

# Luz, ambiente e comportamento

Por Rúbia Fernanda Barbosa

## Como a iluminação modifica espaços e o comportamento humano

**AO ME DEPARAR COM UMA CONSTANTE EM MINHAS LEITURAS,** me fiz uma pergunta: “Será que os ambientes e a falta de luz natural ou artificial são a principal ou uma das principais características de tantas pessoas estarem sofrendo de algum mal do comportamento?” Sim, pode ser isso mesmo, afinal os ambientes estão tão fechados e confinados. E também pesquisando vários autores sobre iluminação e ambientes, pude avaliar esta interferência como algo muito importante e diretamente relacionado ao comportamento do indivíduo.

“Mas a sensibilidade à arquitetura tem também seus aspectos mais problemáticos. Se um único aposento é capaz de alterar o que sentimos, se a nossa felicidade pode depender da cor das paredes ou do formato de uma porta, o que acontecerá conosco na maioria dos lugares que somos forçados a olhar e habitar? O que vamos sentir numa casa com janelas que parecem as de uma prisão, carpete manchado e cortinas de plásticos?” (BOTTON, 2006, p.13)

Tudo que nos cerca tem como característica principal nos mostrar algo, que pode ser belo ou feio, agradável ou desagradável, porém os ambientes em que vivemos não são, na maioria das vezes, tão agradáveis aos nossos olhos, Botton (2006, p. 13). É claro que quando nos diz que é para impedir a possibilidade de angústias permanente, podemos ser levados a fechar os olhos para quase tudo que nos cerca, pois nunca estamos longe de manchas de umidade e tetos rachados, cidades despedaçadas e estaleiros enferrujados. Porém o conceito de iluminar passa pelo aspecto beleza, e se estende muito mais, ultrapassando este conceito para atender o aspecto saúde.

“De acordo com Ferguson (1980, p.243)” apud Okamoto (2002, p.34), somos campos oscilantes dentro de campos maiores. “Nossos cérebros respondem ao ritmo dos sons, às pulsações da luz, a cores específicas, a diminutas variações de temperatura”. Podendo, sim, sofrer influências em seu comportamento de acordo com os ambientes em que estão expostos.

“E mediante a estrutura espacial, a linguagem arquitetônica, o significado e os valores culturais dados a esse espaço e meio ambiente, tem-se a reação aos estímulos ambientais que originam a vida qualitativa dos usuários”. Ou seja, o ambiente interfere na qualidade de vida do ser, podendo fazer dele um ser feliz saudável ou não. A luz pertence a um grupo de receptores sensoriais chamado de Fotorreceptores, que são sensíveis à energia eletromagnética (fótons) (OKAMOTO, 2002).

Nossa visão é um dos nossos cinco sentidos conhecidos pelos cientistas como extorreceptores, responsáveis pela captação de estímulos exteriores ao organismo. Estes estímulos são igualmente transmitidos ao cérebro em forma de energia eletroquímica através do sistema nervoso e, a partir daí, passamos a ter a consciência da percepção e que nos expressamos em relação ao ambiente e tudo que vimos nele. Algumas barreiras naturais, como deficiência fisiológica (daltônicos), ou a faixa etária, o sexo e diferenças culturais podem interferir na percepção e interpretação destes estímulos. Portanto ambientes podem ter uma análise diferente nestes casos.

### **Estímulos e iluminação natural**

Todo comportamento humano está diretamente relacionado com o espaço em que vivemos, trabalhamos ou simplesmente transitamos. Isso é tão real que podemos observar o quanto nos sentimos bem em alguns lugares e desconfortáveis em outros, porque a iluminação não é subjetiva, ela irá interferir diretamente em seu comportamento.

A luz está relacionada com o ser humano desde o início dos tempos. Ela possibilitou a nossa vivência noturna, nossa relação com o exterior, com as pessoas e muito mais. Pode-se dizer que esta interferência no comportamento está intimamente correlacionada aos nossos instintos de sobrevivência, no acordar com o nascer do sol, e descansar com o por do sol.

Esta interferência é conhecida como ciclo circadiano, que é regulado ao estímulo da luz no nosso organismo – que é biológico, pois fazemos parte de um reino animal.

