



LABORATÓRIO DE ACESSO REMOTO NO CONTEXTO DE DESEMPENHO E AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

Regina C. Ruschel (1); Núbia Bernardi (1); Ana Lúcia N. de Camargo Harris (1); Fernanda M. P. Freire (2); João Vilhete Viegas D'Abreu (2); Marcos Túlio Chella (3); Ana Regina M. Cuperschmid (4); Maria Cecília Martins (2)

(1) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – UNICAMP – regina@fec.unicamp.br

(2) Núcleo de Informática na Educação – UNICAMP

(3) Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação – UNICAMP

(4) Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - UNICAMP

RESUMO

Proposta: Este artigo relata o desenvolvimento do experimento como um Laboratório de Acesso Remoto (LAR), e sua inserção numa Ação de Aprendizagem no contexto de ensino de conforto funcional abordando-se os sete princípios do Desenho Universal (DU). **Método de pesquisa/Abordagens:** O experimento envolveu a visitação de um ambiente e o registro fotográfico de situações restritivas de acessibilidade. Esta visitação foi feita de forma remota por meio do controle pela internet de um robô que capturava imagens do local. A avaliação global do espaço foi gerada a partir do compartilhamento dessas informações e de uma discussão geral. **Resultados:** Desejava-se verificar: se (i) a infraestrutura de LAR desenvolvida atendia às necessidades do experimento, (ii) se o controle remoto do robô impunha restrições na visitação e (iii) se os registros fotográficos dariam sustentação para um relatório de avaliação de desempenho de um espaço construído. **Contribuições/Originalidade:** Constatamos que mesmo com as limitações encontradas o experimento proposto em forma de LAR é viável. Notamos que a visitação feita por acesso remoto permite ao visitante um *olhar diferenciado* sobre o ambiente, o que requer uma certa abstração dos processos perceptuais, análogo ao que ocorre no ato de projetar.

Palavras-chave: avaliação pós-ocupação; conforto, laboratório de acesso remoto; ensino a distância.

ABSTRACT

Propose: This article presents the development of an experiment in the form of a Remote Access Laboratory (RAL) in a Learning Action on Environmental Comfort approaching the seven principles of Universal Design. **Methods:** The experiment involved the visitation of a site (built environment) and the photographic documentation of restrictive accessibility. This visit was remotely performed by the control on the Internet of a robot that captured images of the site. The global evaluation of the built environment in study was obtained by the sharing of images among students and discussion. **Findings:** We wished to verify: (i) if the developed infrastructure of RAL attended the needs of the experiment, (ii) if the remote control robot imposed restriction to the visit and (iii) if the photographic registers would support evaluation of the site in study. **Originality/value:** It was observed that the proposed experiment in the form of RAL is viable even with the encountered limitations. The remote visit allows a differentiated look upon the place in study, which requires certain amount of perception abstraction, analogous to what occurs in the design process.

Keywords: pos-occupation evaluation; comfort, remote access laboratory; distance education.

1. INTRODUÇÃO

A UNICAMP e o Centro de Pesquisa Renato Ascher (CenPRA) participaram conjuntamente do projeto de Tecnologia da Informação para o Desenvolvimento da Internet Avançada - Aprendizagem Eletrônica (TIDIA-Ae) da FAPESP por meio do Laboratório de Aprendizado Eletrônico (e-Labora) liderado pela Profa. Dra. Heloisa Viera da Rocha (IC-UNICAMP). O e-Labora congregava pesquisadores das seguintes unidades da UNICAMP: Instituto de Computação (IC), Núcleo de Informática Aplicada a Educação (NIED), Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação (FEEC) e Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC). É objetivo do projeto FAPESP TIDIA-Ae o desenvolvimento de um ambiente aberto eletrônico de apoio ao ensino utilizando recursos da Internet de alto desempenho (Internet Avançada). Participaram da Fase I deste projeto laboratórios de desenvolvimento e laboratórios associados de unidades de ensino superior e pesquisa de todo o estado de São Paulo (USP, UNISANTOS, UNIFESP, UNESP, UFSCar e ITA) (<http://tidia-ae.incubadora.fapesp.br/portal-pt>). Do esforço conjunto destes laboratórios resultou um primeiro protótipo de ambiente de apoio ao ensino e múltiplas ações de aprendizagem que demonstram a aplicação e testam recursos do mesmo (ver http://tidia-ae.incubadora.fapesp.br/portal/documents/external_documents/IIWTF).

