

Dimensões da interação na realidade aumentada: investigação de suas potencialidades

Dimensions of interaction in augmented reality: research of it potentialities

Gabriela Kuhnen, Berenice Gonçalves & Gilson Braviano.

literação, design, realidade aumentada

O espaço de interação gerado pela realidade aumentada, que se encontra entre o limite do que é real e do que é virtual, constitui-se como uma extensão da própria consciência corporal-espacial dos indivíduos. Alguns dispositivos permitem a criação de hologramas em três dimensões, tornando a visualização muito mais real do que em telas planas, como acontece com *tablets* e *smartphones*. Diferentes entradas e saídas podem ser usadas ao mesmo tempo, como comandos de voz, gestos e visão, enquanto ocorre movimento pelo espaço real e interação com elementos digitais combinados com os elementos físicos. A partir desse cenário, este artigo tem como propósito caracterizar as dimensões da interação na realidade aumentada e investigar suas potencialidades no contexto industrial. Para tanto, adotou-se uma abordagem analítica e qualitativa a partir do referencial teórico de autores como Norman (2006), Preece, Rogers e Sharp (2013) e Laviola et al. (2017), que categorizam os processos de interação em interfaces 3D de diferentes estilos. Foram analisados os diferentes estilos da interação ocorrida com o uso do óculos Hololens2® da Microsoft®, voltado para o consumo empresarial. Os resultados evidenciaram uma busca por processos interativos naturais com objetivo de conduzir a uma compreensão imediata.

interaction, design, augmented reality

The space of interaction generated by augmented reality, which lies between the limit of what is real and what is virtual, constitutes a paradigm for human understanding, forming itself as an extension of our own body-spatial consciousness. Some devices allow the creation of holograms in three dimensions, making visualization much more real than on flat screens, as with tablets and smartphones. Different inputs and outputs can be used at the same time, such as voice commands, gestures and vision, while moving through real space and interacting with digital elements combined with physical elements. From this scenario, this article aimed to characterize the dimensions of interaction with augmented reality and to investigate its potential in the industrial context. For this, an analytical and qualitative approach was adopted from the theoretical framework of authors such as Norman (2006), Preece, Rogers and Sharp (2013) and Laviola et al. (2017), which categorize interaction processes in 3D interfaces in different styles. We analyzed the different styles of interaction that occurred with the use of Microsoft® Hololens2 glasses, aimed at business consumption. The results evidenced a search for natural interactive processes with the goal of leading to an immediate understanding.

1. Introdução

O fenômeno que caracteriza as mídias¹ e tecnologias digitais e sua forma de interação em diferentes contextos trouxe reflexões acerca de seu impacto social e cultural. A realidade aumentada (RA), uma forma de acrescentar informação digital no mundo material, proporciona interações espaciais e estético-formais que ultrapassam, muitas vezes, o esperado. Esse novo espaço, que encontra-se entre o limite do que é real e do que é virtual, constitui um novo paradigma para a compreensão humana, compondo-se como uma extensão da nossa própria consciência corporal-espacial. (Manovich, 2005; Murray 2003).

¹ "O que entendemos por mídia nos tempos atuais são os próprios fluxos informativos, que se dão entre aparatos (sejam eles quais forem)" (Mallmann, 2010 p.22).

Essas tecnologias disruptivas² que estão sendo aplicadas em práticas indo desde a área educacional, varejo, comércio eletrônico, projetos, cinema, entretenimento, viagem, turismo, mercado automobilístico, treinamento militar, esporte até terapia e medicina - podem fornecer desde uma imersão na realidade digital, caso da realidade virtual, até novas formas de visualizar o trabalho, interagindo o digital com o material, proporcionando através da realidade aumentada.

Muito se tem investido para que essa visualização torne-se cada vez melhor (Galambos et al., 2015; Portman, Natapov & Fisher-Gewirtzman, 2015; Mourtzis et al., 2018; Wang et al., 2014). Esse é o caso de dispositivos de cabeça que mais se parecem com óculos do que com computadores já que não necessitam de fios, nem de estar ligados a outros acessórios, permitindo a criação de hologramas em três dimensões, tornando a visualização muito mais real do que em telas planas como acontecem com *tablets* e *smartphones*. A intenção é que esses dispositivos transformem as informações visuais em imagens 3D. Gigantes como a Microsoft®, Apple® e Google® tem intensificado investimento e pesquisas nessas áreas. (Sekhar, Ch & Rao, 2018).

