

Tecnologias Digitais e Inclusão: Criação Participativa de Gráficos Táteis

Digital Technologies and Inclusion: Participatory Creation of Tactile Graphics

SILVA, Samuel Renato Oliveira; Especialista em Ergonomia; UFMA

samuel.silva@ufma.com

MAIA, Ivana Márcia Oliveira; Doutora; UFMA/IFMA

ivana.maia@ifma.edu.br

Resumo

Este artigo propõe uma metodologia centrada na participação de pessoas com deficiência visual para a criação de gráficos táteis que representam padrões gráficos de azulejos coloniais. Utilizando técnicas de modelagem tridimensional e prototipagem, o estudo visa desenvolver modelos que facilitem a exploração tátil de elementos culturais, promovendo aprendizado e satisfação. A proposta justifica-se por integrar duas práticas importantes: o uso de tecnologias digitais para preservar a cultura e o desenvolvimento de tecnologia inclusiva de baixo custo, voltada para a inclusão de pessoas com deficiência visual no estudo e apreciação da arte e cultura. O objetivo geral é, através de uma metodologia participativa, criar representações táteis de azulejos coloniais, considerando que embora tenha havido avanços significativos em respeito, condições de vida e acessibilidade, ainda persistem dificuldades e barreiras diárias para as pessoas com deficiência.

Palavras-chave: gráficos táteis, design participativo; inclusão cultural.

Abstract

This article proposes a methodology centered on the participation of people with visual impairments to create tactile graphics that represent graphic patterns on colonial tiles. Using three-dimensional modeling and prototyping techniques, the study aims to develop models that facilitate the tactile exploration of cultural elements, promoting learning and satisfaction. The proposal is justified by integrating two important practices: the use of digital technologies to preserve culture and the development of low-cost inclusive technology, aimed at the inclusion of people with visual impairments in the study and appreciation of art and culture. The general objective is, through a participatory methodology, to create tactile representations of colonial tiles, considering that although there have been significant advances in respect, living conditions and accessibility, daily difficulties and barriers still persist for people with disabilities.

Keywords: tactile graphics, participatory design; cultural inclusion.

1. Introdução

O progresso significativo observado nas últimas décadas no desenvolvimento e inovação tecnológica nas áreas de projeto e indústria é atribuído ao rápido avanço das tecnologias de computação associada à variadas áreas. Essas inovações não apenas impactam a indústria, mas também apontam para o progresso social em direção a um mundo mais equitativo, reduzindo disparidades e promovendo a inclusão social.

Atualmente, nos domínios do Design e da Engenharia, a modelagem tridimensional tem sido prevista como um procedimento padrão em diversos contextos, incorporando a prototipagem rápida e a fabricação digital como práticas intrínsecas aos desafios projetuais contemporâneos com a capacidade de oferecer visualizações que contribuem para a compreensão espacial e concretização de ideias.

Essa evolução prática pode contribuir na inclusão de pessoas com deficiência visual, possibilitando a exploração tátil de diferentes informações, como obras de arte e elementos culturais, possibilitando sua integração de maneira mais autêntica ao cenário artístico e cultural. Embora vários métodos tenham sido propostos para abordar a construção de superfícies em relevo (3D ou 2,5D) de imagens únicas, apenas alguns se dedicam explicitamente à construção de modelos com relevações considerando as necessidades e limitações de pessoas com deficiências visuais. “À vista disso, diferentes países do mundo, inclusive o Brasil, estão desenvolvendo soluções para integrar, incluir e facilitar a vida de pessoas com deficiências, assim como a vida das pessoas próximas, que convivem com elas” (SAGAWA; OKUDERA; ASHIZAWA, 2019).

A distinção entre os novos métodos de modelos digitais e os métodos antigos de modelagem reside no fato de que os primeiros não se limitam à reprodução idêntica de um produto. Ao contrário, configuram-se como sistemas suficientemente adaptáveis para gerar uma ampla variedade de formas, permitindo a reprodução fiel de peças escolhidas para prototipagem e sua representação em diversos formatos. Como resultado, há uma atenção crescente por parte de designers, dentre outros profissionais voltados para a inclusão de pessoas com deficiências visuais, quanto às potencialidades de produção de elementos artísticos e culturais perceptíveis por meio da exploração tátil.

Nesse contexto, este artigo apresenta uma proposta de metodologia centrada na participação de pessoas com deficiência visual para a construção de gráficos táteis, informativos sobre os padrões gráficos que ilustram as superfícies dos azulejos coloniais. O estudo envolve técnicas de modelagem tridimensional e prototipagem adequadas para o desenvolvimento de modelos tridimensionais (3D) facilitando a exploração tátil de elementos culturais e estimulando experiências de aprendizado e satisfação.

O projeto se justifica por propagar duas práticas relevantes: a aplicação de tecnologias digitais no resgate e preservação da cultura e o desenvolvimento de tecnologia com metodologia participativa, voltada para a inclusão de pessoas com deficiência visual no estudo e apreciação da arte e cultura. Para tanto, tem como objetivo geral propor, através de metodologia participativa, configurações representativas de azulejos coloniais sob a forma de gráficos táteis. Refletir sobre a história das pessoas com deficiência de forma abrangente, não limitada apenas à deficiência visual, permite uma compreensão mais profunda dos pré-conceitos e desafios que ainda persistem em nossa sociedade.

Essa reflexão abrange não apenas as questões específicas a cada tipo de deficiência, mas também verifica como a sociedade como um todo tem lidado com essa parcela da população ao

longo do tempo. Embora com os avanços significativos em termos de respeito, condições de vida e acessibilidade para pessoas com deficiência, não se pode ignorar a persistência das dificuldades e barreiras enfrentadas em seu dia a dia.

2. Contextualização

A identidade e globalização ocupam uma posição central no discurso atual do design, isto acontece devido ao dinamismo do aspecto identitário, que é algo construído em etapas. Mediante o pluralismo cultural, as metodologias de design encontram espaço para agir de forma estratégica e inovadora, fomentando as potencialidades dos territórios (BONSIEPE, 2011, p. 45).