Neste contexto desenvolveu-se uma Ação de Aprendizagem sobre o tema Conforto Ambiental formatada numa disciplina de 30 horas/aula para alunos de graduação iniciantes (1º. e 2º. ano) em Arquitetura e Urbanismo (RUSCHEL et al, 2005). A disciplina foi projetada para ser oferecida a distância. O objetivo da disciplina era aguçar a capacidade de percepção do aluno, por meio da prática e teoria, com relação ao impacto e função dos requisitos de conforto sobre o ambiente construído. Desta forma, a Ação de Aprendizagem foi desenvolvida em cinco módulos. O primeiro módulo fazia uma introdução ao tema conforto ambiental. O segundo módulo abordava o tema conforto funcional. O terceiro módulo abordava conforto visual e acústico. O quarto módulo abordava conforto térmico. Finalmente, no quinto e último módulo pretendia-se integrar os conceitos aprendidos.

Este artigo restringir-se-á ao segundo módulo cujo objetivo era: discutir conceitos básicos de conforto funcional com ênfase em acessibilidade e Desenho Universal e introduzir a avaliação de desempenho do ambiente construído. Apresentar-se-á a dinâmica adotada no módulo e o recurso tecnológico utilizado para o apoio ao ensino, especificamente o Laboratório de Acesso Remoto. Discutir-se-á o processo de validação do experimento desenvolvido para avaliação de desempenho do ambiente e os resultados obtidos no oferecimento da Ação de Aprendizagem, onde utilizou-se o ambiente eletrônico de ensino existente o TelEduc (<http://teleduc.nied.unicamp.br/~teleduc>). Participaram deste oferecimento dez alunos de graduação de cursos de Arquitetura e Urbanismos de três universidades públicas paulistas (EESC-USP, FAAC-UNESP e FEC-UNICAMP). e também professores especialistas na área destas instituições.

2. DESENHO UNIVERSAL

O conceito arquitetônico de Desenho Universal (DU) está diretamente relacionado com a funcionalidade do ambiente. Propõe o espaço com uso democrático, para diferentes perfis de usuários: prega que todas as pessoas, de crianças a idosos, passando por aqueles que possuem limitações físicas (temporária ou permanente), tenham condições igualitárias na qualidade de uso de uma casa ou de um ambiente construído, seja este interno ou no âmbito da cidade.

A idéia de funcionalidade ligada ao conforto ambiental está relacionada com a prática arquitetônica, o suprimento das necessidades vitais e a satisfação do usuário no convívio com o ambiente. Não se trata somente das medidas mínimas exigidas para a execução de determinada tarefa, mas engloba todo o programa arquitetônico da edificação. O estudo do conforto funcional auxilia o projetista principalmente na etapa de anteprojeto de uma edificação e tem como objetivo principal a qualidade de uso do ambiente físico (KOWALTOWSKI, 2001).

O Desenho Universal e os seus sete princípios são importantes parâmetros de conforto funcional,

guiando o projeto para uma edificação para toda a vida, que atenda eficientemente as necessidades de todos os usuários, em qualquer situação. Estes sete princípios do DU são: uso eqüitativo, flexibilidade de uso, uso intuitivo, informação perceptível, tolerância ao erro, baixo esforço físico e tamanho e espaço para acesso e uso (STORY, 2001). Tendo em vista que estes conceitos são normativos para a excelência de um projeto arquitetônico, escolheu-se o Desenho Universal como fundamento teórico para o desenvolvimento do módulo que tratava conforto funcional na Ação de Aprendizagem aqui relatada.