Frente a esse cenário, o presente artigo tem por objetivo indicar as dimensões de interação no uso da realidade aumentada no contexto industrial a partir uma abordagem qualitativa. Assim, buscou-se analisar vídeos institucionais que demonstram o uso de um óculos de RA direcionados ao contexto industrial.

Diante do exposto, percebe-se que a interação tridimensional não ocorre da mesma forma que a interação em interfaces bidimensionais. Porém, interagir nesse domínio pode facilitar o desenvolvimento de muitas tarefas, visto que permite a utilização de muitas habilidades naturais que o usuário já desenvolveu ao interagir com o ambiente físico real. Em tarefas como treinamento ou simulação, interagir em um ambiente 3D pode gerar o sentido e significados para criar modelos mentais mais facilmente. (Laviola et al., 2017).

Assim sendo, nota-se que evidenciar as possíveis dimensões e potencialidades das interações em ambientes de realidade aumentada pode estimular usos adequados a diferentes situações, como ocorre por exemplo na realização de tarefas no âmbito industrial.

Essas interfaces, chamadas de tangíveis, interligam o mundo físico e digital. Diferentemente da interação bidimensional em telas de computador, limitando-se muitas vezes a utilização de mouse ou teclado, a interação tangível mistura-se às atividades que o usuário realiza no seu dia a dia. Torna-se, portanto, necessário pensar em um sistema, para além do que está no digital, direcionado ao ambiente social e físico, pois os elementos interativos são incorporados em objetos e ambientes cotidianos.

Ademais, essas novas possibilidades de visualização da informação fazem necessário uma constante pesquisa de como a combinação de recursos visuais com outros diferentes recursos podem ser utilizados como estratégia de comunicação e apresentação eficaz da informação.

2. Realidade aumentada

Os avanços tecnológicos em hardware e software, assim como a possibilidade de transferência rápida de grandes volume de dados, permitiram uma evolução da multimídia. A visualização de imagens ou gráficos em tempo real, juntamente com todas as outras possibilidades advindas deste contexto abriram espaço para o desenvolvimento de tecnologias como a realidade aumentada, que leva dados digitais ao usuário e ao ambiente físico em que se encontra, os quais são incorporados por meio de aparatos tecnológicos.

Para entender o funcionamento da RA, o aparato tecnológico deve possuir algumas características como cita Tori (2018):

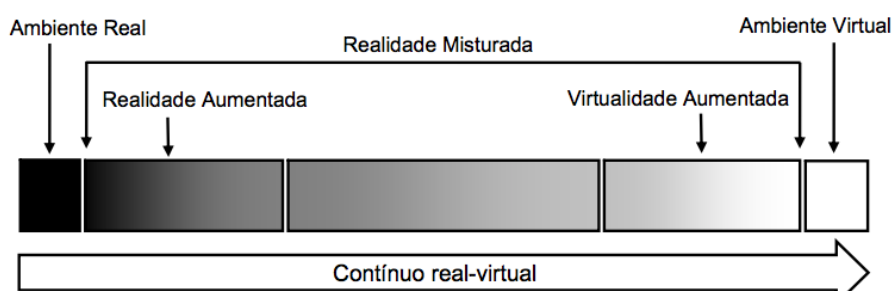
- Câmera para captura de imagem: sensoriamento, responsável por identificar tanto o observador quanto os objetos reais e físicos, assim como seus movimentos e ações;

² Que provoca uma ruptura com os padrões e modelos tecnológicos já desenvolvidos.

- Monitoramento dos objetos realizado pelo registro que identifica o elemento digital e sua posição relativa ao espaço físico: É o rastreamento que define como o objeto se move e para onde, mantendo coerente a coexistência do digital com o real;
- Visualização que torna possível o processo de renderização e produz a aparência desejada do objeto;
- Atuação que define parâmetros para dispositivos hápticos responsáveis por simular as sensações encarregadas pelo tato.

Com a possibilidade da interação de elementos digitais no mundo físico ou real, tornou-se necessário situar as dimensões entre realidade virtual, realidade aumentada e ambiente real considerando suas relações. Isso foi feito por Milgram et al. em 1994 e ficou conhecido como “Contínuo real-virtual”, de acordo com Tori (2017), e pode ser visualizado na Figura 1.

