



ENSINO E APRENDIZAGEM DO FENÔMENO DA ILUMINAÇÃO NA ARQUITETURA COM MODELOS FÍSICOS.

Fernando O. R. Pereira; Alexander C. González & Veridiana Atanasio

LabCon/ARQ – Laboratório de Conforto Ambiental

Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, CEP 88.040-900,

Florianópolis/SC,

Fone: 48 3721-7080 Fax: 48 3721-9550

e-mail: feco@arq.ufsc.br

RESUMO

Considerações a respeito da iluminação natural influenciam todo o processo de projeto arquitetônico, incorporando aspectos conceituais, estéticos e técnicos. Iluminação natural assume significado na arquitetura de forma relacional, ou seja, somente quando o arquiteto compreende as intenções na maneira como uma edificação é iluminada naturalmente, junto com as estratégias empregadas para tal, ele estará apto a conceber suas próprias intenções e os meios para realizá-las. O arquiteto precisa adquirir um bom conhecimento sobre o fenômeno da iluminação para estimar os efeitos causados por decisões de projeto. Esta pesquisa procurou aplicar um método inovador de ensino do fenômeno da luz natural para estudantes de graduação de Arquitetura utilizando um ambiente de prototipagem física. Neste sentido, protótipos físicos de ambientes internos são construídos com caixas de sapatos e lentes (“olho mágico”) com ângulo de abertura de 200° são usadas para visualização. O objetivo desta oficina é de proporcionar a busca da integração da teoria da iluminação natural com a prática de projeto, visando criar conexão com a utilização dos conceitos projetuais em ateliê. Os estudantes são estimulados a desenvolver projetos rápidos aplicando a teoria em contextos reais e diversificados. Desta forma se gera experimentação e investigação, orientada cuidadosamente pelos professores através de roteiros elaborados para auxiliar este processo. Algumas das vantagens desta oficina são o tempo de aplicação, insumos de baixo custo e a integração com a prática de desenho. O método aplicado proporciona aos estudantes rápida visualização tridimensional dos efeitos sobre a iluminação natural produzidos por diferentes opções de projeto, tais como, aberturas, elementos de transmissão e reflexão de luz, que são desenvolvidas e verificadas visualmente com o auxílio da lente “olho mágico” e/ou por fotografia digital. A oficina foi aplicada em disciplinas de iluminação no curso de graduação da UFSC e universidades na Colômbia. Os resultados alcançados demonstram que os exercícios são rapidamente assimilados pelos estudantes, auxiliando-os a compreender o fenômeno da iluminação natural na arquitetura de uma forma divertida.

ABSTRACT

Daylighting considerations influence the whole design process and incorporate as many conceptual and aesthetics topics as technical ones. Daylight assumes its meaning in architecture relationally, only when the designer can understand the intentions in the way a building is daylit, together with the strategies used for doing so, he will be able to conceive his own intentions and the means for realizing them. The designer needs to acquire a deep understanding of light behavior in order to have a good

estimate of the effects caused by daylighting design decisions. This research seeks to apply a teaching method for the daylighting phenomenon for undergraduate architecture students using a physical prototyping environment. For this, a “physical prototype” of an internal environment is built with shoe boxes and lens (magic eyes), with viewing angle of 200°, are used for visualization. The aim of this workshop is to search the integration of daylight theory with the design practice in order to create connection with the design concepts. The students are motivated to develop real and diversified design contexts. In this way, teachers can conduct investigation and experimentation through carefully elaborated scripts. The advantages of this workshop, besides the integration with the practice of drawing, are the low cost and time spent during the development of the exercise. The method allows students to easily preview the effects on daylighting distribution due to different design options, such as, openings, glazing transmittance, reflectors, light conduction through ducts, and others that are developed and visually verified through the “magic lens” and/or digital photography. The workshop has been applied in daylighting courses, with undergraduate students at the Federal University of Santa Catarina, Brazil and two Universities in Colombia. The obtained results have shown that the practice is easily assimilated by the students, helping them to understand daylighting phenomenon in architecture in an amused way.

