



A LUMINOTÉCNICA COMO UM RECURSO CONDICIONANTE DA FORMA E DO ESPAÇO NOS CURSOS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA.

Dra. Rosalia Holzschuh Fresteiro -rosaliahf@terra.com.br
Dr. Delmar Broglio Carvalho-delmar@phoenix.ucpel.tche.br
M.Eng. Wellington de Aquino neumann@phoenix.ucpel.tche.br
Eng. Margaret Patella Traversi-meg@phoenix.ucpel.tche.br
Escola de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo
Universidade Católica de Pelotas
Rua Félix da Cunha, 412, Centro, Pelotas, 96010-000

***Resumo:** O projeto de iluminação hoje faz parte dos projetos complementares com bastante frequência, o que resulta em soluções finais mais integradas e equilibradas. A necessidade do estudo da luz existe independentemente do porte do projeto a ser executado, ou seja, todos merecem o conforto que a iluminação planejada proporciona, seja na realização das tarefas diárias (em casa ou no trabalho) como nos momentos de lazer e diversão. Uma área tão complexa e com tantas variações de produtos oferecidos pelo mercado, com frequência gera dívidas entre os usuários. A iluminação é um instrumento poderoso na composição espacial, devendo fazer parte do projeto de arquitetura desde o início. Para isso, é imprescindível que a Luminotécnica faça parte do conteúdo das disciplinas do curso de arquitetura e engenharia. No entanto, seu estudo deve ser basicamente experimental e prático, para que cumpra sua finalidade de condicionante do espaço físico, bem como propiciar conhecimento das tecnologias de projeto coerentes com a realidade brasileira. Desse modo, criando o **Laboratório de Luminotécnica** da Escola de Engenharia e Arquitetura visamos atender às determinações do currículo novo de graduação, bem como dar suporte às atividades de pesquisa e pós-graduação da Escola.*

***Palavras-chave:** Luminotécnica, Experimentação, Conformação Espacial.*

1. INTRODUÇÃO: A LUZ COMO CONFORMADORA DA FORMA E DO ESPAÇO CONSTRUÍDO

A luz é um dos poucos, senão o único recurso da composição arquitetônica que pode ser “sentido” sem ser “visto”, ou seja, podemos perceber a qualidade da iluminação de um ambiente sem identificar os produtos utilizados para criá-la. Esta “qualidade da luz” é sentida pelas pessoas na facilidade com que realizam tarefas que antes pareciam penosas ou cansativas, na rapidez com que identificam as cores e os detalhes que compõe o ambiente ou mesmo um produto que está comprando, e, por fim, na simples vontade de permanecer mais tempo em um ambiente do que em outro, sem um motivo específico. Este “motivo” é a luz, nada mais do que a “sedução da luz”.

Os novos componentes da iluminação permitem obter efeitos espetaculares e ao mesmo tempo sugerem que, em um projeto, uma atenção maior deve ser dedicada ao estudo da luz o mais cedo possível. A escolha de sistemas de iluminação apropriados para cada tipo diferente de



espaço é essencial para uma proposta arquitetônica coesa e harmônica. Se decisões equivocadas ocorrerem logo o início do processo, o resultado pode ser um caos visual, ou ainda a necessidade de uma reforma dispendiosa.

A idéia de que a luz e escuridão influenciam o estado de ânimo do homem tem origem muito antiga. Mais recentemente, pesquisas realizadas pela psicologia e pela medicina vieram a comprovar tais suspeitas, mostrando que, de fato, a luz pode influenciar positivamente o bem-estar e o estado emocional das pessoas. (CEZAR, 2000). Estas pesquisas feitas em universos de amostras variados em termos de espaço, tempo, características pessoais, etc., permitem indicar parâmetros cruciais de projeto, capazes de alertar para práticas comuns, instintivas e, por vezes, incorretas.

São informações que devem servir de estímulo para desdobramentos futuros, ou seja, identificação de desvios particulares, que mantenham a qualidade destas premissas básicas em termos de formulação científica.

Ao falarmos sobre efeitos psicológicos, certamente não podemos ignorar as condições ambientais do local em questão. Como exemplo, temos o caso do nordeste brasileiro, onde o clima é muito quente, verifica-se uma tendência a se utilizar lâmpadas de cores frias, onde a venda das consideradas quentes é muito inferior que em outros estados.

Não podemos deixar de reconhecer, como arquitetos e luminotécnicos cientes dessas evidências, que o projeto de iluminação será muito mais eficiente, ao levar em conta os aspectos subjetivos, além dos físicos, principalmente em espaços onde o desempenho e a satisfação do usuário são fatores fundamentais.

