

Design de Interação em Narrativas Imersivas: uso do *Hand Tracking* em uma experiência para o Museu Casa Rui Barbosa

Diseño de interacción en narrativas inmersivas: uso del Hand Tracking en una experiencia para el Museo Casa Rui Barbosa

Interaction Design in Immersive Narratives: using Hand Tracking in an experience for the Museu Casa Rui Barbosa

Dario Melo Maciel, Inês Maria Silva Maciel

Hand Tracking, Realidade Estendida, design de interação, narrativa imersiva

As Realidades Estendidas têm se destacado ao abrir novas possibilidades de produção de conteúdo em exposições em ambientes históricos, permitindo registrar detalhes e nuances que aumentam a percepção de escala e riqueza desses espaços para os visitantes. Os novos headsets de Realidade Virtual vêm surpreendendo a todos com formatos de interação inovadores que exploram o movimento do corpo para criar uma maior sensação de imersão. O presente estudo explora a metodologia pesquisa-criação na criação de uma narrativa imersiva e apresenta as possibilidades e os desafios encontrados em um conteúdo baseado na interação *hand tracking* para o Museu Casa Rui Barbosa.

Hand Tracking, Realidad Extendida, diseño de interacción, narrativa inmersiva

Las Realidades Extendidas se han destacado por abrir nuevas posibilidades de producción de contenidos en exposiciones en entornos históricos, permitiendo registrar detalles y matices que aumentan la percepción de escala y riqueza de estos espacios para los visitantes. Los nuevos cascos de Realidad Virtual sorprenden con innovadores formatos de interacción que exploran el movimiento corporal para crear una mayor sensación de inmersión. El presente estudio explora la metodología de investigación-creación en la creación de una narrativa inmersiva y presenta las posibilidades y desafíos encontrados en el contenido basado en la interacción de seguimiento manual para el Museo Casa Rui Barbosa.

Hand Tracking, Extended Reality, interaction design, immersive narrative

Extended Realities have stood out by opening new possibilities for content production in exhibitions in historical environments, allowing the recording of details and nuances that increase the perception of scale and richness of these spaces for visitors. The new Virtual Reality headsets have surprised everyone with innovative interaction formats that explore body movement to create a greater sense of immersion. This study explores the research-creation methodology in the creation of an immersive narrative and presents the possibilities and challenges encountered in content based on hand tracking interaction for the Casa Rui Barbosa Museum.

1 Introdução

As chamadas Realidades Estendidas (XR) abarcam toda a gama de processos e tecnologias vinculadas à produção de experiências em Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Realidade Mista (Tori, et. al, 2018). Esses conteúdos permitem a criação de ambientes sintéticos, imersivos de alta definição em aplicações com uma grande variedade de usos, indo desde o entretenimento¹ até projetos industriais². A cada ano, a tecnologia embarcada nos novos headsets surpreendem a todos com ferramentas de interação que exploram o movimento do corpo para criar uma maior sensação de imersão.

Na área cultural, esses conteúdos têm sido explorados em ambientes históricos, proporcionando uma infinidade de possibilidades. Essas produções aplicadas à acervos históricos permitem registrar detalhes e nuances que aumentam a percepção de escala e riqueza desses espaços para os visitantes (Silva & Teixeira, 2021; Hite, Childers, Hoffman, 2025), transformando a forma como os museus documentam, preservam e disponibilizam a visita do patrimônio cultural de forma mais acessível (Zhao, 2018). Por esse motivo, o uso de headsets de Realidade Virtual tornaram-se mais populares, ampliando sua aceitação no campo da preservação e difusão do patrimônio histórico (Carrozzino et al., 2010 *apud* Zhao, 2018).

Portanto, o objetivo do presente projeto é gerar engajamento e motivar as pessoas a compreenderem mais a história de Rui Barbosa. A partir da experiência em Realidade virtual com o veículo Coupê do personagem, o projeto tentou propiciar uma nova forma de observá-lo, respeitando as limitações físicas de um objeto tombado. Assim, o trabalho explorou a metodologia pesquisa-criação para desenvolver uma narrativa imersiva capaz de estimular a reflexão sobre as possibilidades de aplicação das narrativas imersivas na preservação da memória.

2 Referencial Teórico

Realidades Estendidas

Os conteúdos em Realidade Aumentada são aplicações que sobrepõe elementos virtuais ao mundo real (Tori, et. al, 2018). Realidade Virtual (RV) permite o acesso a ambientes sintéticos, imersivos e de alta definição, que conseguem nos transportar para realidades alternativas (Nagta, 2022). A Realidade Mista (RM) é definida como a sobreposição de um ambiente virtual tridimensional gerado por computador ao ambiente físico, proporcionando uma experiência sensorial interativa (Tori, et. al, 2018). Para acessar esses conteúdos de RV e RM, em geral, usam-se headsets de Realidade Virtual como o Quest 3.

