

Artefatos acessíveis, multissensoriais e digitais em museus orientado ao público com deficiência visual

Luís Cláudio de Melo Brito Rocha^(*) y Virgínia Chalegre^(**)

Resumo: Os museus são espaços plurais e educativos que possibilitam a ampliação do conhecimento, a partir da relação e reflexão entre elementos artísticos e culturais. No entanto, ainda que técnicas e recursos tenham surgido ou aprimorados na construção dos produtos artísticos, permanece em várias instituições museológicas no Brasil e no mundo, barreiras em diversas dimensões -arquitetônicas, comunicacionais, metodológicas, instrumentais e atitudinais-, que dificultam o acolhimento de pessoas com habilidades e capacidades diversas. Buscando então romper com essas práticas, profissionais de diferentes áreas do saber estão reconhecendo o design como um meio para promover a inclusão e acessibilidade às pessoas com e sem deficiência, lhes oferecendo autonomia e oportunidade de fazerem parte de todo o processo de concepção de soluções que beneficiem suas próprias vidas. Para isso, este estudo associou os princípios do design participativo e do design centrado no usuário, a pesquisa-ação como o método para investigar os entraves da acessibilidade cultural e realizar uma intervenção, por meio da prototipação e validação de artefatos multissensoriais, que possibilitassem pessoas com deficiência visual assimilarem peças do acervo de um Museu e Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia em São Luís - MA. O estudo resultou no desenvolvimento participativo de quatro protótipos táteis, modelados digitalmente e reproduzidos por meio de impressão 3D, e na criação de um aplicativo para reprodução da audiodescrição desses artefatos.

Palavras-chaves: Design participativo - Artefatos multissensoriais - Acessibilidade - Deficiência visual - Museus.

[Resumos em inglês e espanhol na página 84]

^(*)Doutorando em Design. Mestre em Design. Especialista em Direção de Arte em Propaganda e Artes Visuais. Licenciatura em Artes Visuais e Graduado em Comunicação Social.

^(**) Mestre em Testes de Acessibilidade. Especialista em Gestão e Qualidade de Software. Especialista em Engenharia de Software. Bacharel em Ciência da Computação.

Introdução

O Brasil é um país continental repleto de diversidade ambiental e cultural. São patrimônios materiais e imateriais de sobreviver por várias gerações. No âmbito cultural, a legislação brasileira, além de definir os museus como espaços plurais e educativos que possibilitam a ampliação do conhecimento, a partir da relação e reflexão entre elementos artísticos e culturais, também os atribui a responsabilidade de manter viva a história e seu patrimônio.

No cenário internacional, reivindicações trazidas pela contracultura, na década de 1960, fomentou profundos desdobramentos, que hoje protagonizam a expansão social, cultural e tecnológica por meio da diversidade humana, valorização da experimentação, da criatividade e estilos de vida mais alternativos (Cardoso, 2005; Santos, 2009).

Dessa forma, assim como as instituições de ensino, os espaços museológicos também precisavam se reinventar, tornando-se ainda mais sociais, capazes de compreender as transformações, considerando “os diversos elementos do passado e do presente que se combinam em sua constituição” (Santos, 2009, p. 133).

No entanto, o acesso à educação e a cultura ainda é um cenário repleto de contradições, e ainda que legislações venham garantir determinados direitos, que técnicas e recursos tenham surgido ou aprimorados na construção dos produtos artísticos, permanecem sem expectativa de mudança, na maior parte das instituições museológicas no Brasil, barreiras em diversas dimensões (arquitetônicas, comunicacionais, metodológicas, instrumentais, atitudinais e pragmáticas), que dificultam o acolhimento e excluem pessoas com habilidades e capacidades reduzidas.

A acessibilidade é um contexto sistêmico que envolve o balanceamento de tais dimensões, mas, sem desconsiderar os eventos ambientais, o objetivo desta pesquisa teve seu foco envolvendo o caráter educacional e a possibilidade de os interessados participarem da tomada de decisão e criação das suas experiências.

Assim, considerando que a deficiência visual atinge cerca de 3,6% da população brasileira e alcança aproximadamente 246 milhões de pessoas no mundo (IBGE, 2010; OMS, 2011), como o design pode contribuir para auxiliar os museus a se tornarem ambientes inclusivos, quanto a acessibilidade cultural, para as pessoas com deficiência visual?

Metodologia

A pesquisa utilizou a metodologia de pesquisa em design proposto por Blessing & Chakrabarti (2009) adaptada aos princípios do design participativo e do design centrado no usuário apontados por Spinuzzi (2005), delineadas nas seguintes etapas: 1. Investigação, 2. Elaboração, 3. Prototipação 4. Avaliação (Figura 1).



Figura 1: Metodologia da pesquisa em design. **Fonte:** Elaborado a partir de Blessing; Chakrabarti (2009).