Morales et al. (2013) cita que Vigotsky concentra sua atenção no fato de que “os indivíduos se desenvolvem a partir de um processo de aprendizagem sociocultural”. Ainda, para Vigotsky, segundo os autores, é “a interação social em um contexto e a capacidade coletiva de apreender e imitar que estimulam a linha de base natural ou de base para o desenvolvimento dos indivíduos”. Pensamento corroborado por Cardoso (2012), que afirma “a necessidade de integrar mais projeto e pesquisa, às práticas profissionais e atividades culturais, sem perder de vista a natureza essencial do design como atividade projetual, capaz de viabilizar soluções sistêmicas e criativas para os imensos desafios do mundo complexo”. Dessa forma, algumas Tecnologias Assistivas (TA) atuais já refletem tendências com foco na total independência, permitindo que o usuário realize tarefas sozinho, que antes exigiam assistência de outros”.

Ao projetar um produto, o designer deve estar ciente do seu usuário, levando em consideração o contexto e as suas limitações. Krippendorff (2001) afirma que os artefatos não existem fora do envolvimento humano. Eles são construídos, compreendidos e reconhecidos quando usados pelas pessoas, que têm objetivos próprios, para isso é importante se levar em conta os aspectos da usabilidade. Enfatizando a necessidade de compreensão da diversidade dos usuários, o Design Inclusivo atribui um conjunto de critérios que conduzem ao sucesso os produtos irrestritos, além do sucesso das empresas que investem neste nicho devem ser relacionados a fatores como os usuários, os recursos e o planeta (WALLER et al., 2015; SULLIVAN; SAHASRABUDHE, 2016).

Este estudo é identificado pela aplicação de TA para contribuir com a participação das pessoas na vida social, através de metodologia construída juntamente com essas pessoas. Quando se pensa em inclusão social é importante compreender que há vários caminhos que podem facilitar a integração entre todas as pessoas e propiciar o envolvimento social entre os indivíduos (STOA, 2018).

3. Estado da Arte

Para Fillmann (2019), a investigação parte da inquietação sobre o modo como os significados das ilustrações de publicações táteis não são totalmente compreendidas pelas pessoas com deficiência visual. Os critérios para a representação de figuras em livros táteis e outros materiais educacionais nem sempre são eficazes para estimular o sentido háptico das crianças. Por ser um estudo conduzido sob o olhar do design gráfico, o objetivo foi o de produzir, sob o viés do processo de projeto com metodologia participativa, um instrumento com orientações para mediadores, educadores e familiares de crianças com deficiência visual, de modo a orientá-los para o uso adequado de figuras que gerem estímulo tátil.

A fim de gerar um padrão capaz de servir de orientação para a construção e reprodução de figuras em materiais de interação de caráter inclusivo, propõe-se construir a metodologia com a participação de pessoas com deficiência visual.

Segundo o autor, os parâmetros para a representação de figuras táteis que respondem as necessidades essenciais para a estimulação de pessoas com deficiência visual, se mostram como um desafio atual aos designers a necessidade de atuar em cenários ativamente mutantes e complexos, como pode ser o ato de projetar em design de interação para pessoas com deficiência visual, deixando de ser definitivamente tecnicista e linear. É preciso ultrapassar a arena ainda pouco conhecida e pouco decodificada daquilo que é intangível aos bens de produção.

Das técnicas de reprodução de ilustração que frequentemente são utilizadas para a representação de figuras táteis em livros, as três mais comuns são a termoformagem, a aplicação de textura e a aplicação de linhas em relevo. “...cada técnica de ilustração não dá, portanto, o mesmo tipo de informação real sobre os objetos (informação 3D, contorno em relevo, texturas etc.) (THEUREL et al. 2013, P. 234).

Os autores, em sua pesquisa, ao testarem a eficácia das três técnicas na reprodução de ilustrações táteis, apontaram para o caminho mais adequado a ser utilizado. Para eles, a técnica do uso de linhas em relevo no contorno das ilustrações se apresenta como a menos promissora, “uma vez que restringe os participantes a uma exploração sequencial e lenta de seguimento dos contornos, requerendo mais trabalho de recursos e de memória” (LEDERMAN & KLATZKY, 1987 apud THEUREL et al., 2013, p. 234).

A termoformagem demonstra ser uma técnica mais interessante para transformar objetos 3D em 2D, sem oferecer limitações, como uma necessidade de sequência de contorno apresentada pelas linhas em relevo.

“Em primeiro lugar, a textura proporciona pistas salientes para a identificação. Em segundo lugar, as imagens com textura fornecem uma dupla fonte de informação, preservando informações sobre contornos e adicionando preciosas informações relacionadas aos materiais de que os objetos são feitos” (THEUREL et al., 2013, p. 234).

Conforme Corrêa Silva et al (2023), é necessário respeitar uma diferença significativa de relevo, encontrar uma unicidade na representação das formas visando a familiaridade de seu reconhecimento e atingir o que a pesquisadora classifica como estabilidade e sensibilidade das formas, ou seja, parâmetros de continuidade e resolução de uma representação.

Jehoel (2007) propõe 8 categorias de avaliação para mapas táteis:

1. sensação ao toque (feel of material): a sensação ao toque leva a percepção instantânea sobre as características do material a partir da sensação obtida através do tato;
2. clareza (clarity): Trata da percepção dos detalhes geométricos dos símbolos;
3. Elevação (elevation): Envolve o relevo representado pela elevação vertical do símbolo em relação ao plano de impressão;
4. Braille: inclui as características como clareza, relevação e espacialização das celas Braille;
5. desenho do símbolo (symbol design): Trata da sensação sobre o desenho e dimensões dos símbolos;
6. detectabilidade do símbolo (symbol discriminability): singularidade dos símbolos que vem integrar o desenho, textura, elevação, intuitividade e forma de manifestação (ponto, linha, polígono);
7. Intuitividade do símbolo (intuitiveness of symbol meaning): interpretação espontânea sobre o significado do símbolo;
8. Layout: apresentação do mapa tátil considerando-se a espacialização dos elementos e facilidade de compreender as informações existentes.

