínico, acústico e de eficiência energética dos edifícios.

Conhecer instrumentos para análise quantitativa e qualitativa desses fenômenos.

Desenvolver a consciência da aplicação de estratégias e técnicas de controle desses fenômenos visando o desenvolvimento de projetos de arquitetura e urbanismo.

**IV) PROGRAMA**

**O Conforto Ambiental e Eficiência Energética na Arquitetura - 2 hs**

**Conforto Térmico - 64hs**

Clima e Arquitetura (w)

Princípios da arquitetura Bioclimática (w)

O Conforto Térmico / Comportamento Térmico do Corpo Humano (w)

Transmissão de Calor (w)

Índices de conforto térmico e Carta Bioclimática (w)

Variáveis Climáticas / Variáveis Arquitetônicas (w)

Comportamento térmico das edificações (a)

Características térmicas dos materiais e seu desempenho térmico (a)

Estratégias projetuais para condicionamento natural (a)

Inércia e Isolamento térmico (a)

Ventilação Natural (a)

Ventilação e conforto (a)

Ventilação no interior e exterior das edificações (a)

Métodos de cálculo de fluxo de ar (a)

**Proteção Solar - 36hs**

- A importância do Sol para o homem. (b)
- O Sol e as edificações. (b)
- Arquitetura e sua relação do o Sol. (b)
- A proteção solar. (b)
- A carta solar/diagrama solar. e sua utilização. (b)
- Geometria da insolação (b)
- Dispositivos de proteção solar (b)

**Conforto Lumínico - 18hs**

- Luz, clima e arquitetura. (b)
- Aspectos relacionados ao conforto lumínico (ou visual) das pessoas. (b)
- A iluminação e o desempenho energético das edificações. (b)
- Disponibilidade de luz natural - Tipos de climas e de céu (b)
- Uso da luz na arquitetura – necessidades humanas e percepção espacial. (b)
- Grandezas relativas à iluminação e percepção visual (b)
- Normas e critérios de desempenho lumínico (b)
- Iluminação natural: sistemas disponíveis e recomendações para projetos. (b)
- Iluminação lateral, zenital, pátios, etc. (a)
- Iluminação artificial: sistemas disponíveis e recomendações para projetos. (a)
- Fontes e sistemas de iluminação artificial. Lâmpadas e luminárias. (a)
- Tipos de iluminação artificial. (a)
- Luz e consumo de energia: a iluminação no projeto bioclimático (a)

**Conforto Acústico - 16 hs**

- Som, vozes, ruídos e vibrações. (w)
- Propagação do Som, vozes e ruídos nas edificações e nos espaços urbanos. (w)
- Problemas fundamentais da acústica arquitetônica (w)
- Proteção contra os ruídos (w)
- Manutenção da qualidade do som nos recintos. (w)
- Isolamento e absorção sonora. (w)
- Tempo de reverberação. (a)
- Poluição sonora. (a)
- Espaços com necessidades especiais em relação ao desempenho acústico. (a)
- Instrumental para o desenvolvimento de projetos adequados ao conforto acústico. (a)
- Normas técnicas e legislação. (a)

**V) PROCEDIMENTOS DE ENSINO:** Aulas expositivas, trabalhos de pesquisa, exercícios orientados e seminários de discussão crítica.

**VI) RECURSOS:** Quadro com giz, projeção de transparências e diapositivos, programas de informática. Sala de aula Retro Projetor/TV projetor Multimídia.

**VII) AVALIAÇÕES:** De acordo com a Res. 170/2000 , onde  $MA = \Sigma An / 5$

- A1 = 10 de abril - 1ª. avaliação sobre Conforto Térmico
- A2 = 17 de junho - Avaliação Final sobre Conforto Térmico - Matéria toda.
- A3 = 16 de setembro - Proteção Solar
- A4 = 16 de outubro - Conforto Lumínico
- A5 = 18 de novembro - Conforto Acústico
- Substitutiva = 20 de novembro - Matéria toda
- Avaliação Final = 02 de dezembro - Matéria toda