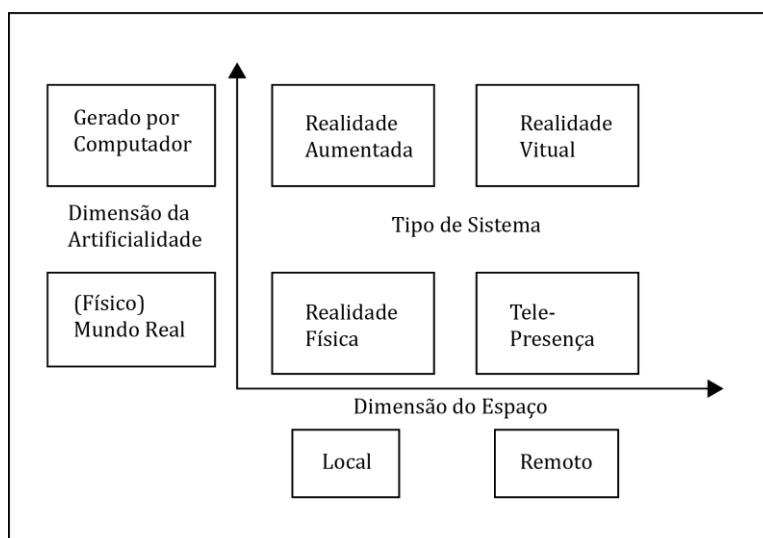
Figura 1: Contínuo Real-Virtual, conforme proposta de Milgram et al. (Milgram et al., 1994). Fonte: Adaptado do original por Tori (2018).



Na caracterização dessas dimensões, pode-se considerar a realidade virtual (RV) como aquela em que os elementos são sintetizados digitalmente e reproduzidos de forma imaterial (Levy, 2003 citado por Tori, 2018), e o ambiente real seria o ambiente físico em que o usuário interage. Nesse sentido, é possível perceber que os ambientes real e virtual encontram-se em lados opostos, estando a realidade aumentada entre eles, mais perto do real, pois surge quando objetos digitais podem ser inseridos no mundo físico. Distanciando-se desse espaço em direção à RV encontra-se a virtualidade aumentada, quando o usuário é inserido em um ambiente sintético, contudo elementos ou sensações do mundo real são incorporadas ali.

As diferenças entre a RV e a RA podem ser também caracterizadas quanto à artificialidade e aos espaços. Ambas possuem elementos sintetizados digitalmente, conferindo-lhes um caráter artificial, porém o usuário mantém um sentido de presença no mundo real na RA, enquanto que na RV o usuário é inserido em um mundo construído digitalmente. Na Figura 2, observam-se as diferenças entre os tipos de sistemas levando em conta esses aspectos.

Figura 2: Diagrama das artificialidades e espaços. Fonte Tori (2018).



Posto isso, na RA é necessário um mecanismo para integrar elementos digitais ao mundo do usuário e na RV o mecanismo integra o usuário ao mundo digital.

O mecanismo da RA, conta ainda, com diferentes aspectos de visualização. Quando o usuário tem a visão apontada diretamente para a cena em que se encontram os objetos digitais sobre o mundo físico alinhado com as posições reais, pode ser caracterizado com visão ótica (direta) ou visão por vídeo (indireta) conferindo-lhe caráter imersivo. Se a visão dos elementos digitais misturados com a realidade é vista através de um dispositivo que não está alinhado com o mundo físico, a realidade é de visão indireta e não imersiva. (Tori, 2018).

A direção da visualização pode ser classificada considerando a posição do observador. Quando ele se encontra em primeira pessoa, a visada é direta e dirigida pelo usuário, podendo ser ótica (elemento digital projetado no real), como, por exemplo, a utilização de óculos de RA, ou mesmo por vídeo (elemento digital inserido na reprodução do real), como no uso de *smartphones* ou *tablets* enquanto interface mediadora. Segundo Tori (2018), quando em segunda pessoa, a visada pode ser indireta, na qual o usuário não determina a direção da visualização, ou realizada através de um projetor ou de um monitor, e, nesse caso, a pessoa pode estar em terceiro plano. Em geral, os dispositivos de RA como um todo, podem ser acoplados à mão, à cabeça ou desacoplados.

Para rastrear e compreender a cena real, a tecnologia da RA pode utilizar marcadores, que são certos símbolos usados para orientar o objeto digital em relação a uma referência no mundo físico. Tori (2018), ressalta que a RA baseada em sensores é mais precisa, mas pode gerar alguns atrasos no processo de visualização. O elemento visual que enriquece a cena pode ser 1D, 2D ou 3D, mas todos devem estar localizados de modo a considerar o espaço físico tridimensional.