3.1. Design Centrado no Usuário e a Experiência do Usuário

A experiência do usuário (UX) representa o conjunto de percepções que uma pessoa tem ao interagir com um determinado produto ou serviço. Essas percepções englobam diversos aspectos, como a eficácia e eficiência da interação, a satisfação emocional experimentada durante a interação e a qualidade do relacionamento percebido entre o usuário e a entidade ou empresa responsável pelo desenvolvimento do produto ou serviço, conforme descrito por Kuniavsky (2010).

Cybis et al. (2015) ampliam essa definição, enfatizando que a experiência do usuário emerge da interação complexa entre os seres humanos e a tecnologia. Ela abrange não apenas as propriedades estéticas e funcionais do produto ou serviço, mas também a forma como as pessoas respondem em níveis físicos, emocionais e cognitivos durante essa interação.

Para aprimorar a experiência do usuário ao interagir com produtos e serviços, Norman (2013) destaca que uma abordagem centrada no ser humano, denominada Design Centrado no Humano (DCH), é altamente promissora. Essa abordagem envolve uma série de atividades que buscam uma compreensão profunda dos usuários e do contexto de uso, a especificação de requisitos baseados nessa compreensão, a criação de soluções de design que atendam a esses requisitos e a avaliação contínua dessas soluções com a participação ativa dos próprios usuários.

O processo é iterativo e inclui a pesquisa do usuário desde o início do projeto, permitindo a criação de produtos e serviços que se alinham às necessidades dos usuários e proporcionam uma experiência positiva.

A ISO 9241-210 (ISO, 2010) fornece uma definição formal do Design Centrado no Humano, destacando sua ênfase em tornar os sistemas interativos fáceis de usar e úteis. Isso é alcançado por meio da consideração cuidadosa dos usuários, suas necessidades e requisitos, bem como pela aplicação de princípios de fatores humanos/ergonômicos e usabilidade. Essa abordagem visa melhorar a eficácia e eficiência da interação, elevar o bem-estar dos usuários, aumentar a satisfação e a acessibilidade, ao mesmo tempo em que minimiza qualquer impacto adverso na saúde, segurança e desempenho humano.

Norman (2013) enfatiza que o DCH é mais do que apenas um conjunto de práticas; é uma filosofia que exige uma compreensão profunda das pessoas, muitas vezes adquirida por meio de observações e pesquisas, uma vez que os indivíduos nem sempre têm plena consciência de suas necessidades e desafios.

A abordagem centrada no ser humano não se limita apenas a atender às necessidades da maioria dos usuários, mas também visa garantir a acessibilidade e inclusão de todos, incluindo pessoas com deficiência visual. A exploração tátil, por meio da prototipagem de modelos táteis tridimensionais (3D) ou com duas dimensões e meia (2,5D), exemplifica como essa abordagem pode contribuir para a inclusão dessas pessoas, permitindo-lhes participar de experiências culturais e artísticas de maneira mais autêntica, o que vem destacar a importância de considerar as necessidades de todos os usuários e promover a acessibilidade em todas as interações humanas com o design e a tecnologia.

3.2. Cognição

Cognição representa o amplo processo pelo qual os seres humanos gerenciam e manipulam informações. Esse processo abrange desde a percepção inicial até a interpretação e, por fim, a tomada de decisões com base nas informações disponíveis.

Segundo Berlin e Adams (2017), existem duas categorias principais de processamento

mental de informações. A primeira, conhecida como processamento "de baixo para cima", ocorre de forma automática e inconsciente em resposta a estímulos sensoriais. Nesse caso, a percepção é construída a partir de detalhes sensoriais que se acumulam para criar uma compreensão mais ampla. Já segunda categoria, chamada de processamento "de cima para baixo", é um processo consciente que se baseia em experiências anteriores, expectativas, conhecimento prévio e generalizações. Aqui, a interpretação das informações é influenciada por fatores cognitivos mais abrangentes, como crenças pessoais e objetivos.

Esses dois modos de processamento, complementares e interligados, nos ajudam a entender como os seres humanos percebem e compreendem o mundo ao seu redor. O processamento "de baixo para cima" permite uma rápida reação a estímulos sensoriais, enquanto o processamento "de cima para baixo" nos permite aplicar nosso conhecimento e experiência para obter uma compreensão mais profunda das informações percebidas.

3.3. Sensação e Percepção

Lida e Guimarães (2016) enfatizam a interconexão entre sensação e percepção, considerando-as como partes integrantes de um único processo. Esse processo envolve a captação de estímulos do ambiente, que são posteriormente transformados em informações que são, essencialmente, transferências de energia com significados específicos.

A comunicação efetiva, de acordo com os autores, depende de três elementos essenciais: uma fonte que emite a mensagem, um meio pelo qual a mensagem é transmitida e um receptor que a recebe. A interação entre esses componentes é contínua, com informações fluindo em ambas as direções, ou seja, recebendo e transmitindo. Um aspecto importante nesse processo é a capacidade do receptor de não apenas receber a mensagem, mas também saber interpretá-la. Isso significa que a percepção não é apenas uma questão de receber estímulos sensoriais, mas também de selecionar, organizar e dar sentido a esses estímulos para formar uma narrativa coerente, com informações armazenadas na memória para uso futuro.

Lida e Guimarães (2016) destaca a distinção entre sensação e percepção, delineando os aspectos biológicos e cognitivos envolvidos em cada um desses processos. Segundo os autores, a sensação é o estágio inicial do processo, envolvendo a captação de estímulos do ambiente por meio de órgãos sensoriais, como os olhos, a pele ou os ouvidos. Esses estímulos podem assumir diversas formas, como luz, calor, pressão e assim por diante. Quando os órgãos sensoriais detectam esses estímulos, eles os traduzem em impulsos eletroquímicos que são transmitidos ao sistema nervoso central. É importante ressaltar que, nesse estágio, os estímulos são basicamente informações brutas e não têm significado intrínsecos.

A percepção, ainda segundo Lida e Guimarães (2016), é o processo subsequente, no qual esses impulsos eletroquímicos são processados e interpretados pelo cérebro. Cada modalidade de estímulo é direcionada a áreas específicas do cérebro, onde são processadas e transformadas em informações significativas. Nesse estágio, a seleção, organização e interpretação dos dados ocorrem, resultando na atribuição de significado aos estímulos sensoriais. Em outras palavras, a percepção é o que nos permite reconhecer e entender os objetos e ambientes com base nas informações sensoriais que recebemos.

