

# CONFORTO AMBIENTAL PARA ESTUDANTES DE ENGENHARIA: UMA PROPOSTA DE ENSINO

**Antonio C. Kovaleski<sup>1</sup> ; Luiz Capraro<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Tuiuti do Paraná  
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Arquitetura e Urbanismo.  
Rua Sydnei A. Rangel Santos, 238 – Santo Inácio  
CEP 82.010.330 – Curitiba / PR  
antonio.kovaleski@utp.br

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Civil  
luiz.capraro@utp.br

***Resumo:** O conforto ambiental nas edificações ainda é visto por grande parte dos profissionais da indústria da construção como uma questão menos importante, se comparada com outros aspectos relativos à execução da obra, tais como produtividade, qualidade, diminuição de desperdícios, prazos e, principalmente, custos. Esses profissionais não têm a percepção de que o ambiente confortável ambientalmente pode ser valor agregado à construção. Parte desse problema se deve às dificuldades do processo de disseminação do conhecimento científico do meio acadêmico para a prática profissional e tem origem nos cursos de graduação que, na maioria das vezes, tratam as disciplinas de forma compartimentada, sem que haja uma abordagem multidisciplinar, sistêmica e integrada dos conteúdos. O presente artigo propõe a realização do curso denominado “Idéias para um sobrado confortável” aos acadêmicos do último ano do curso de Engenharia Civil. O objetivo é disseminar conhecimentos, utilizando experimentos que possibilitem conciliar teoria e prática e a construção de edificações ambientalmente confortáveis e com melhor eficiência energética.*

***Palavras-chave:** Disseminação do conhecimento, Conforto ambiental em edificações, Engenharia, Arquitetura.*

## 1. INTRODUÇÃO

Na indústria da construção são inúmeras as dificuldades de disseminação do conhecimento científico do meio acadêmico para a prática profissional. Isto inclui a questão do conforto ambiental nas edificações.

Apesar da sua importância, na maioria das vezes, questões relativas ao conforto acabam ficando em segundo plano. Construtores priorizam outros aspectos relativos à execução da obra, tais como: melhoria dos índices de produtividade e qualidade; diminuição do desperdício; cumprimento de prazos e, principalmente, redução de custos. Normalmente os estes consideram como sendo empecilhos soluções que buscam incrementar a qualidade do ambiente e a sensação de conforto nas edificações. Tais iniciativas são vistas como gastos desnecessários a serem minimizados, ou seja, não existe a percepção do conforto como valor agregado.

Sabe-se que parte deste *pré-conceito* acerca da questão do conforto ambiental tem origem nos projetos pedagógicos dos cursos de graduação, tanto de Engenharia Civil quanto de Arquitetura. Na maioria das vezes, esses cursos tratam as disciplinas de forma compartimentada, sem que haja uma abordagem multidisciplinar, sistêmica e integrada dos conteúdos. No entanto, como destacam GIORGETTI e KRÜGER(2007), é necessária essa integração, bem como romper os limites das disciplinas porque “*em um mundo globalizado não se admite uma visão segmentada do conhecimento*”.

Para BELHOT, FIGUEIREDO e MALAVÉ (2001), o modelo tradicional de ensino adotado nas engenharias baseia-se na transmissão de conhecimentos que focalizam os aspectos conceituais das diversas teorias, sem que haja a sua necessária contextualização. Ainda, segundo os autores, “*a reprodução desses conhecimentos é valorizada por meio do estímulo à memorização, pela prática repetitiva dos mecanismos e da lógica de funcionamento dos modelos conceituais e pela aplicação de técnicas e métodos como forma única e otimizante de solução de problemas*”. Esse modelo baseia-se no pressuposto de que o conhecimento pode ser dividido em partes e que esta fragmentação é feita em prol da eficiência.

Com a finalidade de aproximar cada vez mais seus alunos dos conhecimentos trabalhados em sala, obtendo assim um melhor aproveitamento do processo ensino-aprendizagem, o professor de engenharia precisa lançar mão de “artifícios” (técnicas ou métodos de ensino). Em artigo intitulado “Formação do Professor de Engenharia: A Experiência da Oficina de Meios Educativos”, publicado nos anais do COBENGE 2007, PINTO e OLIVEIRA expõem sobre esta situação:

Hoje está claro que ao professor de engenharia não basta mais dominar o conhecimento específico e técnico dos conteúdos, ou o funcionamento dos meios disponíveis para “ministrar” esses conteúdos. Faz-se necessário que o docente conheça e aplique métodos e técnicas de ensino/aprendizagem estruturados e consistentes que pressuponham a apropriação do conhecimento, sem o que não conseguirá contribuir para a formação de profissionais em condições de atualizar-se continuamente e de atender as demandas da sociedade.

