

Design e Acessibilidade para Educação: Um caso de produção de material didático inclusivo, para o ensino de ciências.

Design and Accessibility to Education: A case of production of science inclusive teaching material

Fernando da Silva Ramos

FACAMP, Brasil
fernandala@gmail.com

Ana Beatriz de Araújo Linardi

FACAMP, Brasil
anabeatriz.linardi@gmail.com

Vitor Damiani

FACAMP, Brasil
vdamiani@gmail.com

Flávio Valverde Garotti

FACAMP, Brasil
flaviovalverde@gmail.com

Abstract

This article describes the methods of an inclusive design project developed by FACAMP'sⁱ NIEDAⁱⁱ, as demanded by the UNICAMPⁱⁱⁱ Science Museum (Brazil). The objective was to create a multi-sensorial interface that would be capable of describing the process of energy generation and distribution in a hydro-power plant. It began with a scheme based on images and a narration was built out of audible and tactile systems so that it would be comprehensible for the blind public as well, without compromising the aesthetic and informative aspects. It also reveals the challenge of combining the use of multiple technological resources, such as 3D printing and laser cutting.

Keywords: Design; Education; Accessibility; Tecnology; Science

Introdução

No ano de 2015, O NIEDA (Núcleo Interdisciplinar de Estudos em Design e Acessibilidade) da FACAMP (Faculdades de Campinas), desenvolveu, sob demanda do Museu de Ciências da UNICAMP (Universidade de Campinas), um material didático pautado pelos princípios gerais do Design Universal, e guiado por cuidadosa atenção ao público com necessidades especiais.

O projeto reflete a percepção comum entre os envolvidos, da urgência pelo desenvolvimento de materiais didáticos inclusivo de baixo custo, capaz de tirar proveito dos potenciais de tecnologias digitais (fabricação, impressão e sonorização).

O acervo do Museu Exploratório de Ciências da Unicamp é integrado em parte, por uma exposição realizada em torno tema 'Energia'. Dentre as estações e experimentos que compõem a exposição, há uma maquete de 4,0 m que ilustra o processo de geração, distribuição e consumo da energia elétrica, a partir de uma usina hidrelétrica. O desafio que o NIEDA assumiu foi o de redesenhar esta maquete (concebida para ser experimentada essencialmente através da visão), a um público mais amplo, de forma a incluir também também pessoas com deficiências visuais, através de meios expressivos multi sensoriais.

A referida maquete original é baseada em um esquema gráfico que procura reproduzir sintética e figurativamente o sistema, através de suas partes constitutivas: Lá estão a

represa, a barragem, os dutos, as turbinas, o dínamo, as linhas de transmissão, as estações transformadoras, e também os prédios e casas com personagens que ilustram, através de suas ações, o contexto no qual a energia elétrica é consumida, tais como o consultório de um dentista, uso de eletrodomésticos em residências, trabalhadores com máquinas, etc.

Observa-se que esquemas figurativos de processos em etapas, geralmente seguem a mesma organização da narrativa linear empregada na literatura. Os acontecimentos são apresentados sequencialmente, um após outro, encadeando e criando vínculos associativos. Quando se trata de mostrar fisicamente o processo, também pode-se recorrer ao mesmo recurso. Como solução de projeto, a maquete original apresentou eventos sequenciais através de representações que retratavam a realidade em um processo mimético: o rio e o contexto natural, a queda d'água, turbinas, geradores, fios e personagens em ação, sugeriam, mesmo que de forma estática, as etapas do processo.

Para um deficiente visual, no entanto, a maquete original, calcada exclusivamente no esquema visual, só existe a partir de um texto narrativo que pode ser apresentado em braile ou pela mediação de um guia. O que se perde nesse processo, é o caminho que o vidente percorre através do olhar e, com ele, a principal função de uma representação plástica de um processo de forma diferente da descrita nos manuais escolares.

É essa a função que museus devem perseguir: formas de educação ou aprendizado pautadas na experiência. Dessa forma possibilita-se uma autonomia frente ao conhecimento e construção de sentidos sobre o que se vê.

