arcos DESIGN

Diagnose ergonômica das condições da iluminação em sala de aula a partir da ergonomia e do design universal

Fernanda Sales (UFBA, Brasil)
fernandasaless1@gmail.com

Rua Araújo Pinho, 16-202, Canela
Salvador, Bahia. CEP: 40110-150

Suzi Maria Mariño (UNEB/UFBA, Brasil)
suzimarino@gmail.com

Sydney Freitas (ESDI, Brasil)
sydneyfreitas@terra.com.br

Arcos Design
Rio de Janeiro, V. 8 N. 1, Junho 2014, pp. 132-155, ISSN: 1984-5596
http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/arcosdesign

Diagnose ergonômica das condições da iluminação em sala de aula: recomendações lumínicas para o desenvolvimento de projetos em sala de aula a partir da ergonomia e do design universal

Resumo: Este artigo apresenta os resultados da análise de salas de aula de escola públicas e privadas na cidade de Salvador, Bahia, visando investigar a iluminação existente e o seu estado atual nesses espaços. Verifica as mudanças necessárias para essas iluminações e se os seus índices estão adequados com o grau de conforto lumínico dos usuários indicado em normativas, relacionando-as com as recomendações ergonômicas e design universal. Esta análise adota a metodologia ergonômica, passando pelas etapas da apreciação e da diagnose ergonômica associando-as aos princípios do Design Universal. Realizou-se a apreciação e diagnose ergonômica, onde salas de aula foram analisadas. Buscou-se com este trabalho a elaboração de recomendações lumínicas a serem utilizadas para o desenvolvimento de projetos em sala de aula a partir da ergonomia e do design universal, possibilitando assim que a mesma se adeque a qualquer usuário e que a diversidade humana seja assim considerada, garantindo melhor qualidade de vida.
Palavras-chaves: ergonomia; design universal; iluminação; acessibilidade.

Ergonomic diagnosis of conditions of lighting in the classroom: luminous recommendations for development projects in the classroom from universal design and ergonomics

Abstract: This article presents analizes's results of public and private's classrooms in Salvador, Bahia pointing investigate lighting sistem and its current status in these spaces. The research verifies the necessary changes to these illuminations and if their indexes are appropriate to the degree of luminal comfort of users indicated in regulations, relating them to the ergonomics recommendations and principles of Universal Design. This analysis adopts the ergonomics methodology, going through the steps of the assessment and ergonomic diagnosis associating them to the principles of Universal Design. Held the ergonomic assessment and diagnosis at classrooms. We tried to work with this preparation of luminous to be used for development projects in the classroom from the ergonomics and universal design recommendations, thereby enabling the same fits to any user and that human diversity is thus considered ensuring better quality of life.
Key words: ergonomics; universal design; lighting; accessibility.

1. Introdução

Acessibilidade e direitos humanos das pessoas com quaisquer deficiências têm sido discutido em caráter mundial. Segundo o IBGE (2014), o censo de 2010 relata que em seu último levantamento que em torno de 45,6 milhões de brasileiros apresentam algum tipo de deficiência física ou intelectual. Sistemas de iluminação em salas de aula são especialmente importantes para os estudantes que fazem parte desse grupo.

Devido ao reflexo dos dados apresentados e com a atual e crescente cobrança social por inclusão, os conceitos como acessibilidade, design universal e tecnologia assistiva passaram a fazer parte do dia-a-dia de muitas pessoas.

O conceito de Iluminação Universal também deve ser parte desse processo projetual, desde a análise da situação até as propostas de soluções.

Conforme Mariño (1994), fatores físico-ambientais como a iluminação contribuem de forma significativa para o fracasso escolar se não estiverem adequados aos fatores humanos. O objeto da pesquisa é a interação entre usuários e salas de aulas no que diz respeito à iluminação, considerando o conforto e a segurança. Os resultados permitiu a elaboração de recomendações para uma iluminação adequada e universal, baseadas na ergonomia e no Design Universal.

Realizou-se a apreciação ergonômica associada aos princípios do design universal. (MACE, 1991; MORAES e MONT'ALVÃO (2009)

Buscou-se compreender a importância da percepção espacial do indivíduo em sala de aula e as implicações da qualidade da iluminação.

A etapa da apreciação ergonômica foi realizada em seis escolas, 4 públicas e 2 privadas duas salas de ensino fundamental, duas de ensino médio, uma de ensino técnico e uma de ensino superior. Através da observação com registro fotográfico, verificaram-se as necessidades do usuário em uma sala de aula iluminada. Visou-se a aplicação dos princípios do Design Universal para a criação de recomendações que gere uma Iluminação Universal.

Para Loturco (2004) uma iluminação adequada contribui para a criação da sensação de segurança, bem-estar, comodidade, conforto, facilitando a interação dos indivíduos com o meio e proporcionando, consequentemente, produtividade. Conclui-se, portanto, que o conjunto das características intrínsecas à luz – e não cada uma isoladamente – é que determina a acessibilidade.

2. Justificativa

De acordo com o Decreto Federal do Ministério da Educação do ano de 2007 (BRASIL, 2014), todas as escolas devem ser adequadas a pessoas com deficiência, porém, os Dados do Censo Escolar de 2009 mostram que o índice de acessibilidade na rede pública é de 14,6% e na particular é de 29,7%.

Conforme Leitão (2013) estes dados refletem-se diversos ambientes, como espaços e construções internas e externas públicas ou privadas.

3. Procedimentos Metodológicos

3.1. Problema

Sala de aula com iluminação inadequada resulta em sérios problemas físicos e cognitivos no processo de ensino/aprendizagem.

3.2. Metodologia

Utilizou-se a apreciação ergonômica, compreendendo o mapeamento dos problemas característicos do Design Universal e lumínicos em sala de aula. Fez-se observação com registro de tarefas e analizaram-se os problemas com uso da técnica GUT.

4. Resultados obtidos

4.1 Apreciação Ergonômica

4.1.1 Sistematização do Sistema Homem-Tarefa-Máquina

As salas foram escolhidas por sorteio

a. Caracterização e posição serial do Sistema

O sistema-alvo situa-se numa posição serial e recebe entradas de um sistema que lhe é anterior - o sistema alimentador - e, por sua vez, produz saídas para um sistema que lhe é posterior - o sistema ulterior. As entradas são processadas pelo processo característico do sistema-alvo (Figura 1).