A caracterização da pesquisa se estabeleceu da seguinte forma: quanto a sua natureza, a pesquisa se define pela sua ordem prática ou aplicada, no qual todos os esforços são direcionados à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. Quanto ao método utilizado, utilizou-se a pesquisa-ação, que visa investigar, resolver e explicar determinados problemas existentes em um sistema ou organismo, onde o pesquisador parte do papel de observador para o papel de participante ativo no processo investigativo, produzindo assim, tanto conhecimento prático como teórico. Segundo Prodanov & Freitas (2013) esse método é comumente utilizado quando existe um interesse coletivo por trás de toda uma problemática a ser resolvida ou uma necessidade a ser suprida. Ainda segundo os autores, esse método propicia a ativa participação e interação do pesquisador e participantes envolvidos, além do engajamento em prol da diversidade e/ou ações voltadas para a emancipação de classes populares.

Quanto a seu objetivo, a pesquisa tem o cunho exploratório, que em suas fases iniciais busca coletar informações que possibilitem a definir, delimitar e orientar os objetivos e cenários definidos na etapa inicial da pesquisa.

O contato direto com o ambiente e seus sujeitos está intimamente ligado a objetividade e subjetividade que existe no mundo, isso quer dizer que nem todos os fenômenos podem ser quantificados, entretanto, não se pode apenas desprezar os dados quantitativos que se sobressaem sobre alguns fenômenos, dessa forma a combinação da abordagem quantitativa e qualitativa se apoiam mutuamente nesta pesquisa, principalmente no momento da interpretação, caracterizando-a como uma pesquisa de abordagem mista.

A coleta de dados foi obtida por meio de entrevistas, aplicação de questionários, registros fotográficos e gravação de áudios e vídeos.

Desenvolvimento

Etapa de Investigação

Foi realizada pesquisa bibliográfica no portal do Instituto Brasileiro de Museus - IBRAM para traçar um panorama das instituições museológicas no cenário nacional, localizar e mapear os museus e centros culturais públicos localizados em São Luís - MA.

A partir de dados do portal do Instituto Brasileiro de Museus - IBRAM, autarquia responsável pelas políticas e ações integradas dos museus do país, foram encontradas 1.500 instituições registradas no cadastro nacional de museus (IBRAM, 2011), ainda segundo esses dados, em São Luís, que possui o título de Patrimônio Cultural da Humanidade, está entre as 10 capitais brasileiras, mais o Distrito Federal, com menor quantidade de instituições museológicas do Brasil (Figura 2). Na cidade, estão localizadas 17 dos 23 museus de natureza administrativa pública ou privada do Estado do Maranhão.

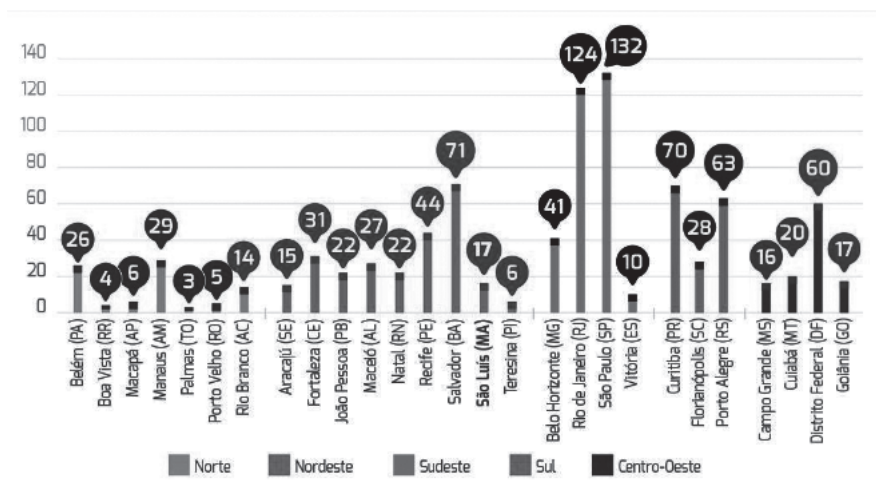


Figura 2: Número de museus nas capitais do Brasil. **Fonte:** Elaborado a partir de IBRAM (2011).

O portal do IBRAM forneceu o direcionamento para os sites dos museus, o que permitiu criar roteiro de visitação e busca de informações individuais e específicas de cada instituição.

Foi realizada visitas de campo exploratória em 17 museus para levantamento da situação de funcionamento, tipo de acervo e atendimento de requisitos de acessibilidade. 13 instituições estavam em funcionamento, 3 fechadas para reforma e 1 desativado completamente. Nesse caso, para a consolidação dos dados excluiu-se a partir deste ponto do estudo, as instituições fechadas (Tabela 1).

MUSEU / INSTITUIÇÃO	Em funcionamento	Fechado	Desativado
Casa de Cultura Josué Montello	X		
Casa de Nhozinho	X		
Casa do Maranhão	X		
Centro Cultural Vale Maranhão	X		
Centro de Cultura Popular Domingos Vieira Filho	X		
Convento das Mercês	X		
Memorial Cristo Rei		X	
Memorial Maria Aragão	X		
Morada Histórica de São Luís			X
Museu de Arte Sacra	X		
Museu de Artes Visuais		X	
Museu de História Natural	X		
Museu do Negro / Cafua da Mercês		X	
Museu do Reggae	X		
Museu dos Capuchinhos	X		
Museu Histórico e Artístico	X		
Palácio dos Leões	X		

Tabela 1: Tabela de visitação dos museus do Centro Histórico de São Luís. **Fonte:** Autores (2019).