3. Interação

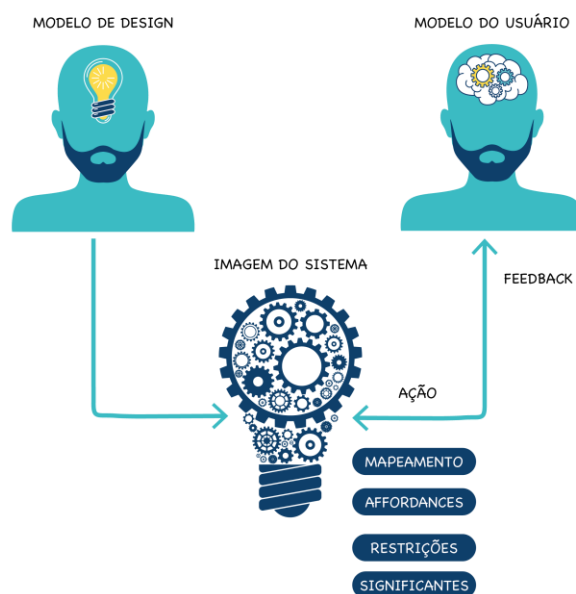
Interação pode ser conceituada como a maneira que uma pessoa interage com um produto ou uma aplicação e está relacionada com a experiência do usuário e de como as pessoas se comunicam em certas atividades. (Preece, Roger & Sharp, 2013).

Nos processos de interação, devem ser considerados alguns aspectos, como aqueles proposto por Norman (2006): o primeiro deles são os modelos mentais que referem-se à forma como as pessoas enxergam o mundo e interagem com sistemas.

O princípio da interação ocorre então, primeiramente pelo modelo de design que é o modelo conceitual projetado pelo designer, que deverá ser repassado ao usuário através da imagem do sistema. Essa imagem do sistema é reforçada por quatro categorias possivelmente identificadas pelo usuário: mapeamento, affordances, restrições e significantes, como pode ser visualizado na Figura 3. O usuário irá criar seu modelo mental através da interação com o sistema que, em teoria, deve ser o mais parecido possível com o modelo do designer.

Pode-se entender os modelos mentais por meio de analogias que transmitem às pessoas como apreender, o que é um produto e como usá-lo em uma atividade. O usuário irá criar uma ideia sobre o que fazer com o sistema, porém pode ocorrer que as ações requeridas pelo sistema podem não corresponder às intenções do usuário. Portanto projetar para criar modelos mentais fáceis de serem identificados possibilita a criação de interfaces com interação naturais e com menor dificuldade de serem utilizadas.

Figura 3: Modelo de interação de Norman. (Fonte: Adaptado de Norman (2006)).



Os modelos mentais são construídos a partir de quatro categorias (Norman, 2006):

- O mapeamento: refere-se à relação entre duas “coisas” ou “entidades”, resultando na relação destas com o mundo é a forma como o artefato se auto explica. Os mapeamentos naturais e intuitivos conduzem à compreensão imediata.
- *Affordances*: são indicações de uso sugeridas por meio das propriedades percebidas dos artefatos.
- Restrições: possibilitam diminuir o número de decisões que o usuário deve tomar ao realizar a ação, e reduzem o volume de coisas que deve ser aprendido.
- Significantes: é o ato de dar sentido àquilo que aprendemos e corresponder a outros conhecimentos que já possuímos; facilita o processo de memorização e acesso a esses dados.

Uma vez que acontece a interação, o usuário deve receber uma resposta ou *feedback* para saber se a operação foi efetuada com sucesso e dar continuidade a suas ações, ou retornar e fazê-las de novo, se necessário.

Dimensões da Interação

Ao considerarem de modo amplo os processos de interação, Preece, Rogers e Sharp (2013), propõem quatro tipos possíveis de interação entre os usuários e o artefato ou sistema:

- **Instrução:** esse estilo de interação inclui emitir certos comandos para que o sistema cumpra uma ação ou execute uma operação. Pode ser realizado de diversas formas, através de teclas e botões, seleções de opções de menu por toque, mouse ou *touchpad*, comandos de voz, gestos ou uma combinação de teclas.
- **Conversação:** o usuário cria um diálogo com o sistema e deve ser projetado como uma comunicação de duas vias. Pode ter inteligência artificial envolvida. A interação é realizada por reconhecimento de voz, texto digitado ou menus.
- **Manipulação:** manipular objetos físicos ou digitais como no mundo físico. Os objetos digitais podem ser redimensionados, movidos, aumentados, diminuídos e podem ser efetuadas por controladores físicos ou por gestos. Os objetos físicos produzem uma reação ao serem manipulados, como emitir um som ou outro movimento. O *feedback* é imediato e os mapeamentos bastante naturais, já que manipulamos objetos o tempo todo no espaço físico.
- **Exploração:** envolve o corpo do usuário em movimento por um espaço que pode ser digital (virtual) ou físico com tecnologias incorporadas. Esses novos espaços

possibilitam a exploração de um conhecimento mais sensorial e é um meio participativo.