1. INTRODUÇÃO

Considerações a respeito da iluminação natural influenciam todo o processo de projeto arquitetônico, incorporando aspectos conceituais, estéticos e técnicos. Iluminação natural assume significado na arquitetura de forma relacional, ou seja, somente quando o arquiteto compreende as intenções na maneira como uma edificação é iluminada naturalmente, junto com as estratégias empregadas para tal, ele estará apto a conceber suas próprias intenções e os meios para realizá-las. O arquiteto precisa adquirir um bom conhecimento sobre o fenômeno da iluminação para estimar os efeitos causados por decisões de projeto (PEREIRA & NASPOLINI, 2004; PEREIRA et al, 2005).

Por outro lado, a formação do profissional de arquitetura envolve tanto disciplinas de caráter prático, quanto teórico-prático. As primeiras geralmente visam aperfeiçoar a prática projetual em ateliê e as segundas devem, em tese, subsidiar as primeiras. Entretanto, em contraste à situação dinâmica do ateliê, estas tendem a serem oferecidas num formato mais convencional. As disciplinas de ateliê são vistas como aquele lugar onde os estudantes podem soltar seus impulsos criativos, enquanto as disciplinas de tecnologia (do segundo grupo) são frequentemente percebidas com aquelas que disponibilizam informações que colocam limitações nos tais impulsos.

As disciplinas teórico-práticas, entre outros objetivos, devem buscar uma integração com a prática de projeto visando criar uma conexão com a utilização dos conceitos projetuais em ateliê. Além disso, podem estimular o aluno com relação à aplicação da teoria em contextos reais e diversificados. Uma forma de integração entre a teoria e a prática, é adicionar nestas disciplinas elementos de experimentação dos ateliês, estimulando o aluno à experimentação e investigação através de roteiros cuidadosamente elaborados pode auxiliar neste processo. Consistentemente a isto, o aluno é estimulado a ver a tecnologia não como algo a ser incorporado ao projeto arquitetônico, mas sim como algo que tem capacidade de inspirar e condicionar o projeto (ATANASIO, 2006).

A utilização de modelos físicos em escala reduzida (maquetes) para a aprendizagem da iluminação natural na arquitetura pode ser considerada uma ferramenta de análise de desempenho que aproxima a prática projetual em sala de aula. Ela possui extrema importância, pois serve para prever o comportamento da luz no ambiente, numa altamente realista relação de causa e efeito, ou seja, qual o impacto produzido por determinada opção de projeto.

Por esta razão, a utilização de maquetes se faz presente em diversos cursos de arquitetura. Em alguns casos, como de algumas universidades americanas e canadenses, essa utilização ocorre com significativa frequência para diferentes finalidades de ensino (FONTEIN, 1997; MILLET & LOVELAND, 1997; STANNARD, 1997). A maioria dos cursos busca aliar a experimentação para as análises quantitativa e qualitativa da luz através de ensaios e exercícios estruturados para tal.

O uso do modelo reduzido como auxílio no projeto de iluminação natural, permite uma melhor percepção e avaliação da variação dos níveis de iluminância no interior dos ambientes, seja com as medições, seja através da simples visualização do resultado.

2. DESENVOLVIMENTO DE PROJETO: AMBIENTE DE PROTOTIPAGEM

Um caminho para a integração entre a teoria e a prática do projeto, é adicionar elementos de experimentação nas disciplinas teórico-práticas. Além disso, estimular o aluno à experimentação e investigação com roteiros cuidadosamente elaborados também pode auxiliar neste processo. “O docente, ao invés de ditar paradigmas ou de criar cômodas receitas de projeto, deve incitar o aluno à investigação, à pesquisa e à experimentação, fazendo-o percorrer vários caminhos que permitirão novas reflexões, num contínuo processo de aprendizagem, vivência projetual e, principalmente, amadurecimento pessoal (RUFINONI, 2002).”

Uma das características da investigação com modelos físicos é que ela apresenta um enfoque altamente investigativo na direção da manipulação espacial.

A maquete física, vista como um protótipo, pode ser considerada como um “modelo funcional construído a partir de intenções e especificações preliminares, para simular a aparência e a funcionalidade de algum produto, ainda que de forma simplificada e incompleta”.

Desta forma, um ambiente de prototipagem pode ser definido como “aquele onde o projetista pode conceber e testar diversas características (estéticas, ambientais, funcionais e técnicas) do modelo, em fases preliminares de desenvolvimento”.