Considerando as seis dimensões de acessibilidade sugeridas por (Sasaki, 2005) que tratam da eliminação de barreiras: arquitetônica, atitudinal, comunicacional, metodológica, instrumental, e programática, a visita às instituições apontou que 6 museus possuem adaptações arquitetônicas com recursos facilitadores como rampas, elevadores, corredores e áreas de circulação com medidas mínimas para o trânsito de cadeira de rodas ou cadeira motorizada, com a finalidade facilitar o acesso às edificações. 2 instituições oferecem

algum tipo de instrumento, utensílio e/ou ferramenta que auxilie o estudo, trabalho, lazer ou recreação e 1 utiliza metodologia de experimentação sensorial com seus visitantes. Em nenhuma delas foi possível identificar a aplicabilidade das dimensões comunicacionais, atitudinais e pragmáticas (Figura 3).

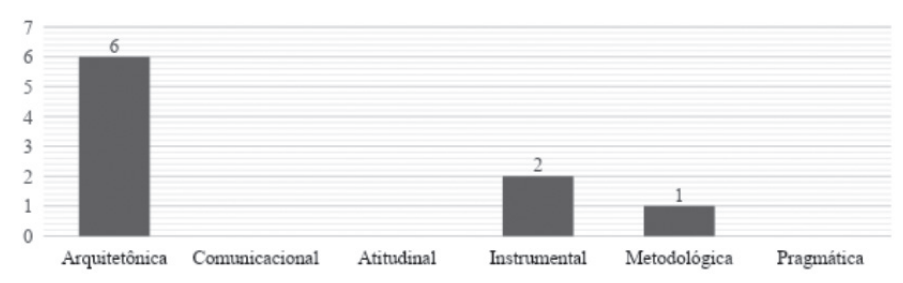


Figura 3: Tipos de acessibilidade nos museus de São Luís. Fonte: Autores (2019).

A segunda parte da pesquisa constituiu na ampliação do entendimento sobre a deficiência visual, partindo do entendimento de Dresch et al. (2015), que qualquer relação não é determinada somente pela razão, mas se constitui integralmente do hábito e da experiência para a construção de um repertório.

Sendo a observação direta requisito indispensável para se garantir a confiabilidade das informações e a sua possibilidade de validação, segundo Dresch et al. (2015), foram realizadas visitas à Escola de Cegos do Maranhão, no intuito de conhecer, levantar perfis, hábitos e comportamentos dos atores-chaves.

Para a esta fase de observação e entrevistas com perguntas semiestruturadas, foi construída uma amostra com 7 participantes, sendo eles: 4 (quatro) pessoas cegas, 2 (duas) com baixa visão e 1 (uma) pessoa com visão monocular.

- **4 dos entrevistados** informaram que já nasceram cegos ou com baixa visão;
- **3 dos entrevistados** relataram que suas deficiências adquiridas, em sua maioria, resultantes de doenças como glaucoma e/ou catarata;
- **6 entrevistados** têm interesse real em conhecer ou frequentar ambientes museológicos e seus acervos;
- **7 dos entrevistados** utilizam ou utilizaram as artes como instrumento de alfabetização;
- **7 dos participantes entrevistados** possuem smartphone e utilizam o mesmo como recurso de acessibilidade;
- **3 dos entrevistados** acreditam que “museu é um ambiente para pessoas videntes” e não tiveram uma experiência positiva em suas visitas;
- **6 entrevistados** gostariam de manusear ou tatear os artefatos do acervo museológico;
- **7 dos participantes entrevistados** relataram que os produtos e serviços oferecidos pelos museus não possui significado para as pessoas com deficiência visual.

Segundo Blessing & Chakrabarti (2009) o processo e suas etapas não são lineares, ocorrendo inúmeras iterações ao longo do percurso, esse sentido, foi proposto uma nova imersão dentro de um ambiente museológico para inserir e aproximar o público interessado ao Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão, buscando entender as implicações e os desafios enfrentados no que tange as questões que envolvem a acessibilidade dentro desse espaço cultural (Figura 4).

Para esta etapa, foi definido um grupo focal com três participantes com deficiência visual, 1 (uma) pessoa cega, 1 (uma) com baixa visão e 1 (uma) pessoa com visão monocular, 1 (um) estudante de design, profissional de arte e cultura, 1 (um) profissional de audiodescrição, 1 (um) jornalista/locutor, além do próprio pesquisador/designer.



Figura 4: Imersão no Centro de Pesquisa e História Natural do Maranhão - CPHNMA. **Fonte:** Autores (2019).