3. DESCRIÇÃO DA AÇÃO DE APRENDIZAGEM

A Ação de Aprendizagem teve, como proposta didática geral, a participação ativa e colaborativa entre alunos e entre alunos e professor, através da articulação dos conteúdos e materiais disponibilizados no ambiente TelEduc. A atividade proposta no 2º módulo da Ação de Aprendizagem (denominado “Módulo 2: Conforto Funcional”) teve por objetivo específico discutir os conceitos básicos do conforto funcional com ênfase na acessibilidade física e na aplicação dos conceitos do Desenho Universal (DU) no projeto arquitetônico (ABNT,2004). Pretendeu-se introduzir as técnicas de avaliação de um ambiente construído, incluindo as observações que são utilizadas em uma Avaliação Pós-ocupação (ORNSTEIN, 1992).

A teoria disponibilizada na ferramenta “Material de Apoio” do ambiente TelEduc procurou explicitar aos alunos a importância do conhecimento dos parâmetros de conforto funcional na etapa de anteprojeto de uma edificação. Este módulo apresentou os conceitos sobre arranjo espacial e sua relação com a ergonomia, antropometria, proporção e escala humana. Questões como acesso a edificações e fluxos de usuários foram abordadas através de exemplos ilustrativos. Foram apresentados os conceitos do Desenho Universal e a aplicabilidade da acessibilidade plena no ambiente construído.

A teoria abordou temas primordiais à funcionalidade do espaço construído, incluindo a explanação do programa arquitetônico da edificação. Mostrou-se a importância do programa de necessidade para a definição da volumetria, acessos, geometria dos espaços, configuração das aberturas, implantação no terreno, proporção entre os espaços externos e internos, características antropométricas e equipamentos a serem utilizados pelos usuários, entre outras.

Desta forma, para permitir a participação ativa do aluno desenvolveu-se um experimento no contexto de avaliação de desempenho de acessibilidade de um ambiente construído tendo como parâmetros de avaliação os sete princípios de DU (uso eqüitativo, flexibilidade de uso, uso intuitivo, informação perceptível, tolerância ao erro, baixo esforço físico e tamanho e espaço para acesso e uso).

O experimento envolveu a visitação remota de um ambiente, cujo objetivo era sinalizar as situações (existentes) de restrições de acessibilidade e uso dificultado do ambiente. Esta visitação foi feita por meio do controle de um robô, via internet, com a captura de imagens do local e registros fotográficos na demanda do participante. O ambiente selecionado para o estudo foi o pavimento térreo do edifício de salas de aula da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da UNICAMP. Foram enfatizados, principalmente, os acessos do estacionamento às salas de aula, à cantina e aos sanitários; existência ou ausência de rampas; obstáculos como mobiliários e equipamentos.

O experimento foi desenvolvido de forma individual, onde cada aluno partiu de um ponto diferente para a visitação do ambiente construído e registrou as situações de falha na acessibilidade. Os alunos puderam visualizar a planta arquitetônica do pavimento a ser estudado através da ferramenta “Agenda” do TelEduc, onde estavam assinalados os pontos de partida do robô (Figura 1). Era possível estabelecer uma comunicação de forma simultânea com a equipe no local de estudo por meio da ferramenta “Bate-papo”. Com as fotografias extraídas durante a visitação, o aluno escrevia um relatório de avaliação do ambiente devendo identificar se os sete princípios do DU foram considerados no projeto do ambiente. O Quadro 1 mostra como as atividades evoluíram durante esta semana.