¹ The Line, animação VR brasileira gamificada em ganhadora do VR Prêmio Primetime Emmy® for Outstanding Innovation in Interactive Media 2020. Prêmio de Melhor Experiência em VR no 76º Festival de Veneza.

<<https://youtu.be/UYWjPOgtOfo?si=A2uyjBJKu5-yuNKe>>

² Treinamento de Bombeiros em industrias <<https://www.instagram.com/mcyberhub/reel/CgHhZMJgteH/>>

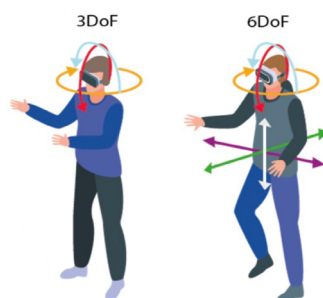


Figura 1 – Graus de Liberdade 3DoF e 6DoF³. (Fonte: o autor)

Esses headsets contém geralmente um display ótico estereoscópico (oferece diferentes imagens para cada olho), sensores como acelerômetros e giroscópios para monitorar o movimento da cabeça e som estéreo ambissônico (Jerald, 2016). Essa tecnologia já existe há algum tempo, mas os modelos mais recentes permitem o acesso a conteúdos em *3Degrees of Freedom* e *6Degrees of Freedom*, considerada como a tipificação como os *Head Mounted Displays (HMD)* são classificados, ou seja, qual é a quantidade de dimensões de liberdade de movimento permitida em cada modelo de headset (Pinta, 2017).

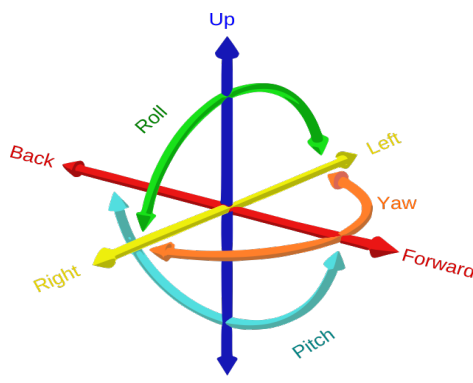


Figura 2 – Eixos 3DoF e 6DoF. Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Six_degrees_of_freedom>

Estes graus de liberdade dependem da sofisticação dos sensores e um processador interno de cada tipo de headset, os equipamentos com 3DoF conseguem calcular os 3 movimentos de rotação (roll, pitch e yaw). Com 6DOF o headset consegue captar todo e qualquer movimento do usuário, tanto a rotação quanto o translado.

Conceitos: Imersão, Presença e Embodiment

³ Diferenças entre 3DoF e 6DoF <https://youtu.be/Hfzkfi_RMeI?si=VegXDXvi-ssT9B7D>

A construção do roteiro imersivo depende da compreensão desses três conceitos, a imersão: envolve a possibilidade da audiência ser envolvida pelo ambiente virtual e o som ambissônico, oferecendo uma experiência de estar imerso naquele ambiente; a presença: descrito como a sensação de se perceber como parte daquele ambiente, reagindo a estímulos virtuais como se estivesse em um mundo real; e o *embodiment*: refere-se à percepção de estar fisicamente interagindo no ambiente virtual. E este último, pode ser dividido em três níveis: a sensação de localização do próprio corpo; sensação de poder interagir; e a sensação de controle do próprio corpo (Tricard, 2018).

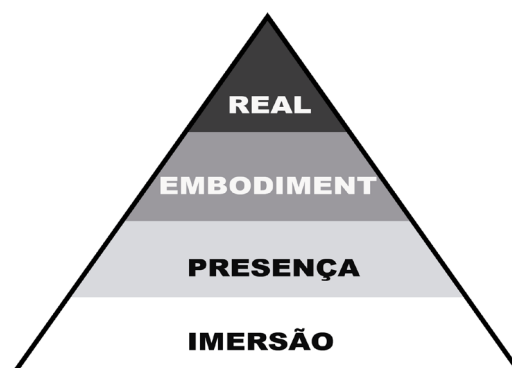


Figura 3 – Conceitos de Imersão, Presença e Embodiment. Fonte: Tricard (2018).

Design de Interação

Em 1990, quando o design de interação dava seus primeiros passos, Brenda Laurel (1990) já apontava novas direções para o futuro da interatividade. A autora postulava que a interface, ainda era considerada uma barreira para muitos usuários e ainda não respondia aos preceitos da linguagem natural.

O design de interação é conceituado como projeto de espaços para comunicação e interação humana (Winograd, 1997, *apud* Preece, Rogers & Sharp, 2005). Já Miyata (2012) entende que o conceito de interação como uma via de mão dupla de comunicação em que o sistema reage às ações do usuário, e o usuário reage às respostas do sistema. No âmbito da Realidade Virtual, Jerald (2016, p. 45) define a interatividade como a capacidade do usuário realizar mudanças no mundo virtual.