À ausência de luz, nosso organismo produz um hormônio chamado melatonina, que baixa nossa adrenalina e desacelera nosso corpo avisando que é hora de descansar. Ao amanhecer, entre sete e oito horas normalmente, a presença da luz diminui a produção da melatonina e estimula a produção de adrenalina e noradrenalina, avisando o corpo que é hora de levantar.

Por volta do meio dia, o organismo possui uma queda de energia e produtividade – período de torpor – que dura até às 15 horas. Nesta fase, a margem de erro é maior e o desempenho do indivíduo é bem menor e, por isso, nesta hora, o corpo precisa de energia, então há a necessidade de se alimentar, levando “energia” em forma de calorias ao corpo. Ele processa essa energia mais lentamente, sendo necessário a famosa “siesta”. Durante este período é importante uma maior atenção ao trabalho, por ser uma fase de menor concentração.

### **Fisiologias da visão**

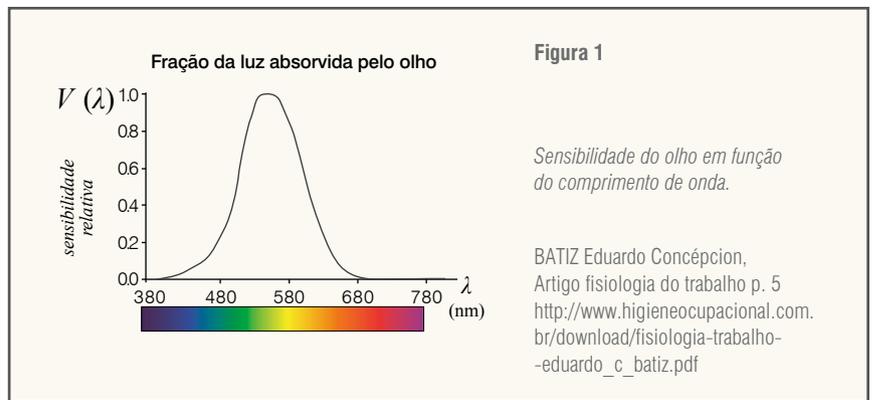
“Vejamos alguns aspectos visuais para entendermos como funciona nossa forma de “enxergar” a luz. De acordo com Okamoto (2002), temos dois olhos frontais com uma distância média de 0,06m entre eles, ou seja, temos dois focos de imagens, um à esquerda e outro à direita, que permitem, através da parte posterior do cérebro, a composição da imagem, dando-lhe o sentido de profundidade. A impressão inicial nos receptores, de um lado do olho para o outro, nos dá o sentido da direção. Os olhos frontais recebem as imagens no fundo dos olhos, na retina, e elas são percebidas invertidas. São enviadas pelo sistema nervoso para o cérebro, na parte posterior da cabeça, onde são reconstruídas. Os objetos vistos do lado esquerdo são enviados para o lado direito na parte posterior do cérebro, e os objetos vistos pelo lado direito

seguem os estímulos para o lado esquerdo posterior. Portanto, a visão não acontece nos olhos, mas no cérebro” (2013, p. 120). Esta explicação resume bem como a imagem é formada no cérebro através de nossa visão, por estímulos de fotorreceptores; de acordo ainda com Okamoto, “há dois tipos de fotorreceptores, os bastonetes e os cones, que se adaptam cada qual a um determinado tipo de visão. Ackerman et al (1992, p.277) cita a necessidade de duas espécies de células fotossensíveis, bastões e cones, porque vivemos em dois mundos: o das trevas e o da luz”.