De acordo com Cybis et al. (2015), a percepção humana é um processo

complexo que envolve a organização e interpretação das sensações geradas pelos órgãos perceptivos em resposta a estímulos do ambiente. Esse processo pode ser dividido em três níveis distintos de tratamento cognitivo.

O primeiro nível, os processos neurofisiológicos de detecção, envolvem a captação inicial dos estímulos pelos órgãos sensoriais e a transmissão de sinais para o sistema nervoso central. Em seguida, os processos perceptivos ou de discriminação entram em ação, permitindo a diferenciação e identificação de características específicas dos estímulos, como forma, cor e textura.

Por fim, nos processos cognitivos de interpretação, as sensações organizadas são interpretadas e ganham significado. Isso envolve a aplicação de conhecimento, experiências anteriores e contexto para compreender plenamente os estímulos percebidos. É importante destacar a distinção entre os termos estímulo, sensação, percepção e cognição. Um estímulo é um evento natural no ambiente que desencadeia uma resposta nos órgãos sensoriais. A sensação é a resposta inicial a esse estímulo, enquanto a percepção envolve a organização das sensações. A cognição, por sua vez, refere-se aos processos mentais que buscam interpretar e dar significado às sensações organizadas.

Essa compreensão detalhada do processo de percepção humana ajuda a esclarecer como os seres humanos interagem e compreendem o mundo que os rodeia, desde a detecção inicial dos estímulos até a interpretação mais profunda e contextualizada desses estímulos.

Iida e Guimarães (2016) corroboram ao relatarem que a percepção humana é influenciada por experiências passadas, bem como por fatores individuais, incluindo personalidade, nível de atenção e expectativas. Em resumo, a percepção é uma fase inicial do processo que envolve a sensação, e ambas fazem parte de um mesmo fenômeno (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

Ainda, conforme enfatizado por Iida e Guimarães (2016, p. 464), “o cérebro está constantemente recebendo e processando informações do ambiente”. Esse processo ocorre em questão de microssegundos e, muitas vezes, não é consciente, ocorrendo de maneira automática.

3.4. Percepção Visual

A abordagem de Cybis et al. (2015) destaca que a percepção do campo visual começa com a distinção inicial entre a figura e o fundo. As pessoas tendem a perceber o fundo como uma área mais uniforme e a figura como uma forma distinta, frequentemente interpretada como estando mais próxima do observador. Além disso, a transição entre a figura e o fundo geralmente é marcada por um contorno que parece fazer parte da figura.

As leis da Gestalt direcionam a compreensão de como ocorre a organização e percepção dos elementos visuais no campo de visão e destacam como a percepção visual é guiada por princípios subjacentes que ajudam a criar uma representação coesa do ambiente que envolve o observador.

3.5. Atenção

Iida e Guimarães (2016) exploram o conceito de atenção como a capacidade de direcionar nossa percepção para um tópico específico, melhorando assim o processamento de informações. Eles também salientam que cada espécie animal possui uma forma de atenção inicialmente voltada para a sobrevivência, que reage a estímulos externos, e que a percepção humana está intrinsecamente relacionada à memória e aos órgãos sensoriais. Além disso, eles observam que os seres humanos podem ter mecanismos automáticos de atenção. Os autores identificam quatro tipos de atenção:

- **Atenção Contínua (Vigilante):** Este tipo de atenção envolve manter um estado de alerta durante um período prolongado, como quando dirigimos um carro ou monitoramos equipamentos. No entanto, é importante notar que a atenção contínua por períodos muito longos pode causar sobrecarga mental.

- Atenção Seletiva: Nesse cenário, uma pessoa lida com várias fontes de informação ao mesmo tempo e escolhe qual delas receberá atenção prioritária.
- Atenção Focada: Aqui, o usuário concentra sua atenção em uma ou algumas fontes de informação específicas, evitando distrações de outras fontes que competem por sua atenção.

Cybis et al. (2015) também discutem a atenção como a capacidade de concentrar os processos cognitivos em um objeto ou pensamento específico. Eles enfatizam a importância de entender as condições que podem melhorar ou prejudicar o desempenho humano quando há múltiplos estímulos semelhantes, seja para focar a atenção em um único estímulo ou para dividir a atenção entre vários estímulos.

Essas situações podem ocorrer, por exemplo, ao tentar ler um livro em um ônibus lotado ou ao navegar na internet com anúncios chamativos. A necessidade de dividir a atenção também pode ocorrer em situações sociais, como festas, onde se deseja participar de várias conversas ao mesmo tempo. Esses conceitos de atenção são cruciais para compreender como os seres humanos interagem com seu ambiente e como o design de produtos, interfaces e ambientes pode afetar sua capacidade de concentração e desempenho.

3.6. Memória

A memória é um processo semelhante à aprendizagem, que nos permite armazenar informações ao longo do tempo para serem recuperadas posteriormente (MYERS, 2012). IIDA e GUIMARÃES (2016) definem a memória como o processo de armazenar informações percebidas pelo cérebro para uso futuro. Neufeld e Stein (2001) explicam que para que a memória exista, é necessário adquirir informações, o que é o primeiro passo. Aquisição envolve a obtenção de informações relevantes, e muitas vezes, ignorar grande parte das informações percebidas a cada momento. Uma vez adquirida, a informação precisa ser armazenada para formar uma memória. O processo de armazenamento depende de uma codificação adequada, o que facilita a próxima etapa: a recuperação da informação (SCHWARTZ & REISBERG, 1991, apud NEUFELD E STEIN, 2001).

O Modelo Espacial, inicialmente desenvolvido por Atkinson e Shiffrin (1968), descreve a memória em três estágios: memória sensorial, memória de curto prazo e memória de longo prazo (IIDA e GUIMARÃES 2016; NEUFELD E STEIN, 2001). Cybis et al. (2015) afirma que após a percepção, identificação e compreensão, a informação é armazenada em estruturas de memória que permitem sua recuperação, mesmo após algum tempo, quando a fonte original da informação não está mais presente. Eles comparam a memória humana a um computador com memória sensorial, memória de trabalho e memória permanente.