#### VIII BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ILUMINAÇÃO. *Uso Racional de Energia em Edificações*. São Paulo: ABILUX, 1992. (\*)
- **BISTAFA, S.R. *Acústica Aplicada ao Controle do Ruído*. Ed. Edgard Blücher. SP. 2006.**
- BITTENCOURT, L. *O Uso das Cartas Solares*. Maceió: Edufal, 1999. (\*)
- BITTENCOURT, L., CÂNDIDO, C. *Introdução à Ventilação Natural*. Ed. Ufal. Maceió. AL. 2006.
- CARRIÓN, I. A.. *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona: Ed. UPC, 1998 (\*)
- CARVALHO, B. de A. *Técnica de Orientação dos Edifícios: insolação, iluminação e ventilação*. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1970. (\*)
- DA COSTA, E. C. *Ventilação*. Ed. Edgard Blücher. São Paulo. SP. 2005.
- FANGER, P.O. *Thermal Comfort*. R.E.K. Pub. Comp. Florida. USA. 1982.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. *Manual do Conforto Térmico*. São Paulo: Pini, 1995 (\*)
- GIVONI, B. *Climate Considerations in Building and Urban Design*. New York: John Wiley, 1998.
- GIVONI, B. *Passive and Low Energy Cooling of Buildings*. New York: John Wiley, 1994.
- HOPKINSON, R. G et alii. *Iluminação Natural*. Lisboa: Fund. Calouste Gulbenkian, 1975.
- IZARD, JL. *Arquitetura Bioclimática*. Barcelona: Gustavo Gili, 1980. (\*)
- LAM, W. *Sunlighting as Formgiver for Architecture*. New York: Van Nostrand Reinhold: 1986.
- LAMBERTS, R., DUTRA, L., PEREIRA, F. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW, 1997.
- MARCO, C. S. *Elementos de Acústica arquitetônica*. São Paulo: Nobel, 1986. (\*)
- MASCARÓ, L. *Energia na Edificação: estratégias para minimizar seu consumo*. São Paulo: Projeto, 1985.
- MOREIRA, V. de A. *Iluminação e fotometria: teoria e aplicação*. São Paulo. Edgard Blücher, 1990. (\*)
- OLGYAY, V. *Arquitetura y Clima*. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.
- PILOTTO NETO, E. *Cor e Iluminação nos Ambientes de Trabalho*. São Paulo: Ciência e Tecnologia, 1980. (\*)
- RIVERO, R. *Acondicionamento Térmico Natural: Arquitetura e Clima*. Porto Alegre: DC Luzzato, 1985.
- ROMERO, M. *Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*. São Paulo: Pro-Editores, 2001. (\*)
- SERRA, R.; COCH, H. *Arquitetura y energia natural*. Barcelona: Editions UPC, 1995. (\*)
- SILVA, P. M. da. *Acústica de edifícios*. Lisboa: MHOP Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1978. (\*)
- **SILVA, P. *Acústica Arquitetônica*. Belo Horizonte: Engenharia e Arquitetura, 1971. (\*)**
- **SILVA, P. *Acústica Arquitetônica & Condicionamento de Ar*. Belo Horizonte: EDTAL, 2002.**
- TOLEDO, E. *Ventilação Natural das Habitações*. Maceió: Edufal, 1999.
- VIANA, N. S.; GONÇALVES, J. *Iluminação e Arquitetura*. São Paulo: Virtus: 2001

ANEXO B - Grades do curso de Arquitetura e Urbanismo da Anhanguera-UNIDERP entre os anos de 1981 e 2009

Grades do curso de Arquitetura e Urbanismo da Anhanguera-Uniderp entre os anos de 1981 e 2009.