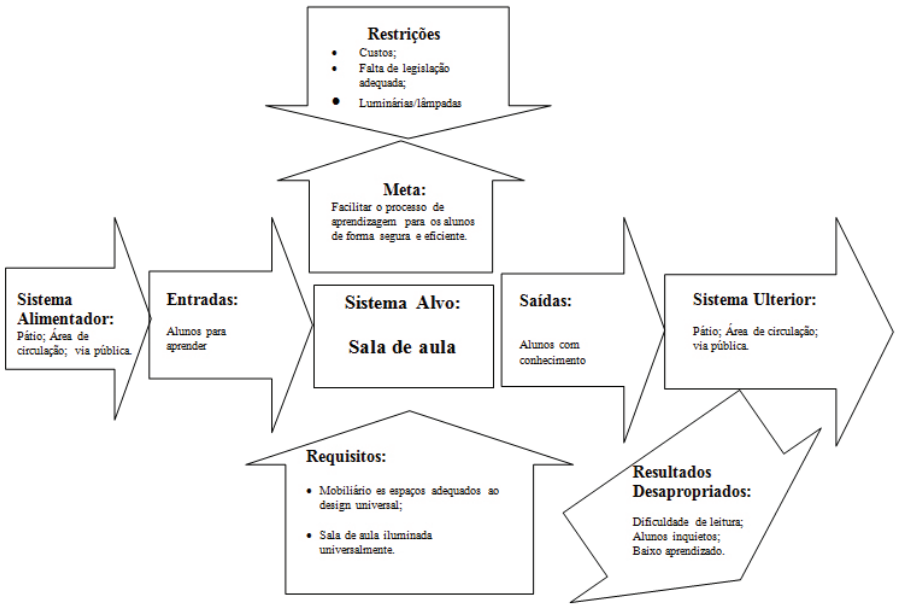

Figura 1. Caracterização e Posição Serial do Sistema
Fonte: Moraes e Mont'Alvão, 2009.

4.1.2. Problematização do Sistema Homem-Tarefa-Máquina

Os problemas encontrados na realização desta tarefa foram: problemas interfaciais, físico-ambientais, problemas de acessibilidade e problemas espaciais/arquiteturais de interiores.

4.1.3. Categorização e taxionomia dos problemas ergonômicos do Sistema Homem-Tarefa-Máquina

Posturas inadequadas, falta de espaço para mochilas, temperatura ambiental alta, ruídos constantes, iluminação deficiente, falta de recurso de acessibilidade, má conservação de infraestrutura, móveis e equipamentos.

4.1.4. Tabela GUT

Para priorizar e consolidar os problemas encontrados na realização da tarefa de ensino/aprendizagem, utilizou-se a ferramenta GUT – gravidade, urgência e tendência – que segundo Moraes e Mont'Alvão (2009), nesta fase de priorização, permitem abordar situações como um todo hierarquizando os problemas e decidindo por qual começar.

Por meio de sorteio selecionou-se uma das salas e aplicou-se a GUT. Tal ação permitiu uma avaliação participativa e forneceu subsídios para sugestões e conclusões da etapa do Parecer Ergonômico.

Listou-se de ordem decrescente os problemas mais urgentes a serem resolvidos, onde o problema de postura inadequada ao sentar-se para a visualização do quadro e do professor, da categoria interfacial foi o de maior gravidade com o maior potencial de crescimento deste problema.

O segundo de igual gravidade, porém com menor potencial de crescimento do problema segundo os alunos, foi a má iluminação para a execução da tarefa em sala de aula de categoria físico-ambiental.

Portanto, a iluminação e a maneira como ela está sendo utilizada em sala está entre os problemas mais graves, conforme os próprios alunos, necessitando com urgência de uma solução.

Categoria	Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	GxUxT
Interfacial	Postura inadequada para sentar e visualizar o quadro e o professor.	5.0	4.0	5.0	100
Físico-Ambiental	Iluminação inadequada para a execução da tarefa em sala de aula.	5.0	4.0	4.0	80
Interfacial	Má localização do material escolar.	4.0	4.0	5.0	80
Físico-Ambiental	Ruído externos durante a aula.	4.0	4.0	4.0	64
Físico-Ambiental	Reflexo no quadro e nas carteiras provenientes da iluminação natural.	4.0	4.0	4.0	64
Físico-Ambiental	Desconforto térmico	5.0	4.0	3.0	60
De acessibilidade	Desnível na entrada da sala de aula caracterizado pela ausência de rampa ou qualquer sinalização	4.0	4.0	3.0	48
De acessibilidade	Acionamento da luminária e do ventilador inalcançável para cadeirantes e pessoas de baixa estatura.	4.0	3.0	4.0	48
De acessibilidade	Mobiliário inadequado aos alunos cadeirantes.	3.0	4.0	3.0	36
De acessibilidade	Avisos não elaborados e pensados aos alunos idosos ou com baixa acuidade visual.	3.0	3.0	3.0	27
De acessibilidade	Falta de qualquer sinalização em braile.	4.0	4.0	4.0	64

Quadro 1. Tabela GUT – gravidade x urgência x tendência

Fonte: Moraes e Mont'Alvão (2009).

4.1.5. Parecer Ergonômico

Os problemas encontrados na problematização de sala de aula foram: interfaciais (em relação às posturas dos alunos resultantes do posicionamento das carteiras e da guarda das mochilas nas costas), físico-ambientais (calor, alta luminosidade e ausência de algumas lâmpadas em sala), de acessibilidade (desnível na entrada da sala, altura inadequada do interruptor e do dimer do ventilador, falta de apoio para a utilização de equipamentos e ausência de informativos em braile) e espaciais/arquiteturais de interiores (equipamentos e fiação exposta, desconforto lumínico e acústico causado pela abertura do ar condicionado).