A memória sensorial captura informações não processadas por um curto período antes de se dissiparem. O que é retido na memória sensorial é transferido para a memória de curto prazo (IIDA E GUIMARÃES, 2016). Neste estágio, é mais eficiente processar apenas características distintas da informação, como cor, tamanho e localização, em vez de processar a informação como um todo (CYBIS et al., 2015).

A memória de curto prazo, ou memória de trabalho, mantém informações enquanto estão sendo ativamente utilizadas. Para Cybis et al. (2015), ela é composta por registros especializados e um executor central, cada um com capacidades e acessibilidades diferentes. Este modelo descreve a memória de curto prazo como tendo capacidade limitada e armazenamento de curto prazo (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

Na memória de longo prazo, as informações são armazenadas por um longo período. IIDA e

Guimarães (2016) enfatizam que as novas informações se integram às redes neurais já existentes no cérebro. Este estágio é capaz de armazenar uma vasta gama de informações, incluindo conhecimento, aprendizado, experiências e memórias pessoais. A transição da memória de curto prazo para a memória de longo prazo envolve processos de controle, como a repetição da informação, codificação adequada, avaliação da importância da informação e o uso de estratégias de recuperação. Os processos de recuperação da memória de longo prazo são mais lentos e requerem mais recursos do que os da memória de curto prazo. Eles podem ser classificados em

lembrança, que é a recuperação completa de uma situação anteriormente vivenciada e reconhecimento, que é a capacidade de identificar elementos previamente memorizados em nosso campo perceptivo (CYBIS et al., 2015).

3.7. O sentido tátil

Para Pallasmaa (2013) o tato como uma modalidade sensorial, “integra as experiências, as memórias e concepções do indivíduo”. Segundo Wilson, (2010) Sherrington cunhou o termo “toque ativo”, considerando o toque das mãos e referindo-se à intencionalidade do sentido do tato para conduzir os dedos em busca de informações sensoriais, considerando entretanto, apenas quando os movimentos das mãos e dos olhos trabalham em harmonia. O toque ativo e toque localizados podem ser diferenciados por dois fatores: “a ligação entre o olhar sobre a atividade das mãos e a intencionalidade no uso do tato para a realização da tarefa” (WILSON, 2010). No toque ativo descrito por Sherrington, a mão tem a função de conduzir intencionalmente os objetos para o campo visual, em conjunto com os olhos para exercer a tarefa. É através da soma das sensações táteis e visuais que pode ocorrer o trabalho delicado de manipulação. No toque localizado descrito por Sennett (2013), a mão age independente dos olhos, “buscando por informações sensoriais sem haver a consciência do que se está procurando, embora ainda exista a intencionalidade no ato ao tatear o objeto”. (SENNETT, 2013).

4. Etapas da Pesquisa

A metodologia de desenvolvimento desta pesquisa se fundamenta em três etapas distintas:

- (1) A revisão bibliográfica abordando a temática do estudo;
- (2) A metodologia de seleção das imagens prototipadas. Esta etapa foi desenvolvida inicialmente por visitas ao Centro Histórico de São Luís - MA e registro fotográfico dos padrões azulejares em circuito turístico;
- (3) Aplicação da metodologia do design participativo para definir, através da participação de pessoas com deficiência visual, o detalhamento da superfície a ser prototipada.

A construção desta etapa com a presença de pessoas com deficiência visual contribuiu no desenvolvimento do protótipo com as informações necessárias para que o objeto atingisse seu objetivo de traduzir em imagens táteis, as informações constantes na superfície do azulejo.

A etapa do trabalho com foco na seleção de imagens corresponde à seleção de imagens com foco em elementos com importância cultural como azulejos de fachada, que caracterizam o sítio tombado como patrimônio da humanidade em São Luís do Maranhão – Brasil. Esta fase teve como objetivo a seleção das imagens trabalhadas na pesquisa, realizada através da pesquisa bibliográfica, visita ao museu aberto do Centro Histórico e consulta a acervos de museus portugueses com ênfase no período entre os séculos XIV e XIX.

A metodologia de Design participativo foi aplicada junto a um grupo de pessoas adultas (maior de 18 anos) com deficiência visual, sem considerar diferença de gênero, que se reúne

semanalmente em uma associação que promove cultura e lazer. As entrevistas ocorreram em 4 seções (datas diferentes).

4.1. Análise qualitativa

Na busca por realizar uma análise qualitativa precisa e abrangente, foi dedicada uma atenção especial à seleção do padrão de azulejo mais apropriado.

Considerando não apenas a estética visual, mas também a acessibilidade para pessoas com deficiência visual, foram adotados variados critérios. Entre eles, destacam-se a composição gráfica dos azulejos e sua popularidade, visando evocar memórias visuais em indivíduos que possam ter perdido a visão.

Após um prévio levantamento do acervo de azulejos de fachadas do centro histórico, optou-se por explorar padrões de azulejos para provocar experiências táteis opostas. Um padrão para a abordagem tátil simples, com maior espaçamento entre os elementos e um padrão com maior diversificação de elementos. A técnica de impressão em 3D e a técnica de recorte por plotter de corte permitiram prototipar padrões com figuras contínuas ou complexas, com estrutura e composição de maneira mais precisa.

A impressão dos gráficos táteis em 3D, garantiu que cada detalhe fosse fielmente reproduzido, proporcionando uma experiência tátil rica e informativa. Dessa forma, foi possível explorar não apenas as características superficiais dos padrões, mas também sua textura, relevo e organização espacial. Essa exploração detalhada levou a identificação de padrões que poderiam ser mais facilmente compreendidos e apreciados por meio do sentido do tato, proporcionando uma experiência sensorial mais completa e inclusiva.

4.2. Procedimento para a Abordagem do DCH

Marconi e Lakatos (2017) ressaltam que a preparação da entrevista consome tempo e exige medidas como planejamento, conhecimento prévio sobre o assunto a ser abordado, oportunidade para marcação da entrevista, garantia da confidencialidade da pessoa entrevistada e a organização do roteiro com as questões pertinentes.