1981	1986	1990	1992	1994	1996	2000	2006_2	2009
1 semestre	1 semestre	1 ano	1 ano	1 ano	1 ano	1 semestre	1 semestre	1 semestre
Introdução ao planejamento territorial	Plástica I	Cálculo	Cálculo	Cálculo	Estudos sociais e ambientais	Estudos sociais e ambientais I	Computação gráfica	Meios de Representação e Expressão I
Metodologia Científica	Desenho e outros meios de expressão	<b>Física</b>	<b>Física</b>	<b>Física</b>	Estética e história das artes	Estética e história das artes I	Desenho de Arquitetura I	Desenho de Arquitetura I
Introdução ao projeto	História das artes	Desenho e plástica	Desenho e plástica	Desenho e plástica	Composição arquitetônica e plástica	Composição arquitetônica e plástica I	Estética, história da arte	Estética, História da Arte
Meios de expressão e representação	Matemática I	Desenho projetivo	Desenho projetivo	Desenho projetivo	Metodologia de projeto	Metodologia de projeto I	Estudos sociais e ambientais I	Geometria Descritiva
Cálculo I	Metodologia Científica	História da arte e da Arquitetura I	História da arte e da Arquitetura I	História da arte e da Arquitetura I	Geometria descritiva e perspectiva	Geometria descritiva e perspectiva I	Geometria descritiva	TDA I - Desenvolvimento Pessoal e Profissional
História da arte	<b>Física</b>	Metodologia científica	Metodologia científica	Metodologia científica	Desenho de arquitetura	Desenho de arquitetura I	Meios de Expressão e representação visual I	Estudos Sociais, Econômicos e Ambientais I
<b>Conforto ambiental I</b>	Estudo de problemas brasileiros	Educação Física (prática desportiva)	Educação Física (prática desportiva)	Educação Física (prática desportiva)	Topografia aplicada a Arquitetura	Topografia aplicada a Arquitetura I		Seminário Integrador I
Prática desportiva	Prática desportiva				<b>Conforto ambiental I</b>	<b>Conforto ambiental I</b>		
					Educação Física			
2 semestre	2 semestre	2 ano	2 ano	2 ano	2 ano	2 semestre	2 semestre	2 semestre
História da Arquitetura I	História da Arquitetura I	Planejamento arquitetônico I	Planejamento arquitetônico I	Planejamento arquitetônico I	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo I	Estudos sociais e ambientais II	Meios de Expressão e representação visual II	Perspectiva

Metodologia do projeto	Plástica II	<b>Conforto ambiental</b>	<b>Conforto ambiental (higiene da habitação)</b>	<b>Conforto ambiental</b>	História da Arquitetura I	Estética e história das artes II	Introdução ao projeto	Estudos Sociais, Econômicos e Ambientais II
<b>Conforto ambiental II</b>	Desenho e outros meios de expressão	História da arte e da Arquitetura II	História da arte e da Arquitetura II	História da arte e da Arquitetura II	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo I	Composição arquitetônica e plástica II	Desenho de Arquitetura II	História da Arquitetura
Projeto básico	Matemática II (probabilidade e estatística)	Materiais e técnicas I	Materiais e técnicas I	Materiais e técnicas I	Informática aplicada a Arquitetura	Metodologia de projeto II	História da Arquitetura	Introdução ao Projeto
Topografia e fotointerpretação	Topografia e fotointerpretação	Resistência dos materiais e estabilidade das construções	Resistência dos materiais e estabilidade das construções	Resistência dos materiais e estabilidade das construções	<b>Conforto ambiental II</b>	Geometria descritiva e perspectiva II	Estudos sociais e ambientais II	Meios de Representação e Expressão II
Cálculo II	Química geral e tecnológica	Topografia	Topografia	Topografia	Planejamento urbano e regional I	Desenho de arquitetura II	Perspectiva	TDA II - Responsabilidade Social e Meio Ambiente
Estrutura da linguagem visual	Mecânica geral	Educação Física (prática desportiva)	Educação Física (prática desportiva)	Educação Física (prática desportiva)	Sistemas estruturas I	Topografia aplicada a Arquitetura II		Desenho de Arquitetura II
Planejamento setorial urbano	Prática desportiva				Tecnologia da construção I	<b>Conforto ambiental II</b>		Seminário Integrador II
Prática desportiva								
<b>3 semestre</b>	<b>3 semestre</b>	<b>3 ano</b>	<b>3 ano</b>	<b>3 ano</b>	<b>3 ano</b>	<b>3 semestre</b>	<b>3 semestre</b>	<b>3 semestre</b>
Projeto executivo	Informática e processamento de dados	Planejamento arquitetônico II	Planejamento arquitetônico II	Planejamento arquitetônico II	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo II	<b>Conforto ambiental III</b>	Sistemas estruturais I	<b>Conforto Ambiental I</b>
Construção I	Planejamento arquitetônico I	Teoria da Arquitetura	Teoria da Arquitetura	Teoria da Arquitetura	História da Arquitetura II	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo I	Tecnologia e Arquitetura I	Computação Gráfica