Para reverter este quadro é necessário que o aluno “saia da sala de aula” e adquira novas competências e habilidades que conciliem teoria e prática. É papel do professor incentivar o interesse dos seus alunos pelos conhecimentos científicos através de atividades e ambientes pedagógicos novos que evitem a reprodução da informação das aulas tradicionais (VILLAS-BOAS, *et. al.*, 2007).

O presente artigo apresenta o planejamento de um mini-curso denominado “**Idéias para um sobrado confortável**”, que será ministrado aos alunos do último ano dos cursos de engenharia civil de duas instituições de ensino superior de Curitiba/Pr, Universidade Federal do Paraná e Universidade Tuiuti do Paraná. O objetivo é disseminar, de maneira prática e interativa, integrando teoria e experimentação, conhecimentos que possibilitem a construção de sobrados residenciais ambientalmente confortáveis.

## 2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

A idéia da realização do mini-curso sobre conforto ambiental para estudantes de engenharia civil surgiu a partir do material didático denominado “**Idéias para um sobrado confortável**”, criado pelo Laboratório do Conforto no Ambiente Construído da Universidade Federal do Paraná, em parceria com o CREA/PR, e que contou com a participação de alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPR.

A atividade visa orientar, inicialmente, os acadêmicos e, posteriormente, projetistas, construtores, corretores imobiliários, vendedores de matérias de construção e demais agentes da indústria da construção sobre os conceitos de conforto térmico, acústico e visual e suas relações com o ambiente construído.

Pretende-se disseminar, de maneira prática e objetiva, conhecimentos (técnicas, materiais e práticas) que possibilitem a construção de sobrados residenciais ambientalmente confortáveis e com maior eficiência energética, na região de Curitiba/PR.

Estabelecem-se como objetivos secundários:

- Apresentar alternativas ao modelo tradicional de construção de sobrados que possibilitem soluções melhores, tanto em relação aos aspectos ambientais quanto aos aspectos arquitetônicos das edificações;
- Analisar, do ponto de vista dos estudantes de engenharia civil, o nível de conhecimento e o grau de interesse dos mesmos acerca do conceito de conforto ambiental;
- Investigar qual a forma mais eficiente de transmissão dos conhecimentos já consagrados na academia, em relação ao conforto das edificações, aos demais agentes envolvidos na construção de sobrados (proprietário do imóvel, corretores imobiliários, mestre-de-obras, operários, etc.)

Acredita-se que a disseminação de conhecimentos que possibilitem a construção de sobrados residenciais com melhores condições de conforto e, conseqüentemente, com melhores desempenhos energéticos, se faz necessária em virtude das peculiaridades desse tipo de edifício.

Os sobrados caracterizam-se por serem casas compridas, com dois ou três pavimentos, construídas em terrenos estreitos, normalmente geminados (com paredes externas laterais em comum) e com os cômodos dispostos em fila. Tais limitações espaciais podem ocasionar diversos prejuízos para o conforto ambiental da edificação, entre eles:

- Ambientes mal ventilados, em função da implantação da edificação no lote;
- Problemas de ruído, uma vez que as construções são voltadas diretamente para a rua e próximas do alinhamento predial;
- Espaços mal ensolarados, porque o modelo tradicional do sobrado geminado limita o arranjo espacial dos ambientes, possibilitando aberturas apenas na frente e no fundo do lote;
- Falta de privacidade, devido à proximidade entre as unidades, às paredes comuns compartilhadas e à falta de isolamento acústico entre as mesmas.

Além das questões relativas ao conforto ambiental, devemos acrescentar que, na maior parte dos casos, as soluções projetuais adotadas acabam criando uma arquitetura pobre, monótona, baseada na repetição de “modelos prontos”.

Segundo KOWALTOWSKI *et al* (2001), existem poucos estudos que avaliam o conhecimento da população sobre conforto ambiental. CHVATAL (1997) afirma que, mesmo entre os profissionais da construção, os conceitos de conforto térmico e de eficiência energética são pouco conhecidos KOWALTOWSKI *et al* (*op cit*) listam uma série de fatores que dificultam a disseminação do conhecimento sobre conforto ambiental, entre eles:

- Dificuldade de se obter informações e materiais de referência para a elaboração de projetos;

- Deficiência na formação acadêmica dos profissionais, principalmente na síntese da teoria com a prática;
- Códigos de obras e clientes que exigem pouco dos projetistas, tanto em relação ao conforto quanto em relação à eficiência energético/ambiental dos edifícios;
- Ausência de regulamentações e normas específicas;
- Falta de exemplos de excelência que sirvam de referência para os profissionais da indústria da construção.