As entrevistas ocorreram com a autorização de todos os entrevistados, aos quais foi explicada toda a pesquisa, seus objetivos e metodologia, além da importância do estudo para o mediador. A entrevista foi aberta levando em consideração uma simples pergunta:

- Fale as suas impressões sobre este azulejo representado em gráfico tátil. (A pergunta é feita ao entregar o protótipo ao entrevistado).

Os diálogos ocorreram livremente de acordo com o local, não privando outras pessoas de interagirem enquanto a entrevista individual ocorria. O diálogo começou buscando o grau de conhecimento e curiosidade pessoal relacionado à cultura ludovicense especificamente relacionado aos casarões do centro histórico de São Luís e os seus azulejos, ressaltando sobre a sua importância histórica. E se os participantes acham importante conhecer mais sobre os azulejos. Na sequência, foi a exploração tátil dos protótipos já estruturados, quando darão suas impressões e percepções ser a experiência tátil e como poderia ser melhorada.

A participação do designer pesquisador se deu de forma mediadora, para conduzir a pesquisa de forma a não influenciar ou influenciar minimamente os resultados da pesquisa.

As entrevistas individuais duraram em média 10 minutos, foram realizadas entre os meses de janeiro e fevereiro de 2024 e contaram com a participação de 15 pessoas. Todas as conversas

foram registradas em áudio, contando com o consentimento da pessoa e analisadas posteriormente. Depois da análise das respostas, levou-se em consideração semelhanças e contrapontos entre relatos e opiniões coletadas que indicam detalhes e particularidades do ponto de vista de cada um. Os resultados obtidos revelaram formas variadas de realização do processo de exploração tátil e como poderão ser facilitados, assim como formas diversificadas para soluções de problemas em outros contextos dentro do escopo.

4.3. Construção dos protótipos

Com base nos requisitos, os azulejos foram selecionados considerando a acessibilidade para o público com deficiência visual. Dessa forma, foram selecionados padrões que, além de possuírem apelo popular e gráfico, também apresentam características que permitem uma experiência tátil enriquecedora.

O azulejo PE01 (denominação de Lima 2012) foi escolhido para prototipação representando o grupo fitomórficos, o padrão é denominado pela fábrica de origem como “Ferradura” (fig.1), um padrão azulejar que data do séc XIX, presente em diversas cidades portuguesas e brasileiras, que apresenta formas orgânicas.

Figura 1: Azulejo PE01



Fonte: Lima (2012).

No grupo geométrico, o azulejo escolhido foi o PE43 (fig.2), pela quantidade de elementos e por propiciar uma exploração mais desafiadora. Este padrão também tem referência cultural nacional.

Figura 2: Azulejo PE43



Fonte: Lima (2012).

Os protótipos foram produzidos em dois processos distintos: por meio de modelagem e impressão 3D em PLA e por colagem, produzida em papel recortado com plotter de corte. Essa iniciativa visou provocar uma experiência sensorial variada, possibilitando às pessoas com deficiência visual acesso aos detalhes a partir de materiais e modelos diferentes.

4.4. Prototipação do gráfico tátil em PLA

A prototipação dos gráficos táteis por impressão tridimensional dos modelos PE01 e PE43, iniciou com o processamento da imagem digital dos padrões de azulejos escolhidos, seguido da modelagem tridimensional (software 3DS Max), com correção de eventuais distorções na imagem e segmentando os elementos gráficos conforme especificado no projeto. Para os protótipos, optou-se utilizar filamento em PLA (ácido polilático), termoplástico biodegradável derivado de fontes naturais.

Figura 3: Protótipo do Gráfico PPLA01 – Vistas frontal e lateral



Fonte: Arquivo dos autores.

O protótipo PPLA01, gerado com o padrão gráfico do azulejo PE01, apresenta como características o padrão gráfico geométrico, com dimensões de 13,5cm x 13,5cm x 4mm e altura dos relevos entre 3mm e 5mm.

Figura 4: Protótipo do Gráfico Tátil PPLA02 – Vistas lateral e frontal.



Fonte: Arquivo dos autores.

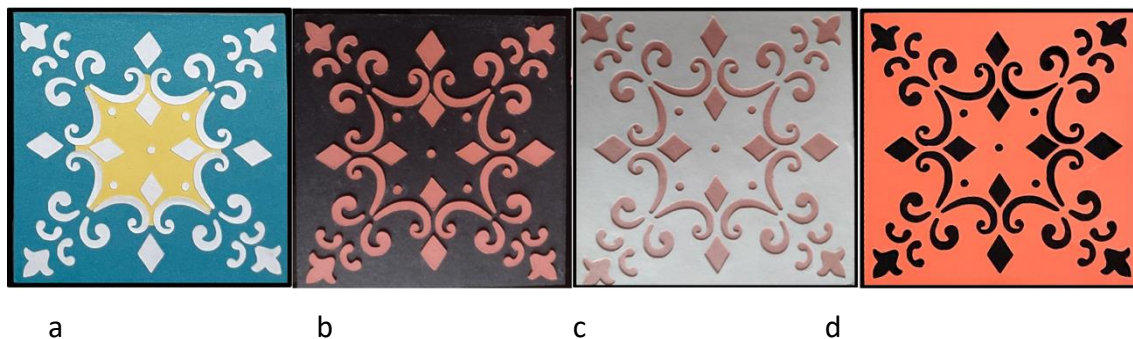
O protótipo PPLA02, gerado a partir do padrão PE43, apresenta como características o

padrão gráfico fitomórfico (Padrão denominado “Ferradura”), com dimensões de 13,5cm x 13,5cm x 3mm e relevos que variam entre 3mm e 5mm.

4.5. Prototipação do gráfico tátil em papel

Foram elaboradas quatro versões do padrão PE43 devido à sua riqueza em elementos gráficos, cada uma com uma técnica de apresentação. O protótipo PPAP01 (Figura 5a) foi confeccionado em camadas simples de papel de gramatura 220g; no protótipo PPAP02 (Figura 5b), foram aplicadas camadas duplas de papel 220g no relevo dos detalhes; o protótipo PPAP03 (Figura 5c) teve os detalhes extraídos, com a técnica do sulcado e o protótipo PPAP04 (Figura 5d) tem detalhes vazados. As múltiplas formas de apresentação dos protótipos permitiram ampliar os estudos das preferências nas interações táteis.

