

Entre o digital e o tangível: a experiência do usuário em interfaces físico-digitais

Gabrielle Vitória Silva Mendes

Universidade do Estado de Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/6411936366395044>
gabbemendescontato@gmail.com

Thaís Grossi da Silva

Universidade do Estado de Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7575869778675937>
thaisgrossi12@gmail.com

Resumo

O avanço das tecnologias e o desenvolvimento constante de dispositivos híbridos no cotidiano trazem novos desafios para o design de experiência do usuário tradicional. Este artigo investiga como a fusão entre o físico e o digital afeta a forma como interagimos com objetos conectados como, por exemplo, o Apple Watch e a assistente virtual Alexa. A partir de uma abordagem teórica e análise de estudos de caso, são discutidos os limites dos modelos tradicionais de UX, que foram pensados inicialmente para objetos físicos e posteriormente adaptado para o uso em telas, e como eles precisam ser adaptados em contextos onde o corpo, o ambiente e a sensorialidade também fazem parte da interface. O trabalho propõe uma reflexão crítica sobre o papel do designer diante desses sistemas cada vez mais integrados, invisíveis e inteligentes, ressaltando a importância de se considerar a materialidade, o comportamento e o contexto como partes fundamentais da experiência.

Palavras-chave

UX; design de interação; interfaces híbridas; dispositivos inteligentes; experiência sensorial

Between the Digital and the Tangible: User Experience in Physio-Digital Interfaces

Abstract

The advancement of technology and the constant development of hybrid devices in everyday life bring new challenges to traditional user experience (UX) design. This article investigates how the fusion between physical and digital elements affects the way we interact with connected objects, such as the Apple Watch and the virtual assistant Alexa. Through a theoretical approach and case study analysis, the paper discusses the limitations of traditional UX models — originally conceived for physical products and later adapted for screen-based interfaces — and how they must be rethought in contexts where the body, the environment, and sensorial inputs are also part of the interface. The study proposes a critical reflection on the role of the designer in the face of increasingly integrated, invisible, and intelligent systems, emphasizing the importance of considering materiality, behavior, and context as essential aspects of user experience.

Keywords

UX; interaction design; hybrid interfaces; smart devices; sensory experience

1 Introdução

A presença digital tem se tornado cada vez mais constante no cotidiano, atravessando espaços, objetos e relações sociais. Dispositivos como relógios inteligentes, assistentes virtuais e sistemas automatizados de iluminação e som já fazem parte de muitos ambientes domésticos e profissionais, transformando a forma como as pessoas interagem com a tecnologia. Nesse contexto, a experiência do usuário deixa de acontecer apenas em interfaces visuais tradicionais e passa a envolver também fala, gestos, toques, presença física e resposta ambiental.

O campo do design de experiência do usuário (UX) foi inicialmente estruturado a partir de princípios aplicados a objetos físicos, como discutido por Donald Norman (2013) e mais tarde adaptado às interfaces gráficas digitais, como propõe Jesse James Garrett (2010). No entanto, diante das transformações atuais, esses modelos precisam ser revistos. A integração entre o físico e o digital exige abordagens que considerem a materialidade, o comportamento e o contexto como partes fundamentais da interação. Autores como Hiroshi Ishii (1997), Daniel Morais Baldaia (2021) e Manuel Castells (1999) contribuem para essa discussão ao explorarem a importância das interfaces tangíveis, das realidades híbridas e da sociedade em rede.

Este artigo propõe uma reflexão crítica sobre como a UX se manifesta em sistemas que envolvem tanto componentes digitais quanto físicos. Por meio de uma pesquisa teórica e qualitativa, apoiada em revisão bibliográfica e na análise de estudos de caso, o trabalho investiga como o design pode responder aos desafios impostos por esses dispositivos. Os produtos analisados, o Apple Watch e a assistente virtual Alexa, foram escolhidos por representarem de forma clara essa convergência entre tecnologia e materialidade, exigindo uma nova compreensão da interação entre usuários e sistemas. A proposta é compreender de que forma o design pode se adaptar a esse cenário, expandindo seu papel e seus métodos diante de experiências cada vez mais complexas e situadas.

2 Referencial Teórico

2.1 Design de Experiência em dispositivos digitais

A Experiência do Usuário (UX) é um assunto cada vez mais discutido no design contemporâneo. Esse campo estuda e projeta como as pessoas percebem e interagem com produtos ou serviços, considerando tanto aspectos práticos e físicos quanto os aspectos emocionais dessa interação. Jesse James Garrett (2010) definiu o termo UX como o conjunto dos elementos que irão moldar essa experiência, desde os objetivos estratégicos do produto até a sua interface visual. É importante entendermos que a UX não é apenas sobre estética, mas sim sobre como o produto irá se integrar ao uso cotidiano do usuário e criar experiências satisfatórias ou frustrantes. Segundo o autor, o sucesso de um projeto de design depende da intencionalidade de cada elemento que irá entrar em contato com o usuário.