Esses tipos de interação podem também ser aplicados para interfaces 3D, onde informações e controles digitais fornecem representações tangíveis. Os objetos físicos podem ser aumentados e acabam por servir como dispositivos de entrada e saída de dados digitais passíveis de serem manipulados literalmente com as mãos (Shaer, et al., 2010).

Quanto às técnicas de interação, Laviola et al. (2017), propõem critérios semelhantes a partir da manipulação do espaço tridimensional, e ressaltam que não devem existir praticamente diferenças entre os elementos digitais e físicos, buscando-se ao máximo possível, processos naturais. Essas interações podem ser classificadas em:

- **Seleção** é o processo de selecionar algum dado ou informação digital, podendo ser por menus 2D, como já conhecido em sistemas computacionais, ou através de marcadores que podem funcionar como gatilhos fazendo com que a informação associada ao marcador apareça.
- **Manipulação**: é o processo de alterar os objetos digitais promovendo reposicionamentos, deslocamentos, redimensionamentos e etc.
- **Navegação**: controla como o observador explora o espaço e o ambiente, tanto a sua visualização quanto seu deslocamento, o que pode incluir a navegação multimodal, como a transição uma imagem 3D para um vídeo ou para uma animação.
- **Controle do sistema**: abrange aspectos mais amplos que especificam ao sistema não apenas o que deve ser feito, mas como deve ser feito. Pode estar relacionado com a execução uma função específica, a mudança do modo de interação ou alteração do estado do sistema.

Com base nesses conhecimentos, buscou-se ressaltar, através do Quadro 1, as semelhanças entre os estilos de interação apresentados por Preece, Roger e Sharp (2013) e de Laviola et al. (2017), com intuito de compor um instrumento de análise que possa facilitar a observação das potencialidades de interação na realidade aumentada. Para isso, foram inseridas no Quadro colunas onde se indica a finalidade de cada tipo de interação (“o que”) e a forma como pode ser realizada a interação (“como”).

Os estilos que se correspondem foram colocados lado a lado e no centro foi inserida uma coluna com as principais metáforas para cada tipo de interação, agregando as analogias que facilitam a apreensão do significado e modelos mentais, seguindo os preceitos de Norman (2006).

Desta forma, o Quadro ilustra determinadas relações:

- O estilo Instrução (de Preece et al, 2013) identifica-se com o tipo Seleção (de Laviola et al.,2017), pois são comandos usados para iniciar alguma operação ou dar sequência a algo através de teclas, botões, seleção de menu por toque, mouse, *touchpad*, voz ou gesto.
- O estilo Manipulação tem a mesma nomenclatura para ambos autores, possuindo a finalidade de manipular os objetos. Este processo pode ocorrer a partir de controladores físicos ou gestos.
- O estilo Conversação, colocado de forma isolada das demais categorias por Preece et al. (2013), não possui um tipo semelhante em Laviola et al. (2017), portanto ficou sem correspondência, e podendo se dar por meio da voz, texto digitado ou menus.
- O estilo Exploração, que tem como intuito descobrir, percorrer o ambiente a partir do corpo em movimento, tem sua correspondência com o tipo de interação Navegação (de Laviola et al.,2017); ambos possuem basicamente a mesma finalidade: exploração do ambiente.

O controle do sistema, como técnica de interação, não foi considerado no Quadro, por representar um modo mais amplo de interagir com o sistema, baseado prioritariamente nas suas configurações e no estabelecimentos de parâmetros, ficando fora do escopo principal dessa pesquisa.

Quando se tratam de interações tangíveis, como no caso de RA, é necessário compreender que muitas habilidades cognitivas são desenvolvidas através de experiências espaciais como por exemplo, o aprendizado de conceito abstratos, e o entendimento de problemas complexos

por meio de objetos físicos manipuláveis. O emprego de gestos aproveita a memória sinestésica do usuário, as capacidades ligadas às sensações, armazenamento e recordação, alavancando a cognição experiencial centrada no corpo (SHAER et al., 2010). As metáforas de Norman (2006) apresentadas no quadro evocam muito bem esse conhecimento tácito que foi adquirido pelo ser humano no seu processo de aprendizado por meio de interações físicas no mundo real.