Figura 5: Apresentações dos protótipos do padrão PE43.



Fonte: Arquivos dos autores (2024).

Os protótipos, manufaturados com técnica de colagem utilizando papel com gramatura de 220g e papelão 3mm como base, oferecem uma alternativa de custo mais acessível, comparados aos gráficos táteis impressos em PLA, o que pode viabilizar a reprodução mais efetiva de experiências táteis como a apresentada nesta pesquisa.

4.6. Caracterização dos participantes

Na pesquisa foram envolvidas pessoas adultas com deficiência visual, sem diferença de gênero, que manifestaram interesse pelo tema. Os diálogos ocorreram livremente entre os pesquisadores e cada entrevistado individualmente, em local onde estes se sentiam ambientados, não privando outras pessoas de interagirem enquanto a entrevista individual ocorria. No diálogo, buscou-se o grau de instrução e o interesse pessoal relacionado à cultura local, especificamente relacionado aos casarões do centro histórico e seus azulejos, ressaltando sobre a sua importância histórica.

Durante a exploração tátil dos protótipos, os participantes deram suas impressões e percepções sobre a experiência tátil e sugestões de como poderia ser melhorada e a participação do designer pesquisador se deu de forma mediadora, para conduzir a pesquisa de forma a não influenciar ou influenciar minimamente os resultados da pesquisa. As entrevistas foram realizadas em quatro encontros e a partir da autorização dos participantes, a entrevista foi fotografada e registrada em vídeo.

Das quinze pessoas entrevistadas, onze se identificaram como do gênero masculino e quatro como do gênero feminino e 40% do grupo relatou cegueira desde o nascimento. A experiência visual

viabiliza, mas não é essencial para a interpretação e reconhecimento de figuras.

Três pessoas, dentre as quinze entrevistadas, relataram não dominar a leitura braile e terem dificuldade em realizar interpretações através de exploração tátil.

4.7. Exploração tátil dos protótipos em PLA

Durante a exploração tátil, os participantes puderam sentir e examinar os seis protótipos de gráficos táteis, expressando suas opiniões e interpretações. Nessa fase, foi importante proporcionar um ambiente confortável e dar liberdade de tempo aos entrevistados para que pudessem compartilhar suas percepções de forma tranquila e sem pressão.

Observou-se que onze das quinze pessoas exploraram os gráficos táteis utilizando mais de um dedo e sem um padrão específico de movimento, expressando a inexistência de um padrão específico de ações e comportamentos na interação de pessoas com deficiência visual com os elementos táteis. Observar as diferentes necessidades e preferências dos usuários, é fundamental para o desenvolvimento de soluções mais inclusivas e eficazes.

Os participantes com familiaridade com a leitura braile, apresentaram atitude diferenciada ao explorar os gráficos táteis, buscando minuciosamente os detalhes das formas com a mesma cadência da leitura. Essa observação é significativa, pois evidencia que a experiência prévia em braile pode influenciar a forma como as pessoas com deficiência visual exploram e interpretam os elementos táteis. Assim, entende-se que o conhecimento prévio da leitura braile pode contribuir para a compreensão mais precisa dos padrões de azulejos representados.

Dentre os dois protótipos em PLA, onze dos quinze entrevistados se referiram positivamente ao protótipo PPLA02 (padrão Ferradura) por sua estética, praticidade e facilidade de compreensão, especialmente por apresentar elementos mais afastados (Figura 6). Estes participantes da pesquisa perceberam a textura gerada pela impressão e observaram que as áreas mais livres proporcionavam uma sensação tátil “agradável e clara” (adjetivos usados por eles).

Figura 6 – Exploração tátil do protótipo PPLA02.



Fonte: Arquivo dos autores (2024).

Quatro entrevistados notaram que o desenho sugere continuidade e questionaram se o agrupamento com outros do mesmo padrão formaria um elemento fechado, como um círculo. Dois entrevistados reconheceram a forma semicircular como um "arco-íris". Essas observações, feitas por pessoas que tiveram alguma experiência visual ao longo da vida, demonstram como a interpretação dos padrões pode variar através de associações com formas reconhecidas ou simbólicas.

Essa diversidade de interpretações destaca a importância de considerar a experiência e as percepções individuais dos usuários ao projetar recursos acessíveis, garantindo que os elementos táteis sejam intuitivos e significativos para uma ampla gama de pessoas com deficiência visual.

4.8. Exploração tátil dos protótipos em Papel 220g

Os protótipos em papel geraram interpretações diversas entre os participantes. O protótipo PPAP01, com gráficos em relevo mais baixo, foi considerado difícil de ser interpretado por doze, dos quinze entrevistados, que relataram dificuldades em explorar os elementos gráficos devido à baixa altura das texturas táteis.

Figura 6 – Exploração tátil do protótipo PPAP01.



Fonte: Arquivo dos autores (2024).

Essa observação destaca a relação da altura do relevo e da nitidez das texturas com a usabilidade por pessoas com deficiência visual. O relevo mais pronunciado pode facilitar a identificação e compreensão dos elementos gráficos, proporcionando experiência tátil mais satisfatória. Assim, entende-se essencial considerar não apenas o design dos padrões, mas também a qualidade e a legibilidade das texturas táteis, para garantir a experiência tátil eficaz.

O protótipo PPAP02 despertou comentários positivos de treze dos quinze participantes, que destacaram sua superioridade em termos de conforto durante a exploração tátil, se referindo ao material utilizado e a altura dos relevos, considerados ideais para uma experiência tátil agradável. Durante a exploração, seis participantes não perceberam que este modelo era o mesmo utilizado no protótipo confeccionado em PLA. No entanto, ao tatear as texturas, nove reconheceram a semelhança entre os dois modelos.

Figura: Protótipo PPAP02.



Fonte: Arquivo dos autores (2024).

Os protótipos em papel foram mais bem avaliados que os feitos em PLA, considerando o conforto ao toque proporcionado pela textura do papel e a nitidez dos detalhes. O protótipo PPLA01 recebeu críticas quanto a altura dos relevos em relação à proximidade dos detalhes.