Os principais pontos levantados nesse bate-papo realizado foram os seguintes:

- Falta de empatia e tratamento inadequado com as pessoas com deficiência visual;
- Ambientes apertados ou com poucos espaços de circulação;
- Ambientes mal iluminados;
- Percurso de mediação aleatório nos ambientes;
- Falta de material de apoio impresso, com texto ampliado e/ou em braille;
- Falta de detalhamento e audiodescrição na apresentação do acervo;
- Falta de conteúdos interativos para apresentar o museu e o seu acervo;
- Falta de sinalização tátil no piso, nas placas e etiquetas descritivas;
- A exibição de vídeos nos monitores em alguns ambientes do museu simultaneamente com a mediação do colaborador causava ruídos e interferência nos percursos da visita;
- Excelente domínio e conhecimento sobre o conteúdo apresentado pelos colaboradores;
- A possibilidade de manusear alguns itens do acervo do museu.

Etapa de Elaboração

Os participantes foram inseridos a rodadas de palestras e debates sobre acessibilidade, deficiência visual e seus amparos legais, além de oficinas para estimular a criatividade dos participantes (Figura 5), de forma que consigam gerar, fazer e testar as ideias e possíveis soluções, esta etapa foi responsável pelo direcionamento das decisões, ou seja, onde foi possível definir o que poderia ser feito ou não na etapa seguinte.



Figura 5: Roda de conversa no I Seminário de Formação sobre Direitos das Pessoas com Deficiência Visual. **Fonte:** Autores (2019).

A partir da oficina de elaboração de projetos em múltiplos formatos acessíveis, os participantes exercitam a ideação e prototipação colaborativa de produtos expositivos em uma temática cultural que contemple a diversidade, adequando-a a um formato acessível (Figura 6).



Figura 6: Oficina Montando Sentidos - SESC-MA. **Fonte:** Autores (2019).

Como proposta de valor foi definido a reprodução de artefatos para serem integrados tanto no contexto físico (táteis), como no digital (audiovisual).

Etapa de Prototipação

A construção dos modelos táteis foi baseada nas próprias peças do museu, considerando 4 (quatro) artefatos que despertaram a curiosidade dos participantes na segunda rodada imersiva (Figura 7).

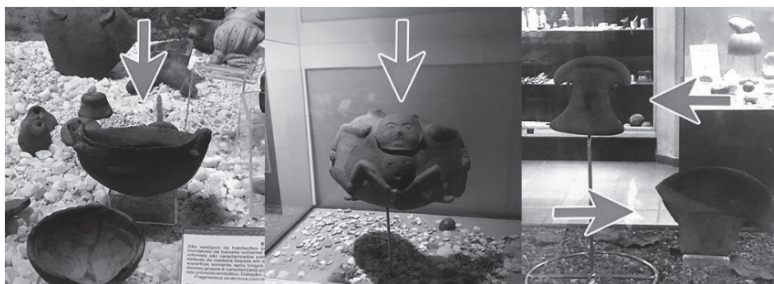


Figura 7: Acervo do CPHNAMA. Fonte: Autores (2019).

A descrição das etapas e requisitos estão intimamente ligados com o nível de detalhamento e refinamento das informações (BLESSING & CHAKRABARTI, 2009). Com a colaboração dos profissionais do CPHNM, foi realizada toda documentação e descrição técnica, medições de cada peça, aferindo-se peso, largura, altura e espessura, tipo de material e outros níveis de detalhes que incluem cor e textura (Figura 8).

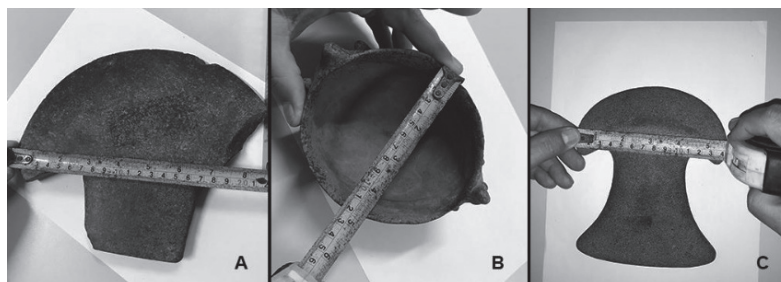


Figura 8: Detalhamento do acervo do CPHNAMA. Fonte: Autores (2019).

Levando em consideração esses requisitos, entendeu-se que o nível de riqueza e a necessidade de se chegar a um resultado o mais preciso possível. Por essa razão, eliminou-se a possibilidade de uso de qualquer processo de desenvolvimento manual, para essa pesquisa, que o uso da tecnologia de escaneamento 3D se tratava de um processo de construção de artefatos com muito mais benefícios, por entender que o processo de prototipagem final seria rápido e com custos mais acessíveis, mas que ainda sim ofereceria um resultado mais próximo da realidade.

Utilizou-se um notebook e um scanner 3D Artec Eva para o escaneamento dos objetos em três dimensões (Figura 9). O processo é baseado na varredura de luz estruturada, que faz uma sequência de fotos em 2D de um objeto, capturando diferentes ângulos e posteriormente unificando-as em uma imagem em três dimensões. A tecnologia de escaneamento 3D é ideal para transformar de objetos reais dos mais variados materiais em versões digitais, trata-se de um processo que segundo Groetelaars & Amorim (2012) possibilita capturar uma densidade de informação com a precisão necessária de registrar os objetos com suas características reais, sejam detalhes ou imperfeições.