FEC- Piso térreo com os pontos indicados para o experimento

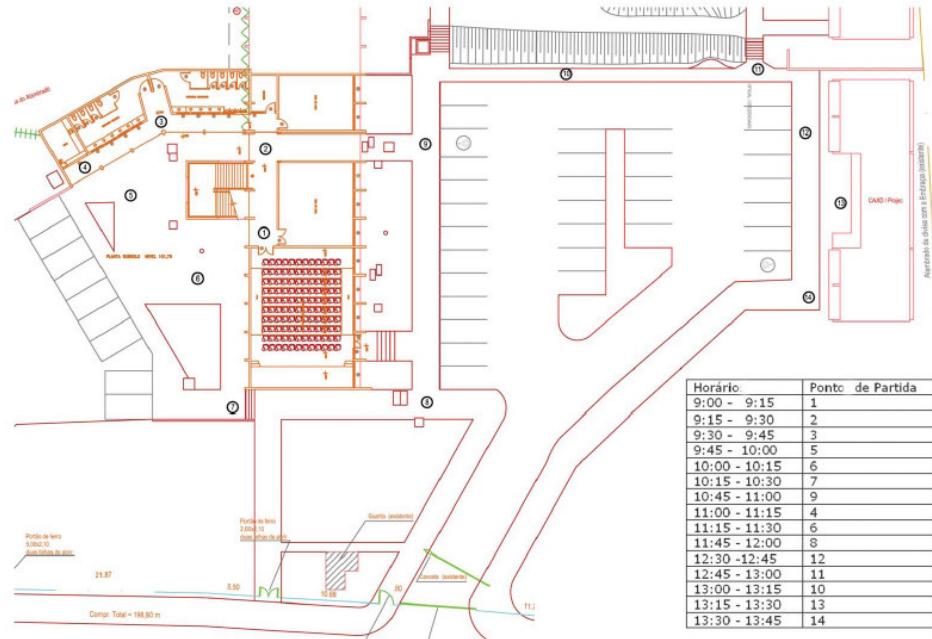


Figura 1 Planta arquitetônica com a indicação dos pontos de partida do robô

Quadro 2.1: Atividades desenvolvidas no Módulo 2: Conforto Funcional

1.1 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	FERRAMENTAS/ MATERIAIS - TELEDUC
1. Alunos leram a teoria sobre o tema. Destaque para a apresentação de <i>slide</i> narrado, enfatizando o tema “Ergonomia e Acessibilidade”.	Material de Apoio
2. Atividade LAR: cada aluno executava individualmente um experimento utilizando a manipulação remota e o monitoramento de um robô para a avaliação de desempenho de um ambiente construído. Cada experimento teve 15 minutos de duração	Atividade, LAR, Bate-papo, Portfólio
3. Cada aluno fez um relatório individual de avaliação do desempenho do ambiente considerando-se o experimento em relação aos conceitos de Desenho Universal	Atividade, Portfólio, Exercício
4. Alunos disponibilizavam relatórios e avaliavam comentários os relatórios de mais dois colegas (previamente definido).	Atividade, Portfólio
5. Discussão assíncrona geral: debate sobre a acessibilidade do prédio da FEC e sobre o experimento realizado no LAR	Bate-papo Parada Obrigatória

A avaliação desta atividade considerou as qualidades dos comentários e textos postados (pelos alunos) na ferramenta “Portfólio”. A avaliação global do espaço, gerada a partir do compartilhamento das informações, possibilitou uma discussão geral sobre o assunto em um Fórum de Discussão *on line*, onde foram convidados especialistas para debater os conceitos e a validade da prática didática executada.

3.1 O Laboratório de Acesso Remoto (LAR)

Tomando os princípios do Desenho Universal (DU) como parâmetros de avaliação, desenvolveu-se um experimento no contexto de avaliação de desempenho de acessibilidade. O experimento foi executado por meio de um Laboratório de Acesso Remoto¹. Utilizou-se recursos e tecnologia desenvolvida pelo Projeto SIROS do NIED/UNICAMP (<http://www.nied.unicamp.br/~siros/>). A equipe do Projeto SIROS utiliza tecnologias de hardware e software de baixo custo que podem ser implantadas em laboratórios de instituições de ensino fundamental, médio e superior (D'ABREU e CHELLA, 2003) (Figura 2) . Desta forma, as partes constituintes do LAR-SIROS são construídas obedecendo a critérios de modularidade e portabilidade que possibilitam, facilmente, a sua mobilidade, ou seja, sua instalação em locais geograficamente distintos do laboratório onde foi criado. Para a instalação de um LAR utilizando-se a infra-estrutura do Projeto SIROS basta ter um computador com acesso à Internet e o programa específico de comunicação deste computador com o dispositivo robótico que será controlado remotamente (Figura 3). A comunicação com o dispositivo robótico é feita por meio de um link de rádio.