Embora os termos usabilidade, interação e experiência do usuário sejam muitas vezes usados como sinônimos, eles têm significados e propósitos muito diferentes. A usabilidade, segundo Donald Norman (2013), diz respeito a quão fácil e eficiente é usar um sistema para alcançar um objetivo. Já o design de interação é o campo que se preocupa em como o sistema irá se comportar e reagir diante das ações do usuário e como essas respostas irão influenciar a experiência do mesmo. Norman (2013), atribui para a interação o conceito da percepção e do comportamento humano diante dos objetos, por meio de *feedbacks*, mapeamento e *affordance*. A experiência do usuário é um conceito mais amplo, que abrange a usabilidade, a interação e outros elementos. Jesse James Garrett (2010) destaca que a experiência é construída por muitas camadas que irão envolver as estratégias e as interfaces, e depende de uma boa conexão entre os produtos que envolvem o projeto, necessidades do usuário e design visual. Compreender essas distinções entre os termos é fundamental para

entender do que se trata a UX e quais campos ela aborda, e desenvolver produtos que realmente irão atender às expectativas dos usuários, solucionar seus problemas e proporcionar interações satisfatórias.

Os fundamentos da UX foram amplamente discutidos por Donald Norman (2013) e dentre os principais princípios podemos citar a visibilidade, o feedback, as restrições, o mapeamento, a consistência e os modelos mentais. A visibilidade refere-se à clareza dos elementos de interface, quanto mais óbvio for o funcionamento de um objeto ou sistema, menor a chance que o usuário cometa um erro. O *feedback* tem a função de garantir que o sistema irá responder claramente às ações realizadas para permitir que usuário saiba que sua ação teve um efeito. O mapeamento irá tratar da disposição lógica entre os elementos, como a disposição intuitiva de botões. A consistência refere-se a preferência por aplicações de padrões visando facilitar as interações e a previsibilidade dos elementos. Já a *affordance* diz respeito às características perceptíveis de um objeto que sugerem sua função, como um botão que transmite uma vontade de interação por conta de seu formato.

Os estudos de Norman foram pensados para objetos físicos, mas ao longo do tempo e do desenvolvimento tecnológico da sociedade, tais princípios de usabilidade também se mostraram muito eficazes no design de sistemas digitais. No cenário contemporâneo, onde o conceito de sociedade em rede proposto por Castells (1999) se torna cada vez mais evidente e enraizado na organização social, a UX se tornou popular e autores como Jesse James Garrett (2010) reforçaram esses conceitos aplicados ao meio digital especialmente em sites e aplicativos baseados em telas. No entanto, o avanço das tecnologias e da organização social baseada em conectividade, descentralização e interatividade tem trazido novas exigências e possibilidades para o design de interação. Por esse motivo, os princípios clássicos da usabilidade devem ser revisados e analisados, pois hoje existe uma complexidade envolvida nas interações, que ocorrem muitas vezes em dispositivos sem uma interface gráfica direta.

Motta (2014) lembra que o design de interação precisa considerar as novas relações entre as pessoas e as tecnologias e agir de maneira intencional em novos contextos de uso, indo além da lógica de telas e cliques. A interação passa a incluir voz, movimento, resposta ambiental e presença física, exigindo um olhar mais amplo e alinhado ao contexto. Essas transformações representam a necessidade de reposicionamento do papel do designer e da sua noção de interface, agora mesclada entre o digital e o tangível.

A presença digital virou parte essencial do cotidiano dos brasileiros. Segundo dados publicados pela *Folha de São Paulo* (2024), em 2023, 88% da população com 10 anos ou mais estava conectada à internet, totalizando 164,5 milhões de usuários. Esse cenário evidencia o crescente avanço tecnológico e a tendência de crescimento da automatização de tarefas cotidianas por meio de novos e inovadores produtos digitais. Assim, surge a necessidade de se repensar a experiência do usuário para esses dispositivos, que possuem diferentes tipos de interação e necessitam ser projetados para funcionar de forma fluida e contextualizada.

Diferente dos sistemas baseados em tela, os dispositivos híbridos, como *smartwatches*, assistentes de voz, sensores ambientais e dispositivos domésticos inteligentes, envolvem interações que ultrapassam o visual e o tátil, integrando múltiplos sentidos e respondendo a contextos variáveis. Nesses casos, muitas vezes a interface nem aparece e o objeto funciona por comandos por voz, gestos, localização ou sensores. A resposta do sistema pode não ser ativada por um clique, mas sim por uma mudança de ambiente, como acontece, por exemplo, com a Google Nest, que pode ajustar a iluminação e temperatura ao detectar uma presença. Em dispositivos como o Apple Watch, a interface gráfica está fadada a uma tela com tamanho bastante reduzido, portanto, a experiência do usuário precisa de complementos como vibrações, gestos e notificações personalizadas, exigindo atenção especial à acessibilidade.

Esses dispositivos, ao integrarem o físico e o digital, trazem novos desafios ao design. Se nas interfaces gráficas tradicionais o usuário dependia de botões visíveis, menus e navegação linear, os dispositivos híbridos funcionam por meio de interações mais sutis e a interface se torna mais sensorial.