Esses fatores somados criam um cenário que justifica e estimula o desenvolvimento de pesquisas e a criação de material didático que possibilitem a divulgação e popularização dos conceitos de qualidade do ambiente construído.

### 3. MATERIAIS E MÉTODO

A seguir são apresentados: material didático impresso, metodologia que será adotada para a realização do mini-curso e os experimentos propostos.

#### 3.1. Descrição do material didático

O manual “**Idéias para um sobrado confortável**” utiliza uma linguagem acessível para apresentar ao leitor informações básicas relacionadas às questões de conforto ambiental aplicáveis na construção de sobrados residenciais. Os conteúdos são representados através de textos breves e ilustrações coloridas, de forma clara e objetiva (Figura 1).

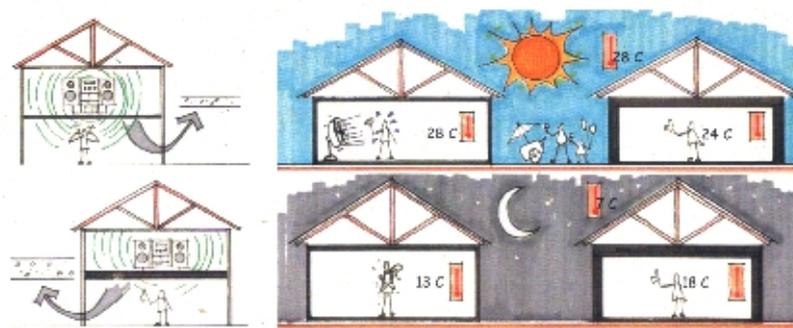


Figura 1 – Ilustrações do manual “Idéias para um sobrado confortável”

As questões são apresentadas em tópicos, acompanhadas de soluções construtivas simples que, uma vez aplicadas na obra, possibilitarão eliminar possíveis problemas ou, ao menos, minimizar seus efeitos. Por questão didática, os assuntos foram subdivididos em nove categorias: orientação, proporção, economia, ordem, aberturas, vegetação, proteção, massa e superfície/cobertura.

#### 3.2. Mini-curso baseado em aulas interativas e na utilização de experimentos

O curso foi planejado para durar um período de aproximadamente quatro horas, dividido em duas etapas: apresentação teórica e experimentação.

Acredita-se que através de aulas interativas o fluxo de informações aconteça tanto do professor para os alunos, quanto dos alunos para o professor e que, dessa forma, o docente estará estimulando a curiosidade e a participação dos alunos através de perguntas e debates.

Como afirma OLIVEIRA *et al* (2007), o conceito de interatividade acaba sendo explorado tendo em vista a *bidirecionalidade*, ou seja, parte-se do princípio de que só existe comunicação quando o emissor é potencialmente um receptor e o receptor é, também, potencialmente um emissor.

No início da aula, antes mesmo da introdução teórica, os alunos preencherão um questionário com o objetivo de obter dados pessoais e também algumas questões que possibilitem uma avaliação prévia dos conhecimentos dos mesmos sobre os assuntos que serão expostos.

Durante a introdução teórica será abordado o conceito de conforto ambiental em edificações, subdividido em temas: conforto térmico, conforto acústico e conforto visual. Serão apresentados problemas relativos a cada um dos sub-temas vivenciados pelos estudantes no cotidiano e alternativas práticas para a solução dos mesmos durante a elaboração dos projetos e/ou durante a execução da obra. Nessa etapa serão utilizadas apenas apresentações em PowerPoint.

Na segunda etapa, os alunos poderão observar através de experimentos criados especificamente para o mini-curso, algumas das questões abordadas na introdução teórica. Entre as vantagens da utilização de simulação experimental através de modelos físicos estão:

- Facilidade de comparação entre as diferentes soluções de projeto, através de componentes intercambiáveis, permitindo avaliações quantitativas e qualitativas;
- Familiarização da maioria dos participantes com os materiais apresentados, estimulando a percepção e compreensão dos fenômenos físicos envolvidos;
- Utilização dos experimentos como instrumento de comunicação entre professor e aluno;

Segundo MILLAR e OSBORNE (*apud* ABREU, 2007),

experiências não formais permitem uma maior autonomia do aprendente na gestão da sua aprendizagem que, de acordo com os seus interesses, ritmos de aprendizagem e capacidades, pode parar, repetir, demorar mais ou menos tempo e interagir com amigos ou familiares. Enquanto que a educação científica formal é, freqüentemente, percebida pelos alunos como difícil, maçadora e defasada de seus interesses e necessidades.