A partir de reflexões nas áreas da Educação e Acessibilidade, este artigo procura debater alguns dilemas do projeto em design, mas principalmente, apresenta algumas trilhas que levaram às soluções de projeto, através da associação entre técnicas tradicionais e digitais de prototipagem, tais como serralheria, marcenaria, fundição em resina, moldagem em silicone, impressão digital, corte a laser, impressão 3D e eletrônica.

Concepção da forma e processos construtivos

A "estação", como foi chamada o resultado do projeto, procurou criar correspondências diretas com os elementos constitutivos do cenário do esquema original, formado por representações visuais das macro estruturas: represas,

cidade, edifício, ou seja, coisas que o cego não consegue apreender cotidianamente pelo tato, por serem construções espaciais e amplas. Para descrever essas macro estruturas, optou-se por representar os elementos da maquete de maneira não literal; assim, a forma tátil associa-se ao som, numa relação dialógica não encerrada nela mesma como representação do objeto, mas enquanto metáforas que sintetizam um conjunto de informações.

No lugar de tentar representar literalmente os referentes, cria-se uma experiência poética através de formas abstratas e do som, a ser explorada também pela imaginação, sem reduzir a experiência a um esforço burocrático de relacionar volumes e texturas a ambientes que o usuário não conhece, por serem macro estruturas. Dessa forma, a "ideia" de sistema complexo de geração, distribuição e consumo de energia, foi transformada em objetos cujas formas em nada se parecem com seus referentes reais, mas que geram som e vibração.