Estatística aplicada	História da Arquitetura II	Informática e processamento de dados	Informática e processamento de dados	Sociologia urbana	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo II	História da Arquitetura I	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo I	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo I
Desenho do produto industrial	Fenômenos dos transportes	Instalações e equipamentos I	Instalações e equipamentos I	Instalações e equipamentos I	Paisagismo I	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo I	<b>Conforto ambiental I</b>	Sistemas Estruturais I
Planejamento urbano	Materiais e técnicas I	Estrutura de concreto armado	Estrutura de concreto armado	Estrutura de concreto armado	Planejamento urbano e regional II	Planejamento urbano e regional II	Topografia	TDA III - Direito e Legislação
<b>Conforto ambiental III</b>	Mecânica dos solos e fundações	Materiais e técnica II	Materiais e técnica II	Materiais e técnica II	Sistemas estruturas II	Sistemas estruturas I	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo I	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo I
Ergonomia I	Prática desportiva	Estrutura de aço e madeira	Estrutura de aço e madeira	Estrutura de aço e madeira	Tecnologia da construção II	Tecnologia da construção I		Topografia na Arquitetura
História da Arquitetura II						Informática aplicada a Arquitetura I		Seminário Integrador III
Prática desportiva								
<b>4 semestre</b>	<b>4 semestre</b>	<b>4 ano</b>	<b>4 ano</b>	<b>4 ano</b>	<b>4 ano</b>	<b>4 semestre</b>	<b>4 semestre</b>	<b>4 semestre</b>
Planejamento local	Sociologia	Planejamento arquitetônico III	Planejamento arquitetônico III	Planejamento arquitetônico III	História da Arquitetura III	Conforto ambiental IV	Sistemas estruturais II	<b>Conforto Ambiental II</b>
História da Arquitetura III	Planejamento Arquitetônico II	Planejamento urbano e regional I	Planejamento urbano e regional I	Planejamento urbano e regional I	Técnicas retrospectivas	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo II	<b>Conforto ambiental II</b>	Fundamentos de Geoprocessamento Aplicados à Arquitetura
Projetos de edifícios para educação	História da Arquitetura III (Arquitetura brasileira)	Instalações e equipamentos II	Instalações e equipamentos II	Instalações e equipamentos II	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo III	História da Arquitetura II	Fundamentos de geoprocessamento aplicados à Arquitetura	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo II

Desenho industrial e ambiente urbano	Materiais e técnicas II	Sociologia urbana	Sociologia urbana	Informática e processamento de dados	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo III	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo II	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo II	Sistemas Estruturais II
Resistência dos materiais e Estabilidade das construções	<b>Conforto ambiental</b>	Teoria do urbanismo	Teoria do urbanismo	Teoria do urbanismo	Planejamento urbano e regional III	Planejamento urbano e regional II	Tecnologia e Arquitetura II	TDA IV - Direitos Humanos e Relações Internacionais
Construção II	Eletricidade	Teoria econômica	Teoria econômica	Paisagismo	Sistemas estruturas III	Sistemas estruturas II	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo II	Tecnologia e Arquitetura I
Fundamentos sociais da Arquitetura e Urbanismo I	Prática desportiva	Estudo de problemas brasileiros	Estudo de problemas brasileiros		Tecnologia da construção III	Tecnologia da construção II		Teoria da Arquitetura e do Urbanismo II
Prática desportiva					Paisagismo II	Informática aplicada a Arquitetura II		Seminário Integrador IV
<b>5 semestre</b>	<b>5 semestre</b>	<b>5 ano</b>	<b>5 ano</b>	<b>5 ano</b>	<b>5 ano</b>	<b>5 semestre</b>	<b>5 semestre</b>	<b>5 semestre</b>
Mecânica dos solos e fundações	Planejamento arquitetônico III	Projeto integrado	Projeto integrado	Projeto integrado	Crítica da Arquitetura e do Urbanismo	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo III	História da arte e da Arquitetura brasileira I	História da Arte e da Arquitetura Brasileira
Construção III	Teoria da Arquitetura I	Planejamento urbano e regional II	Planejamento urbano e regional II	Planejamento urbano e regional II	Prática profissional	História da Arquitetura III	Tecnologia e Arquitetura III	TDA V - Desenvolvimento Econômico e Organismos Internacionais
Sistemas estruturais	Teoria do urbanismo I	Paisagismo	Paisagismo	Teoria econômica	Trabalho final de graduação	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo III	Planejamento urbano e regional I	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo III