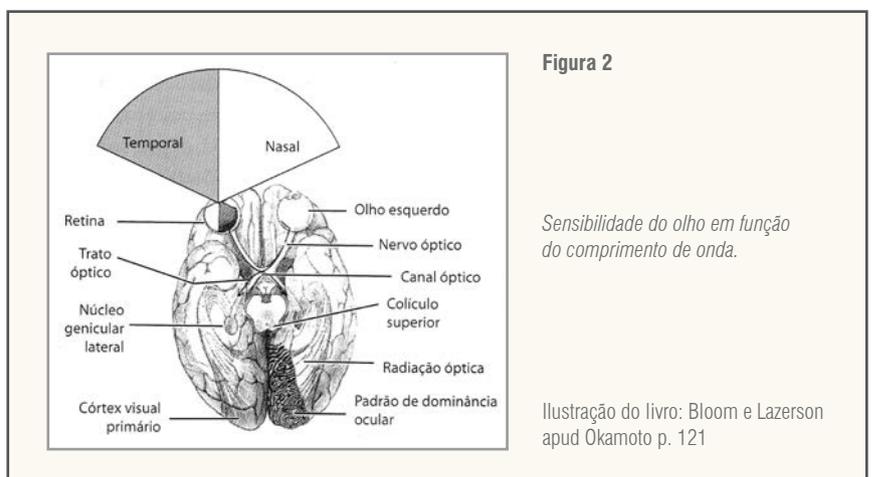
O olho humano é sensível a radiações eletromagnéticas de luz visível entre valores que oscilam entre 400 a 800 nm, tendo um máximo de longitude de onda de 555 nm, valor que corresponde à cor verde-amarelo – para onde existam condições de luz e esteja adaptado o olho – e longitude de onda de 480-510 nm para baixos níveis de iluminação, que corresponde à cor azul-verde. A Figura 1 demonstra a curva de sensibilidade relativa do olho humano e a parte visível do espectro eletromagnético.

A luz tem um papel fundamental na qualidade da visão; em condições de boa iluminação, na maioria das vezes de dia, a visão é nítida e as cores distinguidas facilmente – visão diurna. Já em situações de penumbra, essa capacidade diminui, e o espectro passa a ser percebido como a cor azul-verde – visão noturna. E por consequência a visão possui um papel fundamental na qualidade do indivíduo e o ambiente em que ele vive. Essa alternância de iluminação, que faz com que a pupila se dilate e se contraia como vimos anteriormente, é altamente prejudicial, podendo causar desconforto visual e transtornos de comportamento.

Na Figura 2, podemos localizar a retina, onde se encontram os bastonetes, responsáveis pela visão de aproximadamente 2,54 cm a 30 cm, já o resto da retina é responsável pela visão das distâncias maiores. A pupila (íris) é responsável pelo controle da quantidade de luz que o olho



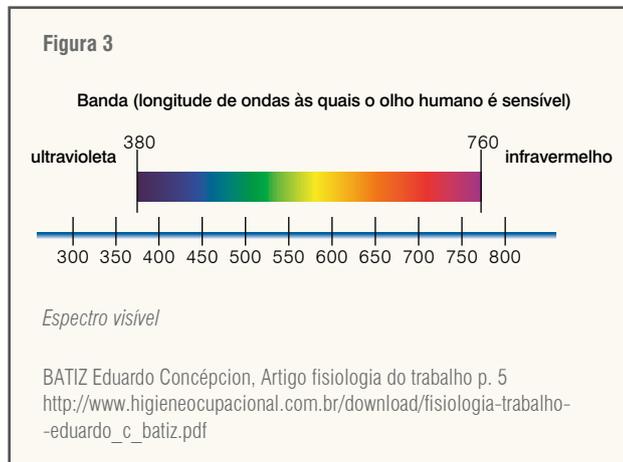
recebe. Esta abertura pode dilatar até aproximadamente 8mm de diâmetro, e reduz-se com a presença da luz intensa aproximadamente 2mm. A córnea e o cristalino são a lente do olho. São estes que ao passar dos anos vão diminuindo a capacidade da visão e, portanto, ocasionando uma necessidade de um plano de trabalho mais iluminado, no entanto nós iluminamos, na maioria dos casos, para pessoas em seu pico da idade ocupacional. A adaptação e a capacidade do olho em ajustar-se automaticamente à mudança nos níveis de iluminação, deve-se à capacidade da íris em regular a abertura da pupila. Normalmente, o olho consegue se adaptar melhor quando passa de um ambiente escuro para um melhor iluminado; isso ocorre porque os raios luminosos atingem a retina, produzindo um processo de decomposição da rodopsina, que é a substância fotossensível que se encontra na membrana que cobre o segmento externo dos bastonetes. Porém,



quando ocorre o contrário, os olhos precisam de um tempo muito maior para se ajustarem e passar a enxergar alguma coisa.

Esse processo é muito importante para avaliarmos um ambiente e sua iluminação, que deve ser homogênea ou o com o menor contraste possível.