São listados abaixo alguns conceitos gerais de prototipagem adaptados à arquitetura:

- i) O protótipo é utilizado para ser examinado e discutido em geral apenas pelos usuários/equipe de desenvolvimento. Ele não é feito para ser apresentado a ninguém que não pertença a esta equipe. A razão principal é que o protótipo se encontra, ainda, na fase de desenvolvimento.
- ii) Uma das melhores maneiras de testar uma solução arquitetônica, enquanto ainda há tempo de fazer alterações, é desenvolver um protótipo; a idéia é construir um modelo, que simula a aparência e funcionalidade da opção de projeto, bem como trás à tona muitos dos problemas de integração que poderão advir.
- iii) Um protótipo permite que seja determinado o que precisa sofrer alterações. Fazendo-se testes de desempenho, serão obtidas as respostas a tempo de alterar o projeto, se necessário, antes de estar completamente desenvolvido.

O conceito da utilização de modelos físicos em escala vai ao encontro da definição de protótipo; este serve de ferramenta rápida de verificação sem as preocupações estéticas de uma maquete final de projeto. A intenção é que se possa observar rapidamente o resultado sobre o caráter da iluminação e se efetue ou não modificações até se chegar ao efeito final desejado.

Esta pesquisa, portanto, procurou aplicar um método pedagógico inovador de ensino e prática do fenômeno da luz natural para estudantes de graduação de Arquitetura utilizando um ambiente de prototipagem física.

3. METODOLOGIA

O exercício da “caixa de sapatos” tem como objetivo principal a concepção e avaliação qualitativa da iluminação natural em edificações, sendo aplicado na disciplina Conforto Ambiental – Iluminação, do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFSC. Este exercício permite fazer projetos de arquitetura interior, usando a luz natural como ferramenta de desenho, numa oficina simples, que introduz os alunos numa atividade de observação direta e a análise do fenômeno da luz.

As principais ferramentas utilizadas para a geração e análise das maquetes/protótipos foram caixas de papelão e lentes tipo “olho mágico”. A caixa tem dimensões aproximadas de 25 cm x 25 cm x 40 cm, essas medidas podem ser variáveis e geralmente se apresentam em modelos de caixas de sapatos, disponíveis no mercado, razão pela qual o exercício é denominado de “Caixa de Sapatos” (Figura 1). A lente é um elemento usado geralmente como visor de portas tendo uma abertura angular de 200°, que permite ver completamente, um espaço interior. (Figura 2).



Figura 1: Caixa de Sapatos.



Figura 2: Lente “Olho Mágico”.

Quando o protótipo, feito com uma caixa de sapatos, e as lentes mágicas são integrados, tem-se uma ferramenta de simulação física do fenômeno de luz natural. A lente disposta adequadamente proporciona a visão do interior da caixa, que é muito aproximada à imagem de um espaço real. Assim, a caixa de sapatos possibilita um caminho de introduzir os alunos num método experimental de avaliação qualitativa da iluminação na arquitetura.

Além do protótipo da caixa de sapatos e a lente, outros elementos complementam o desenvolvimento desta oficina, tais como folhas de cartolina preta de 25 cm x 25 cm, canetas de tinta branca, lápis de cores claras, estiletes, tesouras, materiais translúcidos como plásticos ou barras de silicone, papéis metálicos, e demais elementos conforme a criatividade e o entusiasmo dos alunos. Todos os elementos para esta oficina são de fácil obtenção e baixo custo, geralmente cada grupo de alunos pode usar até 3 caixas de sapatos, seja pela compra das caixas ou pela reciclagem das mesmas.

3.1. Descrição da oficina da Caixa de Sapatos.

A oficina da Caixa de Sapatos é apresentada na disciplina Conforto Ambiental - Iluminação, como exercício de introdução ao trabalho final, que se realiza com maquetes em escala reduzida de espaços reais. Esta oficina tem como principal objetivo que os alunos investiguem, experimentem, simulem e avaliem qualitativamente a manipulação da luz e sombra como materiais básicos de projeto, tendo como meta a criação de ambientes dramáticos através da iluminação natural. Uma das vantagens desta oficina é a possibilidade de mostrar na prática, características da iluminação natural na arquitetura, que foram introduzidas teoricamente, nas etapas teóricas da disciplina. A observação do fenômeno, no interior das caixas, através da lente, faz com que a luz assuma a condição de matéria, que pode ser trabalhada, modelada e representada no desenho, quase como um elemento sólido, sempre que é integrada ao espaço interior.