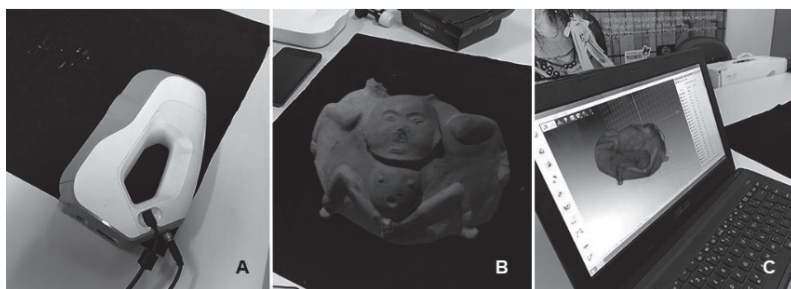


Figura 9: Escaneamento 3D do acervo do CPHNAMA. **Fonte:** Autores (2019).

A finalização da captura gera um arquivo .OBJ, formato universal de imagem tridimensional, com as faces poligonais, coordenadas 3D, mapas de textura, tamanho e outras informações referentes a esse objeto.

O processo de impressão trata-se de uma fabricação aditiva, que se dá pela fusão a laser, fundição a vácuo e moldagem do modelo digital por injeção de um material polímero, neste caso foi utilizado o filamento ABS amarelo, que de acordo com a 3DLAB (2017), “na impressão 3D é o material mais utilizado por possuir uma ótima resistência mecânica, resistência térmica e a facilidade de dar acabamento posterior”. Já a cor foi escolhida devido ao nível de contraste no ambiente e por destacar menos a sujeira decorrente do manuseio constante. Para tal, foi utilizado um iMac 21”, a impressora 3D UP! Mini e o software de impressão UP Studio (Figura 10), e como parte do planejamento, utilizou-se um nobreak para evitar a interrupção do processo de impressão para um eventual problema de fornecimento de energia elétrica.

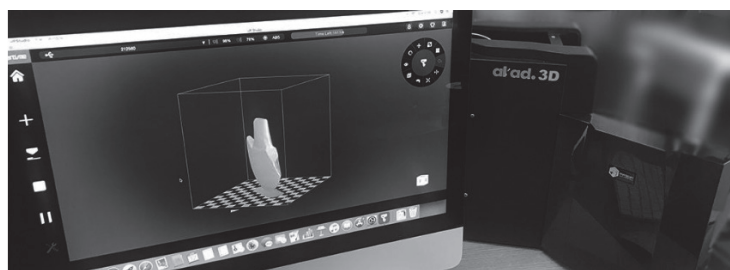


Figura 10: Modelagem do acervo do CPHNAMA para impressão 3D. **Fonte:** Autores (2019).

Essa etapa demanda um processo longo que inicia com o carregamento do arquivo para o software de impressão, instalação do filamento na impressora, a calibragem da base e a definição de qualidade da impressão. As peças foram reduzidas devido a limitação da área de impressão, impactando no peso da peça. Para cada peça, todo o processo de impressão em resolução fina (alta resolução) levou em média de 7 (sete) horas (Figuras 11 e 12).

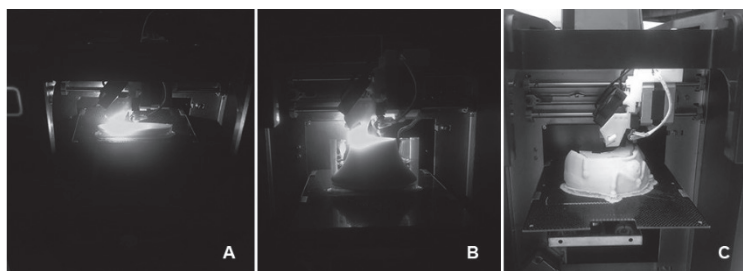


Figura 11: Impressão 3D do acervo do CPHNAMA. **Fonte:** Autores (2019).

O longo tempo de impressão e o alto consumo de energia do equipamento de impressão são os pontos negativos desse processo.

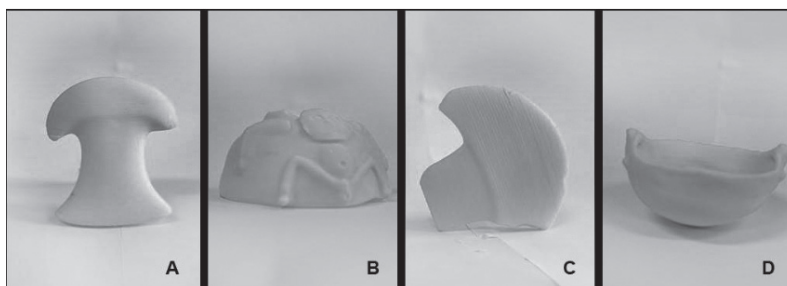









Figura 12: Reprodução de peças do acervo do CPHNAMA por meio de impressão 3D. **Fonte:** Autores (2019).

Construção de aplicativo com recursos audiovisuais

A construção do aplicativo retomou as informações que foram levantadas na fase de observação realizada na Escola de Cegos do Maranhão. A proposta de valor foi definida devido à relação muito próxima da pessoa com deficiência visual com a tecnologia e o frequente uso de smartphones.