Habitação popular na região	Materiais e técnicas III	Administração	Administração	Ciência política	Estágio supervisionado	Planejamento urbano e regional III	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo III	Planejamento Urbano e Regional II
Habitação para população de baixa renda	Instalações e equipamentos I	Legislação, prática e ética profissional	Legislação, prática e ética profissional	Administração		Sistemas estruturas III	Sistemas estruturais III	Sistemas Estruturais III
Paisagismo introdução à paisagem urbana	Economia	Estágio supervisionado e atividades práticas	Estágio supervisionado e atividades práticas	Legislação, prática e ética profissional		Tecnologia da construção III	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo III	Tecnologia e Arquitetura II
Tecnologia básica da construção I	Prática desportiva			Estágio supervisionado e atividades práticas		Paisagismo I		Teoria da Arquitetura e do Urbanismo III
Linguagem aplicada ao projeto								Seminário Integrador V
Estudos de população								
Fundamentos sociais de Arquitetura e Urbanismo II								
Prática desportiva								
<b>6 semestre</b>	<b>6 semestre</b>					<b>6 semestre</b>	<b>6 semestre</b>	<b>6 semestre</b>
Estrutura de concreto armado	Planejamento arquitetônico IV					Teoria da Arquitetura e do Urbanismo IV	História da arte e da Arquitetura brasileira II	Planejamento Urbano e Regional II
Desenho urbano	Teoria da Arquitetura II					História da Arquitetura IV	Planejamento urbano e regional II	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo IV

Projeto arquitetônico, recursos naturais e paisagem construída	Teoria do urbanismo II					Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo IV	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo IV	Tecnologia e Arquitetura III
Problemas de planejamento	Estabilidade e resistência dos materiais I					Planejamento urbano e regional IV	Sistemas estruturais IV	Sistemas Estruturais IV
Desenho industrial e indústria	Instalações e equipamentos II					Sistemas estruturas IV	Tecnologia e Arquitetura IV	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo IV
Urbanização I						Tecnologia da construção IV	Teoria da Arquitetura e do Urbanismo IV	Seminário Integrador VI
Tecnologia básica construção II						Paisagismo II		
História da tecnologia na Arquitetura no planejamento territorial e no desenho industrial I								
Prática desportiva								
<b>7 semestre</b>	<b>7 semestre</b>					<b>7 semestre</b>	<b>7 semestre</b>	<b>7 semestre</b>
História da técnica no Brasil	Planejamento Arquitetônico V					Teoria da Arquitetura e do Urbanismo V	Elementos arquitetônicos I	Estágio Supervisionado I
Estrutura de madeira e estrutura metálica	Planejamento urbano e regional I					História da Arquitetura V	Prática profissional I	Planejamento Urbano e Regional III
Paisagismo urbano: projeto	Estabilidade e resistência dos materiais II					Projeto de Arquitetura, Urbanismo e	Planejamento urbano e regional III	Legislação e Normas Profissionais

						Paisagismo V		
Projeto e saúde	Instalações e equipamentos III					Planejamento urbano e regional V	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo V	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo V
Projeto e industrialização da construção	Ciências do ambiente					Sistemas estruturas V	Técnicas retrospectivas I	Paisagismo I
Instrumento do planejamento territorial						Tecnologia da construção V	Tópicos especiais I	Projeto de Extensão à Comunidade
Urbanização II						Paisagismo III	Estágio supervisionado I	
Introdução à economia da construção						Técnicas retrospectivas I		
Prática desportiva						Estágio supervisionado I		
<b>8 semestre</b>	<b>8 semestre</b>					<b>8 semestre</b>	<b>8 semestre</b>	<b>8 semestre</b>
Instalações, equipamentos e serviços	Planejamento arquitetônico VI					Teoria da Arquitetura e do Urbanismo VI	Prática profissional II	Estágio Supervisionado II
Evolução do equipamento da habitação	Planejamento urbano e regional II					História da Arquitetura VI	Elementos arquitetônicos II	Planejamento Urbano e Regional IV

Planejamento regional	Cálculo estrutural I					Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo VI	Planejamento urbano e regional IV	Paisagismo II
Paisagem na cidade	Paisagismo					Planejamento urbano e regional VI	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo VI	Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo VI
Análise do espaço urbano e regional						Sistemas estruturas VI	Técnicas retrospectivas II	Arquitetura de Interiores
Semiótica e leitura do ambiente urbano						Tecnologia da construção VI	Tópicos especiais II	Técnicas Retrospectivas I
Espaços livres de recreação e lazer						Paisagismo IV	Estágio supervisionado II	
Estudo dos problemas brasileiros I						Técnicas retrospectivas II		
Prática desportiva						Estágio supervisionado II		
<b>9 semestre</b>	<b>9 semestre</b>					<b>9 semestre</b>	<b>9 semestre</b>	<b>9 semestre</b>
Introdução aos sistemas de informação	Planejamento arquitetônico VII					TFG I	Trabalho final de graduação I	Estágio Supervisionado III
Organização do trabalho , prática profissional e legislação	Planejamento urbano e regional III					Prática profissional I	Tópicos especiais III	Técnicas Retrospectivas II
História da paisagem brasileira	Cálculo estrutural II					Tópicos especiais I	Estágio supervisionado III	Tópicos Especiais Aplicados à Arquitetura e