Nossos olhos não enxergam a luz; o que vemos na verdade são cores relacionadas ao fenômeno energético, ou seja, efeitos da luz. (Ver Figura 3).

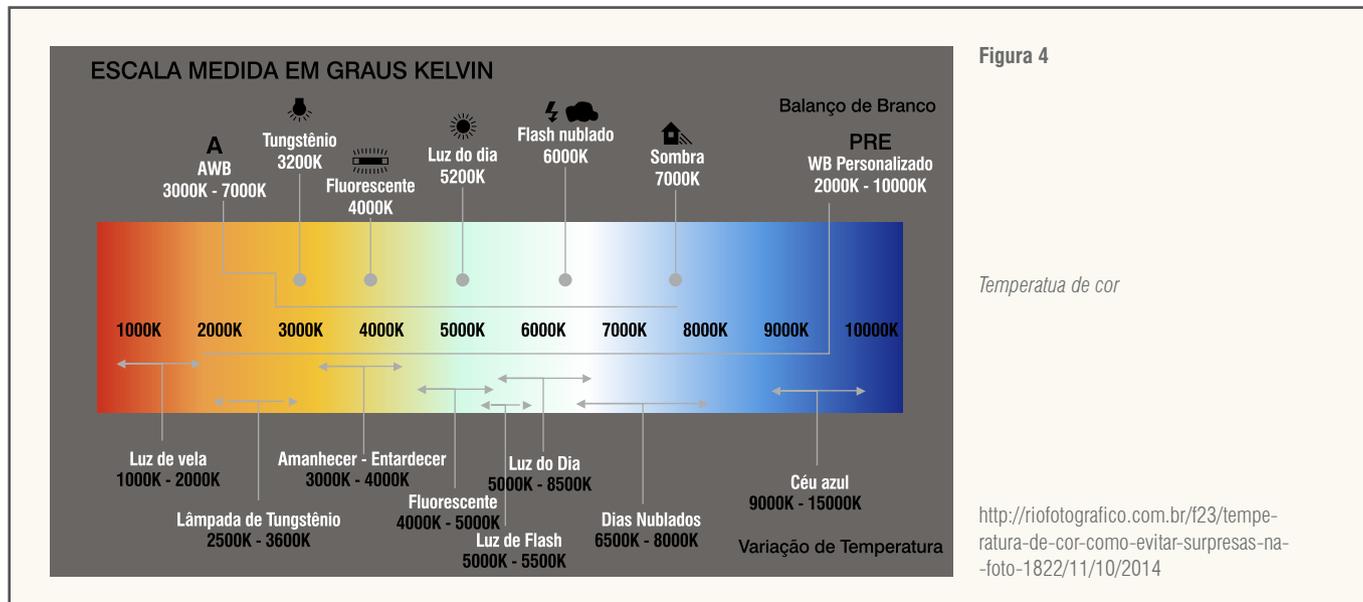


Neste completo desfecho de como enxergamos, podemos concluir que a luz que vemos é interna e o quanto ela pode interferir em nosso humor, tanto pelo contexto fisiológico como psicológico, transformando objetos e pessoas.

## Iluminação artificial

No início de todo o progresso e desenvolvimento do uso da iluminação elétrica – que se iniciou nas ruas e com grande dificuldade – quando instaladas nos lares, tornou-se sinônimo de luxo e poder. Somente entre a segunda Guerra Mundial e a industrialização é que começou a procura de produção para o uso em grande escala.

Em 1845, William Staite, que inventava anteriormente um mecanismo automático para regular a distância entre os elétrodos de carbono nas lâmpadas de arco, apresentou uma lâmpada com filamento metálico numa conferência realizada no Sunderlaid Athenaeum. Na audiência, encontrava-se um estudante com 17 anos chamado Joseph Swan (1828-1914). Foi este encontro de juventude que levou Swan a interessar-se pelo desenvolvimento da iluminação elétrica viável. (FIELL, 1920, P. 21). Não se sabe por que Swan não registrou a patente de seu invento, sendo ultrapassado pelo inventor Thomas Edson (1847-1931), que ganhou uma patente inglesa de um ano pela pesquisa



e, por causa desta confusão de patente, até hoje há uma confusão sobre quem inventou a iluminação elétrica.