No caso dos conteúdos imersivos, essas experiências interativas são denominadas como *Interactive VR*. Nesses conteúdos, a audiência é estimulada a participar da narrativa pela sensação de controle do próprio corpo no ambiente virtual. Essa interatividade pode ser oferecida em vários níveis (Maciel, et. al, 2019), como pode ser analisada na Tabela 1.

Hoje, a interatividade em ambientes imersivos representa uma forma de “interação direta”, que elimina gadgets e usa sensores que capturam o movimento do corpo (*body tracking*) e

das mãos do usuário (*hand tracking*) para transformá-los em ferramenta de interação para aumentar a sensação de imersão ao longo da narrativa.

Tabela 1: Categorização desenvolvida Maciel et. al (2019). Fonte: Maciel et al (2019)

Tipo de Interatividade	Descrição	Exemplo
INTERAÇÃO POR CÓDIGO VERBAL	Código usado para representar informação por palavras	Exemplo: por palavras impressas ou faladas na descrição das opções em Menus.
INTERAÇÃO POR CÓDIGO NÃO VERBAL	Código usado para representar informação por imagens	Exemplo: Ilustração e ícones
INTERAÇÃO SENSORIAL PELA AUDIÇÃO	Informação recebida pela audição	Exemplo: Narrador indica a ação a ser feita
INTERAÇÃO SENSORIAL PELA VISÃO	Interface acionada por animação	Exemplo: Estímulo visual que indica a ação por animação ou sinais
INTERAÇÃO SENSORIAL POR MOVIMENTO	Interface acionada por movimento	Exemplo: Trackeamento do movimento por sensores
INTERAÇÃO POR MOVIMENTO	Ação onde a audiência escolhe o ponto de vista por manipulação (por cursor ou pelo próprio movimento do dispositivo)	Exemplo: Magic Window - janela flat que possibilita a visualização de parte do conteúdo 360o, permitindo que se navegue lateralmente por touchscreen para visualizar o restante da imagem.
INTERAÇÃO GAMIFICADA	A estória interativa permite a tomada de decisão por caminhos narrativos diferenciados, que podem ou não criar diferentes cenários para a estória.	Exemplo: o filme "A GRUTA" de Filipe Contijo, possui uma narrativa denominada Filme-Jogo, que explora essa interação gamificada.

Segundo *Developers Manual* do META Quest 3, o *Hand e Body Tracking* utiliza sensores e câmeras do headset para capturar movimentos corporais, posições de dedos e mãos do usuário. Esses dados são processados por softwares que usam algoritmos de *machine learning* e computação espacial para interpretar esses movimentos, convertendo-os em comandos específicos. Vale destacar que, vários fatores podem influenciar a eficácia e exatidão dos dados, incluindo a posição das mãos em relação às câmeras, as condições de luz, oclusões entre outros fatores.

Os comandos de *hand tracking* do Quest 3 podem ser categorizados em modalidades, como podem ser vistos na Tabela 2. A partir das cinco modalidades de *Hand Tracking* oferecidas, os desenvolvedores podem criar tipos de interação específicos a partir de SDK's de

Interação⁴, que são oferecidos pela META para Engine Unreal, com modelos de programação para vários tipos de interação⁵, como:

- TRANSFORMER: permite mover objetos em um plano; rotacionar em um único eixo; pegar e escalar um objeto; e pode ser aplicados os movimentos jogar e derrubar com aplicação de física à programação.
- THROW: exemplos de SDK para pegar, mover e jogar objetos.
- POKE: exemplos de SDK para botões virtuais que podem ser pressionados com o dedo, sem que o mesmo atravesse a superfície do botão. Permitindo também o uso de botões com scrolling e com variantes “Glow on Hover” e “Glow on Touch”.
- RAY: permite interagir com itens à distância na cena, apenas apontando para o objeto com a mão ou controles.

Tabela 2: Modalidades de *Hand Tracking*⁶. Fonte: META (2025)

MODALIDADES DE INPUT POR HAND TRACKING	DESCRIÇÃO DO TIPO DE INPUT
TARGET (ALVO)	O input TARGET usa as mãos de duas formas: diretamente, similar a vida real, pelo toque ou interagindo indiretamente usando um raio.
SELEÇÃO	Refere-se ao movimento de escolha ou ativação que pode ser ativado pela mão. Por exemplo: gesto de TOCAR
POSE/POSTURA	Refere-se a um momento estático onde a POSTURA da mão comunica uma ação específica ou determinado comando. Exemplo: PINCH (apertar) ou GRAB (pegar)
GESTOS	Refere-se a uma sequência de POSTURAS que pode ser interpretada como GESTO. Por exemplo, o gesto DESLIZAR a mão é uma sequência de posturas de ACENO.
PASSAGEM	Passagem para transição de mão de ESTADO OCIOSO para ESTADO ATIVO. Essas transições são acionadas a partir das modalidades POSTURA ou GESTOS.