Outra vantagem desta oficina é a possibilidade de explorar a criatividade e a capacidade de improvisação dos alunos. Para isso, na aula prévia ao desenvolvimento da oficina, é informada a importância de ter em mãos todos os elementos de trabalho e a formação dos grupos, mas não se revela aos alunos o objetivo da oficina. Desta forma, sempre se tem uma dose de surpresa para o início do trabalho.

O desenvolvimento da oficina ocorreu em etapas, com o objetivo de conduzir aos alunos à criação, materialização e representação de uma idéia arquitetônica, fundamentada no uso da luz natural como principal ferramenta de projeto, de um espaço interior. As etapas da oficina foram:

1. Formulação do exercício e seleção do espaço interior para o projeto.
2. Desenho e representação das idéias em plantas e esboços.
3. Trabalho experimental na “caixa de sapatos”.
4. Representação final do projeto
5. Seminário de socialização e avaliação.

3.1.1 Etapa de Formulação

A formulação do exercício começa com uma apresentação geral da oficina, onde são expostos os objetivos e os alcances que se deseja obter, são apresentadas as etapas do trabalho e sua duração. Logo a seguir, cada grupo faz a seleção do espaço interior com o qual irá trabalhar. Cada grupo desenvolve o projeto de um espaço diferente, tendo como opções sugestões feitas pelos docentes ou pela turma em geral, tais como: espaços religiosos, comerciais, domésticos, escritórios, culturais e artísticos.

A definição do espaço interior para o trabalho gera um compromisso com a idéia de arquitetura, além de fornecer elementos de expressão, forma e função, que facilitam a incorporação do fenômeno da luz, em cada espaço em particular. Esta oficina efetivamente complementa o ensino do fenômeno da luz natural, constituindo-se num exercício de projeto contendo todas as suas complexidades e manifestações, usando a luz natural para o desenvolvimento deste.

A formulação da oficina permite explorar, além dos aspectos relacionados à luz e a arquitetura, alguns preconceitos que os alunos têm com relação ao desempenho do fenômeno num espaço interior e, especialmente, na capacidade de representação de algo dinâmico e em constante mutação que é a luz natural em sua interação com a arquitetura. A representação é uma das maiores habilidades que o arquiteto deve desenvolver para estabelecer a comunicação direta com clientes e demais profissionais que trabalham na área do ambiente construído. O arquiteto deve ter a capacidade de pré-visualizar e transmitir os conceitos, além da comprovação dos mesmos, possibilitada pelo uso de uma maquete ou do próprio espaço real.

3.1.2 Etapa de Desenho e Representação.

A segunda etapa da oficina é a elaboração de esboços, plantas e perspectivas, que permitam entender a idéia original de cada espaço, para fundamentar os conceitos de iluminação que serão desenvolvidos, a partir dos espaços selecionados na etapa 1. Esta representação gráfica deve ser coerente, com a função e a imagem que se tem daqueles lugares. Esta etapa da oficina é apresentada como um desafio para os alunos, onde eles, com o auxílio de desenhos gráficos, desenvolvem um projeto de arquitetura interior, para materializar a luz desde as aberturas de admissão, até os planos interiores que a recebem. Assim, os alunos têm a necessidade de tomar decisões para conseguir resultados satisfatórios, relacionados com a função que caracteriza cada espaço. Para ter controle do tempo da oficina, cada grupo de alunos tem de 25 a 35 minutos de assessoramento pessoal com os docentes. (Figura 3 (a, b, c, d, e, f)).