### Temperaturas de cor

A cor é outro elemento que interfere diretamente na saúde, humor e comportamento humano, e as luzes possuem cores que devem ser levadas em consideração ao serem projetadas num ambiente. As cores do espectro são: violeta, anil, azul claro, verde, amarelo, alaranjado, vermelho. Essas são as cores que nossos olhos são capazes de ver. A cor da luz do sol, que é considerada a luz perfeita, é resultante da variação de radiações de comprimento de ondas diferentes sendo caracterizada pelo branco.

Em iluminação, as diferentes cores do espectro são descritas como temperatura de cor, e com características muito parecidas do experimento visto na Figura 3, porém com classificação oposta em termos de calor. A ciência descreve a temperatura de cor a partir do aquecimento de um objeto negro. Inicialmente, o objeto só liberará radiação infravermelha; após isto, se tornará vermelho e, quanto mais aquecido, se tornará branco. Quando o objeto alcança temperatura superior a 7.000°C, a luz fica azul. (Ver Figura 4)

### Níveis de iluminância

Na norma ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de ambientes de trabalho, editada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, são estabelecidos os níveis de iluminância – relação entre o fluxo luminoso que incide na direção perpendicular a uma superfície e sua área (médias mínimas para iluminação artificial) – que é a porção da luz que não se vê, por isso é medida por um aparelho chamado luxímetro. A norma estabelece medidas que variam de 20 a 5000 lux, de acordo com a atividade a ser exercida. É recomendável que o entorno dessa iluminância não seja inferior a 50% do ponto central para que haja uma boa qualidade de todo o plano de trabalho. (ISO/CIE 8995-1:2013).

Por exemplo, para uma indústria de cerâmica e vidro na área decorativa é necessário 500 lux; em uma indústria elétrica, o nível chega a 1500 lux para a sala da oficina, pois é um local onde são realizados serviços de precisão e o funcionário teria problemas de saúde caso o nível de iluminação fosse inferior a esse. Já em áreas de circulação é necessário somente 200 lux, porque são ambientes de passagem. E assim a norma nos orienta de acordo com cada ambiente e função.

## Estudos de caso

A escolha das luminárias é outro fator muito importante na execução de um bom projeto de iluminação. Os principais aspectos a serem considerados são o ofuscamento, a distribuição da luz e a forma com que ela chegará ao ponto desejado.

O Hospital Mills-Peninsula, inaugurado em julho de 2011 para ser centro de referência médica nos Estados Unidos, foi projetado pelo escritório Anhen+Allen/Stantec no conceito de Evidence-Based Design (EBD) ou Design Baseado em Evidências, definido pelo The Center for Health Design (Centro de Design e Saúde).

Este conceito – cujo processo de decisões sobre o ambiente de atendimento baseia-se em pesquisas confiáveis que permitem alcançar os melhores resultados possíveis e tem como princípio a criação de elementos arquitetônicos que valorizam os ambientes, tais como luz natural, vegetação, utilização de cores suaves e variadas, conforto acústico (minimizando os ruídos) e cores suaves e variadas – visa produzir resultados posi-

tivos para os pacientes. Esta diretriz também foi a base para o projeto de iluminação realizado pelos lighting designers Hiram Banks e Cláudio Ramos. A temperatura de cor utilizada em todo o hospital foi de 3000K, para criar ambientes aconchegantes, e as fontes de luz utilizadas são eficientes, garantindo a certificação LEED Gold ao projeto. (GOBI, Lume Arquitetura, abril/maio 2012 p. 29).

“Com base em provas científicas de que a taxa de recuperação de pacientes é mais rápida quando seus níveis de conforto físico e emocional são maximizados, os conceitos de iluminação aplicados permitem aos pacientes oportunidades de se sentirem acolhidos e confortáveis, bem diferente da sensação fria e estéril sentida em projetos hospitalares tradicionais”. (CLAUDIO apud Gobi, Lume Arquitetura, abril/maio 2012 p. 29-30).

## Principais aspectos ao iniciar um projeto luminotécnico

Alguns critérios a serem adotados nas metodologias de avaliação e ampliação são bastante subjetivos, visto que se lida com medidas não

mensuráveis diretamente, como a atmosfera e o gosto relativo de cada um.