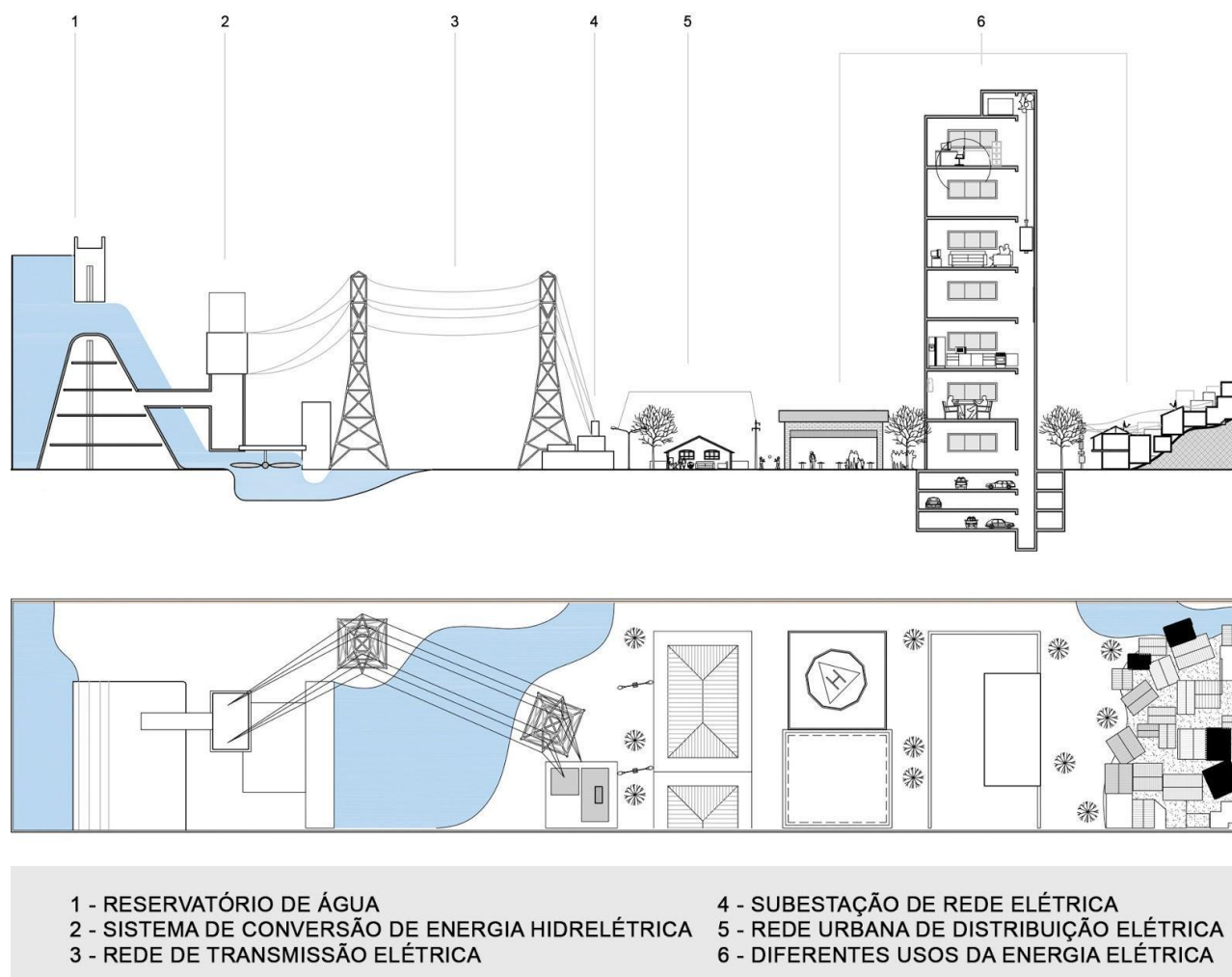


Figura 1: O desenho esquemático descreve o caminho da energia elétrica, de sua geração ao consumidor final

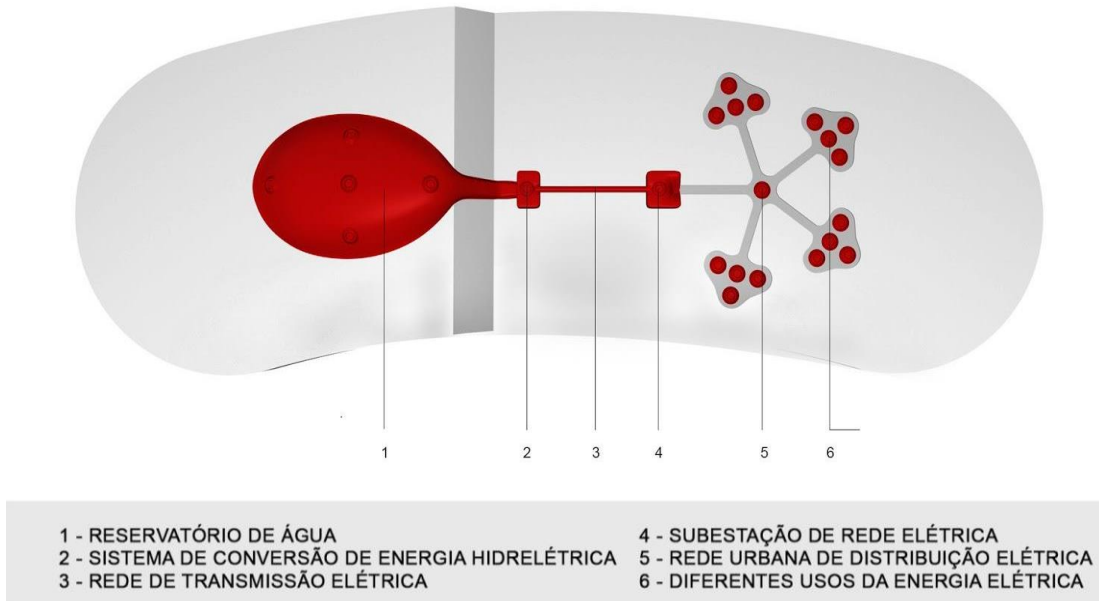


Figura 2: O projeto respeitou a estrutura do esquema original, mas foi formalmente reconfigurado.



Figura 3: O esquema original é também reconfigurado através de uma ilustração que cobre a superfície plana da estação.

A sequência estrutural do sistema hidroelétrico, com todas as partes e etapas constituintes, foi descrita através de duas camadas sensoriais que se sobrepõem e se reforçam em significados, articulando recursos táteis, sonoros e visuais, procurando desta maneira, atingir a um público mais amplo.