Dessa forma acredita-se que, como afirmam ABREU *et al* (*op. cit.*), a interatividade e a associação da experiência sensorial, interativa e interdisciplinar tornem o processo de aprendizagem mais completo e mais cativante.

Ao final, os participantes serão convidados a responder um segundo questionário que possibilitará avaliar: o grau de absorção dos conteúdos apresentados; a eficácia da metodologia utilizada; o interesse dos mesmos na disseminação das idéias apresentadas, além de coletar sugestões para o desenvolvimento da pesquisa e de novos experimentos.

## **4. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES EM CLASSE**

Está prevista a demonstração dos aspectos relativos à questão do conforto em edificações em sala de aula através de três experimentos: heliodon, céu artificial e mesa d'água.

### **4.1. Heliodon**

É um equipamento utilizado para simular o movimento aparente do sol, em qualquer local da Terra, para ajustar o ângulo entre uma superfície plana e um feixe de luz e assim combinar

o ângulo entre um plano horizontal em uma latitude específica e o feixe solar (Figura 2). Para a realização do curso, por questão de praticidade, foi construído um heliodon portátil. Com ele, os participantes poderão constatar, através da utilização de maquetes em escala reduzida, a importância da orientação solar para as edificações, alternativas de implantação do edifício no lote, a influência do entorno construído, tanto em relação à insolação quanto à iluminação natural.

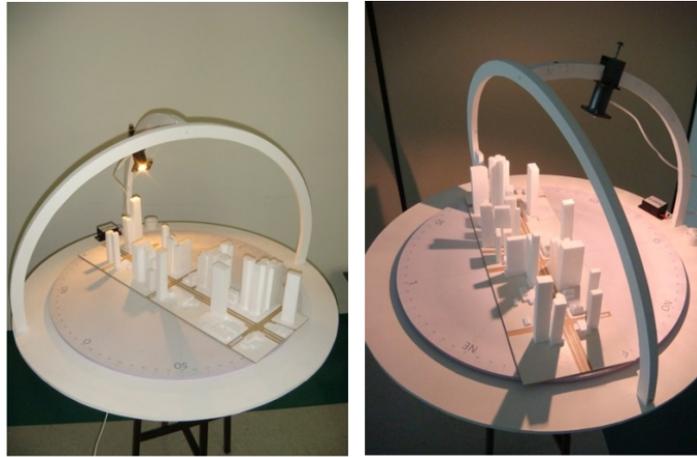


Figura 2 – Simulação do movimento aparente do sol com o uso do heliodon

#### **4.2. Céu artificial**

Instrumento utilizado para analisar os efeitos da luz natural em maquetes físicas que proporciona um ambiente facilmente controlável, estável e reproduzível, permitindo que várias alternativas de projeto sejam testadas exatamente sob as mesmas condições de céu.

Apesar de sua utilidade no processo de medições com modelos, em alguns casos a utilização do céu artificial torna-se inviável porque este possui grandes dimensões, o custo para sua construção é alto e exige calibração constante e manutenção apropriada. Normalmente, as simulações representam condições fixas de céu: uniforme ou encoberto, com ou sem luz direta do sol. Existem dois tipos básicos de céu artificial: hemisférico (domo) e retilíneo (caixa de espelhos).

Optou-se pela construção do céu artificial retilíneo, do tipo caixa de espelhos, de pequenas dimensões porque, acredita-se, atenderá satisfatoriamente os objetivos pedagógicos. O céu artificial retilíneo consiste em um forro plano luminoso com paredes espelhadas que buscam criar um horizonte infinito, através de múltiplas reflexões, simulando apenas a condição de céu encoberto.

#### **4.3. Mesa d'água**

Experimento utilizado para a visualização analógica da ventilação natural em edifícios. Nele a água, por ser um material fluido, simula a ação do vento na edificação, passando através de um canal plano e homogêneo (mesa) onde são colocadas pequenas maquetes que representam obstáculos e aberturas. A água em contato com estes, gera efeitos visuais muito semelhantes aos verificados em ensaios aerodinâmicos (TOLEDO e PEREIRA, 2003).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há uma necessidade premente da implantação e instrumentação de laboratórios onde se possa, além de desenvolver a prática construtiva, realizar simulações e testar alternativas e materiais antes que esses cheguem aos canteiros de obras. Cabe lembrar que já é obrigatória pelas disposições do MEC, a existência desses laboratórios bem como de canteiros experimentais de obra dentro do âmbito da graduação. Da mesma forma conclui-se que há necessidade de se fomentar a pesquisa de materiais dentro da sala de aula, com trabalhos orientados pelos professores, posteriormente apresentados pelos alunos ao restante da classe como forma de socializar e solidificar o conhecimento adquirido. Neste mesmo sentido conclui-se pela necessidade da interdisciplinaridade como articulação entre as disciplinas, envolvendo-as vertical e horizontalmente, ou seja, entre disciplinas de séries diferentes além das disciplinas da mesma série.