Um dos principais desafios desses dispositivos é projetar interações que não dependem do toque ou da visão, e sim da presença, do contexto ou da interpretação de comandos orais. Isso torna o design e os testes mais complexos, pois exigem um tipo de prototipagem que simule ambientes reais, além da necessidade de múltiplas tecnologias. Além disso, a invisibilidade da interface pode dificultar o entendimento do usuário sobre como o sistema funciona. Como destacam Soler, Farina e Florian (2022), a acessibilidade intuitiva deve ser uma preocupação central em projetos de interfaces híbridas, pois a ausência de elementos visuais pode gerar frustração ou abandono da tecnologia se não houver sinalizações claras.

Além disso, a privacidade do usuário também é uma preocupação crescente em tais dispositivos. Esses dispositivos lidam com dados sensíveis, exigindo que o design integre ética e transparência para conquistar a confiança dos usuários. Mas os desafios também abrem portas para oportunidades incríveis. O design pode explorar novas formas de interação que são mais naturais, emocionais e integradas ao cotidiano, aproximando-se da sensorialidade e do ambiente. Nessa nova realidade, o papel do designer é expandido para além da criação de layouts e fluxos visuais, onde é necessário projetar as relações entre os usuários, produtos, ambientes e tecnologias em uma sociedade que não se limita às telas.

2.2 Materialidade, forma e sensorialidade dos dispositivos

A materialidade dos dispositivos digitais assume papel fundamental na mediação da experiência do usuário no design contemporâneo. Em estudos que exploram a convergência entre corpo e tecnologia, Hiroshi Ishii (1997), do MIT Media Lab, destaca a necessidade de interfaces que ultrapassem os limites bidimensionais das telas, propondo o conceito de Tangible Bits. Essa proposta defende que informações digitais devem ser representadas e manipuladas por meio de objetos físicos, possibilitando uma interação mais intuitiva e sensorial. Com isso, a forma e os materiais dos dispositivos deixam de ser meros suportes funcionais para se tornarem canais de comunicação ativa com o usuário, estimulando sentidos como o tato e a audição.

Projetos desenvolvidos por Ishii e sua equipe, como o *inTouch* (1997), exploram essa materialidade ao criar uma interface tátil entre dois blocos físicos que se movimentam em sincronia à distância, promovendo um contato sensorial mediado pela tecnologia (Figura 1). Esse sistema funciona com a ajuda de motores e sensores que detectam o movimento aplicado em um dos dispositivos e reproduzem, em tempo real, o mesmo gesto no outro, criando uma sensação de manipulação física mútua mesmo em locais distintos. O objetivo é simular a presença e o toque a partir de uma interação física remota, antecipando possibilidades de comunicação tátil na era digital.



Figura 1: Projeto InTouch, 1997
Fonte: Tangible Media Group

Outro exemplo relevante é o *Transform* (2014), uma mesa cinética que responde a dados digitais com movimentos esculturais em tempo real (Figura 2). A superfície da mesa é composta por uma matriz de pinos controlados por atuadores mecânicos que sobem e descem, esculpindo formas dinâmicas que visualizam fluxos de dados invisíveis. O projeto mescla arte, ciência e engenharia, traduzindo a informação digital em uma coreografia física contínua, envolvente e sensorial.

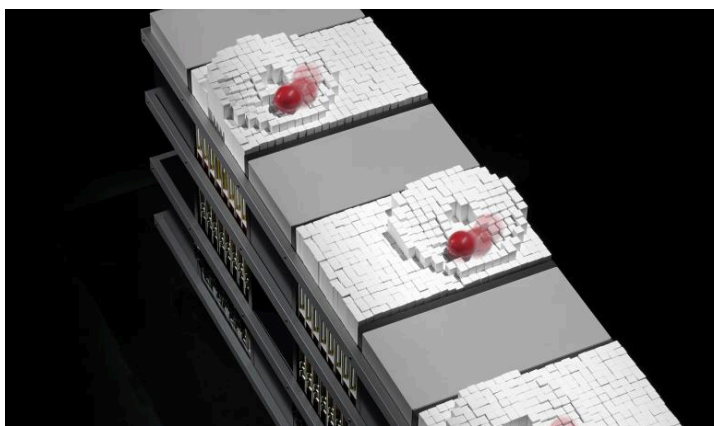


Figura 2: Projeto InTouch, 2014
Fonte: Tangible Media Group

Já o conceito de *Radical Atoms* amplia essas experiências ao propor materiais programáveis que podem mudar de forma conforme variáveis computacionais, tornando o digital adaptável e incorporado ao espaço físico. Essa proposta visa transcender a separação entre bits e átomos, integrando dados e matéria em um mesmo sistema interativo. Ishii propõe uma nova era de design onde os objetos do cotidiano passam a responder, moldar-se e reagir a informações digitais, promovendo experiências imersivas, intuitivas e profundamente conectadas com o corpo e o ambiente.

Em sintonia com essa abordagem, Fabiano Pereira (2014), em sua dissertação de mestrado na FAUUSP, propõe uma visão sistêmica do design, onde os materiais, formas e configurações dos objetos são compreendidos como elementos simbólicos e relacionais dentro de ecossistemas complexos. Ele argumenta que o projeto contemporâneo precisa incorporar uma sensibilidade

ampliada, capaz de articular a racionalidade técnica à experiência sensorial e afetiva. Ao destacar o papel do tato como dimensão central da interação, Pereira contribui para o entendimento de que a experiência física é inseparável da mediação digital, especialmente quando se busca desenhar dispositivos que dialoguem com o corpo e o ambiente de forma mais integrada.