Considerou-se ainda diversos motivos para a prototipação de uma aplicação para smartphone, tais como: ampliação do conhecimento, diversão e lazer e por ser o principal meio de comunicação e integração com os demais grupos sociais.

Como parte da metodologia, reuniões foram realizadas com a equipe para analisar outras aplicações similares existentes, a nível nacional e internacional, na loja de aplicativos App Store. A análise de similares foi realizada com as aplicações mobile dos museus listados no Quadro 1.

	MoMa - The Museum of Modern Art		Museu Afro Brasil
	National History Museum		Museu do Amanhã
	Château de Versailles		CCBB Rio de Janeiro – Cícero Dias
	Orsay Museum		Pinacoteca de São Paulo

Quadro 1: Aplicativos dos museus. **Fonte:** App Store.

Os aplicativos verificados ofereciam visuais limpos, intuitivos e de fácil utilização tanto para pessoas videntes, quanto para pessoas com deficiência visual. No entanto, nenhum deles possibilitam ao usuário a possibilidade de personalização ou alteração visual de acordo com a sua necessidade.

O aplicativo da Pinacoteca de São Paulo foi o único a possuir o diferencial de apresentar a audiodescrição das peças, bem como a locução de todo o texto escrito.

Tendo essas informações, foram destacados os recursos que pudessem beneficiar a construção de uma interface mais inclusiva.

Nesse sentido, na prototipação da interface, buscou-se trabalhar características a seguir, oferecesse diversos tipos de experiências para o usuário:

- Apresentação visual limpa;
- Consistência de identificação e navegação com elementos e funcionalidades que se mantém a uniformidade em todas as páginas;
- Flexibilidade para que o conteúdo possa se adaptar de acordo com a necessidade do usuário;
- Utilização de controles para facilitar a navegação e a obtenção da informação.

O aplicativo foi desenvolvido inicialmente como protótipo de baixa fidelidade em papel e posteriormente em alta fidelidade (Figura 13), esquematizando a localização e fluxo de todo o conteúdo. O conteúdo foi idealizado visando promover a autonomia do visitante com deficiência visual, contendo textos explicativos, audiodescrição de todos os textos e imagens apresentados, vídeos com tradução de texto em LIBRAS, possibilidade de reduzir e aumentar o tamanho dos textos, integração com redes sociais e Google Maps.

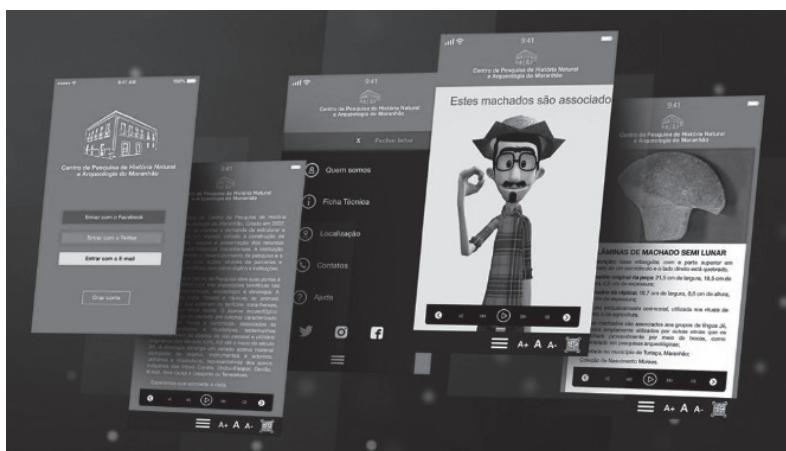


Figura 13: Protótipo de alta fidelidade do aplicativo. Fonte: Autores (2019).

Etapa de Avaliação

A validação envolveu os aspectos de interação e usabilidade do usuário com os objetos e a interface desenvolvida seguindo entendimento apresentado por Caelum:

O processo de design de experiência do usuário procura garantir que nenhum aspecto de experiência do usuário com o produto aconteça sem a sua intenção consciente, explícita. Uma maneira de atacar esta complexidade é quebrar o trabalho de elaboração da experiência do usuário em elementos que a compõem, facilitando o entendimento da tarefa como um todo. A experiência do usuário acaba sendo resultado de um conjunto de decisões tomadas na criação de um produto, sistema ou serviço: como vai se aparecer, como vai se comportar, o que pode ser feito, e por aí vai. Dividir essas decisões em camadas ajuda a compreender como essas decisões são feitas (CAELUM, 2019).

Caelum (2019) define que a satisfação do usuário é medida com a verificação de elementos que envolvem quatro áreas: desempenho, precisão, lembrança e resposta emocional. Para isso, foi definido um roteiro de tarefas a serem executadas para medir a satisfação do usuário ao interagir com os artefatos prototipados.

Aplicativo com recursos audiovisuais

Para a sessão de testes participaram 3 (três) usuários, 1 pessoa vidente, 1 pessoa com baixa visão e pessoa cega. A seção de testes foi iniciada com o uso da interface mobile versão web, um iPhone 7.