Espera-se que este artigo traga contribuições para professores e acadêmicos dos cursos de graduação em Engenharia e Arquitetura e desperte o interesse dos mesmos em relação às questões do conforto ambiental das edificações.

Importante, porém, é salientar que na aplicação destas técnicas como estratégias em sala de aula na busca, seja da diversificação da metodologia aplicada (para quebrar a monotonia do monólogo do professor), seja visando a motivação cada vez maior dos estudantes (fato que atormenta o dia a dia dos professores), não se pode admitir que a “*relação pedagógica torne-se descentrada do que a constrói fundamentalmente, isto é, o professor e o aluno*”.(ARAÚJO 1991, *apud* CAPRARO, 2007)

Por mais que se afirme a unidade e a autonomia da dimensão técnica do ensino, sua razão, sua significação devem ser correlatas ao aluno, ao professor, ao conteúdo, ao ensino, à aprendizagem, à educação, à situação sócio-cultural dos alunos e aos fins. Esses aspectos são certamente elementos que compõe a prática sócio-educacional, cuja importância não pode ser subjugada, obscurecida ou diminuída pela dimensão técnica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, S. C. *et al.* **LABi – Laboratório de Aberto de Interatividade para a Disseminação do Conhecimento Científico e Tecnológico.** In: VI ENCONTRO INTERNACIONAL DE ARTE E TECNOLOGIA. **Anais.** Brasília, DF. 2007

BELHOT, R. V.; FIGUEIREDO, R. S.; MALAVÉ, C. O. **O uso da simulação no ensino de engenharia.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, XXIX COBENGE. **Anais.** Porto Alegre, 2001.

CAPRARO, L. **As técnicas de ensino a serviço do professor engenheiro.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, XXXV COBENGE. **Anais.** Curitiba, Pr. 2007.

CHVATAL, K. M. S., *et al.* **O projetista de edificações e a preocupação com o conforto térmico e conservação de energia em Campinas.** In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, IV ENCAC. **Anais.** Salvador, BA. 1997.

GIORGETTI, M. F.; KRÜGER, C. M. **Formação do professor de Engenharia.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, XXXV COBENGE. **Anais.** Curitiba, Pr. 2007.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. *et al.* **Divulgação do conhecimento em conforto ambiental.** In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VI ENCAC. ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, III ENLAC. **Anais** . São Pedro, SP. 2001.

OLIVEIRA, A. J. A. *et. al.* **Implantação e resultados preliminares do Laboratório Aberto de Interatividade - Disseminação do Conhecimento Científico e Tecnológico (LAbI) da UFSCar.** In: 59º ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, SBPC. Belém, PA. 2007

PINTO, D. P.; OLIVEIRA, F. V. - **Formação do Professor de Engenharia: A Experiência da Oficina de Meios Educativos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, XXXV COBENGE. **Anais.** Curitiba, Pr. 2007.

TOLEDO, A.M.; PEREIRA, F. O. R. **O potencial da mesa d'água para a visualização analógica da ventilação atural em edifícios.** In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, IV ENCAC/COTEDI. **Anais.** Curitiba, PR. 2003.

VILLAS-BOAS, V. *et al.* **UCS/ Promove- Atividades interativas e interdisciplinares: integração ensino médio-universidade-empresa na formação do engenheiro do futuro.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, XXXV COBENGE. **Anais.** Curitiba, Pr.2007.

## **ENVIRONMENTAL COMFORT FOR ENGINEERING STUDENTS: A PROPOSAL OF TEACHING**

**Abstract:** *The environmental's buildings comfort is still seen as a matter unimportant for such a big part of the constructors. If we compare with other terms related to the endeavor as productivity, quality, time of execution and above of all, costs. These professionals do not have the perception of how the enviromental confort can bring an overprize to the building. Part of this problem is due to the problems of the scientific knowledge dissemination from academic to practice workers and this problem has its origin inside the graduation courses, with treats the terms as isolated parts, without a multidiciplinar sistemic and integrated approach. The present article proposes "Idéias para um sobrado confortável" course. to the last civil engineering students. The target is to share knowledge using experiments integrating both theory, practice and the construction of more comfortable buildings using a better energetic efficiency.*

**Key-words:** *Dissemination of knowledge, Environmental buildings comfort, Engineering, Architecture*