Com base no artigo “A Framework for Tangible Interaction” de Eva Hornecker e Jacob Buur (2006), fica explícito como as interfaces físico-digitais envolvem múltiplas dimensões de experiência do usuário, ultrapassando simplesmente a manipulação de objetos. Os autores propõem um sistema que analisa quatro categorias principais: tangibilidade, computação incorporada, envolvimento corporal e construção social. Essas dimensões auxiliam na compreensão de como os objetos tangíveis operam simultaneamente como instrumentos de ação e significado. A tangibilidade diz respeito à manipulação física dos objetos, permitindo que dados digitais sejam acessados por meio de gestos e ações concretas. A computação incorporada refere-se à integração invisível de tecnologia nos objetos e no ambiente, sem sobrecarregar a interface visual. O envolvimento corporal destaca o papel ativo do corpo na interação, indo além do uso das mãos para incluir postura, movimento e orientação espacial. Enfim, tratando-se da construção social, considera-se que as interações tangíveis facilitam o trabalho colaborativo e o compartilhamento de significados, especialmente em ambientes presenciais. Essas categorias são interdependentes e formam uma base teórica sólida para o desenvolvimento de dispositivos que unem o digital e o físico de forma significativa.

Um ponto relevante na pesquisa é como a integração do físico e social com os dispositivos digitais amplia o potencial de aprendizagem e criatividade, a partir do momento que os usuários não recebem informações, mas passam a manipulá-las diretamente com o corpo. O *framework* de Hornecker torna-se então uma ferramenta essencial para o direcionamento do designer na projeção de soluções que alinhem uma interface tangível ao *feedback* sensorial, espacialidade e apropriação cultural.

Em uma pesquisa conduzida por Kim e Maher (2008), o uso de interfaces tangíveis surgiu como ponto principal para analisar a forma como designers processam e constroem relações espaciais. Durante sessões com Tangible User Interfaces (TUIs) (Figura 3), conceito elaborado por Hiroshi Ishii e Brygg Ullmer, os integrantes demonstraram maior frequência de ações epistemológicas, que seriam então voltadas à exploração e descoberta, como em reposicionamentos repetidos de blocos físicos, em contraposição a ações pragmáticas observadas em ambientes com Interfaces Gráficas Tradicionais (GUIs), voltados a uma execução direta. Esse resultado aponta uma redução na carga cognitiva e uma externalização do raciocínio espacial, permitindo que os designers explorem o ambiente físico como extensão do pensamento, ampliando os modos criativos e de experimentação. O estudo também apontou que os gestos contribuem para uma melhor mediação da cognição espacial, funcionam como estratégias complementares às ações de modelagem, contribuindo efetivamente para a organização visual e funcional dos elementos projetuais. Sendo assim, o corpo é um elemento primordial para intensificar a experiência de criação, integrando a percepção, raciocínio e ação de forma mais prática e fluida.



Figura 3: Tangible User Interface, 1997

Fonte: Takeleap

Os dados apontam que o uso de TUIs potencializa a capacidade criativa, onde designers tendem a introduzir novos critérios funcionais durante o projeto, partindo da observação de relações espaciais inesperadas.

A pesquisa conduzida por Tzimos et al. (2024) enfatiza a importância das texturas hápticas no aprimoramento das interfaces tangíveis, especialmente no contexto da Internet Tátil. Os autores desenvolveram uma série de padrões geométricos tridimensionais que simulam sensações táteis como rigidez, fricção estática e dinâmica, e profundidade. Esses padrões foram integrados em modelos 3D e explorados por usuários por meio de dispositivos hápticos com *feedback* de força. A interação com esses objetos revelou que a combinação desses atributos sensoriais pode criar experiências virtuais que se aproximam da percepção física, sobretudo quando os parâmetros são calibrados por meio de testes com usuários. Essa abordagem demonstra o potencial das interfaces tangíveis em ampliar a compreensão e navegação em ambientes digitais, especialmente para pessoas com deficiência visual.

A empresa Ideum é responsável por um estudo voltado ao uso de Tangible User Interfaces (TUIs) aplicadas a mesas *multitouch*, com foco em ambientes públicos como museus e centros de experiência. O estudo contextualiza o surgimento dos primeiros sistemas que combinaram objetos físicos com superfícies interativas, como o Microsoft Surface e o Reactable. Uma das soluções desenvolvidas pela Ideum é o Tangible Engine, um sistema que permite a interação de objetos físicos, como totens, porta-copos ou outros itens personalizados, por meio de sensores capacitivos. Spadaccini e McDonald explicam que existem duas abordagens principais nesse tipo de interface: a *object-follow*, na qual o conteúdo digital acompanha o movimento do objeto físico sobre a mesa; e a *object-activation*, em que o conteúdo é ativado ao posicionar um objeto em uma área específica da tela. Empresas como a Starbucks têm adotado esse modelo visando enriquecer a experiência sensorial dos usuários, utilizando copos que, ao serem posicionados na mesa, exibem informações sobre a origem do café servido (SPADACCINI; McDONALD, s.d.).