Classe de Problema	Problemas	Requisitos	Constrangimentos da Tarefa	Custos Humanos
Interfacial	Mobiliário posicionado inadequadamente	Readequar o mobiliário em sala	- Postura incorreta - Exigência física	- Dores na coluna - Dores no pescoço
	Local inexistente para a guarda das mochilas	Ter local adequado para a guarda das mochilas	- Postura incorreta - Exigência física	Dores na coluna
Físico-ambiental	Iluminação natural excessiva	Ter iluminação natural adequada	Aumento do esforço visual devido aos reflexos	- Fadiga visual - Cansaço - Cefaléia
	Ruídos externos constantes	Não haver ruído	Dificuldade dos alunos em escutar	- Irritabilidade - Estresse
	Iluminação artificial insuficiente	Ter iluminação artificial adequada	Aumento do esforço visual	- Fadiga visual - Cansaço - Cefaléia
	Ventilação insuficiente	Ter ventilação adequada	- Calor excessivo - Sudorese	- Pressão Baixa - Desidratação - Cefaléia
De acessibilidade	Sala inacessível para cadeirantes	Reformar a sala inserindo uma rampa na entrada.	- Exigência física dos alunos ou professores que ajudarem o cadeirante a entrar na sala	- Irritabilidade - Estresse
	Acionamento da luminária e do ventilador inacessível aos alunos cadeirantes e de baixa estatura	Diminuir a altura dos disjuntores e da tomada do ventilador.	Exigência física dos alunos no acionamento	- Irritabilidade - Estresse
	Mobiliário indisponível aos alunos com alguma deficiência ou dificuldade de mobilidade	Ter mobiliário disponível	Exigência física no ato de escrever, ler ou apoiar o material escolar	- Irritabilidade; - Estresse
	Ausência de informação em braile e/ou mais visíveis	Inserir informações legíveis a todos.	- Aumento do esforço visual - Falta de informação	- Irritabilidade; - Estresse
Espaciais/ arquiteturais de interiores	Equipamentos e fiação localizados inadequadamente	Relocar/retirar equipamentos e fiação	Risco de choque	Queimadura

Quadro 2. Parecer ergonômico: formulação de problemas e sugestões preliminares de melhoria

Fonte: Moraes e Mont'Alvão (2009).

A análise da tarefa mostra o mau planejamento do ponto de vista do layout, temperatura, ruído, acessibilidade, iluminação e dimensionamento, impondo aos alunos posturas incorretas que podem causar lesões, além da falta de concentração e consequente aprendizado deficitário ocasionado pelos fatores mencionados anteriormente.

Classe de Problema	Problemas	Disfunções do Sistema	Sugestões Preliminares de Melhoria
Interfacial	Mobiliário posicionado inadequadamente	Deficiência do processo ensino-aprendizagem	Novo arranjo do mobiliário
	Local inexistente para a guarda das mochilas	Deficiência do processo ensino-aprendizagem	Aquisição de armários
Físico-ambiental	Iluminação natural excessiva	Deficiência do processo ensino-aprendizagem	Aquisição de elementos de proteção solar
	Ruídos externos constantes	Deficiência do processo ensino-aprendizagem	Fechamento da abertura do ar condicionado
	Iluminação artificial insuficiente	Deficiência do processo ensino-aprendizagem	Aquisição de lâmpadas novas
	Ventilação insuficiente	Deficiência do processo ensino-aprendizagem	Aquisição de ar condicionado ou ventiladores novos
De acessibilidade	Sala inacessível para cadeirantes	Deficiência do processo ensino-aprendizagem	Retirada da soleira e nivelamento do piso ou colocação de rampa
	Acionamento da luminária e do ventilador inacessível aos alunos cadeirantes e de baixa estatura	Deficiência do processo ensino-aprendizagem	Alterar alturas dos comandos ou disponibilizá-los em várias alturas
	Mobiliário indisponível aos alunos com alguma deficiência ou dificuldade de mobilidade	Deficiência do processo ensino-aprendizagem	Aquisição de armários ou mesas
	Ausência de informação em braile e/ou mais visíveis	Deficiência do processo ensino-aprendizagem	Disponibilizar informação em braile e melhorar a aparência dos textos
Espaciais/ arquiteturais de interiores	Equipamentos e fiação localizados inadequadamente	Deficiência do processo ensino-aprendizagem	Encapar a fiação e retirar equipamentos e cabos da sala

Quadro 3. Parecer ergonômico: formulação de problemas e sugestões preliminares de melhoria

Fonte: Moraes e Mont'Alvão (2009).

4.1.6. Parecer lumínico em salas de aula

Após a aplicação do questionário, fez-se a diagnose ergonômica. Como descrito anteriormente, em cada sala de aula foi realizada a verificação da iluminância, fazendo o cadastrado juntamente com os seus pontos de iluminação e verificadas conforme descrito na NBR 5382 - Verificação de iluminância de interiores. Analisaram-se 6 salas de aula. Para a análise da iluminância utilizaram-se plantas baixas com as disposições das cadeiras e plantas baixas do delimitação das áreas de iluminação utilizadas.

Foram verificados valores das iluminâncias médias mínimas em serviço para a iluminação artificial onde se realiza a tarefa de aprendizagem. Estes valores são encontrados na NBR5413 - Iluminância de Interiores onde, após selecionada a iluminância média tem-se 300 lux como iluminância de escolas.

Após os cálculos lumínicos, as duas salas de aula do ensino fundamental obtiveram uma iluminação média de 45 lux e 223 lux cada uma. Apesar da grande diferença entre as iluminâncias, ambas se encontram abaixo do valor mínimo.

As duas salas de aula do ensino médio obtiveram respectivamente 131 lux e 38 lux. Também possuem uma grande diferença entre si e se encontram abaixo do valor mínimo. É importante ressaltar que uma das salas do ensino médio é de uma escola particular e nem por isso a sua iluminação está adequada e dentro da norma.

A sala de ensino técnico obteve aproximadamente 96 lux (95,66 lux) e a sala de ensino superior 117 lux. Também não atingiram o valor mínimo recomendado.

Tendo em vista o acima exposto, pode-se concluir que as salas de aula analisadas em sua totalidade não possuem os valores de iluminância mínimos exigidos conforme a legislação nacional vigente. Também não há uma atuação por parte dos órgãos responsáveis para a verificação das condições das mesmas e o cumprimento das normas, seja em escolas particulares ou públicas.

5. Discussão dos resultados

De acordo com o layout da sala (Figura 2), pode-se verificar um dos maiores problemas no âmbito interfacial, que é a postura dos alunos em sala devido à disposição das carteiras, sendo confirmada pela tabela GUT como o item prioritário a ser solucionado. Neste caso, a reorganização do mobiliário em sala de aula impossibilitaria a exigência física do aluno para olhar para o professor e para o quadro ou monitor, evitando dores e futuros problemas na coluna e no pescoço ao manter uma postura correta.