⁴ SDK: Software Development Kit de Design de Interação. Disponível em: <https://developers.meta.com/horizon/documentation/unreal/unreal-isdk-samples>.

⁵ Exemplos de interação usando RAY, TRANSFORMER, THROW e POKE SDK's. <https://youtu.be/YVsglLO1CSM?si=BXJurMKdSq8v03Z>

⁶ Exemplos de interação por Hand Tracking: GRAB, LEVER, DRAWER e BUTTON. <https://youtu.be/YVsglLO1CSM?si=BXJurMKdSq8v03Z>

Usabilidade no Design de Interação

O conceito de usabilidade nasceu como um princípio de design de interação, representando a facilidade de uso e facilidade de aprendizado de um produto (Preece, Rogers & Sharp, 2005). O conjunto de metas de usabilidade descritos na Figura 4 são resumidos por Nielsen (2001) nos chamados princípios de usabilidade, a saber:

- a) Visibilidade do status do sistema (Feedback): quando o sistema mantém os usuários sempre informados sobre o que está acontecendo, oferecendo um feedback adequado;
- b) Compatibilidade do sistema com o mundo real: princípio onde o sistema fala a linguagem do usuário, usando palavras e conceitos familiares ao mesmo, em vez de termos técnicos;
- c) Controle do usuário e liberdade: fornece maneiras para que o usuário possa orientar-se na interface, oferecendo saídas fáceis de lugares inesperados ou ações indesejadas;
- d) Consistência e padrões: evita que os usuários se confundam com palavras ou ações diferentes que significam a mesma coisa;
- e) Ajuda aos usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros: o sistema utiliza linguagem simples para descrever a natureza do problema e sugere possíveis soluções;
- f) Prevenção de erros: ações ou avisos que impedem a ocorrência de erros;
- g) Reconhecimento em vez de memorização: criar objetos, ações e opções reconhecíveis oferecendo similaridade com o mundo real;
- h) Flexibilidade e eficiência de uso: o sistema fornece aceleradores invisíveis para usuários inexperientes, ao mesmo tempo que permite a criação de atalhos para usuários experientes;
- i) Estética e Design Minimalista: impede o uso de informações irrelevantes;
- j) Ajuda e Documentação: fornece informações que podem ser facilmente encontradas e ferramentas de ajuda.



Figura 4 – Metas de usabilidade. Fonte: Preece, Rogers & Sharp (2005, p. 41).

O design de *interação sensorial por movimento* (Maciel et al., 2019) ou design de interação gestual têm desenvolvido novas modalidades de interação a partir das inovações dos HMD's que incorporam sensores de captura de movimento *Hand* e *Body Tracking* combinados a algoritmos de *machine learning* e computação espacial. O hardware Meta Quest consegue mapear a mão do usuário, possibilitando aplicar uma malha tridimensional no seu lugar. Essa funcionalidade é exposta para os desenvolvedores em um processo em computação gráfica chamado de *rigging* é composto por um processo de deformação de uma malha baseado em um esqueleto, composto por *bones* ou *joints*.

Ao mapear do esqueleto virtual às mãos físicas do usuário, o sistema consegue captar a posição e rotação dos dedos. A partir dessa captação, há o que se chama de *Hand Recognition* (reconhecimento de mão). Pode-se fazer com que determinadas poses; como um polegar para cima, sinal de paz, acione determinada função na experiência virtual. Nesses casos, a mão do usuário vira uma interface no aplicativo.

Essa inovação permitiu aos desenvolvedores “criarem” novos comandos de interação gestual mais conectados com suas narrativas imersivas e menos limitados aos padrões de movimentos tradicionalmente presentes nos controles. Essa liberdade de criação tem sido frutífera em termos criativos, mas também tem impactado a usabilidade dos conteúdos interativos em VR.

Pioneiros nos estudos sobre Usabilidade e Design de Interação, Donald Norman e Jakob Nielsen (2010) criticam essa falta padrões no desenvolvimento de interfaces gestuais. Para os autores, existe uma falta de guidelines para controles gestuais; uma insistência das empresas em ignorar as convenções já estabelecidas e estabelecer novas possibilidades “fora dos padrões”. Por este motivo, Norman & Nielsen defendem a necessidade urgente de criar novas diretrizes de usabilidade voltadas para as tecnologias de *Hand* e *Body Tracking* que respeitem os princípios de usabilidade no design de interação.

3 Metodologia

Considerando que o presente projeto explorou tecnologias técnicas de interação virtual a partir do processo criativo, a metodologia pesquisa-criação se revelou a metodologia de projeto mais adequada para o seu desenvolvimento, com duas abordagens metodológicas: 1) Revisão Bibliográfica; 2) Pesquisa-Criação: etapa da pesquisa que explorou métodos criativos e pós-qualitativos, incorporando ‘uma forma híbrida de prática artística entre as artes e a ciência, ou pesquisa em ciências sociais.