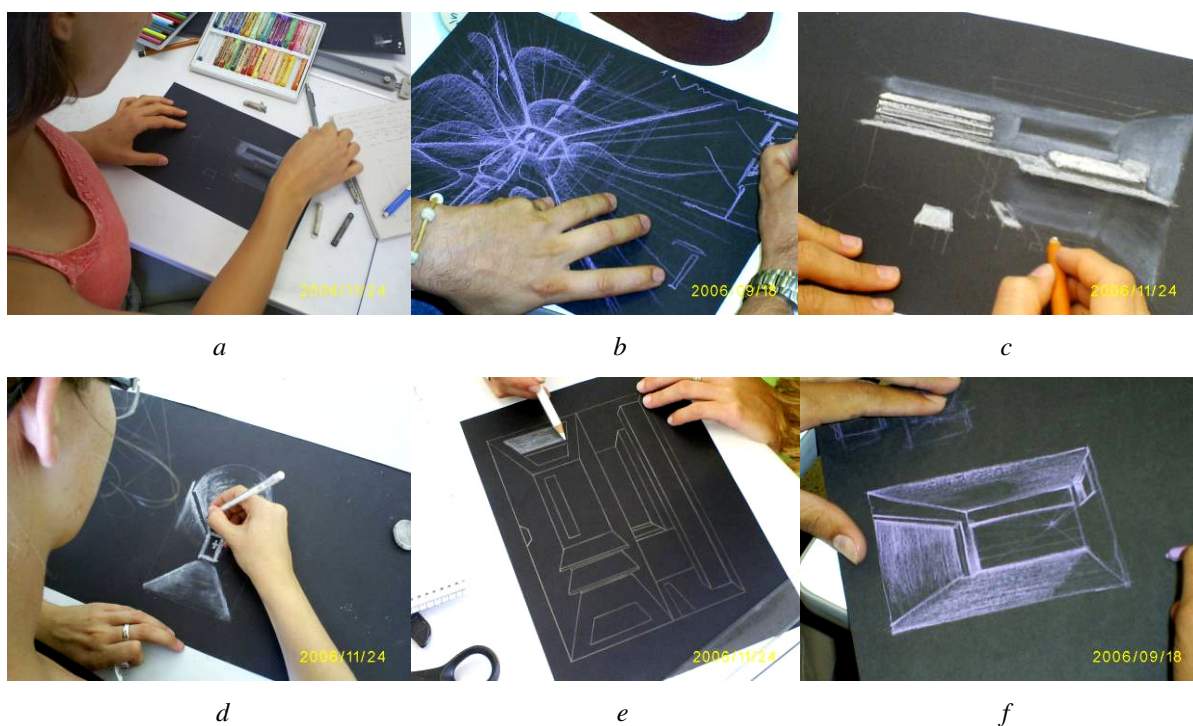


Figura 3: Representação gráfica feita pelos alunos na segunda etapa do exercício.

Nesta segunda etapa da oficina, os alunos usam cartolinas pretas e canetas brancas, para representar o fenômeno da luz. No final da etapa, cada grupo entrega pelo menos uma imagem geral de seu projeto, apresentando os detalhes das aberturas e as intenções do trabalho associadas à iluminação que desejam verificar na caixa de sapatos. Ainda que o formato das imagens seja livre, recomenda-se que todos os alunos apresentem os seus esboços em folhas de cartolina preta com 25 cm x 25 cm.

As imagens caracterizam compromissos que os grupos de alunos assumem com o desenvolvimento da oficina, pois o objetivo do trabalho é conseguir na prática experimental reproduzir o projeto planejado na caixa de sapatos, especialmente quanto ao desempenho da luz no interior de cada espaço.

3.1.3 Etapa de Trabalho Experimental

A terceira etapa da oficina é a prática experimental com a caixa de sapatos. Os alunos atuam diretamente nas superfícies das caixas, fazendo aberturas e desenhos de elementos para captar luz natural, além de fazer intervenções nas paredes internas da caixa. A partir das idéias planejadas na etapa anterior, o trabalho experimental é dirigido à reprodução dos conceitos já estabelecidos, e não fazer intervenções sem razão, num exercício de ensaio e erro, que carece do compromisso de pensar e fazer arquitetura. (Figura 4)