Figura 2 Equipe do LAR-SIROS controlando servidor e comunicando-se com participante via bate-papo

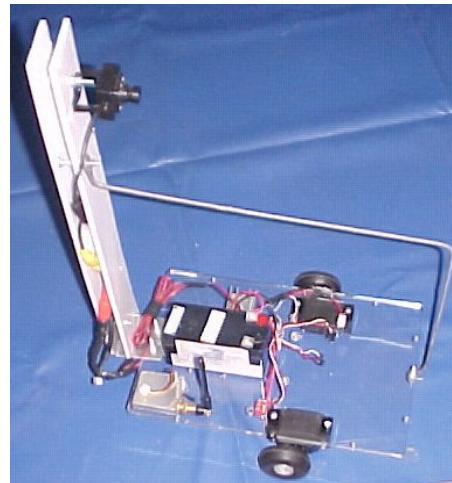


Figura 3 Robô do Projeto SIROS

A interface gráfica desenvolvida para o experimento possui botões que permitem: deslocamento do robô para frente ou para trás (ré) com incrementos de 30cm a cada passo; giro para a direita ou para a esquerda em incrementos de 20 graus (Figura 4). Além disso, a interface tem botões que permitem posicionar a câmera de vídeo do robô, tirar e armazenar fotos do local por onde o robô está se deslocando. As fotos armazenadas podem ser posteriormente recuperadas para análise e enviadas por e-mail para os usuários do LAR (esta tarefa não é automática).

¹Laboratórios de Acesso Remotos (LAR) são equipamentos reais que podem ser operados e controlados remotamente por meio de uma interface gráfica geralmente utilizando a rede Internet como meio de comunicação.

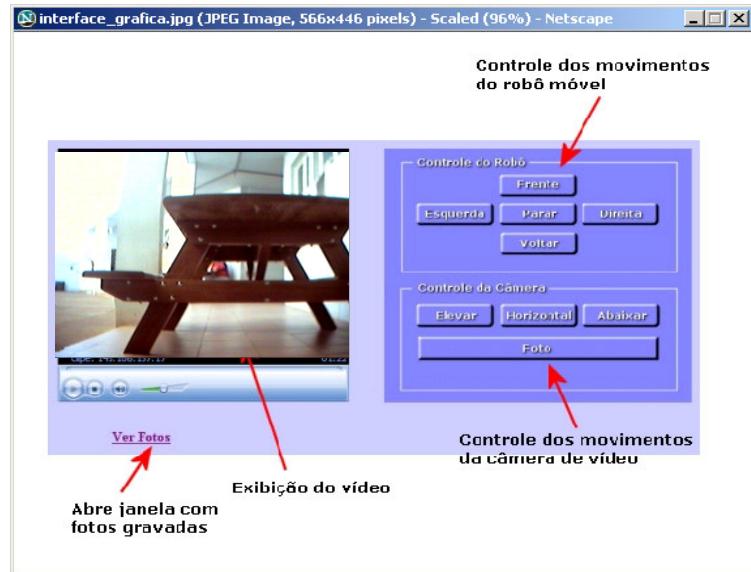


Figura 4 Interface do LAR-SIROS

4. VALIDAÇÃO DO EXPERIMENTO

A validação do experimento ocorreu em maio de 2005, com o objetivo de identificar os procedimentos a serem empregados no oferecimento real da Ação de Aprendizagem, que ocorreu no mês de setembro do mesmo ano. O processo de validação desejava verificar: se (i) a aplicação de LAR desenvolvida atendia às necessidades do experimento, (ii) se o controle remoto do robô impunha restrições na visitação e (iii) se os registros fotográficos fornecidos pelo robô dariam sustentação para um relatório de avaliação de desempenho de um espaço construído.

Verificamos que a infra-estrutura de LAR desenvolvida pelo projeto SIROS atendia às exigências do experimento de conforto funcional proposto. Embora os controles de movimentação do robô permitam visitação remota, observamos ser necessário o acompanhamento local (por uma pessoa) do robô durante o trajeto (Figura 5). Pode acontecer de o participante colocar o robô em uma certa situação em que seja necessária sua remoção. Verificamos também a necessidade de uma câmara fora do robô, para mostrar o robô visitando o ambiente. Esta segunda imagem denominada de visão do experimento na segunda pessoa ajudaria o participante remoto a melhor se localizar no espaço visitado.