Além da função técnica, a escolha dos materiais utilizados nos objetos tangíveis também possui um papel simbólico e estético. A Ideum experimentou o uso de acrílico, peças impressas em 3D e totens com componentes eletrônicos embutidos, como LEDs e microcontroladores. De acordo com os autores, os sistemas TUIs baseados em detecção capacitiva exigem atenção especial ao comportamento óptico dos materiais: enquanto materiais opacos, como silicone preto ou cinza, favorecem a detecção precisa, materiais translúcidos, como acrílico iluminado, demandam ajustes técnicos mais sofisticados. (SPADACCINI; McDONALD, s.d.).

A escolha dos materiais impacta diretamente na forma como o usuário percebe e interage com o dispositivo, sendo essencial considerar aspectos como textura, temperatura e resposta tátil. A percepção tátil, nesse contexto, é reconhecida como um componente central na construção de significado e na qualidade da experiência, influenciando diretamente na usabilidade e na aceitação do produto. Um exemplo pertinente encontra-se nas interfaces automotivas avançadas, onde o feedback háptico tem se mostrado essencial para otimizar a comunicação entre condutor e sistema. Estudos demonstram que a implementação de respostas táteis em comandos gestuais reduz significativamente o tempo de desvio visual dos motoristas, além de diminuir erros operacionais e aumentar a precisão nas interações. Em uma pesquisa conduzida pela empresa Ultraleap em parceria com a Universidade de Nottingham, verificou-se que a presença de feedback tátil foi responsável por uma redução de aproximadamente 25% no tempo de desvio do olhar e por uma melhora substancial na coordenação dos condutores. Além disso, 85% dos participantes relataram preferência por interfaces que combinavam gestos com retorno tátil em comparação com aquelas sem esse tipo de resposta (ULTRALEAP, 2022).

Dando continuidade à análise sobre os sentidos aplicados ao design de interação, é essencial considerar o papel do *feedback* sonoro na construção de interfaces mais responsivas e imersivas. Assim como o estímulo tátil reforça a percepção física da ação, o som atua como um elemento de reforço cognitivo e emocional, auxiliando na compreensão do sistema e na tomada de decisões durante o uso. Em contextos como o automotivo, por exemplo, o *feedback* auditivo tem a vantagem de captar a atenção do usuário sem exigir deslocamento visual ou contato físico direto, o que contribui diretamente para a segurança e a fluidez da navegação entre comandos. Pesquisas demonstram que sinais sonoros, quando bem calibrados em volume, frequência e tempo de resposta, tornam as interfaces mais intuitivas, além de reforçarem a sensação de controle e confiança por parte do usuário (PEREIRA, s.d.; UXIS, s.d.). Como podemos observar na Figura 4, estudos recentes apontam boas práticas aplicadas a interfaces automotivas, destacando a importância do feedback tátil no processo de interação.



Figura 4: Boas Práticas para Melhorar Interfaces Automotivas
Fonte: ília digital

A convergência entre materialidade, forma e sensorialidade evidencia como os dispositivos tangíveis podem intensificar a relação entre corpo e tecnologia por meio de estímulos táteis, visuais e sonoros. Esse aprofundamento nas qualidades físicas do design prepara o terreno para uma reflexão mais ampla sobre a dissolução das fronteiras entre o mundo físico e o digital, tema que se desdobra no próximo tópico ao abordar interfaces híbridas e a integração inteligente entre objetos, ambientes e sistemas computacionais.

2.3 Quando o físico encontra o digital

Nossa sociedade está caminhando para um mundo em que as barreiras entre o físico e o digital serão cada vez menores. A integração entre os objetos materiais e os sistemas computacionais é uma consequência da lógica de rede que estrutura a sociedade contemporânea. Para Castells (1999), estamos imersos em uma sociedade em rede, onde fluxos de informação em tempo real atravessam nossas relações sociais, econômicas e culturais. Nesse contexto, objetivos do cotidiano passam a se tornar dispositivos inteligentes, interagindo com os usuários e ambientes, automatizando tarefas e dando origem a novas formas de experiência.

Nesse sentido, Daniel Morais Baldaia (2021) propõe o conceito de "design total", uma abordagem que reconhece e valoriza essa integração entre os dois mundos. Para o autor, todos os meios de comunicação e ações técnicas humanas passam a fazer parte de realidades híbridas, ou "novas naturezas", que unem a materialidade do mundo físico com o digital.

Esse conceito nos faz refletir que o design contemporâneo precisa trabalhar em múltiplas dimensões, para conectar formas, tecnologias, interações e contexto a solução de problemas dos usuários. Baldaia defende que essa conexão é essencial para compreender as novas relações entre as pessoas, tecnologias e ambientes, especialmente em situações em que as interfaces irão se estender ao corpo e aos sentidos.