Cada ambiente do projeto com uma iluminação apropriada irá interferir adequadamente, mesmo que não atingindo o grau máximo de qualidade, porém um ambiente mal iluminado acarretará, no mínimo, problemas com a execução das tarefas, e/ou interferirá na saúde do indivíduo diretamente, e isso irá ocorrer sem que o usuário, na maioria das vezes, consiga perceber antecipadamente. Por esse grau de importância, há necessidade de um bom projeto luminotécnico para todos os ambientes em que irão ocorrer atividades rotineiras. Com a caracterização do ambiente proposto num planejamento, o ideal é que se escolha primeiramente os efeitos de luz a serem criados e suas funções e, posteriormente, as luminárias.

## Conclusão

De acordo com as pesquisas aqui referidas, e outras analisadas, cada assunto correlacionado ao problema, como a arquitetura e iluminação, interfere no comportamento do indivíduo. Toda vez que iniciamos uma discussão sobre o tema iluminação, pensamos em iluminação artificial, mas a verdade é que a iluminação artificial tem a função de corrigir a ausência ou presença não suficiente da iluminação natural nos ambientes. A tecnologia que proponho para corrigir as falhas é a domótica

e a imótica, a primeira é usada para residências e a segunda, para empresas, aplicada a conceitos lumínicos e sua interferência no comportamento do indivíduo.

A domótica e a imótica são tecnologias aplicadas a sistemas de segurança que possibilitam o uso de vários sistemas em conjunto. Por exemplo, se na domótica convencional podemos usar sistemas de combate a incêndio, também é possível usar uma estação meteorológica para acionar luminárias extras no ambiente quando o equipamento perceber a ausência de luminosidade, controlando a sonolência causada por esta ausência luminosa. Ela poderá também acionar a abertura das janelas, no caso contrário, ou o fechamento quando a incidência de luz aumentar em determinados horários do dia.

É possível também utilizar sensores que, ao perceberem um aumento de umidade e calor excessivos do ar, acionem os ares-condicionados, possibilitando uma eficiência mais adequada. Para que estes sistemas funcionem corretamente e sigam os conceitos humanos relatados nesta pesquisa, proponho ainda o uso de conjuntos de luminárias, com a possibilidade de acionamentos separados. Acredito que os ambientes mais beneficiados com esse sistema seriam as escolas e os hospitais, onde, em ambos os casos, seria possível perceber com maior facilidade as mudanças de comportamento. ◀



**Rúbia Fernanda Barbosa**

é arquiteta e urbanista especializada em iluminação e design de Interiores e diretora de projetos no escritório RUA arquitetura e iluminação.  
E-mail: arquitetura\_rubia@hotmail.com – (45) 9957-5524

### Referências:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 – Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BATIZ, Eduardo Concépcion, Fisiologia Do Trabalho. Porto Alegre: 2003. Disponível em: [http://www.higieneocupacional.com.br/download/fisiologia-trabalho-eduardo\\_c\\_batiz.pdf](http://www.higieneocupacional.com.br/download/fisiologia-trabalho-eduardo_c_batiz.pdf)
- BOTTON, Alain de, A Arquitetura da Felicidade. Rio de Janeiro: 2006.
- CASTELLO, Lineu, A Percepção de Lugar. Porto Alegre: 2007.
- FIEL, Charlotte & Peter, 1000 Lights. Londres: 1920.
- GOBI, Erlei, Lume Arquitetura Complexo Hospitalar: São Paulo: 2012.
- GOBI, Erlei, Lume Arquitetura. Academia no Rio de Janeiro. São Paulo: 2010.
- MARINS, Leandro, TEMPERATURA DE COR: como evitar surpresas na foto. Produção Rio Fotógrafo em 2002. Disponível em: <http://riofotografico.com.br/f23/temperatura-de-cor-como-evitar-surpresas-na-foto-1822/> acessado em: 11/10/2014.
- OKAMOTO, Jun, Percepção Ambiental e Comportamento. São Paulo: 2002.
- TORMANN, Jamile, Caderno de iluminação arte e ciência. Rio de Janeiro: 2008.
- UNWIN, Simon, a análise da Arquitetura. Porto Alegre: 2013.
- YOUT, Richard, Guia para usar la Luz para ilustradores, dibujantes, pintores, interioristas y artistas. Barcelona: 2011.