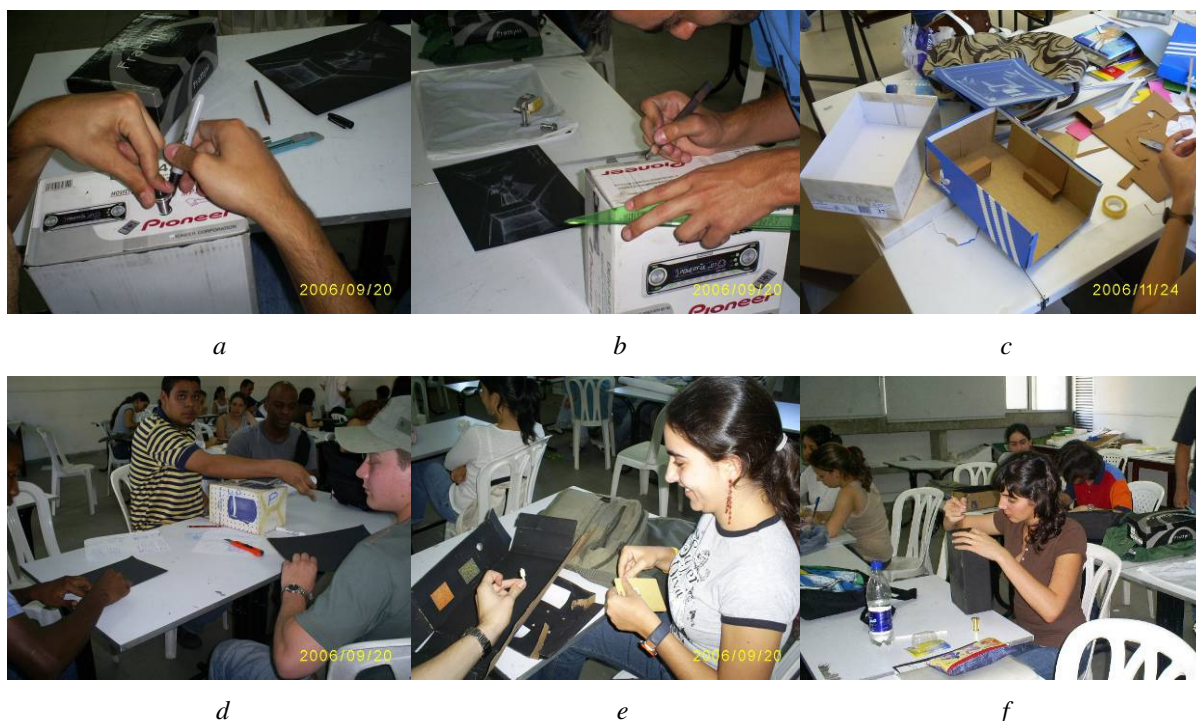


Figura 4: Trabalho experimental nas caixas de sapatos.

A reação dos alunos ao observar as primeiras aberturas através do olho mágico é de total surpresa. Embora os primeiros resultados não coincidam com muitas das idéias previamente planejadas, as possibilidades e a facilidade de trabalhar na caixa observando o resultado diretamente pela lente, permitem que cada grupo aperfeiçoe seu projeto. Assim, se complementa o desenho do espaço interior, usando a luz natural, para caracterizar a arquitetura, juntamente com todos os seus elementos de composição.

Esta etapa sempre enriquece o processo de projeto dos alunos, pois o trabalho simples na caixa gera mais idéias e possibilidades de experimentação. As avaliações qualitativas de aberturas, superfícies, elementos de condução e transmissão da luz, são integradas a um projeto específico de arquitetura, com um método muito ágil, que pode ser desenvolvido num período de aproximadamente 60 minutos. É possível afirmar que a principal matéria-prima deste trabalho experimental é o entusiasmo dos alunos no desenvolvimento da oficina.

Na experimentação são inseridos os princípios básicos da iluminação na arquitetura vistos no conteúdo teórico do curso, já integrados na concepção de um espaço com função e caracterização próprias.

Partindo das aberturas, até os planos interiores dos espaços, o exercício permite a aplicação e avaliação de componentes de transmissão de luz como vidros, policarbonatos, plásticos e acrílicos translúcidos, componentes de condução como clarabóias, dutos, pátios, cor e mobiliário.

É possível considerar que nesta aula experimental todos os aspectos da iluminação natural na arquitetura podem ser revisados e avaliados qualitativamente, pelas múltiplas intervenções dos alunos, em diferentes espaços, gerando estudos comparativos de variáveis arquitetônicas relacionadas com a iluminação.