De acordo com Springgay e Truman (2018), os métodos de criação de pesquisa não se debruçam apenas sobre coleta de dados e processos, também descrevem a investigação qualitativa como uma maneira de estar no mundo que é “um pensamento- fazer-fazer”.

4 Discussão

Museu Casa Rui Barbosa

Os museus buscam diversas formas de atrair seus visitantes. Os maiores e mais famosos, como Louvre, Prado e Metropolitan conseguem fazê-lo pela sua fama e imensa quantidade de obras disponíveis. Há diversos outros museus de menor porte ou mesmo aqueles que buscam oferecer momentos diferenciados daqueles de uma visita passiva-contemplativa a objetos antigos.

O Museu Casa Rui Barbosa é um desses museus menores em dimensão, mas com um robusto patrimônio histórico. Rui Barbosa foi um proeminente personagem da história brasileira que atuou por quase 30 anos de sua vida atuando contra o sistema de escravidão, em 1889, foi eleito senador constituinte pela Bahia, com papel primordial na elaboração da primeira Constituição.

A instituição, Museu Casa Rui Barbosa, foi criada após a morte do senador, a partir de um decreto datado de 1924, mas só foi aberta à visitação pública em 1930. A instituição tem como objetivo “... *promover a preservação e a pesquisa da memória e da produção literária e humanística (...) acerca da cultura brasileira*”. Os bens culturais do museu reúnem, além do edifício, cerca de 1400 peças de mobiliário e objetos, a biblioteca, com 23 mil títulos, e o arquivo de Rui Barbosa (Pessoa, 2013).

A Experiência Imersiva: De Volta ao Passado

A expectativa do projeto foi gerar engajamento e motivar as pessoas a compreenderem mais a história de Rui Barbosa por meio de itens históricos do Museu, como o veículo Cupê, considerando que há limitações físicas para observá-lo porque todos os carros são separados dos visitantes por uma pequena barreira que os impede de observar os veículos por outros ângulos ou de se aproximar dos mesmos.

Dessa forma optou-se por desenvolver uma experiência em realidade virtual a partir de um objeto que fizesse parte do cotidiano do personagem. Os softwares utilizados durante toda a produção da experiência foram: Photoshop, para criação de artes e manipulação de fotos e texturas; Autodesk Maya para animação de personagens; Unreal 4 para produção da lógica de jogo; Adobe Premiere para edição de vídeo estereoscópico, gravação aérea e filmagem 360; Reality Capture para escanear o carro; e *Dollars Mocap* para captura de animação do torso



Figura 5 – Veículos Vitória e Coupê (em primeiro plano, à direita). Fonte: (MCRB, 2013).

A Estrutura da Narrativa na Experiência Imersiva

O autor do projeto projetou a narrativa de forma que cada um sintam-se realizado após a experiência ou alguma outra curiosidade sobre a Casa Rui Barbosa. A experiência⁷ consiste em quatro atos distintos e consecutivos:

I ATO: Apresentação: Rui Barbosa se apresenta, exigindo ser cumprimentado para explicar quem é e o que está fazendo. Em seguida ele mostra um pouco do carro dele montado e pede que você visualize o carro girando uma manivela. Ao executar tal ação, o carro se quebra.

II ATO: O segundo é o momento de montagem do carro, situado em um ambiente completamente virtual. Com o foco é inteiramente na mesa onde estão dispostas as peças do quebra-cabeça.

III ATO: Em seguida se inicia a parte de narrativa, é contada um pouco da casa de Rui Barbosa. Esse trecho é em realidade mista; é possível ver o ambiente, mas em preto e branco e extremamente escuro. Nessa etapa, o foco é contar a história do objeto. Esse ato é utilizado como momento híbrido; o foco da narrativa é somente um: contar a história da casa e do carro, sendo exibidos na mesa à frente. Essa história se desenrola com a aparição do carro tridimensional e um passeio circular que força o usuário a girar horizontalmente no próprio eixo para acompanhar o carro.

IV ATO: Por fim, no terceiro e último ato, o carro está em escala real no ambiente, agora em realidade mista com o espaço sendo observado em cores. Nessa etapa, o objetivo é, se possível, fazer com que o jogador possa circular em volta do carro em escala real.

⁷ Vídeo da experiência completa < https://youtu.be/x_ZPtpzRVfc>

Design de Interação da Experiência Imersiva

Entendendo que o conteúdo interativo projetado para um Museu visa atender a uma vasta gama de usuários. O desenvolvimento do projeto buscou atingir as metas de usabilidade, oferecendo um sistema de fácil compreensão e visualmente consistente, onde a lógica complexa inerente ao projeto não é percebida pelo usuário. Por esse motivo, o desenvolvimento do projeto procurou atender o requisito de *consistência*, tornando a figura do avatar de Rui Barbosa central e preponderante por quase toda a história (exceto introdução e conclusão). Da mesma forma, o painel central e a mesa complementam essa consistência visual, oferecendo um ambiente cercado de objetos que compõe historicamente com o cenário do museu, acrescentando apenas alguns elementos interativos de fácil compreensão.