								Urbanismo
Saneamento	Administração					Estágio supervisionado III		Trabalho de Conclusão de Curso I
Elementos compl. Ao projeto gráfico dos edifícios	Legislação e prática profissional							
Projeto de graduação I								
Estudo dos problemas brasileiros II								
Prática desportiva								
<b>10 semestre</b>	<b>10 semestre</b>					<b>10 semestre</b>	<b>10 semestre</b>	<b>10 semestre</b>
Projeto de graduação II	Projeto integrado					TFG II	Trabalho final de graduação II	Estágio Supervisionado IV
Estágio supervisionado	Estágio supervisionado					Prática profissional II	Tópicos especiais IV	Língua Brasileira de Sinais - Libras3
						Estágio supervisionado IV	Estágio supervisionado IV	Trabalho de Conclusão de Curso II

ANEXO C - Plano de Ensino da disciplina de Conforto Ambiental – Anhanguera-Uniderp



**UNIVERSIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO E DA  
REGIÃO DO PANTANAL**

PLANO DE ENSINO E APRENDIZAGEM (Plano de Curso)

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO**

Curso: ARQUITETURA E URBANISMO

Disciplina: CONFORTO AMBIENTAL I

Série/Semestre	Período Letivo	Turno	Turma
02	2008-1		
C/H Teórica	C/H prática	C/H total	
60	-	60	

Professor:

**Objetivo Geral:**

Sistematizar e avaliar um conjunto de conhecimentos relacionados às condições térmicas, lumínicas e acústicas como um dos condicionantes da forma e da organização do espaço no sentido de dotar o ambiente construído de todos os elementos de conforto interior e de proteção climática e da minimização dos seus impactos ambientais, visando a qualidade de vida do homem.

**Ementa:**

Conforto térmico. Ventilação Natural. Bioclimatologia. Clima e arquitetura. Conforto lumínico. Iluminação Natural e Arquitetura. Sistemas de iluminação natural. Geometria da Insolação. Proteções solares. Conforto acústico - efeitos do som sobre a saúde, o desempenho e o conforto das pessoas. Propagação sonora e ruído ambiental. Fundamentos da acústica arquitetônica.

**Bibliografia Básica:**

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. *Manual de conforto térmico*. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

LAMBERTS, Roberto et al. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW, 1997.

VIANNA, N.S. e GONÇALVES, J.C. *Iluminação e Arquitetura*. São Paulo: Virtus s/c Ltda, 2001.

SILVA, Pérides. *Acústica Arquitetônica & Condicionamento de ar*. 5.ed. Belo Horizonte: EDTAL, 2005.

**Bibliografia Complementar:**

BISTAFA, Sylvio R. *Acústica aplicada ao controle do ruído*. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

BITTENCOURT, Leonardo. Uso das cartas solares. Diretrizes para Arquitetos. 4.ed.rev. e ampl. Maceió: EDUFAL, 2004.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. 2. ed. São Paulo: ProEditores, 2000. 123 p., il.

Objetivos Específicos	Conteúdo	Procedimentos de Ensino	Recursos de Ensino	Avaliação	Cronograma
<p>10. Compreender a relação entre as variáveis ambientais e humanas e o conforto térmico do homem.</p>	<p>11. Conforto térmico - as exigências humanas e o equilíbrio térmico entre o homem e o ambiente:</p> <p>11.1. Metabolismo e mecanismos termoreguladores</p> <p>11.2. Trocas térmicas entre corpo e ambiente:</p> <p>a) Trocas térmicas secas: radiação, convecção e condução</p> <p>b) Troca térmica úmida: evaporação</p> <p>11.3. Variáveis do conforto térmico: vestimenta, temperatura radiante média, temperatura do ar, velocidade do ar e umidade relativa do ar</p> <p>11.4. Índices de conforto térmico e zonas de conforto</p>	<p>Aulas expositivas</p>	<p>Data show</p>	<p>Provas</p>	<p>03</p>
<p>11. Observar, interpretar e analisar dados e informações relacionados aos tipos de clima e suas variáveis climáticas.</p>	<p>12. Bioclimatologia – variáveis climáticas e variáveis arquitetônicas</p> <p>12.1. Fatores climáticos globais - Radiação solar, temperatura, umidade, vento latitude, altitude e massa d'água</p> <p>12.2. Fatores climáticos locais - Vegetação, topografia,</p>	<p>Aulas expositivas</p>	<p>Data show Gráficos</p>	<p>Provas</p>	<p>03</p>