Como problema de acessibilidade, destaca-se o acesso como fator primordial a ser pensado não só para os deficientes físicos, mas também para os que muletas, às pessoas de baixa ou sem nenhuma visão, inclusive aos que portam bengalas e aos idosos. Deve-se afirmar também que até para as pessoas que

não possuem nenhum dos itens citados acima, um desnível na entrada da sala pode causar quedas e consequências mais graves, além de estresse e irritabilidade gerados pela exigência física.

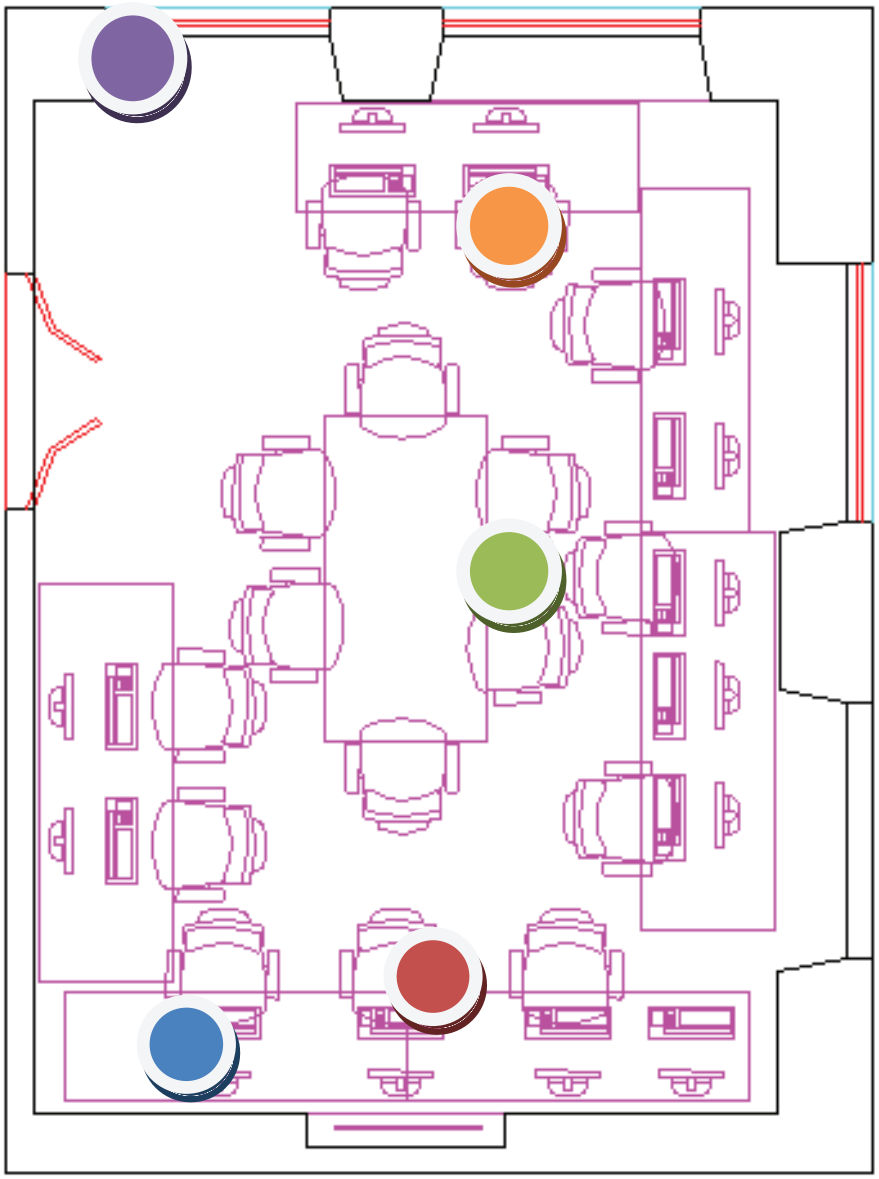

Figura 2. Planta baixa da sala 01. Fonte: Os autores (2013)

	A localização do quadro prejudica a visualização para alguns alunos.
	Alunos impossibilitados de visualizar o quadro.
	Localização do monitor prejudica a visualização para alguns alunos.
	Alunos impossibilitados de visualizar o monitor.
	Cadeiras dos alunos extremamente próximas.

Outro problema levantado por boa parte dos alunos é a questão das aberturas, sejam elas esquadrias ou vazios deixados devido ao ar condicionado. Grandes janelas (de acordo com as Figuras 3 e 4) causam grande incidência de luz natural.

Figura 3. Iluminação natural - janelas e vazio do ar condicionado. Fonte: Os autores (2013).

Figura 4. Iluminação natural em sala de aula Fonte: Os autores (2013).

Elementos construtivos na própria escola como, por exemplo, o uso de brises resolve este problema. No caso das salas de aula existentes como as observadas, simples elementos de controle de radiação solar trazem a solução como cortinas ou persianas. Estas regulam a quantidade e a distribuição da luz.

Por fim, tem-se o principal problema físico-ambiental identificado pelos alunos que é a ausência de lâmpadas suficientes e a existência de luminárias que apesar de contribuir para a quantidade de luz disponível em sala, pode trazer danos visuais devido ao modelo escolhido. Através de uma pergunta do questionário sobre algum desconforto com relação à iluminação artificial, houve uma forte queixa a respeito do ofuscamento causado ao observar o teto, pois olhavam diretamente para as lâmpadas sem que houvesse qualquer proteção visual.

O ofuscamento considerado como direto é proporcionado por excesso de luminância na direção da visão através de lâmpadas e/ou luminárias. Pode ser neutralizado utilizando-se acessórios nas luminárias como aletas ou difusores.

5.1. Design Universal e Ergonomia – divergências e afinidades

A busca contínua em melhorar o cotidiano como a forma de se comunicar, se deslocar e de facilitar as atividades através de mecanismos de trabalho, onde muitos chamam de “avanço da tecnologia”, foram adaptadas sem refletir quais consequências trazem à configuração do cotidiano humano.

A capacidade funcional das pessoas aumenta quando as barreiras ambientais são removidas. Ainda conforme Mace *et al*. (1991 *apud* PRADO, 2010) projetos que seguem o conceito de Design Universal podem estimular o acesso e o uso por pessoas com deficiências físicas ou cognitivas, contribuindo de forma decisiva para que estes tenham atitudes mais positivas e comportamentos mais ativos que os levem a usar os espaços e desfrutar das atividades disponibilizadas nos distintos ambientes construídos, vindo a qualificar as suas vidas. O conceito de Design Universal aliado à ergonomia traz ao usuário a capacidade individual de executar a tarefa em determinados ambientes.