As tarefas a serem executadas foram:

- Acessar tela com conteúdo com audiodescrição;
- Acessar as telas para assistir o vídeo legendado e com a tradução das informações para a Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS;
- Acessar tela com conteúdo textual e imagético da peça prototipada;
- Acessar tela com conteúdo textual e imagético do histórico do museu;
- Acessar tela com o mapa de localização do museu.

O registro de avaliação foi medido por escala Likert, para atribuir nota com variação escala de 1 a 5, sendo, 5 - Muito fácil; 4 - Fácil; 3 - Indiferente; 2 - Difícil; 1 - Muito difícil.

Os testes foram aplicados individualmente com cada usuário em ambiente com acesso controlado, iniciando-se com a leitura, indicação para execução de cada tarefa e com o pedido para o usuário verbalizar a realização de cada ação pretendida.

Para os testes com as pessoas com deficiência visual foi utilizado o leitor de tela *VoiceOver*, recurso de acessibilidade nativo do sistema operacional iOS, presente nos smartphones iPhone (Figura 14).

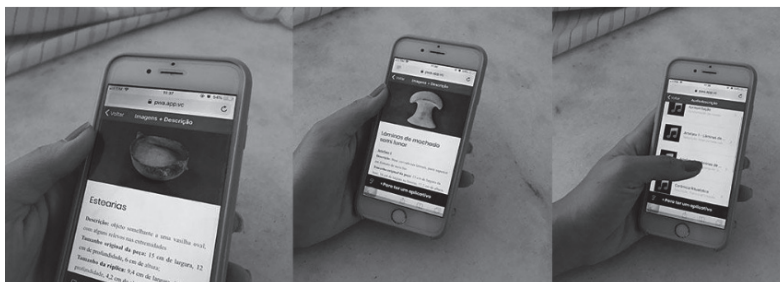


Figura 14: Teste de usabilidade do Aplicativo. Fonte: Autores (2019).

Os resultados dos testes com o aplicativo foram satisfatórios, em que todas as tarefas executadas foram classificadas entre Muito Fácil e Fácil. No que tange a interface visual, tanto o usuário com baixa visão com o usuário vidente salientaram a necessidade de um visual mais limpo, reduzindo a quantidade de elementos decorativos que levam à distração ou confusão com o conteúdo principal.

O teste trouxe ainda algumas limitações que foram revistas e corrigidas posteriormente.

Teste com o usuário cego:

- O leitor de tela não executava a leitura do texto alternativo das imagens;
- O leitor de tela fazia a leitura das imagens decorativas no menu de navegação principal;
- Ausência do player de locução nas telas de apresentação e contatos;
- Delay no início da execução dos vídeos e dos áudios.

Teste com o usuário com baixa visão:

- Os vídeos de todas as sessões não ocupavam a área total da tela do smartphone;
- A falta de comandos para controlar para mais e para menos o tamanho dos textos do aplicativo.

O teste com o usuário vidente:

- Telas não responsivas;
- Ausência de opção de modo de exibição em tela cheia para apresentação de imagens e vídeos;

Protótipos táteis

A validação dos protótipos táteis, também utilizou a escala Lickert, para medir a satisfação, com variação escala de 1 a 5, sendo: 1 - Nada satisfeito; 2 - Pouco satisfeito; 3 - Indiferente; 4 - Satisfeito; 5 - Muito satisfeito.

Previamente, os modelos táteis passaram por uma pré-avaliação de um audiodescritor consultor no processo de audiodescrição, para serem executados com 1 (uma) pessoa com baixa visão e 1 (uma) pessoa cega. Cada objeto foi entregue para que os usuários pudessem identificar e analisar o produto, verificando anatomia, dimensões, peso e textura (Figuras 14).



Figura 15: Teste de usabilidade do protótipo tátil. **Fonte:** Autores (2019).

Sem o auxílio da audiodescrição, os objetos causaram certa estranheza e a percepção de uma fragmentação da informação recebida. Posteriormente, modificando o cenário e a inclusão do aplicativo com o recurso de audiodescrição, o entendimento sobre as peças, permitiram aos usuários, terem um momento de “muita satisfação e felicidade” ao desfrutar daquele momento.

Conclusões

Os museus são ambientes ricos em história, cultura e conhecimento, no entanto, mesmo com a tecnologia, as práticas e metodologias expositivas ainda afastam diversos públicos, seja por questões de escolaridade ou por não se adequar às habilidades ou capacidades de um determinado grupo.

Nesse sentido, considera-se exitosa a prototipação de réplicas 3D de peças do acervo do Centro de Pesquisa e História Natural do Maranhão e do aplicativo com conteúdo audiovisual, com conteúdo acessível para o público com deficiência visual. O processo colocou os envolvidos no centro da tomada de decisão e o resultado foi além do esperado, permitindo ainda, a inclusão de uma comunicação em LIBRAS, formato compreendido também por pessoas com deficiência auditiva.

O processo de criação colaborativo perpassa pelo engajamento e empatia, torna-se desafiador à medida que cresce o número de participantes, que trazem consigo interesses e motivações diversas. Por isso, o destaque dessa pesquisa, foram as trocas de experiências que ajudaram a potencializar o desenvolvimento de pessoas a partir da materialização de produtos que contribuam para a eliminação de barreiras.