1. Reservatório de água

A represa não foi criada para ser um simulacro da represa real mas uma forma simbólica – uma peça de resina transparente em formato de gota faz alusão direta ao elemento água, que escorre entre dois planos, estendendo suas formas, e criando um caminho semelhante ao caminho que a água realiza no processo de transformação de energia. Ao realizar esse movimento, o som tem seu papel de guia, localizando o deficiente visual nos pontos do reservatório e o que se segue a partir dela.



Figura 4: Duas camadas sensoriais se sobrepõem, no projeto desenvolvido na oficina de design da Facamp



Figura 5: O modelo prototipado fdm de resolução 0,1 mm foi moldado em silicone e fundido em resina de poliéster

A gota de resina transparente foi inicialmente modelada tridimensionalmente em software gráfico e impressa em plástico ABS em uma 3D printer de tecnologia FDM. Após pós processamento manual, o modelo foi moldado em borracha e fundida em resina de poliéster.

2, 3 e 4 - Sistema de conversão de energia elétrica, rede de transmissão e subestação de rede elétrica.

O sistema de conversão, compreendido pela barragem, a tubulação, a turbina e o dínamo, foram estilizados em um desenho de afunilamento da gota que “escoa” em um ângulo de 45 graus para o plano mais baixo da mesa. Se as mãos captam simbolicamente o movimento de contenção e queda da água, os sons reforçam esses significados, e um sistema vibratório sugere a passagem da água pela turbina.

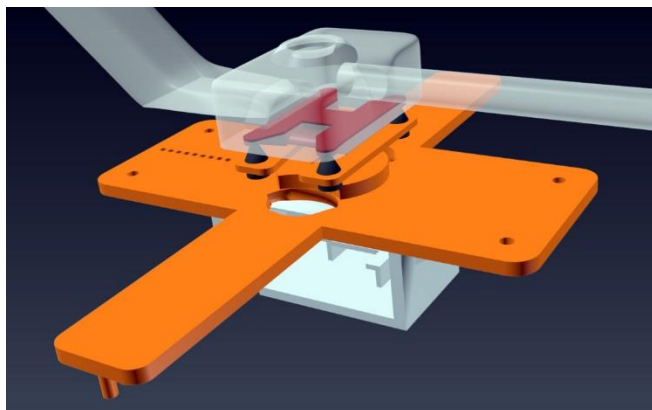


Figura 6: Render do mecanismo impresso em 3D que dispara a vibração da haste de acrílico

O sistema de vibração consistiu na utilização de bombas de 13W, como as utilizadas em pequenos aquários. Criou-se uma excentricidade em seu eixo, e o amortecimento para o



restante do sistema foi feito com elásticos comuns. Dois destes vibradores, representando os sistemas de conversão, apoiam uma haste de acrílico, que representa precisamente as linhas de transmissão do sistema elétrico.

5 e 6 - Rede urbana de distribuição e diferentes usos da energia elétrica

Em toda a estação, o deficiente visual é orientado aos pontos sonoros, através de um baixo relevo moldado por uma cortadora a laser no acrílico. Os numerosos pontos dão acesso a paisagens sonoras que ilustram especialmente diversas situações cotidianas nas quais a energia elétrica é utilizada.

A laser cutter também foi utilizada, devido à sua precisão de corte, para produzir as placas de proteção em acrílico 3,0 mm no formato curvo da mesa. A impressão 3D também foi empregada para produzir os botões localizadores dos identificadores de áudio, e um artefato de suporte para o sistema de vibração. Ambos elementos foram utilizados diretamente sobre a estação, tal qual foram impressos originalmente, com pós processamento mínimo.

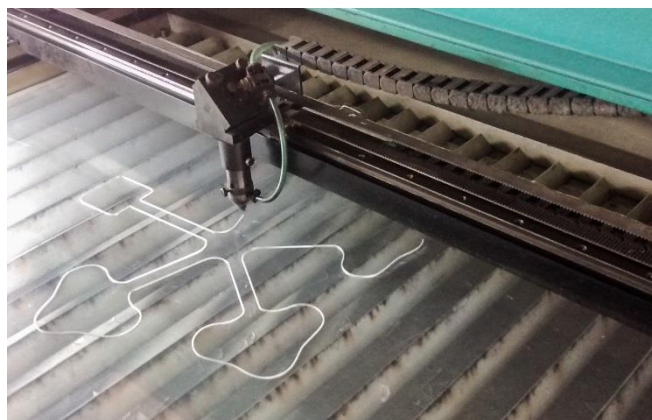


Figura 7: A Laser Cutter foi utilizada para o corte do acrílico e da madeira

Ergonomia.