A luz tem um impacto psicológico e fisiológico significativo no homem. Quando a luz passa pelos olhos, os impulsos são propagados não apenas às várias áreas visuais, mas, também, às áreas do cérebro relativas às emoções e à regulação hormonal. (BRAINARD et al, 1988).

A relação mais evidente entre a luz do dia e o homem é o ritmo diurno, que relaciona o ciclo da luz do dia e da escuridão da noite à complexa variação fisiológica e bioquímica de estado de alerta e sono. O tempo do ritmo diurno e noturno, e as variações funcionais relacionadas a ele, dependem do processo interno referente ao relógio biológico, que determina a predominância diurna de nossas atividades. Esse relógio mantém uma relação temporal com o nascer e o pôr do sol, existindo assim uma espécie de sincronia, à que se chama de ritmo circadiano.

O ritmo circadiano possui grande influência sobre a taxa de diversos hormônios no sangue. (CURTIS et al, 1966).

A síntese de melatonina, principal hormônio responsável pelo ciclo dia e noite, possui uma posição importante na mediação dos efeitos da luz no olho (WURTMAN, 1975) e a velocidade da síntese de melatonina é controlada pela iluminação ambiental (LEVY et al, 1980; BOYCE & KENNAWAY, 1987).

Em relação à distribuição espectral, é comprovado que as pessoas, a princípio, tendem a ter reações mais positivas quando expostas à fonte de luz “morna” (com tons relativamente amarelado, alaranjado ou avermelhado) do que às fontes de luz “fria” (com tons mais esverdeados ou azulados; FLYNN & SPENCER, 1977 in BARON, REA, DANIELS, 1992), combinadas a baixa, mais do que a alta iluminância. Sob tais condições, as pessoas se mostraram mais calmas e menos tensas.

Transportando tais resultados para sua aplicação em projetos de iluminação, concluímos que uma boa iluminação exige que à medida em que se aumenta a iluminância, também seja aumentada a temperatura de cor das fontes. Isso significa que, quanto maior a iluminância, mais

branca deverá ser a cor da fonte. Esta teoria pode ser mostrada através do Diagrama de Kruithof (fig 1), chamado Curva de Amabilidade, utilizado na Arquitetura, onde se percebe que a quantidade de luz deverá estar diretamente ligada à temperatura de cor. Altas temperaturas de cor a baixas iluminâncias, tendem a fazer o espaço parecer frio e escuro. Baixas temperaturas de cor a altos níveis de iluminação, fazem um ambiente parecer pouco natural.

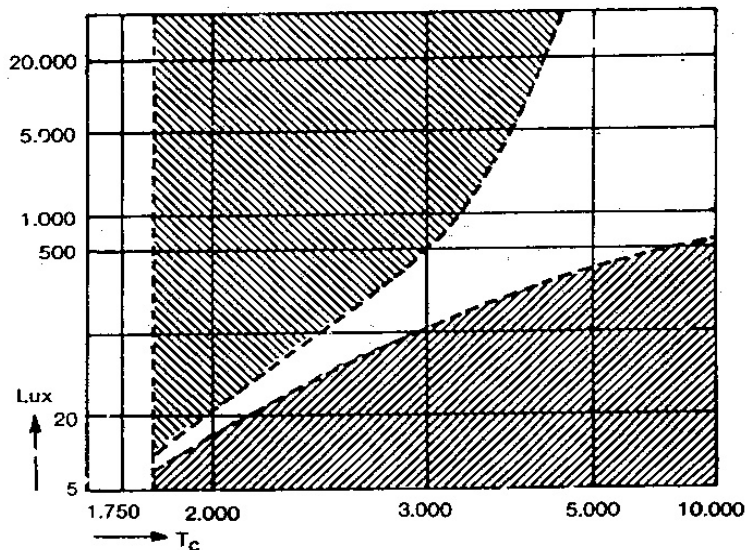


Figura 1- Diagrama de Kruithoff
Fonte: Fresteiro, 2000.

Traçando-se um paralelo com a luminosidade do Sol, que se apresenta na parte da manhã com baixa luminosidade, com aparência de cor mais quente, temperatura de cor mais baixa e por isso mais avermelhada, e quanto mais próximo do meio-dia com luminosidade mais elevada, com aparência de cor mais fria, temperatura de cor mais elevada, e por isso mais azulada, se conclui que, se tivermos uma situação com luz avermelhada (incandescente) em grandes quantidades, ou, se tivermos luz azulada (fluorescente) em poucas quantidades, o ambiente nos parecerá pouco natural.