Figura 6 – Painel e Mesa central da experiência “De Volta ao Passado”. Fonte: (o autor).

Com o intuito de atender a recomendação de Preece, Roger & Sharp (2005) “*Projete diálogos para encerrar as ações [...] deixe claro quando uma ação foi realizada com sucesso: “impressão finalizada”*”, e o princípio de *feedback* recomendado nos Princípios de Usabilidade de Nielsen (2001), ao longo do processo de interação foram explorados efeitos de feedback visual e sonoro para demonstrar ação-consequência, incluindo “moldes coloridos”, indicando onde cada peça deveria ser encaixada no quebra-cabeça e o som de “clicks” ao final do encaixe de cada peça, indicando que a ação havia sido realizada com sucesso.

Entre as premissas de usabilidade atendidas na montagem do quebra-cabeça do veículo Coupê, destacamos:

- a) **Prevenção de Erros:** o jogador tem a liberdade de arremessar as peças, ou se por erro ou descuido deixá-las cair, surge uma “fumaça”, indicando que a ação não foi realizada < <https://youtu.be/waz1EcSgfw4>>. Ao fazer isso, um sistema entra em ação e transporta as

peças para a mesa central, ao alcance do jogador. O mesmo processo se aplica na representação dos vinhos quando se escolhe a trilha sonora;

- b) Controle do usuário e liberdade: com o *hand tracking*, todas as interações e suas possibilidades para operar dentro do sistema do jogo se tornam viáveis. O aprendizado se dá de forma clara e didática, em vez de ensinar o modo como fazer, o projeto foi pensado em fazer enquanto aprende, como pode ser visto em “*Capacidade de aprendizagem (learnability) refere-se a quão fácil é aprender a usar o sistema. É fato sabido que as pessoas não gostam de passar muito tempo aprendendo como fazê-lo*” (Preece, Roger & Sharp, 2005). Outro aspecto ao projetar a interatividade é o livre arbítrio ou o leque de possibilidades que o usuário tem de escolher para como proceder durante a experiência;

c) Reconhecimento em vez de memorização: ações como: **apertar um botão** é algo universal, pois decorre de uma ação de empurrar determinada objeto em determinado eixo. Ex: < <https://youtu.be/wstVAmvOe1s>>; **apertar a mão de alguém** também é um gesto cultural amplamente difundido. Ex: < <https://youtu.be/5jCB8C3NsY4>>; da mesma forma, **girar uma manivela**, tal e qual o caso do botão, é também um movimento universal. Ex: < <https://youtu.be/NUUclbV9I44>>.

d) Compatibilidade do sistema com o mundo real: acionar botões e girar uma manivela remetem à um grupo de ações compatível com o mundo real. Ex: < <https://youtu.be/NUUclbV9I44>>;

e) Visibilidade do status do sistema (Feedback): foram explorados efeitos visuais para oferecer um feedback ao usuário, incluindo um “molde colorido” para cada peça do quebra-cabeça, que só brilha quando o usuário coleta a peça escolhida. Esse é um feedback visual que ajuda o jogador a identificar a posição em que a peça deve ser encaixada. Ex: <<https://youtu.be/waz1EcSgfw4>>.

Com o uso do *Hand Tracking*, algumas limitações tiveram de ser impostas na quantidade e na forma como os gestos seriam feitos e analisados pelo sistema. A tecnologia nesse caso, limitou a escolha artística. Essa escolha limitada de tipos de interações sensoriais por movimento (gestos) foi feita para simplificar a interoperabilidade, deixando toda a experiência mais intuitiva. Por esse motivo, para a experiência na casa Rui Barbosa foram configurados quatro gestos no total: Grab, Lever, Drawer e Button, cada um com suas peculiaridades e funções específicas, a saber:

- a) Grab: É a função de pegar um objeto. Para isso foram escolhidos o gesto de pinça e de punho. Ao fazer esse gesto perto de um objeto que possa ser coletado, esse objeto irá se anexar à mão do usuário, permitindo que ele possa carregá-lo consigo até mudar o gesto da sua mão. Ao soltar o item, este permanecerá parado onde foi deixado.



Figura 7 – Ação: “Grab” ou movimento de pinça usado para seleção ou pegar objetos. Fonte: (o autor).

b) *Lever* e *drawer*: Esses dois gestos são similares na técnica. Ambos necessitam analisar se a mão está próxima do objeto e se está na pose reconhecida como *Grab*. Dessa forma, temos uma referência de qual mão está executando a ação. Enquanto essas duas variáveis forem verdadeiras: mão deve estar próxima e em gesto de *Grab*; o gesto de *Lever* ou *Drawer* pode funcionar. *Lever* significa manivela e corresponde a um objeto que pode ser movido com base na rotação em relação a determinado ponto, como uma porta ou janela dobradiça. *Drawer* é uma gaveta ou qualquer objeto que só pode ser movido em um sentido, apenas um eixo do movimento é permitido. O primeiro movimento *Lever* é rotacionado sob um eixo e o segundo é translocado em determinado eixo. Uma gaveta pode ser aberta ou fechada, uma manivela pode estar em posição vertical ou horizontal. Se esses objetos puderem ultrapassar seus limites, o objetivo de forçar o usuário a alterar suas posições iniciais tendo que interagir com eles seria comprometido.