A autonomia também é um item agregador, pois tanto a ergonomia quanto o Design Universal podem possibilitar, com o adequado planejamento do espaço, a segurança e o poder do próprio usuário em desfrutar do ambiente, estando este apto à realização das suas tarefas, reduzindo a distância entre os elementos do espaço e as capacidades das pessoas.

Tanto a ergonomia quanto o Design Universal tratam a diversidade dos usuários em um ambiente construído e consideram as diversidades de cada um. Ou seja, é preciso levar em conta a possibilidade de acesso e utilização com autonomia e segurança do ambiente pelas pessoas que estejam nos extremos da vida, havendo a quebra do paradigma do homem padrão, onde as características dos usuários - temporárias ou não - são fatores fundamentais para a adequação do ambiente, seja qual for o elemento a ser estudado.

A distância do Design Universal das legislações brasileiras é um fator preponderante que destaca um ponto de divergência entre o Design Universal e a ergonomia. Principalmente no Brasil, o conceito de Design Universal não é utilizado como ferramenta nas normas técnicas e políticas públicas de modo geral. Ainda são projetados ambientes, produtos e serviços sob os conceitos de acessibilidade. A acessibilidade e o Design Universal não são sinônimos. Conforme a NBR 9050 (2004) acessibilidade significa possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos. O Design Universal é definido por esta mesma norma como aquele que visa atender a maior gama de variações possíveis das características antropométricas e sensoriais da população.

Acessibilidade, termo comumente usado na NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos - diverge do Design Universal quando este se preocupa com pessoas em cadeira de rodas, pessoas com deficiência visual, auditiva e com a pessoa obesa, onde os principais exemplos como os acessos e as circulações são voltados aos deficientes físicos e visuais e o uso dos sanitários são exclusivamente direcionados para aqueles que possuem deficiência física. Como princípio do Design Universal as

possibilidades de uso não se resumem a um grupo específico; portanto para atender a todos, deve-se englobar os destros e canhotos, os idosos, as crianças e as pessoas que possuem uma lesão temporária como uma perna quebrada, um braço imobilizado etc.

É necessário ampliar gradualmente as alternativas existentes para o uso do meio edificado por pessoas com diferentes necessidades. Isso não ocorre, pois a NBR 9050 teve a sua última atualização em 2004.

Apesar de tudo, acredita-se que o maior passo já tenha sido dado, que é a quebra do paradigma do público alvo. Guimarães (2010 apud PRADO, 2010) acredita que o novo perfil demográfico da população pode prover, com o aprendizado de normas técnicas especializadas atualizadas e do (re) treinamento pela atualização conceitual, soluções adequadas aos projetos. Direcionar um ambiente a um público alvo é desqualificar este espaço, limitando o seu acesso e a execução das atividades. Perceber que todas as pessoas são diferentes umas das outras, inclusive considerando os aspectos físicos, psíquicos e cognitivos é perceber que não há uma medida padrão, ou uma relação com o ambiente padrão. Existem necessidades a serem supridas e no caso desta pesquisa, necessidade de agregação do maior grupo possível de diferentes indivíduos em uma sala de aula.

5.2. A execução da tarefa visual em sala de aula e o papel da iluminação

Ler, escrever, assistir a uma apresentação ou apenas prestar atenção à aula requer esforço visual e principalmente concentração. A execução das tarefas em sala de aula depende, além do desejo do aluno em aprender, do espaço projetado onde esta atividade é realizada. Isto significa que o espaço a ser utilizado possua condições físicas, acessíveis e lumínicas, de acordo com os resultados dos questionários aplicados e relatados.

O planejamento inadequado de um ambiente e o uso incorreto dos equipamentos requer ao usuário um esforço na realização da tarefa, comprometendo o desempenho da mesma.

Conforme foi observado nesta pesquisa pôde-se verificar o quão mal planejadas estão as salas de aula soteropolitanas.

Com relação à execução da tarefa visual em sala, a necessidade de melhoria da iluminação artificial em estudo reflete diretamente no aluno e no seu aprendizado. Recomendações para uma iluminação eficiente voltada para o desenvolvimento das atividades intelectuais - sala de aula: em busca da iluminação. A luz, como conformadora do ambiente visual é capaz de influenciar decisivamente na concretização das realizações das tarefas que se efetuam em sala de aula, além da satisfação que um ambiente adequadamente iluminado proporciona às pessoas e a execução da tarefa do usuário (neste caso o aluno e o professor) para qual a sala foi criada.

Tendo em vista a importância de uma iluminação adequada que vise atender aos requisitos das tarefas executadas em sala de aula como acima exposto, elaboraram-se parâmetros lumínicos de forma a contribuir na execução de uma iluminação em sala de aula que universalize a sua utilização e a sua abrangência e possibilite resultados positivos a todos os alunos e professores que ocuparem estes espaços, na sua máxima extensão possível, sem necessidade de adaptação do projeto especificamente para determinadas pessoas.

As recomendações estão ilustradas com exemplos já aplicados em outros ambientes. Pretende-se trazer à sala de aula, visto que tais exemplificações funcionam nos espaços abaixo elucidados. São eles:

1. Diferentes acionamentos

Cada tipo de iluminação – geral ou específica deve ser acionada separadamente, adequando-se aos variados períodos do dia e às distintas fontes de iluminação (Figura 5).