	<p>rugosidade do solo e revestimento do solo</p> <p>13. Tipos de clima – Clima quente úmido, clima quente e seco, clima temperado e clima frio</p>				
<p>12. Compreender os mecanismos da ventilação natural e analisar criticamente os modelos empregados nas soluções do conforto térmico dos ambientes construídos usando a ventilação natural.</p>	<p>14. Ventilação Natural</p> <p>14.1. Mecanismos de ventilação natural</p> <p>a) Ventilação natural por diferença de temperatura - efeito chaminé</p> <p>b) Ventilação natural por diferença de pressão causada pela ação do vento</p>	<p>Aulas expositivas</p>	<p>Data show</p>	<p>Provas</p>	<p>03</p>
<p>13. Compreender e identificar as variáveis humanas, climáticas e arquitetônicas, assim como os modelos empregados nas soluções do conforto térmico dos ambientes construídos, explicando a relação entre arquitetura e clima.</p>	<p>15. Clima e arquitetura</p> <p>15.1. Características do clima e da arquitetura do lugar</p> <p>15.2. Relação entre as variáveis climáticas e as variáveis arquitetônicas capazes de interferir nas condições do microclima dos espaços interiores e espaços urbano.</p>	<p>Aulas expositivas</p> <p>Estudo dirigido</p> <p>Estudo de casos</p>	<p>Data show</p> <p>Projetos</p> <p>Gráficos</p> <p>Lista de exercícios</p>	<p>Provas</p> <p>Produção de textos (relatório de pesquisa)</p>	<p>03</p>
<p>14. Compreender e identificar as variáveis humanas, lumínicas e arquitetônicas, explicando a relação entre arquitetura e luz.</p>	<p>16. Conforto lumínico</p> <p>16.1. Exigências humanas e funcionais</p> <p>16.2. Luz e percepção ambiental</p> <p>16.3. Variáveis arquitetônicas</p>	<p>Aulas expositivas</p>	<p>Data show</p>	<p>Provas</p>	<p>03</p>

	<p>no conforto lumínico</p> <p>17. Iluminação Natural e Arquitetura</p> <p>17.1. Grandezas relativas à percepção visual e fotométricas</p> <p>17.2. Disponibilidade de luz natural - Fatores que afetam a disponibilidade de luz</p>				
<p>15. Analisar criticamente os modelos empregados nos sistemas de iluminação natural dos ambientes construídos, motivando-se para o uso sustentável dos recursos tecnológicos e naturais.</p>	<p>18. Sistemas de iluminação natural</p> <p>18.1. Iluminação lateral, zenital e mista</p> <p>18.2. Estratégias de iluminação (pátios, átrios, lanternins, sheds, etc.)</p> <p>18.3. Componentes de passagem e condução da luz (dutos, claraboias, etc.) e elementos de controle da luz natural (brises, beirais, varandas, etc.)</p> <p>19. Tipos e função dos tipos de aberturas – janelas</p>	<p>Aulas expositivas</p> <p>Estudo dirigido</p>	<p>Data show</p> <p>Gráficos</p>	<p>Provas</p> <p>Lista de exercícios</p>	03
<p>16. Compreender, esboçar e interpretar desenhos, gráficos e imagens relacionados à geometria da insolação.</p>	<p>20. Geometria da Insolação.</p> <p>20.1. Radiação solar</p> <p>20.2. Movimentos da terra - rotação e translação ao</p>	<p>Aulas expositivas</p> <p>Estudo dirigido</p>	<p>Data show</p> <p>Software</p> <p>Gráficos</p>	<p>Provas</p> <p>Lista de exercícios</p>	03