Isso contribui para que percebamos determinadas condições de iluminação como mais familiares (àquelas que nós estamos mais frequentemente expostos), o que contribui para determinar reações afetivas positivas em nós. Por exemplo, a iluminação de escritórios e edifícios públicos, normalmente são encontradas com luz fria a relativamente altos índices de iluminância, o que nos é familiar, logo, não nos causa estranhamento. O mesmo acontece com quartos e restaurantes, onde, normalmente encontramos luz morna a níveis relativamente baixos de iluminância.

Um fato curioso, é que os efeitos no comportamento causados pela iluminação que geram reações mais positivas (iluminação morna e baixos níveis de iluminação), são similares aos



efeitos gerados pelo recebimento de um presente inesperado, que é um fator que induz o afeto positivo (BARON, REA e DANIELS, 1992).

Por exemplo, o julgamento das pessoas sobre o ambiente de trabalho como um todo é influenciado pela sua sensação a respeito das condições do seu ambiente de trabalho imediato (entorno próximo) (MARANS & SPRECKELMEYER, 1982 in BOUBEKRI, HULLIV, BOYER, 1991), que são afetados, dentre outros, pela qualidade da luz, sendo a presença de luz solar, um elemento a ser destacado (BOUBEKRI et al, 1991).

A iluminação é um instrumento poderoso na composição espacial, devendo fazer parte do projeto de arquitetura desde o início.

Possibilidades estimulantes se materializam quando a iluminação é subordinada as pessoas, a arte e a arquitetura. Depois da instalação de um sistema bem projetado, a atenção não é mais atraída para fontes de luz. Em vez disso, o que se destaca é a arquitetura marcante e os detalhes.

Ao mesmo tempo, as pessoas se sentem melhor, com boa aparência e condições de perfeita visualização do entorno, sem se acharem eclipsadas por objetos de arte e luminárias. Pode até acontecer que as pessoas se reúnam em áreas anteriormente ignoradas. A iluminação projetada adequadamente é tanto mais efetiva quanto menos chamativa. A luminotécnica nos permite organizar espaços e atividades através do uso da luz. É um conjunto de fatores que envolve produtos e equipamentos e a melhor maneira de aplicá-los. O estudo luminotécnico deve levar em conta vários fatores, entre eles:

- público alvo;
- tipo de atividade;
- função do espaço;
- localização da área;
- materiais utilizados;
- cores e texturas;
- efeito desejado.

Associado a estas análises temos que ter o conhecimento dos produtos a serem utilizados, suas características, a forma como se comportam e os recursos possíveis na sua utilização. Todas estas preocupações visam exclusivamente o conforto do usuário, tanto visual quanto psicológico.

2. O LABORATÓRIO COMO INSTRUMENTO DE ENSINO E PESQUISA

A importância da atividade prática experimental na formação do estudante de Arquitetura e Engenharia, enquanto criadora de uma experiência sensível e cognitiva básica, pode ter repercussão positiva no engajamento do aluno ao curso e na sua produção intelectual. Além disso, o laboratório propicia uma base de infra-estrutura para a sistematização dos levantamentos, pesquisas e desenvolvimento de uma tecnologia de projetos coerente com as diferenciações climático-ambientais e sócio-econômicas do Brasil, de forma a promover uma regionalização da Arquitetura no País, recuperando-se a riqueza, a identidade e a variabilidade ambiental resultantes da interpretação cultural dos limites e potencialidades do meio local. O Laboratório de Luminotécnica servirá, também, para que se pesquise novos sistemas de automação e controle da iluminação, propondo-se a estudar novos sistemas, e seu correspondente efeito na qualidade do ambiente construído, ampliando assim, o rol de pesquisa da Universidade, enquanto pólo de desenvolvimento da região e país.



A iluminação é um componente do ambiente visual o qual está determinado, ademais, pela realidade espacial, o acabamento da superfície que limita o local, o mobiliário e motivos decorativos, os elementos visíveis dos diversos serviços, o existente contato visual com o exterior ao próprio espaço e, inclusive, pelas sucessivas impressões que o observador recebe ao circular através do edifício que constitui o efeito mais destacável em muitas realizações arquitetônicas. (GUROVICH, 2000).

Os desenvolvimentos tecnológicos alcançados no campo da iluminação, como a grande variedade de fontes luminosas existentes, artefatos desenhados com óticas específicas, distintos sistemas de controle e equipamentos acessórios, etc., tem permitido melhorar a qualidade da radiação visível disponível e lograr os efeitos buscados, com a limitação dos custos, por um lado, e da necessidade de saber qual é a iluminação mais apropriada para cada situação, pelo outro.