Quadro 1: Dimensões da interação. Fonte: Elaborado pelos autores com base em Preece, Roger e Sharp (2013), Norman (2006) e Laviola et al. (2017).

Preece, Roger e Sharp (2013)			Norman (2006)	Laviola et al. (2017)		
Estilo	O que	Como	Metáforas	Técnicas	O que	Como
Instrução	Emite comandos para o cumprimento de uma ação/ operação.	Teclas, botões, seleção de menu por toque, mouse, touchpad, voz ou gesto.	Apontar, Apertar, alisar, estender o alcance, apagar etc.	Seleção	Seleciona a ação que será dada sequência	Menu 2D, movimento do marcador, visualização do marcador.
Manipulação	Manipula objetos físicos ou digitais, redimensiona, move.	Controla dores físicos ou gestos	Agarrar, tocar, arrastar, esticar, aumentar, diminuir, rotacionar, mover etc	Manipulação	Altera objetos digitais	Visualização do marcador.
Conversação	Diálogo com o sistema, comunicação de duas vias.	Voz, texto digitado ou menus.	Conversar			
Exploração	Exploração do ambiente, participação.	Corpo em movimento.	Caminhar, Dirigir etc	Navegação	Exploração do ambiente	Explorar o lugar sem objetivo específico (visitar), Pesquisar (possui objetivo e navega de forma direcionada), Manobrar (aplicar certos movimentos para conseguir visualizar o alvo).

3. Procedimentos metodológicos

Seguiu-se os preceitos metodológicos de Kauark, Manhães e Medeiros (2010), sendo a pesquisa caracterizada como de natureza básica, e seus objetivos exploratórios, pois sua finalidade é gerar maior familiaridade com o problema, através de levantamento bibliográfico e análise de casos para estimular a compreensão. Como objetos de estudo, têm-se a investigação do processo de interação com a realidade aumentada no contexto da indústria.

Foram considerados vídeos institucionais que apresentavam usos na indústria e demonstrações da utilização da segunda geração dos óculos de realidade aumentada da Microsoft®, voltado para o consumo empresarial.

A forma de abordagem é qualitativa, pois lida-se com o fenômeno traçando a relação do objeto com o mundo real, interpretando o fenômeno à luz de autores como Norman (2006); Preece, et al. (2013); Laviola et al. (2017) e Tori (2018), que categorizam os processos de interação. Nos procedimentos técnicos, foi utilizado material bibliográfico e documental, contando com coleta de dados secundários na internet, livros e artigos científicos.

Em síntese essa pesquisa se estruturou em 4 etapas principais: A primeira etapa constou da elaboração do instrumento de análise, com base nos estudos teóricos realizados. A segunda etapa foi a coleta de dados alicerçada na observação de vídeos e documentos disponibilizados pela Microsoft®. Na terceira etapa foi realizada a análise em si com base no instrumento gerado. E a última etapa foi a produção de resultados e discussão dessas potencialidades geradas por esse tipo de interação.

4. Interações possíveis na realidade aumentada no contexto da indústria

No contexto industrial, o trabalho colaborativo, tem-se apresentado por meio de flexibilidade e rapidez, possibilitando inovação no desenvolvimento de produtos e serviços. Entende-se aqui por trabalho colaborativo, as redes de trabalho apoiadas pelo uso do computador e das TICs intra e inter organizações frequentemente dispersas em nível regional ou global. (Welman et al., 1996). Além disso, a necessidade das empresas se expandirem e a facilidade da comunicação e do trabalho a distância fomentou o trabalho em rede como forma de obter competitividade e sobreviver na era da globalização (Caraminha-Matos & Afsarmanesh, 2005; Olave, Amato & Neto, 2001).

Nesse contexto no qual está inserida a realidade aumentada gerada pelo Hololens 2^o 3da Microsoft®, o sistema social e cultural é complexo, há a necessidade de uma grande articulação de elementos e conhecimentos multidisciplinares na realização do trabalho e cumprimento da tarefa.

Os vídeos institucionais do Hololens2^o 4 sugerem a utilização da RA com foco na indústria para realização de tarefas, como por exemplo na montagem ou reparo de equipamentos. Para tanto, o óculos é programado com a tarefa a ser realizada e serve para auxiliar o usuário quais passos devem seguir no cumprimento de suas atribuições. Em momentos de dúvidas, o usuário pode acessar outros vídeos ou entrar em contato com outros colaboradores remotamente para a solução de problemas, tudo através do dispositivo.