A otimização dos elementos informativos, táteis e sonoros, considerou as recomendações normativas da área da antropometria, no que se refere à adaptação das dimensões da estação aos alcances naturais de uma pessoa em posição sentada, de modo a garantir seu conforto e segurança ao longo da experiência.

O ajuste ergonômico determina o quão eficientemente as ações são executadas sobre uma estação de trabalho. Os elementos informativos e de controles foram posicionados de maneira a respeitar o alcance dos usuários, dentro de

uma faixa a atender 90% da população de usuários, contando apenas com a movimentação das mãos e dos braços, sem distensões e torções do tronco.

As instruções iniciais (em braille e áudio descrição), bem como os acessórios (o leitor óptico e os fones de ouvido) estão posicionadas na área mais próxima ao corpo, onde apenas o movimento dos antebraços é solicitado, enquanto os demais elementos volumétricos e pontos de áudio não ultrapassam os limites de acesso dos braços estendidos. Quando a torção do tronco é necessária, a função de rotação é exercida pela cadeira giratória, com rodízios.

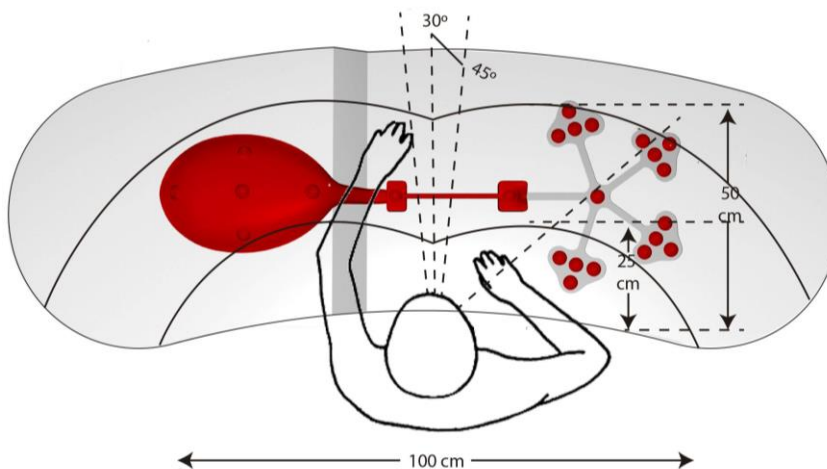


Figura 8: Estudo dos fatores ergonômicos básicos da estação

O Design do Som

Hoje as tecnologias que envolvem captação e reprodução do som possibilitam emular com perfeição o que o ouvido humano consegue captar. Através desses recursos é possível criar a sensação de se estar em um lugar com toda a complexidade sonora, tornando possível perceber sons que estão vindo de direções diversas, criando uma espacialidade sonora, recurso bastante utilizado no cinema.



Figura 9: Pontos de acionamento óptico do áudio

Considere-se que o deficiente visual utiliza os referenciais sonoros para sua localização no espaço. Essa capacidade de percepção sonora é continuamente exercitada no cotidiano das pessoas cegas com a finalidade de construir mentalmente o espaço que está além do que ela apreende pelo tato. A utilização de sons é uma possibilidade de construção mental do espaço, emulando os sons da natureza, pássaros, máquinas etc, semelhante ao que seria vivenciado no local.

A reprodução dos ambientes naturais e urbanos, concebidos como objetos sonoros capazes de combinarem-se, possibilitam uma experiência repleta de significados através de construções simbólicas, possibilitando experiências mais complexas do que seria possível com apenas uma narração que explica um determinado fenômeno, com mais dinamismo e realismo. O consultório do dentista, por exemplo, foi recriado a partir dos sons que um paciente ouve ao ser tratado, como se estivesse participando ativamente da ação "descrita". Os sons ambientes foram gravados sem utilizar nenhuma locução que pudesse funcionar como legenda, mas que possibilitassem uma experiência sensível, poética, na qual o fruidor pudesse acionar as próprias referências e construir sentidos diversos, ao mesmo tempo em que assimilasse o processo.