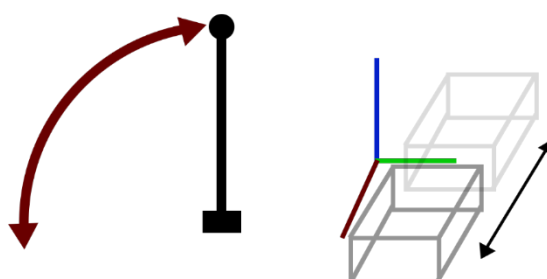


Figura 8 – Ação: *Lever* (rotacionar) e *Drawer* (empurrar). Fonte: (o autor).

c) *Button*: O último gesto é bem simples. Se o sistema expõe a posição e rotação dos dedos, é possível colocar esferas de colisão exatamente na ponta do dedo. Dessa forma, é

criada uma lógica que empurra uma malha (o botão virtual) quando essa esfera colide. Nesse caso, o botão virtual muda de cor para indicar que foi pressionado.



Figura 9 – Ação: Button. Fonte: (o autor).

Por fim, para ampliar a sensação de imersão, além das vozes e das músicas, foram incluídos um som de clique confirmando que a peça foi inserida corretamente, o cavalgar dos cavalos e som ambiente; e som de vento bem suave. Também foram incluídos alguns efeitos para auxiliar na montagem do carro. O primeiro efeito foi idealizado como gabarito do local correto da peça (ex: molde colorido em verde), sempre que o usuário colocasse a mão em determinada peça, a parte correspondente no carro irá brilhar em alguma cor. Esse é um feedback visual que ajuda o jogador a identificar a posição em que se deve encaixar, considerando que a forma do carro, é desconhecida para os padrões de hoje. Por fim, foram inseridas algumas configurações de idioma e parâmetros como a escolha de jogar “sentado” ou “em pé” para contribuir com a jogabilidade e a acessibilidade.

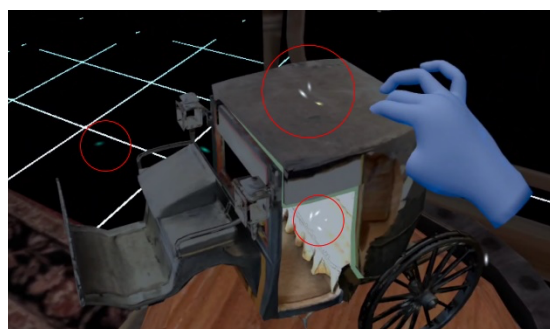


Figura 10 e 11 – Molde visual (em verde à esquerda), e uso de partículas (destacadas em círculo vermelho) de posição para indicar que a peça está na posição correta. Fonte: (o autor).

5 Reflexão: projeto & feedback dos usuários

A escolha da metodologia da pesquisa-criação adequou-se perfeitamente a um projeto que se baseava no desenvolvimento de tecnologias imersivas, adaptação de SDK's e a recriação de elementos narrativos a partir dos *feedback's* dos usuários ao longo de todo o processo de prototipagem. Entre as decisões determinantes para a experiência final destacamos que primeiros protótipos possuíam um número maior de peças para montar o carro, e como os usuários demonstraram alguma dificuldade na montagem, decidiu-se: a) reduzir o número de peças; b) inserir retorno sonoro; inserir *feedback's* visuais para guiar o jogador; d) eliminar as peças automaticamente do conjunto à medida que o usuário montava o quebra-cabeças.

Por fim, mesmo com a possibilidade de ofertar mais interações, decidiu-se que o tempo de realização nos testes iniciais já era bastante extenso, com finalização de aproximadamente 15 minutos. Essa decisão foi norteada pela premissa de que a Realidade Virtual sendo uma mídia emergente, e que a imensa maioria das pessoas não havia tido nenhum contato anterior com a tecnologia, qualquer aplicação adicional poderia exaurir os usuários. Na configuração adotada, podemos afirmar a partir dos depoimentos dos usuários que o objetivo da experiência foi alcançado, dada a enorme satisfação expressa pelos usuários que dela participaram. Tais depoimentos podem ser vistos em < <https://www.dariomaciel.com/backtothepast>>