Diante dessas transformações, Lorenz e Franzato (2018) argumentam que o designer precisa assumir um papel metaprojetual, agindo como facilitador e mediador entre tecnologias e necessidades humanas. Isso amplia seu escopo de atuação para além da estética ou da funcionalidade, exigindo uma visão crítica e estratégica sobre os impactos sociais e culturais das soluções que projeta.

Portanto, o designer se torna mais do que um agente criativo e é responsável por projetar experiências mais integradas e significativas, conectando saberes diversos e enfrentando a complexidade dos sistemas interativos atuais. Esses produtos híbridos já aparecem em muitos produtos do nosso dia a dia, especialmente naqueles pensados para oferecer experiências mais naturais. Dispositivos como o Apple Watch, o Amazon Echo e o Google Nest são exemplos dessa fusão. Mais do que operar uma interface, o usuário interage com esses sistemas por meio do corpo, da fala, da presença e até das condições do ambiente. Essa convergência exige que o design considere múltiplas camadas sensoriais e contextuais, criando experiências ao mesmo tempo responsivas, materiais e digitais.

3 Análise dos estudos de caso

3.1 Apple Watch

O Apple Watch, lançado em 2015 pela Apple, é um dispositivo vestível que integra as funcionalidades de um relógio tradicional com as de um smartphone. Como ele é utilizado em contato direto com o corpo e a pele, representa uma das formas mais assertivas da conexão entre o físico e o digital atualmente, pois permite que a experiência do usuário ocorra em tempo real e de maneira automática e contínua, sem a necessidade de cadastro ou atualização manual de dados.

Do ponto de vista da UX, o Apple Watch apresenta alguns desafios específicos que necessitam de uma abordagem diferente do design tradicional de interfaces em telas. Por se tratar de um dispositivo com uso pontual e rápido, sua usabilidade não pode ser pensada como uma simples adaptação de um smartphone para uma tela menor. Como o tempo de uso é curto, o design precisa ser objetivo, claro e fluido para evitar uma sobrecarga de informações e grande complexidade sem necessidade.

A interface reduzida reforça a importância da utilização de ícones claros, textos diretos e *feedbacks* rápidos. A navegação é feita por toques, rolagem da tela, coroa lateral e comandos de voz via Siri, o

que amplia as possibilidades de interação além do visual e exige atenção à coerência entre os diferentes modos de uso. Muitos dos desafios enfrentados no Apple Watch dialogam com os princípios clássicos de usabilidade propostos por Donald Norman, como visibilidade, *feedback* e mapeamento. Porém, ao serem aplicados em um contexto de tela reduzida e uso corporal, esses princípios precisam ser reinterpretados. O *feedback*, por exemplo, deixa de ser apenas visual e passa a incluir estímulos táteis e sonoros. Já a *affordance* se torna mais sutil, pois, não basta um ícone sugerir que pode ser tocado, ele precisa ser compreendido de forma rápida, com mínima margem para erro.

Esses aspectos nos mostram que projetar para o Apple Watch vai além da organização de elementos gráficos em uma tela e exige pensar a experiência de forma integrada ao corpo, ao tempo e ao ambiente. Trata-se de um contexto onde as microinterações, o ritmo de uso e o comportamento sensorial do usuário se tornam elementos centrais da usabilidade.

A materialidade do Apple Watch é fundamental no papel central na experiência do usuário, onde sua estrutura e o clássico acabamento nos padrões Apple comunicam funcionalidade, status e pertencimento. O toque da tela, o giro da coroa e a leve resistência háptica nos botões reforçam o conceito de que o design físico precisa dialogar com o corpo, conforme defende Fabiano Pereira (2014), ao afirmar que a dimensão tátil é essencial para a mediação entre usuário e tecnologia. Nesse sentido, o Apple Watch exemplifica como a forma, o peso e a textura se tornam partes indissociáveis da interface, contribuindo para uma experiência que vai além da visualidade. Essa diversidade de interações pode ser vista nos diferentes modelos do dispositivo representados na Figura 5, que ilustram como a materialidade e o design físico estão diretamente ligados à experiência do usuário.

Vibrações discretas alertam o usuário sem depender da atenção visual, enquanto toques sonoros sutis indicam notificações ou confirmam ações, criando uma linguagem multimodal eficiente. Esse tipo de resposta é especialmente importante em ambientes dinâmicos, como em deslocamentos urbanos ou práticas esportivas, em que a atenção visual não está disponível o tempo todo. Segundo Norman (2013), o design eficaz é aquele que interpreta o comportamento do usuário no ambiente real, fornecendo pistas claras de funcionamento. O Apple Watch incorpora esses princípios ao traduzir dados ambientais em ações coerentes, sensíveis ao tempo e ao espaço.



Figura 5: Modelos de Apple Watch
Fonte: Apple

Diante das limitações de uma tela pequena, o Apple Watch evidencia a necessidade de diversificação nos modos de interação. Comandos de voz via Siri e gestos corporais, como levantar o pulso para ativar a tela ou cobri-la para silenciar são exemplos de como o design de interação deve expandir seu repertório para incluir comportamentos naturais. Jesse James Garrett (2010) ressalta que a experiência do usuário é moldada por todas as camadas do sistema, e no caso dos dispositivos vestíveis, essa experiência é plena somente quando há uma integração fluida entre o físico e o digital. Ao explorar recursos como som, toque, movimento e presença, o Apple Watch rompe com a lógica

linear das interfaces gráficas tradicionais e propõe uma abordagem sistêmica e sensível, onde o corpo não é apenas receptor, mas parte ativa da interface.