No transcurso desta etapa percebe-se de forma marcante a socialização de idéias, pela possibilidade de olhar diretamente os efeitos da iluminação no interior das caixas, integrando professores e alunos. A turma em geral pode opinar e sugerir idéias em todos os projetos, mantendo a individualidade de cada espaço, pois cada grupo tem planejado um projeto diferente, com caracterização particular do uso e função da luz natural. Esta socialização se faz geralmente no ambiente externo, pois para uma melhor observação e avaliação dos resultados no interior das caixas, utiliza-se o céu natural.

Esta oficina permite também inserir e avaliar dentro do processo de estudo da luz natural o controle da insolação direta, principal responsável pela carga térmica excessiva e níveis de iluminação elevadas, que podem afetar o conforto térmico e visual dos ocupantes. Os alunos integram o controle solar no uso eficiente da iluminação, com elementos de sombra e difusores da luz direta do sol, que são avaliados diretamente no exterior sob os raios do sol e com o auxílio de um relógio de sol.

No final desta etapa os alunos integram outros elementos para a caracterização de seus espaços, tais como mobília e figuras que fortalecem o conceito de escala, no interior dos espaços, e que complementam a função da iluminação em planos de trabalho como mesas ou escrivaninhas. Assim, uma simples caixa de papelão pode ter múltiplas opções de arquitetura interior. Com esta atividade, conclui-se a primeira aula destinada para a oficina.

3.1.4 Representação Final

Para a aula seguinte, cada grupo deve fazer uma imagem do resultado obtido no interior das caixas. Esta imagem tem como objetivo fortalecer a habilidade de representação do fenômeno da iluminação na arquitetura. Com esta imagem se faz uma avaliação comparativa da imagem da segunda etapa; assim, os alunos podem revisar, no desenvolvimento da oficina, como sua habilidade de representar o fenômeno da luz integrado na arquitetura interior evoluiu (Figura 5 (a, b, c)). Geralmente as representações finais são mais precisas em relação ao desenho obtido na segunda etapa do exercício.

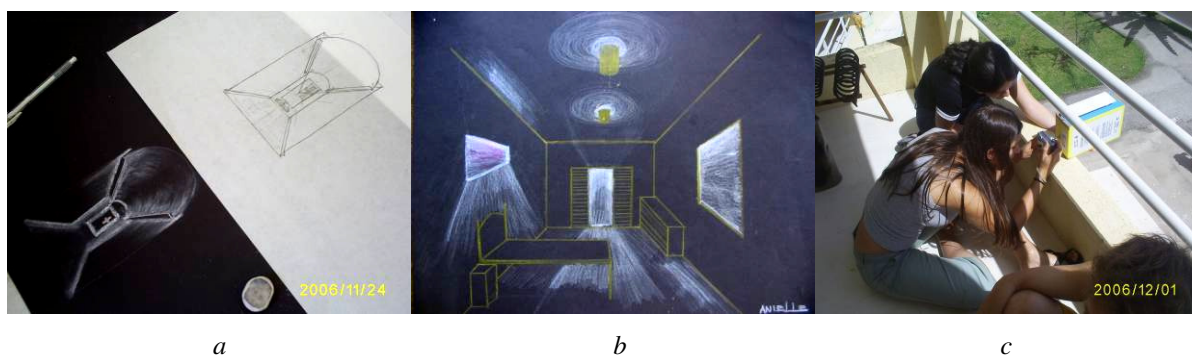


Figura 5: Representações finais do exercício (a e b) e obtenção de imagens digitais (c).

Após a observação do interior das caixas com o uso da lente, consegue-se ter uma melhor idéia do comportamento da luz, embora o fenômeno da iluminação seja parte integral de nosso ambiente cotidiano. Esta representação final também pode ser complementada com fotografia digital (Figura 5(c)), embora as condições das lentes não gerem uma qualidade muito elevada, existem modelos de câmeras que podem registrar as imagens do interior das caixas, mesmo através dos olhos mágicos (Figuras 6 (a, b, c, d, e, f)).