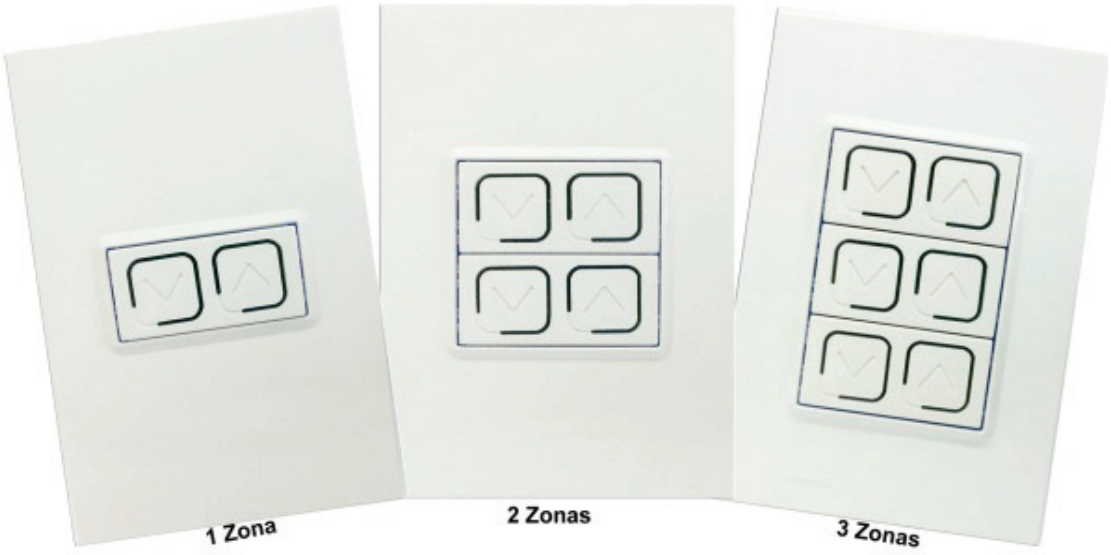

Figura 5. Interruptores com diferentes acionamentos
Fonte: <http://www.sistemamyway.wordpress.com>, 2014.

2. Informação sonora e visual de acionamento

A informação sonora e visual toma lugar de destaque no processo de orientação e percepção seja para usuários com baixa visão, idosos ou pessoas com perda visual total, (Figura 6 e Figura 7).

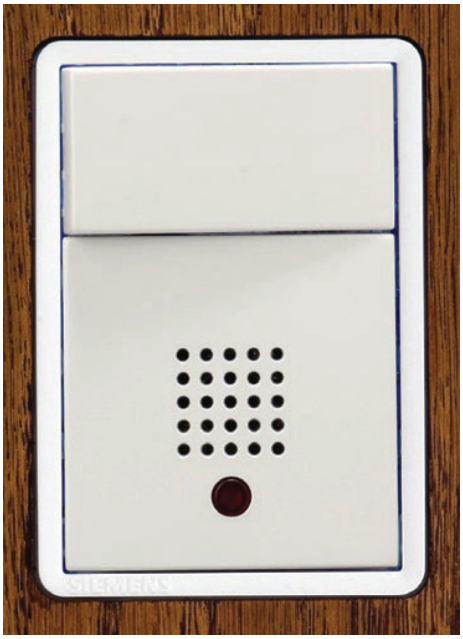

Figura 6. Interruptor com informação sonora. Fonte: <http://www.casa.abril.com.br>, 2014

Figura 7. Interruptores com informação visual. Fonte: <http://www.pt.aliexpress.com>, 2014

3. Dimerização dos acionamentos

A dimerização dos acionamentos permite variar a intensidade da iluminação, ajustando-o para cada finalidade e ao grupo (Figura 8).

Figura 8. Interruptor com dimerização. Fonte: <http://www.htforum.com>, 2014

4. Diferentes alturas para os acionamentos

A criação de três alturas para o acionamento atingirá os distintos alcances. Neste caso, as alturas são: quarenta centímetros, um metro e um metro e trinta e cinco centímetros (Figura 9).

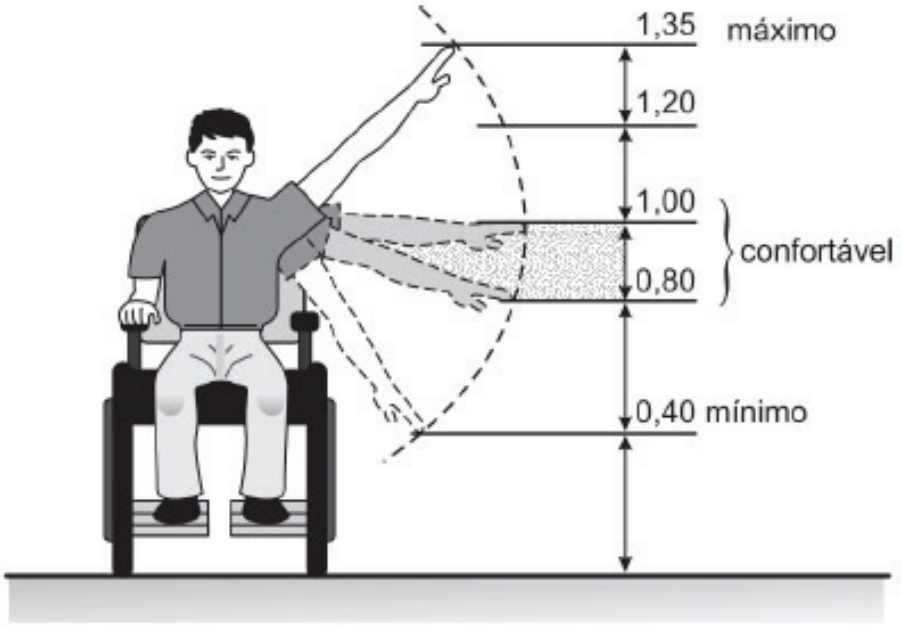

Figura 9. Diferentes alturas de alcance para acionamentos.
Fonte: <http://www.formacaosolidaria.org.br >, 2014

5. Controle da iluminação natural

Uso de cortinas, persianas, toldos, pérgolas ou qualquer outro mecanismo que possa controlar ofuscamentos provenientes desta iluminação impossibilitará as interferências desta fonte de luz na execução da tarefa em escolas já construídas (Figura 10 e Figura 11). Para as que ainda serão construídas, deve-se o empregar de vidros refletivos, pois filtram os raios solares através da reflexão da radiação.

Figura 10. Persianas
Fonte: <http://www.ideiasedicas.com>, 2014

Figura 11. Pérgola
Fonte: <http://www.hofmannconstruction.ca>, 2014

6. Iluminação complementar

Focar nos principais elementos como lousa, professor e projeção com uma iluminação localizada permite a visualização com clareza (Figura 12 e Figura 13).