Isto é o que se quer atingir com a implantação do laboratório de Luminotécnica, além do aperfeiçoamento do ensino e pesquisa nos cursos de Arquitetura e Engenharia.

3. A IMPLANTAÇÃO DO LABORATÓRIO NA ESCOLA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

Na primeira etapa será executado o projeto das instalações do laboratório. Este constará de dois setores: um setor que servirá de local experimental, como cenário para as diferentes situações, em que se queira testar os diversos sistemas de iluminação. Este setor deverá permitir que se modifiquem as fontes de luz, mudando a sensação do espaço onde nos encontramos, tanto no que se refere à iluminância, como em relação à temperatura de cor.. Deverá permitir trocar a temperatura de cor das fontes (2500 a 6000 K), e diferentes exposições de luz (entre 50 e 5000 lux (lx)), ajustando-se para se conseguir o equilíbrio adequado à atividade a se desenvolver e proporcionar o máximo bem estar. Com a previsão de mudança das cores dos paramentos laterais, devemos comprovar que os elementos “quentes” incrementam-se com uma fonte “morna” ou como uma fonte fria pode resultar desagradável com uma cor “quente”

O outro setor do laboratório servirá como expositor de diversos sistemas de iluminação (direta, indireta, difusa, etc.) e diversas luminárias e lâmpadas (vapor de sódio, mercúrio, halógenas, fluorescentes, etc), podendo-se apreciar suas características quanto a Índice de Reprodução Cromática e temperatura de cor, bem como suas propriedades óticas.

O planejamento das instalações estará sendo desenvolvido por professores e alunos da Engenharia Elétrica, que estudarão a automação do sistema, e seu controle através de computadores.

Com a instalação do Laboratório de Luminotécnica, será possível fazer o planejamento de diversos experimentos, com a participação de alunos e professores das Escolas de Engenharia e Arquitetura. O experimento qualitativo das condições lumínicas dos edificios poderá ser realizado, avaliando a mudança de humor e comportamento que a iluminação interior provoca em pessoas com visão normal, e os estudos sobre impacto emocional dos ambientes construídos, anteriormente utilizado por Corraliza (1987), e, posteriormente, por Fresteiro (2002), em pessoas com visão subnormal.

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS



Temos a certeza que a implantação do Laboratório de Luminotécnica irá possibilitar aos alunos e professores da Escola de Engenharia e Arquitetura o esclarecimento de dúvidas sobre a qualidade do produto luminotécnico, através do contato direto com esse produto, a eficiência do mesmo para o fim a que se destina, harmonizando a luz resultante com o estilo do ambiente, que decorre da forma como os produtos de iluminação são inseridos no projeto.

Alcançaremos, nos projetos futuros, através da observação de situações reais trabalhadas por alunos e professores da escola, o “conforto lumínico”, ou seja, a reação psicológica agradável que nos envolve em ambientes que contam com iluminação bem sucedida, possibilitando o desenvolvimento de uma linha de pesquisa por professores e alunos da Escola de Engenharia e Arquitetura, levando em consideração a importância da qualidade da luz nos projetos de arquitetura.

Estaremos, também, estimulando a execução de projetos de novos sistemas de iluminação e sua automação, bem como a criação de luminárias e elementos que possam a configurar e enriquecer o espaço construído.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL, C. **Architecture and identity**. Oxford: Architecture Press, 1997.

ARAGONÉS, J. I.(coord.) **Psicologia Ambiental**. Ediciones Pirámide, Madrid, 2000

BAEZA, Alberto Campo. **Architectura sine luce nulla architectura est. En torno a la luz**. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, 1993.

BARON,R.A., REA,M.S., DANIELS, S.G. Effects of indoor lighting (illuminance and spectral distribution) on the performance of cognitive tasks and interpersonal behavior: the potential mediating role of positive affect. In: **Motivation and Emotion**, vol.16, número 1, p.1-33, march 1992.

BUTLER, D.L., BINDER,P.M. Preferred lighting levels-variability among settings, behaviors, and individuals. In: **Environment and Behavior**. Vol. 19, número 6, p.695-721, november 1987.

CASAL, J. Manuel. **El ambiente luminoso en el espacio arquitectónico**. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM), Madrid, 1978.

CHEVALERAUD, J. P. y PEYRESBLANQUES, J. Et al. Éclairage. revista **Oftalmologie**, Paris,1990.

CESAR, J. C. De Oliveira. Cor e percepção Ambiental. In: **Seminário Internacional Psicologia e Projeto do Ambiente Construído**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 23 a 25 de agosto de 2000.