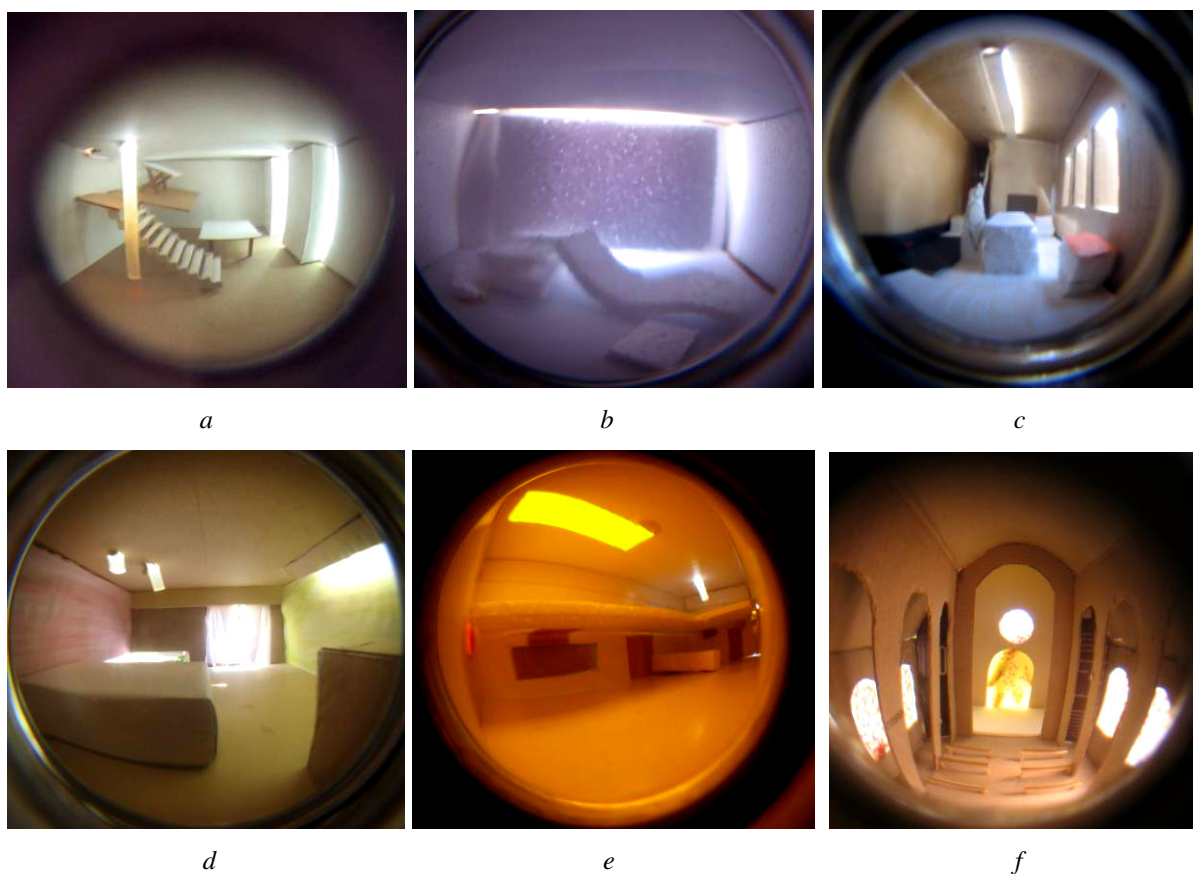


Figura 6: Imagens finais obtidas no interior das caixas com câmara digital através dos olhos mágicos.

3.1.5 Seminário e avaliação final

O exercício termina com um seminário de avaliação, no qual os grupos apresentam suas imagens de representação feitas nas etapas 2 e 4 da oficina, os espaços desenhados, e os resultados obtidos na caixa de sapatos. Neste seminário, cada grupo faz uma exposição do processo do trabalho, falam das idéias, os conceitos e a forma como desejavam fazer o desenho no interior da caixa, dos materiais e estratégias de iluminação aplicadas e, especialmente, das experimentações feitas após trabalhar diretamente com a caixa. São apresentados geralmente 6 ou 7 projetos diferentes, com desenhos e estudos de iluminação particulares aos espaços e suas funções (Figura 7).