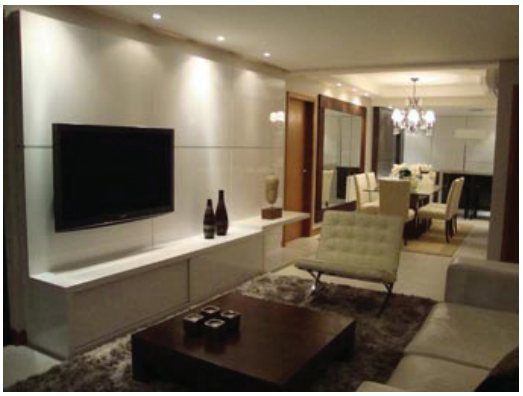

Figura 12. Iluminação complementar – sala
Fonte: <http://www.dicasdcasa.blogspot.com>, 2014

Figura 13. Iluminação complementar – banheiro.
Fonte: <http://www.odiariopb.com>, 2014

7. Proteção dos equipamentos lumínicos

Coberturas opacas ou translúcidas nas luminárias evitam reflexões da luz nas carteiras ou até mesmo na própria visão (Figura 14). Aletas antiofuscamento são capazes de realizar este papel e reduzem pouco a iluminação (Figura 15).

Figura 14. Luminárias com cobertura
Fonte: <http://www.odiariopb.com>, 2014

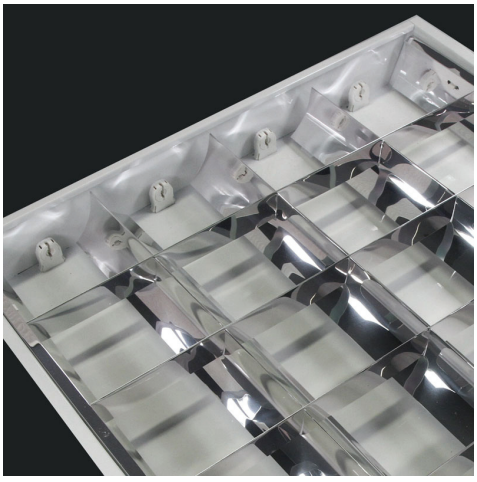

Figura 15. Aletas antiofuscamento.Fonte:
<http://www.interpamgoiania.com.br>, 2014

8. Iluminação difusa

O uso de uma iluminação dirigida ao teto e às paredes evita ofuscamentos diretos ou refletivos e sombras. A luz indireta não incide em sua totalidade, proporcionando menos sombras e ofuscamentos (Figura 16).

Figura 16. Iluminação dirigida ao teto e às paredes.
Fonte: <http://www.guiadacasa.com>, 2014

9. Alta reprodução de cor das lâmpadas

Lâmpadas com alta capacidade de reprodução de cor favorece a percepção para os idosos e para as pessoas com baixa acuidade visual (Figura 17).

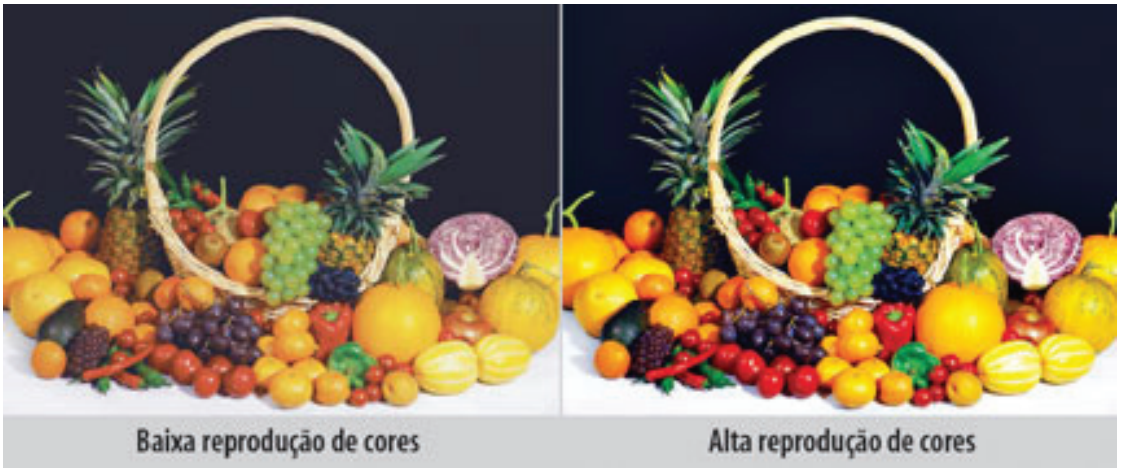

Figura 17. Diferença entre uma imagem com baixa e alta reprodução de cor.
Fonte: <http://www.arqbrasil.com.br>, 2014

10. Diferentes fontes de iluminação

Ao utilizar várias fontes de luz com diferentes intensidades, criam-se contrastes, o que são fundamentais para uma boa percepção visual (Figura 18).

Figura 18. Diferentes fontes de iluminação em uma sala.
Fonte: <http://www.meuambiente.blog.br>, 2014

11. Localização das fontes de iluminação

A posição correta das fontes de luz trará a intensidade certa de contraste e não causará sombras ou reflexos oriundos de fontes muito distantes ou próximas respectivamente (Figura 19).

Figura 19. Verificação da iluminância com o auxílio do luxímetro.
Fonte: <http://www.portuguese.alibaba.com>, 2014

Acredita-se que com os parâmetros criados a execução da tarefa visual em salas de aula poderá ser realizada de forma eficiente e universal, atingindo o maior número possível de alunos.

6. Conclusões

Tendo em vista o acima exposto, conclui-se que a mobilidade reduzida não se restringe apenas a pessoas deficientes e idosos. Todas as pessoas, em algum momento da sua vida têm a mobilidade condicionada. Mesmo que seja durante um período, sendo crianças ou idosos ou ao sofrerem algum acidente, terão que ser apoiados no deslocamento ou na execução de uma atividade.

Inserir o Design Universal nos ambientes é estimular o acesso e o uso por todas as pessoas, contribuindo para que tenham comportamentos ativos que os levem a usar os espaços e executar suas atividades, qualificando assim as suas vidas.

No caso das escolas, o acesso à sala de aula deve ser realizado por todos. O ambiente escolar tem alto grau de influência educacional, gerando conhecimento e formando indivíduos críticos e modificadores de opinião, adaptando-os para o presente e preparando-os para o futuro.

Para se obter condições universais nos sistemas de ensino é necessário que esta integração ocorra de forma gradativa, considerando as características dos alunos e do professor, assim como das escolas.