Esses níveis de interação, onde diferentes camadas estão entrelaçadas e devem ser entendidas para o desenvolvimento de alternativas que tenham o ser humano como centro da experiência e do projeto, podem gerar interações cada vez mais naturais com o uso de uma tecnologia cada vez mais pervasiva⁵.

³ O óculos Hololens2^o da Microsoft® é um artefato de RA desenvolvido para uso empresarial. Sua estrutura conta com sensores e processador próprio, rastreador de íris em tempo real, detecta os movimentos das mãos sem precisar de outros acessórios acoplados, permitindo manipulação direta. Pode trabalhar por comando de voz e possui som espacial integrado. Através de visores que se encontram em frente aos olhos projeta objetos digitais no ambiente físico em tempo real, caracterizado por visão ótica direta e imersiva.

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=V8c3pDKdHEc> e <https://www.youtube.com/watch?v=J-C6GE2gFYw>

⁵ Pervasiva está relacionada ao conceito do uso dos recursos computacionais de forma embarcada, presente, mas não visível ao usuário.

5. Resultados e Discussão

Nesta etapa são apresentadas as análises das interações realizadas no cumprimento de uma tarefa no contexto industrial com uso do óculos de RA, permitindo definir suas principais dimensões. Para isso, apoiou-se em três vídeos principais: um deles realizado na Mobile Word Congress (MWC)⁶, que ocorreu no final de fevereiro de 2019, em Barcelona; e outros dois vídeos institucionais do Hololens2[®] usados para divulgação do artefato.

Em um primeiro momento, a partir da análise pode-se perceber que quando é necessária a programação da tarefa, inicia-se pela interação em duas dimensões na interface com o computador, sem a utilização de RA, colocando instruções no software que direcionará a tarefa a ser cumprida (Figura 4). Assim, trabalha-se com a dimensão da instrução, onde os comandos são gerados por digitação de texto através das teclas; e seleção de menu através do mouse. Também pode ocorrer a manipulação direta através do mouse, arrastando os ícones com os quais se quer trabalhar, nesse caso, as setas.

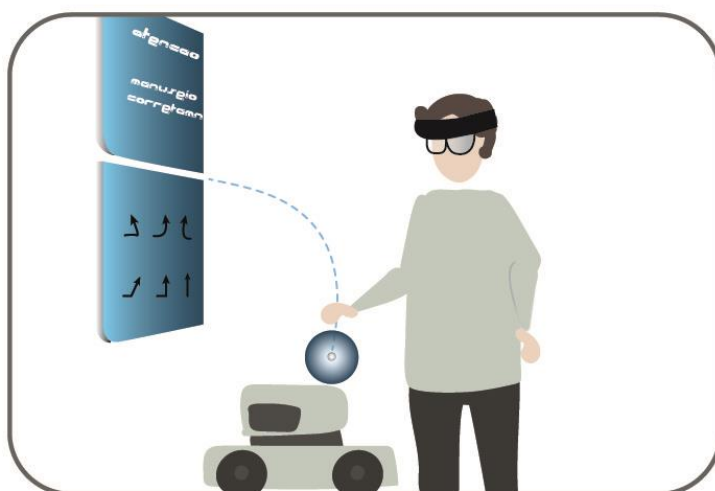
Figura 4: Exemplo de interação 2D na dimensão instrução, sem uso de realidade aumentada. (Fonte: Elaborada pelos autores).



Ao dar prosseguimento na realização da tarefa, no exemplo, a montagem de um artefato ou máquina, a interação é iniciada por uma interface gráfica representada por menu 2D que aparece de forma aumentada para o usuário. A instrução acontece com a seleção do menu criado no computador e, em seguida, a manipulação com as próprias mãos conecta os menus com certas partes do artefato físico e leva hologramas e símbolos holográficos a pontos específicos no espaço real (Figura 5). A dimensão da manipulação e da exploração acontecem ao mesmo tempo, pois o usuário tem que coordenar seus movimentos manipulando objetos digitais em um espaço real, agregando-o a um objeto físico.