3.2 Amazon Echo

A Amazon Echo é uma linha de alto-falantes inteligentes lançada em 2014 pela Amazon, com diferentes modelos como o Echo Dot, Echo Studio e Echo Show. Todos os dispositivos funcionam por meio da assistente virtual Alexa, que é ativada por voz e responde a diferentes comandos que podem envolver pedidos de música, lembretes de agenda, previsão do tempo, e controle de outros dispositivos domésticos, como as luzes da casa. Nesse tipo de interação, a experiência não depende mais de uma tela e ocorre somente por meio da fala, do som ambiente e da relação com o espaço físico.

Do ponto de vista da experiência digital, a Alexa representa um tipo de interação que foge completamente da lógica visual e gestual dos dispositivos móveis. No Apple Watch, por exemplo, apesar da tela com tamanho limitado, ainda temos a possibilidade de projetar interações com comandos e gestos físicos no dispositivo, mas na Alexa isso não é possível, pois o uso pode ocorrer até mesmo em ambientes diferentes. A usabilidade, portanto, está baseada no reconhecimento de voz, na compressão da linguagem e na capacidade da assistente em interpretar comandos. Isso exige do usuário uma nova forma de se relacionar com a tecnologia, pois ele precisa aprender a como falar com a máquina, quais comandos ela vai compreender, até onde suas funções vão, e como ele deve se comportar diante de um sistema que não irá responder de maneira visível.

Esse tipo de interação até pode parecer muito mais simples do que interagir com um sistema *desktop*, por exemplo, pois falar é uma habilidade natural e cotidiana do ser humano. Mas, na prática, a experiência pode trazer muitos desafios. A Alexa nem sempre irá entender o comando de primeira e ela não irá te dar um guia visual sobre como seguir. Além disso, o sistema nem sempre oferece um bom feedback. Como a interface é sonora, o usuário pode ficar em dúvida se o comando foi entendido, se será executado, ou se falhou. Nesse tipo de sistema, muitos dos fundamentos propostos por Donald Norman (2013) deixam de funcionar da mesma forma.

Outro ponto importante é a personalização. A Alexa pode aprender rotinas, preferências e até os tipos de entonação do usuário, o que pode gerar uma sensação de proximidade e relacionamento com a tecnologia. Porém, esse tipo de personalização pode trazer algumas questões sobre a privacidade, como a sensação de vigilância e de estar sempre sendo escutado. A linha de dispositivos é representada pela Figura 6, que mostra o Amazon Echo como um exemplo de interface baseada exclusivamente em comandos de voz.



Figura 6: Amazon Echo

Fonte: Amazon

A experiência do usuário nesse tipo de dispositivo não pode ser pensada como um conjunto de telas ou fluxos visuais. A ausência de uma interface visível traz a necessidade de um sistema coerente e sensível ao contexto para evitar frustrações e abandonos. Como aponta Garrett (2010), a experiência do usuário é moldada não só pela interface, mas também pelas estratégias e expectativas que envolvem o uso. No caso da Alexa, o desafio está em criar um sistema coerente que oriente o usuário sem o auxílio visual com naturalidade. Para se projetar uma Alexa, é preciso pensar menos em aparência e mais em comportamento, experiências sensoriais e expectativas.

4 Considerações Finais

Ao longo desse artigo, foi possível perceber que, diante de uma realidade cada vez mais marcada pela convergência entre o físico e o digital, o design de experiência do usuário precisa urgentemente repensar seus métodos, fundamentos e objetivos. A partir da análise dos dispositivos Apple Watch e Amazon Echo, ficou claro que a interface deixou de ser apenas uma superfície gráfica e se tornou um sistema complexo de relações entre corpo, ambiente e comportamento computacional. A experiência do usuário, nesses contextos, se concretiza não apenas nas telas, mas nos gestos, sons, temperaturas, texturas e tempos que compõem o cotidiano interativo.

O entendimento de UX como algo dissociado do produto físico é, portanto, uma visão obsoleta. A materialidade não é mais uma camada superficial do design, mas parte central da comunicação e da usabilidade. O usuário não interage apenas com informações digitais, mas com objetos que têm peso, volume, vibração e presença. Projetar para esses cenários híbridos exige uma visão ampliada do designer, uma análise sensorial, contextual e ética que seja capaz de traduzir as necessidades humanas em sistemas integrados e coerentes.

A conclusão mais contundente a que este trabalho chega é que não há separação entre o tangível e o digital quando o objetivo é proporcionar uma experiência verdadeiramente fluida e intuitiva. A interação se materializa em camadas simultâneas, e a eficácia de um sistema depende da sintonia entre elas. Nesse sentido, reafirmamos que o papel do designer contemporâneo é o de articulador de experiências em sistemas complexos. Ele precisa lidar com variáveis técnicas, sensoriais e culturais ao mesmo tempo, compreendendo que projetar uma “interface” hoje é projetar uma convivência. Uma convivência entre humano e máquina, entre o toque e o dado, entre o ambiente e o algoritmo.