Valorizar a escola enquanto ambiente construído e inclusivo é propiciar salas de aula adequadas ao processo ensino-aprendizagem e em particular, em relação à iluminação, gerando um rendimento positivo e favorecendo o processo educacional. Pois assim como configurador do ambiente visual, a luz influi na realização de tarefas e no êxito da função para qual o espaço foi criado.

Além das barreiras arquitetônicas, as barreiras lumínicas causadas pelo excesso, falta ou defeito da iluminação nos espaços afetam todos, inclusive as pessoas com mobilidade reduzida, os idosos e deficientes; principalmente os que possuem alguma deficiência visual.

Para que a iluminação se torne universal em sala de aula é necessário que haja recomendações de projeto. Ao seguir uma metodologia projetual voltada especificamente para estabelecer uma iluminação em sala de aula que seja favorável a todos os usuários, o profissional garante desta forma a satisfação destes no exercício das suas atividades e os inclui, integrando-os em um mesmo espaço. Para que isto aconteça a ergonomia atua na identificação e resolução dos problemas da relação homem-tarefa-máquina solucionando os conflitos existentes em sala. A ergonomia tem como centro focal dos seus levantamentos, análises, pareceres, diagnósticos, recomendações, proposições e avaliações, o homem como ser integral.

Tendo como fase da metodologia utilizada a apreciação ergonômica, foram mapeados os problemas característicos do Design Universal e lumínicos em sala de aula, foram observadas as atividades desenvolvidas em sala e foram aplicados os questionários aos alunos. A diagnose ergonômica também

foi utilizada no momento em que as condições lumínicas das salas estudadas foram levantadas e assim, permitiu o aprofundamento do problema da iluminação.

Através das leituras aferidas e de acordo com a NBR 5382 - Verificação da Iluminação de Interiores chegou-se à conclusão que as salas de aula estão com valores abaixo do mínimo exigido na legislação vigente e ainda que as salas em estudo não se encontram universais no ponto de vista lumínico.

Diante destes resultados, a questão/problema deste artigo - a criação de parâmetros a partir do Design Universal pode garantir uma iluminação universal em salas de aula? - tem uma resposta afirmativa.

Os dados colhidos em campo por meio de fotografias e observações atestam a deficiência em que se encontram as salas desde uma simples iluminação geral, chegando à adequação desta iluminação às diversas características que possuem ou que podem vir a possuir qualquer usuário nestes ambientes.

O resultado das análises dos questionários aplicados a cada grupo de alunos das respectivas salas permite concluir que os mesmos se deparam com diversas situações que podem danificar os olhos, dificultar a leitura e a atenção à aula e consequentemente prejudicar o processo de ensino e aprendizagem.

Nas análises e as aferições dos índices de iluminação das salas estudadas foram encontrados baixos valores lumínicos, portanto inaptas para a execução das tarefas visuais destinadas ao aluno ali presente.

Sempre que se menciona a acessibilidade de um ambiente, no caso desta pesquisa de uma sala de aula, rampas, pisos táteis ou corrimãos são rapidamente trazidos à memória. Com base nas referências levantadas pode-se afirmar que uma sala acessível vai muito além destes itens mais comuns. A iluminação é um fator tão importante quanto e ao mesmo tempo capaz de além de possibilitar a execução das tarefas visuais em sala, pode trazer sérias consequências através da sua má utilização.

7. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. ABNT. Brasília, 2004.

_____. NBR 5382: Verificação de Iluminância de Interiores. ABNT. Rio de Janeiro, 1985.

BERNARDI, Núbia. A aplicação do conceito do Desenho Universal no ensino da arquitetura: o uso de mapa tátil como leitura de projeto. Tese de Doutorado da Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. SEESP. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Documento elaborado pelo Grupo de trabalho nomeado pela Portaria Ministerial nº 555, de 5 de junho de 2007, prorrogada pela Portaria nº 948, de 09 de outubro de 2007: Brasília, Ministério da Educação Básica, Secretaria da Educação Especial, 2007. Disponível em: <http://peei.mec.gov.br/arquivos/politica_nacional_educacao_especial.pdf>. Acesso em: jan. 2014.

GUIMARÃES, Marcelo Pinto. O ensino de design universal nas universidades. In: ORNSTEIN, Sheila Walbe (Org.); ALMEIDA PRADO, Adriana Romeiro de (Org.); LOPES, Maria Elisabete (Org.). Desenho universal: caminhos da acessibilidade no Brasil São Paulo: Annablume, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: jan. 2014.

LEITÃO, Thais. Acessibilidade é desafio para pessoas com deficiência em todo o país. Disponível em: < http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2012-12-03/acessibilidade-e-desafio-para-pessoas-com-deficiencia-em-todo-pais>. Acesso em: set. 2013.

LOTURCO, Bruno. Iluminação Inclusiva. Revista Lumière – nº 75. São Paulo, 2004.

MACE, Ron et al. Acessible Enviroments Toward Universal Design. In Wolfgang Preiser, Design Interventions: Toward a more human architecture. New York, 1991.

MARIÑO, Suzi. Iluminação em sala de aula: aspectos ergonômicos. In: Moraes, Anamaria de; VELLOSO, Francisco José Leal. Informatização, Automação: Sistemas, Produtos e Programas. Anais do 2º Encontro Carioca de Ergonomia, Rio de Janeiro, Clube de Engenharia. Rio de Janeiro, 1994.

MORAES Anamaria de, MONT'ALVÃO Claúdia, Ergonomia: Conceitos e Aplicações, Rio de Janeiro: 2AB Editora, 2009.

PRADO, Adriana Romeiro de (Org.); LOPES, Maria Elisabete (Org.). Desenho universal: caminhos da acessibilidade no Brasil São Paulo: Annablume, 2010.

Recebido em: 30/03/2014
Aceito em: 01/06/2014

Como citar
SALES, Fernanda; MARIÑO, Suzi Maria; FREITAS, Sydney. **Diagnose ergonômica das condições da iluminação em sala de aula: recomendações lumínicas para o desenvolvimento de projetos em sala de aula a partir da ergonomia e do design universal.** Arcos Design. Rio de Janeiro: PPD ESDI - UERJ. Volume 8 Número 1 Junho 2014. pp. 132-155. Disponível em: [http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/arcosdesign]

DOI
http://dx.doi.org/10.12957/arcosdesign.2014.13930

A Revista Arcos Design está licenciada sob uma licença Creative Commons Atribuição - Não Comercial - Compartilha Igual 3.0 Não Adaptada.