A experiência tátil com protótipo PPAP02 (em papel) foi amplamente positiva, ressaltando a importância da altura das camadas de relevo na facilitação da leitura e na promoção de uma experiência tátil satisfatória. Os protótipos PPAP03 e PPAP04 não despertaram o interesse dos entrevistados, que na sua totalidade consideraram de difícil interpretação, devido ao pequeno tamanho dos detalhes.

5. Considerações finais

As considerações sobre o estudo enfatizam a relevância do Design Centrado no Humano (DCH) como uma abordagem essencial para promover a inclusão social e a acessibilidade no âmbito do patrimônio cultural em São Luís, Maranhão. Ao analisar os padrões de azulejos e explorar a percepção tátil por parte das pessoas com deficiência visual, foi possível compreender a variedade de percepções e técnicas de interação presentes nesse contexto.

A participação ativa dos usuários desempenhou um papel fundamental ao fornecer insights valiosos sobre suas preferências e necessidades individuais. Isso ressalta a importância de integrar a experiência do usuário desde as fases iniciais do processo, visando criar soluções mais eficazes e inclusivas.

A utilização de protótipos em papel mostrou-se mais eficaz frente aos de PLA, proporcionando experiência tátil mais confortável (textura) e informativa (altura das camadas versus as dimensões dos detalhes), o que destaca a

importância do material empregado e da legibilidade das texturas táteis. Essa abordagem não apenas promove a acessibilidade, mas o faz a partir de informações em conformidade com o conforto, satisfação, preferências e caráter interativo sugerido pelo público-alvo da pesquisa.

Referências

- ATKINSON, R. C. & Shiffrin, R. M. **Human memory: A proposed system and its control processes.** Em K. Spence & J. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation (Vol. 2)*. New York: Academic Press. 1968.
- BERLIN, C.; ADAMS, C. **Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance.** Londres: Ubiquity Press, 2017.
- BONSIEPE, Gui. **Design, cultura e sociedade.** Olhar sobre as falhas. São Paulo: Blucher, 2011.
- CARDOSO, R. **Design para um mundo complexo.** São Paulo: Cosac Naify, 2012.
- CORREA SILVA, María del Pilar; VALENZUELA, Mauricio Guerrero; QUIROZ, Germán González. **Identificação de Características e Propriedades Morfológicas em Texturas Táteis: Estudo sobre Gráficos Educativos e Cartografias para Crianças com Deficiência.** Rev. Bras. Ed. Esp., Corumbá, 2023.
- CYBIS, Walter de Abreu; BETIOL, Adriana Holtz; FAUST, Richard. **Ergonomia e Usabilidade Conhecimentos, Métodos e Aplicações.** Novatec, 2015.
- FILLMANN, Maria Carolina F. **Design orientado para o tato: Diretrizes de representação de figuras táteis para o estímulo precoce em crianças com deficiência visual.** Porto Alegre, 2019. 256 p. Tese (doutorado em design) Programa de Pós-Graduação em Design – PGDesign, UFRGS, 2019.
- IIDA, Itiro; GUIMARÃES, Lia B. M. **Ergonomia: projeto e produção.** 7. reimp. São Paulo: Edgar Blucher, 2016.
- JEHOEL, S. **A series of psychological studies on the design of tactile maps.** Doctoral thesis. University of Surrey. Guilford, 2007.
- KRIPPENDORFF, K. **Design Centrado no Ser Humano: Uma Necessidade Cultural.** Estudos em Design. v.8, n.3, p. 87-98, 2001.
- KUNIAVSKY, M. **Smart things: ubiquitous computing user experience design: ubiquitous computing user experience design.** Burlington: Morgan Kaufmann Publisher, 2010.
- LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina de A. **Técnicas de pesquisa.** In: Técnicas de Pesquisa. 5 ed. São Paulo: Atlas. 2002.
- LIMA, Z. M. (Org.). **Inventário do Patrimônio Azulejar do Maranhão.** São Luís: Santa Marta. 2012.
- MORALES, Karen Lange; GARCÍA-ACOSTA, Gabriel. **From 'human being' to 'socialsubject': 'unfreezing' ergonomics and the implications for understanding and intervening health disease process.** Work, Vol.41. 2012.
- MYERS, David G. **Psicologia.** 9ª ed. São Paulo: LTC, 2012.
- NEUFELD, Carmen Beatriz; STEIN, Lilian Milnitsky. **A compreensão da memória segundo diferentes perspectivas teóricas.** Revista Estudos de Psicologia, PUC-Campinas, v. 18, nº 2, 2001.
- NORMAN, Don. **The design of everyday things: Revised and expanded edition.** Basic books, 2013.
- PALLASMAA, Juhani. **As mãos inteligentes: A sabedoria Existencial e Corporalizada na Arquitetura.** Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- PANOFISKY, E. **Significado nas Artes Visuais.** Trad. M. C. F. Keese e J. Guinsburg 3ª. ed. São Paulo: Perspectiva, 2007.

SAGAWA, Ken; OKUDERA, Saori; ASHIZAWA, Shoko. **A tactile tag to identify color of clothes for people with visual disabilities.** In: Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018) Volume VII: Ergonomics in Design, Design for All, Activity Theories for Work Analysis and Design, Affective Design 20. Springer International Publishing, 2019.

SCHWARTZ, B., & Reisberg, D. **Learning and Memory.** New York: W. W. Norton & Company, 1991.

SENNET, Richard. **O artífice.** Tradução de Clóvis Marques. 4. Ed. Rio de Janeiro: Record, 2013. 360p.

STOA - Science and Technology Options Assessment. **Assistive Technologies for people with disabilities.** European Parliamentary Research Service, European Parliament. 2018.

THEUREL, A.; WITT, a.; CLAUDET, P.; HATWELL, Y.; GENTAZ, E. **Tactile Picture Re- 435 cognition by Early Blind Children: The Effect of Illustration Technique.** Journal of Experimental Psychology Applied. September 2013.

WALLER, S.; BRADLEY, M.; HOSKING, I.; CLARKSON, P. J. **Making the Case for Inclusive Design.** Applied Ergonomics. 2015.

WILSON, Frank R. **The hand: how its use shapes the brain, language, and human culture.** ed.rev. New York: Vintage Books, 2010.