Dessa forma, projetar experiências vai além de criar boas interfaces, trata-se de compreender a convivência entre usuários e tecnologias, em situações reais e dinâmicas. Não se trata apenas de resolver problemas, mas de construir sentidos. Nesse caminho, o design se mostra como um campo cada vez mais estratégico, capaz de integrar técnica, comportamento e contexto para gerar interações mais humanas, fluidas e conectadas ao cotidiano tecnológico.

5 Referências

BALDAIA, Daniel Moraes. **A atitude do design total na contemporaneidade**: um estudo sobre realidades virtuais ou «novas naturezas». Dissertação (Mestrado em Design Multimídia) — Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2021. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/552457561.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2025.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. 1. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

GARRETT, Jesse James. **The elements of user experience**: user-centered design for the web and beyond. 2. ed. Berkeley: New Riders, 2010.

HORNECKER, Eva; BUUR, Jacob. **Getting a grip on tangible interaction**: a framework on physical space and social interaction. In: Anais... Montréal: ACM Press, 2006. p. 437–446. Disponível em: <http://www.ehornecker.de/Papers/FrameworkCHI.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2025.

ILIA DIGITAL. **5 boas práticas de UX em interfaces automotivas**. Ilia, 2023. Disponível em: <https://ilia.digital/5-boas-praticas-de-ux-em-interfaces-automotivas/>. Acesso em: 28 mai. 2025.

ISHII, Hiroshi. **Tangible Bits: beyond pixels**. Tangible Media Group, MIT Media Lab, 2023. Disponível em: <https://tangible.media.mit.edu/project/tangible-bits/>. Acesso em: 16 mai. 2025.

KIM, Mi Jeong; MAHER, Mary Lou. **The impact of tangible user interfaces on designers' spatial cognition**. *Human-Computer Interaction*, v. 23, n. 2, p. 101–137, 2008. DOI: 10.1080/07370020802016415. Disponível em: <http://www.ehornecker.de/Papers/FrameworkCHI.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2025.

LORENZ, Bruno Augusto; FRANZATO, Carlo. **A inteligência artificial e o novo papel do designer na sociedade em rede**. *Revista de Design, Tecnologia e Sociedade*, Brasília, v. 5, n. 1, p. 16–33, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/326831639>. Acesso em: 19 mai. 2025.

MIT TANGIBLE MEDIA GROUP. **Projects**. MIT Media Lab, 2023. Disponível em: <https://tangible.media.mit.edu/projects/>. Acesso em: 16 mai. 2025.

MOTTA, Rafael Garcia. **Design de interação entre usabilidade e semântica**. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

NORMAN, Don. **The design of everyday things**. Revised and expanded ed. New York: Basic Books, 2013.

PEREIRA, Aline T. C. **Áudio dinâmico**: o design de som nos ambientes interativos. Academia.edu, s.d. Disponível em: https://www.academia.edu/115160276/Áudio_Dinâmico_O_Design_De_Som_Nos_Ambientes_Interativos. Acesso em: 23 mai. 2025.

PEREIRA, Fabiano. **Pensamento sistêmico e design contemporâneo**: proposições para a configuração de ecossistemas de inovação em ambientes urbanos. 2014. 173 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-12092014-095709/publico/ME_FABIANO_PEREIRA_REV.pdf. Acesso em: 16 mai. 2025.

SOLER, João Vinícius Alves; FARINA, Renata M.; FLORIAN, Fabiana. **A relevância da acessibilidade intuitiva**: como o foco na usabilidade no design de interfaces impacta o usuário. *Interface Tecnológica*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 194–207, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/360610447_RELEVANCIA_DA_ACESSIBILIDADE_INTUITIVA_como_o_foco_na_usabilidade_no_design_de_interfaces_impacta_o_usuario. Acesso em: 15 mai. 2025.

SPADACCINI, Jim; McDONALD, Hugh. **The Evolution of Tangible User Interfaces on Touch Tables**: New Frontiers in UI & UX Design. s.d. Disponível em: <https://ideum.com/news/evolution-of-tangible-ui-on-touch-tables>. Acesso em: 16 mai. 2025.

TZIMOS, Nikolaos; VOUTSAKELIS, George; KONTOGIANNIS, Sotirios; KOKKONIS, Georgios. **Evaluation of Haptic Textures for Tangible Interfaces for the Tactile Internet**. *Electronics*, v. 13, n. 18, p. 3775, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/electronics13183775>. Acesso em: 16 mai. 2025.

ULTRALEAP. **Study values automotive haptics**: drivers prefer gesture control with mid-air haptics. Ultraleap, 2022. Disponível em:

<https://www.ultraleap.com/company/news/blog/study-values-automotive-haptics/>. Acesso em: 23 mai. 2025.

UXIS. **Interação com Feedback Sonoro.** UXIS, s.d. Disponível em: <https://uxis.com.br/glossario/o-que-e-interacao-com-feedback-sonoro/>. Acesso em: 23 mai. 2025.