Para acessar o conteúdo sonoro contido em cada um dos pontos, o usuário utiliza um leitor ótico que correlaciona pontos programados na mesa à determinados áudios no formato MP3, que são reproduzidos em fones de ouvido. O Conjunto de paisagens sonoras utilizadas no projeto pode ser acessado através do link <https://goo.gl/v4mZau>

Considerações Finais

O desafio proposto foi a criação de uma estação acessível capaz de representar todo o processo de geração e distribuição de energia a partir de uma usina hidrelétrica, de forma interativa, destinada ao público em geral, com atenção especial ao público deficiente visual.

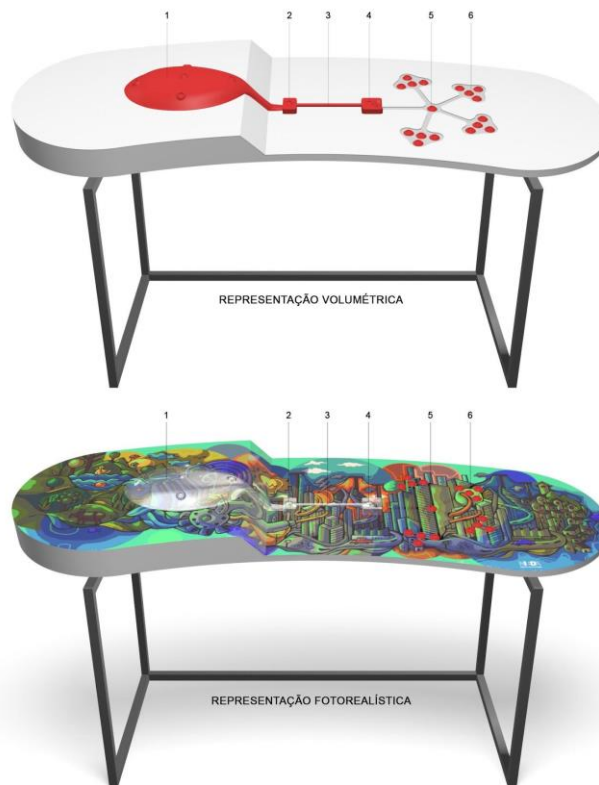
Evitou-se partir dos recursos que são usualmente apresentados como alternativas para esse público: textos descritivos em braille ou seu equivalente em áudio descritivo. Considerou-se que o som poderia ser explorado de forma mais ampla do que apenas a serviço de uma locução.

O caminho escolhido para oferecer acesso dessas informações ao deficiente visual foi através de uma narrativa tátil e áudio descritiva. Considerando que em uma exposição desta natureza a experiência de construção de sentidos próprios é fundamental para que o público usufrua e assimile

a informação, é importante que o observador tenha autonomia perante o que está sendo mostrado. O projeto partiu da premissa de que apenas uma descrição literal dos elementos da maquete não possibilitaria uma experiência individual e autônoma pelo deficiente visual. Portanto, procurou-se criar nesse trabalho o acesso à informação de forma direta e autônoma, através de uma experiência tátil e de referenciais sonoros, que trouxessem uma relação com o repertório que o deficiente visual tem de antemão, bem como a familiaridade na assimilação e reconhecimento de sons.

Por tratar-se de um projeto experimental, os resultados ainda estão sendo medidos e compilados.

Outros potenciais projetos foram vislumbrados a partir dos primeiros resultados. Um deles dá a pista de que é possível apresentar este conteúdo com custo ainda menor, a partir da utilização de dispositivos móveis para as funções de leitor ótico e reproduzidor dos áudios, bem como o formato de livro *pop up*, para o suporte físico tátil. Tais adaptações não são automáticas, e algumas das soluções teriam que ceder espaço a simplificações, o que poderia, em princípio, significar algum empobrecimento estético. Por outro lado, é possível tornar a experiência ainda mais efetiva e impactante, especialmente ao público vidente, com a inclusão de outras tecnologias digitais, tais como a Realidade Aumentada.