	<p>redor do Sol</p> <p>20.3. Movimentos aparentes do sol e suas projeções, determinação de diagramas solares</p>				
17. Aplicar os conhecimentos da geometria da insolação na análise de modelos e formulação de soluções para proteções solares na arquitetura e no urbanismo.	20.4. Proteções solares, mascaramento e dispositivos de proteção solar	Aulas expositivas Estudo dirigido	Data show Software Gráficos	Provas Lista de exercícios	03
18. Usar as cartas solares e interpretar as soluções encontradas, propondo dispositivos de proteção solar.	21. Geometria da Insolação: Cartas solares e orientação das edificações	Estudo dirigido	Data show Software Gráficos	Provas Lista de exercícios	03
19. Selecionar, investigar e avaliar obras arquitetônicas que são referências no uso da luz natural.	22. Uso da luz natural na arquitetura	Seminário - Estudo de casos	Data show Projetos	Apresentação de seminário	03
20. Selecionar, investigar e avaliar obras arquitetônicas que são referências no uso da luz natural.	23. Uso da luz natural na arquitetura	Seminário - Estudo de casos	Data show Projetos	Apresentação de seminário	03
21. Identificar e compreender as variáveis humanas, acústicas e arquitetônicas e suas relações com a saúde e conforto	24. Conforto acústico 24.1. Efeitos do som sobre a saúde, o desempenho e o conforto das pessoas	Aulas expositivas	Data show	Provas	03

acústico do homem.	<p>25. Propagação sonora ao ar livre e ruído ambiental</p> <p>25.1. Propriedades e características da onda sonora. Intensidade. Frequência</p> <p>25.2. A propagação do som, vozes e ruídos nas edificações e no espaço urbano</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formas de propagação do som</li> <li>• Sons diretos e refletidos. Ecos e Ressonância. Inteligibilidade da fala e Tempo de reverberação</li> </ul>				
22. Identificar e compreender as variáveis humanas, acústicas e arquitetônicas e suas influências na qualidade acústica dos ambientes, explicando a relação entre arquitetura e som.	<p>26. Fundamentos da acústica arquitetônica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Som na arquitetura.</li> <li>• Necessidades e requisitos para a qualidade acústica dos ambientes</li> </ul>	Aulas expositivas	Data show	Provas	03
23. Analisar os ambientes arquitetônicos, assim como os materiais, técnicas e modelos empregados nas soluções do conforto e desempenho acústico desses ambientes	<p>27. Ruído em recintos</p> <p>27.1. Tratamento e isolamento acústico</p> <p>27.2. A influência da forma, das proporções e dos materiais de acabamentos na</p>	Aulas expositivas	Data show	Provas	03

construídos.	qualidade acústica dos ambientes fechados e abertos 27.3. Construtibilidade e conforto acústico. Desconforto acústico em edificações: causas e alternativas para a isolamento acústica e vibrações				
24. Compreender e interpretar dados, desenhos e gráficos relacionados aos materiais acústicos.	28. Características e comportamento dos materiais e componentes para tratamento e isolamento acústico	Visita Técnica	Amostras Catálogos	Provas	03
25. Estudar legislação e normas técnicas relacionadas a ruídos urbanos e nas edificações	29. Fundamentos para o dimensionamento e aplicação em ambientes fechados dos conceitos relacionados ao conforto e qualidade acústica	Estudo dirigido	Normas Legislações	Lista de exercícios	03
26. Selecionar, formular e propor critérios e diretrizes a serem aplicados em projetos de acústica.	30. Critérios e diretrizes para projeto de acústica em ambientes fechados	Estudo dirigido Simulações	Normas Legislações Projetos	Lista de exercícios	03
27. Dimensionar o tempo de reverberação dos recintos, propondo soluções para a sua adequação.	31. Tempo de reverberação	Estudo dirigido	Livros e Apostilas Catálogos, gráficos e tabelas	Lista de exercícios	03
28. Selecionar, investigar e avaliar	32. Acústica arquitetônica: qualidade	Seminários - Estudo de casos	Data show	Apresentação de	03

obras arquitetônicas que são referências em qualidade acústica.	acústica dos ambientes construídos.		Projetos	seminário	
29. Selecionar, investigar e avaliar obras arquitetônicas que são referências em qualidade acústica.	33. Acústica arquitetônica: qualidade acústica dos ambientes construídos.	Seminários - Estudo de casos	Data show Projetos	Apresentação de seminário	03