Essa experiência se mostrou uma oportunidade única para que os envolvidos exercitem a reflexão, a empatia e o espírito democrático no qual o design é concebido.

Os desafios desse estudo estão em torno de se encontrar apoio das instituições museológicas e dos profissionais especializados que atuem com pessoas com deficiência visual. Na questão técnica o tempo demandado para executar as etapas do processo e o alto consumo de energia elétrica no processo de impressão dos artefatos táteis.

Por fim, foi possível mensurar resultados relativos ao processo de colaboração a partir do nível de satisfação dos participantes, e que pode se reproduzido e ampliado para beneficiar e influenciar outros projetos nessa temática

Referências

- 3DLAB. (2017). *Tipos de filamentos para impressoras 3D: conheça os principais*. <https://3dlab.com.br/tag/abs-premium/>
- Blessing, L. T. M., & CHAKRABARTI, A. (2009). *DRM, a Design Research Methodology* (1^o ed). Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-587-1>
- Caelum. (2019). *UX e Usabilidade aplicados em Mobile e Web*. www.caelum.com.br/apostilas
- Cardoso, I. (2005). *A geração dos anos de 1960: o peso de uma herança*. *Tempo Social*, 17(2), 93–107. <https://doi.org/10.1590/S0103-20702005000200005>
- Dresch, A., Lacerda, D. P., & Antunes Junior, J. A. V. (2015). *Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Bookman.
- Groetelaars, N. J., & Amorim, A. L. (2012). *Um panorama sobre o uso de nuvens de pontos para criação de modelos BIM*. <https://www.researchgate.net/publication/276007399>
- Ibge, I. B. de G. e E. (2010). *Censo demográfico 2010: características gerais da população, religião e pessoas com deficiência*. <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=794>
- OMS, O. M. de S. (2011). *Relatório Mundial sobre a Deficiência*. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44575/9788564047020_por.pdf
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. de. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico (2a)*. Feevale.
- Santos, S. M. A. (2009). *Acessibilidade em Museus*. Universidade do Porto.
- Sasaki, R. K. (2005). Inclusão: o paradigma do século 21. *Revista Inclusão*, 19–23. <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/revistainclusao1.pdf>
- Spinuzzi, Clay. (2005). *The methodology of participatory design*. *Technical Communication*, 52(2), 163–174.

Resumen: Los museos son espacios plurales y educativos que posibilitan la expansión del conocimiento, a partir de la relación y reflexión entre elementos artísticos y culturales. Sin embargo, aunque hayan surgido o mejorado técnicas y recursos en la construcción de productos artísticos, permanecen en varias instituciones museológicas de Brasil y del mundo, barreras en diversas dimensiones -arquitectónicas, comunicacionales, metodológicas, instrumentales y actitudinales-, que dificultan la recepción de personas con habilidades y capacidades diversas. Buscando entonces romper con estas prácticas, profesionales de diferentes áreas del conocimiento están reconociendo el diseño como un medio para promover la inclusión y la accesibilidad de las personas con y sin discapacidad, ofreciéndoles autonomía y la oportunidad de ser parte de todo el proceso de diseño de soluciones que beneficien sus propias vidas. Para ello, este estudio asoció a los principios del diseño participativo y del diseño centrado en el usuario, la investigación-acción como método para investigar las barreras de accesibilidad cultural y realizar una intervención, a través del prototipado y validación de artefactos multisensoriales, que permitiera a las personas con discapacidad visual asimilar piezas del acervo de un Museo y Centro de Investigación de Historia Natural y Arqueología de São Luís - MA. El estudio resultó en el desarrollo participativo de cuatro prototipos táctiles, modelados digitalmente y reproducidos mediante impresión 3D, y en la creación de una aplicación para la reproducción de la audiodescripción de estos artefactos.

Palabras clave Diseño participativo - Artefactos multisensoriales - Accesibilidad - Discapacitados visuales - Museos.

Summary: Museums are plural and educational spaces that enable the expansion of knowledge, based on the relationship and reflection between artistic and cultural elements. However, even though techniques and resources have emerged or improved in the construction of artistic products, barriers in various dimensions (architectural, communicational, methodological, instrumental and attitudinal) remain in several museological institutions in Brazil and in the world, which make it difficult to welcome people with diverse skills and abilities. Seeking to break with these practices, professionals from different areas of knowledge are recognizing design as a means to promote inclusion and accessibility for people with and without disabilities, offering them autonomy and the opportunity to be part of the entire process of designing solutions that benefit their own lives. For this, this study associated the principles of participatory design and user-centered design, action research as a method to investigate the obstacles of cultural accessibility and carry out an intervention, through the prototyping and validation of multisensory artifacts, which would enable people to visually impaired assimilate pieces from the collection of a Natural History and Archeology Museum and Research Center in São Luís - MA. The study resulted in the participatory development of four tactile prototypes, digitally modeled and reproduced through 3D printing, and in the creation of an application to reproduce the audio description of these artifacts.

Keywords: Participatory design - Multisensory artifacts - Accessibility - Visual impairment - Museums.

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por su autor]