- | | |
|--|--|
| 1 - RESERVATÓRIO DE ÁGUA | 4 - SUBESTAÇÃO DE REDE ELÉTRICA |
| 2 - SISTEMA DE CONVERSÃO DE ENERGIA HIDRELÉTRICA | 5 - REDE URBANA DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA |
| 3 - REDE DE TRANSMISSÃO ELÉTRICA | 6 - DIFERENTES USOS DA ENERGIA ELÉTRICA |

Figura 10: Projeto final sobrepõe três sistemas sensoriais: Tato, visão e audição

Referências

ARNHEIM, RUDOLF. Intuição e intelecto na arte. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

BAUDRILLARD, JEAN. El sistema de los objetos. Letra e, México, 1979.

BACHELARD, GASTON. A poética do espaço. São Paulo: Martins Fontes, São Paulo, 1998

BONSIEPE, Guy. Do material ao digital. São Paulo: Bluncher Editora, 2015

BOURRIAUD, NICOLAS. Estética relacional. Adriana Hidalgo Editora, São Paulo, 2008

BRASIL. Decreto no. 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as leis no. 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e no. 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção de acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 2004.

BRITO, Jorge; COELHO, Luiz. Fotogrametria digital. 1. ed. Rio de Janeiro: IME - Instituto Militar de Engenharia, 2009.

CAMARGO, Eder Pires. Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física. São Paulo: Unesp, 2012

CARVALHO, E.N.S.; MONTE, F.R.F. A educação inclusiva de portadores de deficiências em escolas públicas do DF. Temas em Educação Especial III. São Paulo: Editora Universidade de São Carlos, 1995

COUCHOT, E. Da representação à Simulação. Evolução das Técnicas e das Artes da Figuração. In Parente, André, Imagem Máquina. A Era das tecnologias do Virtual. Ed.34. São Paulo. 1999.

CSIKSZENTMIHALYI, MIHALY (1990), Flow: The Psychology of Optimal Experience, Harper & Row, New York-NY, 1990,

DIMBLERY, R. ; BURTON, G. Mais do que palavras: uma introdução à teoria da comunicação. 4.ed. São Paulo: Cortez, 1990

FLUSSER, VILÉM. O mundo codificado. Por uma filosofia do design e da comunicação. São Paulo: Cosac Na1fy, 2007.

FINKE, R.A., WARD, T.B., & SMITH, S.M. (1992). Creative Cognition: Theory, Research & Applications. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1996.

FRANÇA, V.V. O objeto da comunicação: a comunicação como objeto. In: HOHLFELDT, A. et. al. (Org.)

JOLY, MARTINE (1994) — Introdução à Análise da Imagem, Lisboa, Ed. 70, 2007

MITTLER, P. Educação inclusiva: contextos sociais. São Paulo: Artmed, 2003

PEIRCE, Charles. S. Escritos Coligidos, in Os Pensadores. São Paulo, Abril Cultural. 1974

PARRA, N.; PARRA, I. C.C. Técnicas audiovisuais de educação 5.ed. São Paulo: Pioneira, 1985

PIGNATARI Décio. Informação. Linguagem. Comunicação. São Paulo, Editora Perspectiva, 1970.

SIMONTON, Dean Keith. Creativity - Cognitive, Personal, Developmental, and Social Aspects. Revista American Psychologist, January 2000

STERNBERG, Robert J. Handbook of Creativity. Cambridge University Press, 1999.

VIGOTSKI, L.S. Fundamentos da defectologia: el niño ciego. In: Problemas especiales da defectologia. Havana: Editorial Pueblo y Educación, 1997.

WEISBERG, Robert W. Creativity and knowledge: A challenge to theories in: Sternberg, robert Robert J. (Ed), (1999). Handbook of creativity,. New York, NY, US: Cambridge University Press, ix, 490 pp

Notas

- ⁱ Campinas College (www.facamp.com.br)
- ⁱⁱ Interdisciplinary Center of Design and Accessibility Studies (www.nieda.com.br)
- ⁱⁱⁱ Campinas University (www.mc.unicamp.br)