COMISIÓN INTERNACIONAL DE ILUMINACIÓN. Informe Técnico. **Guía de Iluminación Interior**. Segunda edición. Publicación de la CIE nº 29.2 1986, Oficina central de la CIE, Austria.



DE LAS CASAS, J. M., GONZÁLEZ, R. G., y PUENTE, R. **Curso de Iluminación Integrada en la Arquitectura**, Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM), Madrid, 1991.

FLYN, J. E., SEGIL, A. W. **Architecture Interior Systems- Lighting, Air Conditioning & Acoustics**. Van Nostrand Reinhold Company, 1970.

FONSECA, I. C. L. **Qualidade da luz e sua influência sobre a saúde, o estado de ânimo e o comportamento do homem**. Dissertação de Mestrado. FAU/UFRJ, 2000.

GIFFORD, R. Light, decor, arousal, comfort and communication. In: **Environmental Psychology**. Vol.8, número 3, p. 177-189, september 1988.

GOLDSTEIN, Bruce. **Sensation and Perception** (2ª edición), Belmont Wadsworth (ed. Cast.: Sensación y percepción (trad. De la 3ª edición), Madrid: Debate, 1988.

GONGWEI, Li , Shaoogang, Z., Jianping, Z. et Lianchun, L. **An experimental study of the effects of colour rendering, color temperature and illuminance on colour discrimination**. CIE 22 section, 1993.

HAYWARD, D.G. Psychological factors in the use of light and lighting buildings. In: **Fundamental Processes of Environmental Behavior**, p. 120-129, University of New York.

IESNA, **Lighting handbook**. New York: The Illuminating Engineering Society of North America, 1993.

KNEZ, I. Effects of indoor lighting on mood and cognition. In: **Journal of Environment Psychology**, vol 15, p.39-51, 1995.

LIMA, A.R. **Sensación y percepción**. Benalor, 1978.

MUÑOZ, Jesús F. **Instalaciones de Iluminación en la Arquitectura**. Valladolid: Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones, 1994.

OSRAM DO BRASIL. **Fundamentos de luminotecnica**, vol.I. São Paulo, 1971.

PARTONEN, T., LONNQVIST, J. Effects of light on mood. In: **Annals of Medicine**, vol. 25, número 4, p. 301-302, august 1993.

PHILIPS. **Manual del alumbrado**. Madrid: Paraninfo, 1988.

PHILIPS. **Lighting Manual** (5ª ed.) Eindhoven, Philips Lighting B.V., 1993.

POPPE, M., JANI, V. Some thoughts concerning the physiological-psychological aspects of lighting for work. **Actas Lux Europa**, 1993.



SEKULER, R. & BLAKE, R. Color Perception. In: Sekuler, R. & Blale, R.. **Perception** . New York, Mc Graw-Hill Inc, 1994.

SORENSEN, S. y BRUNNSTROM, G. Lighting and quality of life. A study among older people. En **Low Vision: Research and new developments**. IOS Press, Amsterdam, 1993.

TUAN, Y. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. [Trad. Livia de Oliveira]. São Paulo: Difel, 1980.

VAZ, E. **Luminotecnia: manuais técnicos**. Porto: Ed. Edições Lopes da Silva, 1987.

VAZQUES RAMÍREZ, José. **Sistemas de iluminación: proyectos de alumbrado**. Biblioteca CEAC de Electricidad. Barcelona: Ediciones CEAC, 1987.

VEITCH, J.A., GIFFORD, R. Assessing beliefs about lighting effects on health, performance, mood, and social behavior. In: **Environment and Behavior**, vol. 28, número 4, p. 446-470, july 1996.

LIGHT DESIGN AS AN CONDITIONAL SOURCE OF THE SHAPE AND SPACE IN ENGINEERING AND ARQUITECTURAL COURSES

Abstract: *The light design today is, frequently, one of the complementary projects that results in integral well poised final solutions. The necessity of light studies exist independently the importance of the project, that means, everybody deserves the confort that planned light design offers, either in daily tasks (at home or work), or in leisure and amusement time. A very complex area with so many diversifications of products in the market, often gives the users many doubts. The illumination is a powerful tool in spatial composition, and have to be part of architectural project since the beggining. To do this, it is indispensable that Light Design as part of engeneering and architectural studies. By the way, this study must be basicaly experimental and practical, to perform his purpose of physical space configurator, as well to give knowledge of consistent project technologies with brazilian reality. This way, establishing the **Light Design Laboratory** in Engeneering and Arquitectural School, we aim to respect the new graduate curriculum, as well to give support to the School research and postgraduates activities.*

Keywords: *Light Design, Experimental Studies, Spatial configuration*