Figura 3.4: Equipe do LAR-SIROS acompanhando robô sendo controlado remotamente no local de estudo

Observamos ainda que a altura de 40 cm da câmara no robô poderia passar uma impressão errônea de tamanho para o participante. Por exemplo, um delimitador de estacionamento de 30 cm de altura pode parecer, na imagem capturada pelo robô, como um guarda corpo. Por essa razão, achamos conveniente mudar a altura da câmara do robô ou manter um referencial constante durante todo o trajeto (isto é, ter uma pessoa sempre presente na direção do olhar do robô). Outra solução possível para esta questão é a inclusão de mais um controle sobre a câmara, de modo a mudar o ângulo do olhar cerca de 10 graus para cima e 10 graus para baixo.

5. OFERECIMENTO DA AÇÃO DE APRENDIZAGEM

O LAR-SIROS de conforto funcional foi utilizado por alunos no oferecimento piloto da Ação de Aprendizagem (19-23/09/2005), o que permitiu outras observações que acrescentam novos conhecimentos, além daqueles obtidos com a validação do experimento.

Para a discussão geral sobre o experimento de Conforto Funcional, foi solicitado aos alunos participantes que preparassem um relatório sobre a atividade e que inserissem as fotos registradas no momento do percurso com o devido comentário sobre a mesma (Figura 6). Ao final da coleta de dados, eles preencheram um formulário e o postaram em seu Portfólio Individual (Figura 7). As questões versavam sobre a identificação dos problemas de acessibilidade no edifício, avaliação do pavimento estudado de acordo com os sete princípios do DU, questionamento sobre o mobiliário disponível no local e, por fim, uma questão sobre a postura profissional de um arquiteto perante a fase de tomada de decisões de um projeto arquitetônico.



Figura 6 Fotos registradas no momento do percurso evidenciam barreiras na circulação.

Durante o oferecimento do experimento do LAR-SIROS de conforto funcional observamos a necessidade de comunicação síncrona com os participantes durante sua realização. Verificamos ainda instabilidades na tecnologia utilizada - interferência de comunicação no link de rádio - e atingimos o limite dos recursos oferecidos em termos de velocidade de rede e autonomia do robô (distância e bateria).

A imagem na segunda pessoa não foi implementada no LAR-SIROS, o que se mostrou mais uma vez necessária, já que os participantes demonstraram dificuldade em se localizar no ambiente estudado. Supomos que um retorno para o participante em forma de traçado do caminho percorrido possa ajudá-lo a localizar corretamente o robô durante a visitação remota ao ambiente.

Observamos também que mesmo com as dificuldades apontadas - existentes em maior ou menor freqüência em todas sessões do LAR - alguns alunos alcançavam um melhor desempenho na visitação remota do que outros. Levantamos como hipótese – a ser comprovada futuramente – que os alunos que transpõem a interface e que conseguem se projetar remotamente no lugar do robô, no ambiente visitado, têm melhor desempenho neste tipo de LAR.



Conforto Funcional

Introdução ao Conforto Ambiental

Experimento de Conforto Funcional - Preparação do Relatório

Ao final da coleta de dados, preencha o formulário abaixo e anexe-o ao seu Portfólio Individual.

- 1) Insira as fotos que representam problemas de acessibilidade no edifício no campo esquerdo e acrescente um comentário sobre ela no campo direito.**

	Comentário: <i>Essa foto mostra a cantina da faculdade na qual o chão é formado por um pequeno degrau que pode se tornar um problema para algum portador de deficiência. Além disso, a bancada só pode ser usada por uma pessoa que fique em pé e também possua uma altura considerável.</i>
	Comentário: <i>Quem anda por esse corredor encontrará a mesa como uma barreira, impede a circulação e ainda tem mais um degrau para atrapalhar (entre o corredor coberto e o chão da parte externa).</i>
	Comentário: <i>Aqui encontra-se o mesmo problema citado acima, um degrau entre o chão da parte externa e o piso do corredor pode interferir na acessibilidade. Nessa parte até mesmo o robô teve dificuldade de prosseguir.</i>

Obs.: Se desejar anexe mais fotos e comentários.