6 Conclusão

O desenvolvimento do presente projeto foi uma oportunidade incrível de criação de uma narrativa associada à um design de interação baseado em *Hand e Body Tracking*. O estudo desses estilos de interação, que ainda estão em fase inicial de desenvolvimento, exigiram muita exploração e estudo para sua plena execução. Os experimentos realizados demonstraram que a inclusão de tais ferramentas sofisticadas exige que o público esteja acostumado com headsets de RV, *hand tracking* e demais funções. Por outro lado, autores como Silva & Teixeira (2021) relatam o lado positivo no uso da Realidade Virtual nos Museus, pois as narrativas imersivas têm conseguido atrair as gerações Y e Z para esses espaços, oferecendo novas possibilidades de interação capazes de complementar a visita ao acervo tradicional. Mesmo assim, temos a clareza que a inserção de tais tecnologias devem ser incorporadas de forma criteriosa, com a consciência de que o objetivo final de uma história deve ser seu conteúdo e não sua tecnologia. E foi essa a escolha que norteou todo o desenvolvimento do projeto: privilegiar a narrativa.

Concluimos que mesmo oferecendo possibilidades de criação são infinitas, as tecnologias de interação em VR ainda se encontram em uma fase embrionária, demandando a realização de estudos mais aprofundados em termos de usabilidade. Nesse sentido, ao desenvolver o presente trabalho, os autores buscaram dar uma pequena contribuição às pesquisas em design de interação, criando um esboço inicial das possibilidades da interação do *Hand* e o *Body Tracking*

na construção de narrativas imersivas em Realidades Estendidas.

7 Referências Bibliográficas

- Hite, Rebecca L.; Childers, Gina M.; Hoffman, Jill (2025) Cultural–Historical Activity Theory as an integrative model of socioscientific issue based learning in museums using extended reality technologies. *International Journal of Science Education, Part B*, v. 15, n. 1, p. 79-94.
- Jerald, J. (2016) *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. ACM Books-A&C Publishers: Illinois.
- Laurel, B. (1990) What's an interface. *The Art of Human Computer Interface Design*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- MCRB. (2013) *Museu Casa Rui Barbosa*. São Paulo: Banco Safra.
- Maciel, IMS., Maciel, K.A., Razenberguer, R., Moura, A.A. (2019) Vídeo 360° e o design de interatividade para conteúdos imersivos. In: *Anais do 9th Information Design Conference*. Belo Horizonte.
- META. (2025) *Learn about Hand and Body Tracking on Meta Quest*. Disponível em: <<https://www.meta.com/help/quest/290147772643252/?srsltid=AfmBOopXnjxP7cRGKUbdYTIswZuzPw1pSloJZo1A0b1pmF3SyQWodLKU>>. Acesso em: 27/02/2025.
- Miyata, K. (2012) Fun Computing. In: *Virtual Reality – Human Computer Interaction* p.287 -306. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/51043>
- Nagta, Akshiv et al.(2022) Oculus: a new dimension to virtual reality. In: *2022 International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems (ICACRS)*. IEEE. p. 1169-1172.
- Nielsen, J. (2001) *Projetando Websites*. Rio de Janeiro: Ed. Campus.
- Norman, Donald A.; Nielsen, Jakob. (2010) Gestural interfaces: a step backward in usability. *Interactions*, v. 17, n. 5, p. 46-49.
- Pessoa, Ana. (2013) A Casa de Rui Barbosa e sua contribuição à preservação e acesso da memória no Brasil. Manuscrita: *Revista de Crítica Genética*, p. 87-91.
- Pinta, C. (2017) Fotogrametria. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/329028/>>
- Pujol, L. (2024) Archaeology, museums and virtual reality. *Revista Digital d'Humanitats*, no. 6, may.
- Preece, Jennifer; Rogers, Yvonne; Sharp, Helen. (2005) *Design de Interação: além da interação homem-computador*. Porto Alegre, Bookman.
- Silva, Manuel; Teixeira, Luis (2021) eXtended Reality (XR) experiences in museums for cultural heritage: A systematic review. In: *International conference on intelligent technologies for interactive entertainment*. Cham: Springer International Publishing. p. 58-79.
- Springgay, S., Truman, S. E. (2018) On the need for methods beyond proceduralism: Speculative middles,(in) tensions, and response-ability in research. *Qualitative Inquiry*, v. 24, n. 3, p.203-214.

Tori, R; Houssel, M.S.; Kirner, C. (2018) Realidade Virtual. Introdução a realidade virtual e aumentada/ Romero Tori, Marcelo da Silva Hounsell, organizadores. Porto Alegre (RS) : SBC.

Tricard, C. (2018) Virtual Reality Filmmaking: techniques and best practices for VR Filmmakers. Routledge:Abington.

Zhao, Y. (2018) VR Touch Museum. Dissertation of Master of Arts Degree, Department of Art, Art History, and Visual Studies of Duke University.

Sobre o(a/s) autor(a/es)

Dario Melo Maciel, MSc, UFRJ, Brasil <dariomaciel88@hotmail.com>

Inês Maria Silva Maciel, Dra, UFRJ, Brasil <ines.maciel@eco.ufrj.br>