- 2) Faça uma Avaliação do pavimento estudado no edifício de acordo com os 7 princípios do Desenho Universal:**

O pavimento não foi projetado para todos, o degrau foi o maior problema encontrado, e devido à cantina o espaço é muito limitado para a circulação ao redor, principalmente no corredor pois essa parte é coberta onde as pessoas procuram mais se abrigar.

- 3) Você crê que o mobiliário presente no edifício foi previsto no projeto inicial? Por que?**

Não, pois se fosse o corredor poderia ser mais largo devido a mesa que se encontra no caminho, uma vez que ela impede a livre circulação já que ela ocupa a largura inteira do corredor.

- 4) Como arquiteto, que medidas você poderia adotar, na fase de projeto, para tentar evitar problemas de acessibilidade pós-ocupação?**

Eu pensaria nas pessoas que eventualmente circulariam pelo edifício, desse modo, projetaria algo acessível a todos que o utilizariam. Também poderia pensar em como o prédio seria usado, pois isso também interfere na acessibilidade do lugar.

Figura 7 Exemplo de formulário preenchido por aluno, com fotos e comentários.

6. RESULTADOS

Constatamos que mesmo com as limitações encontradas houve: (i) grande satisfação por parte dos alunos em participarem do experimento e (ii) o experimento proposto para avaliação de desempenho de ambientes em termos de acessibilidade via LAR é absolutamente viável. Notamos que a visitação feita por acesso remoto apresenta certas limitações e não substitui a vivência real. Entretanto, permite ao visitante um *olhar diferenciado* sobre o ambiente, o que requer uma certa abstração dos processos perceptuais, análogo ao que ocorre no ato de projetar. Estas observações foram extraídas dos próprios participantes do LAR e especialistas de conforto ambiental que discutiram a experiência em um bate-papo posterior ao experimento.

Avaliamos que o objetivo principal em discutir os conceitos básicos de conforto funcional, acessibilidade e Desenho Universal foi obtido com sucesso, tendo em vista as respostas e comentários postados pelos alunos na ferramenta “Portfólio”. O experimento possibilitou verificar que a vivência real e a experiência remota são processos complementares, ambos importantes na avaliação de requisitos de acessibilidade. Podemos também concluir, que a avaliação de desempenho do ambiente, executada de forma dinâmica e interativa, mostrou a necessidade crescente da utilização dos recursos tecnológicos emergentes em apoio à metodologia de ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Norma Técnicas – **NBR 9058/2004 – Acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos.**

D'ABREU, J.V.V.; CHELLA, M. T, “Ambiente de Telerobótica em EaD”. In **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação** - SBC2003, Campinas, 2003.

KOWALTOWSKI, D. C.C.K.; LABAKI, L. C.; RUSCHEL, R. C.; BERTOLI, S. R.; PINA, S. A. Mikami. G. **Melhoria do Conforto Ambiental em Edificações Escolares de Campinas-SP.** Relatório Científico. Projeto de Pesquisa FAPESP, 2001.

STORY, M. F. Principles of Universal Design in PREISER, W. F. E.; OSTROFF, E (ed). **Universal Design Handbook.** New York: McGraw-Hill, 2001. Cap.10, pp 10.3 –10.19.

ORNSTEIN, Sheila com a colaboração de Marcelo Roméro. **Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído.** São Paulo:Studio Nobel e Edusp, 1992.

RUSCHEL, R.C.; FREIRE, F.; BERNARDI, N.; CARDOSO, E.; GUIMARÃES, E.; D'ABREU, J.V.; CHELLA, M.; HARRIS, A.L.N.C.; MARTINS, C.; CUPERSCHIMID, A.R.M. Transporting present laboratory experiments on environmental comfort to remote access laboratories. In: **WORKSHOP TIDIA FAPESP**, 2., 2005, São Paulo. São Paulo:FAPESP, 2005, p. 1-10. Disponível em <http://tidia-ae.incubadora.fapesp.br/portal/documents/external_documents/IIWTF/fullpapers/>