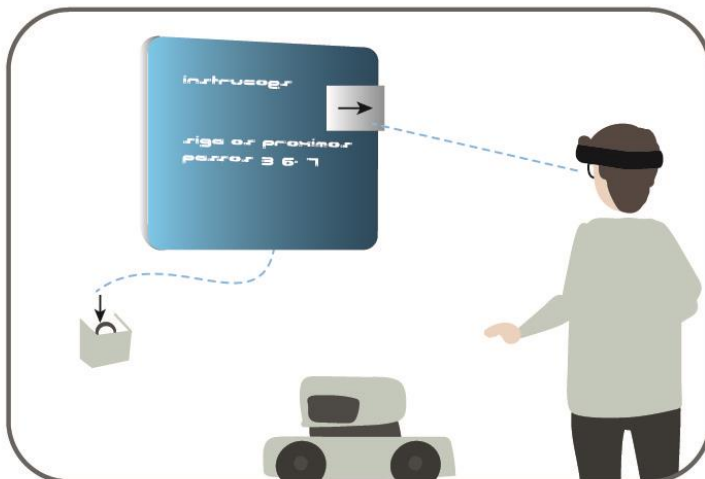
⁶ Conferência de tecnologia móvel que envolve a exposição de novas tecnologias e conta com as operadoras móveis, fabricantes de dispositivos, provedores de tecnologia.

Figura 5: Exemplo de manipulação com as próprias mãos. (Fonte: Elaborada pelos autores).



As interações que ocorrem, por exemplo, já na etapa da montagem do equipamento físico pelo usuário com auxílio da RA, iniciam-se pela visualização do menu indicado para aquela tarefa que pode ocorrer por um comando de voz, ou um gesto, por exemplo (dimensão instrução). As instruções para realização da tarefa podem ser seguidas pela visualização da informação no menu 2D (tela virtual) que se coloca à frente do usuário, que através da exploração, movimenta-se pelo ambiente real e manipula objetos físicos indicados pelos hologramas digitais, como representada pela seta preta (Figura 6).

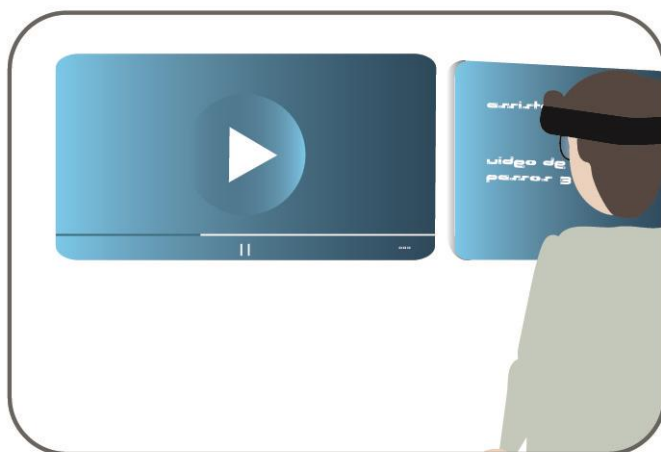
Figura 6: Exemplo da dimensão de interação instrução por gesto ou comando de voz e exploração do ambiente através do movimento. (Fonte: Elaborada pelos autores).



Outros objetos holográficos que se movimentam acoplados ao objeto físico podem surgir, instruindo qual peça pegar e como movimentá-la para encaixar no equipamento. Para dar sequência na tarefa, fica sugerido que através do rastreamento da íris, ao olhar para o menu 2D e seguir com os olhos para a flecha, é possível dar prosseguimento às instruções. Este procedimento está na dimensão manipulação realizada por gesto.

Outras interações com formatos diferentes de conteúdo podem ser realizadas por meio de visualização de vídeos reproduzidos de forma aumentada através da tela ótica do óculos de RA, levando a interações multimodais dentro desse espaço (Figura 7). Esse tipo de interação está relacionada com diferentes formas de compor a informação em diferentes recursos expressivos como visual, gráfico, pictórico, funcionando juntos para formar uma mensagem coerente.

Figura 7: Exemplo de interações multimodais no ambiente de realidade aumentada, baseada em visualização direta. (Fonte: Elaborada pelos autores).



Com base no exposto, considerando as análises realizadas e os dados retirados do vídeo do MWC⁷, observaram-se alguns estilos de interação possíveis em determinadas etapas, sendo possível traçar analogias ou metáforas e também caracterizar os sinais enviados pelos sistemas como feedback.

Em resumo, na dimensão da instrução, a finalidade do sistema consiste na inicialização do menu, o que pode ser feito por meio de voz, reconhecimento de íris ou gesto. As principais metáforas que essas interações sugerem são abrir, pedir e ler, sendo que o sistema envia sinais de feedback através de som, iluminação ou cor.

Na dimensão da manipulação, é possível redimensionar e alterar objetos digitais, que pode ser realizada principalmente através de gestos com uma ou duas mãos. As analogias traçadas foram segurar, arrastar, suspender ou rotacionar, e como principal sinal de resposta o sistema cria uma caixa seletora ou uma iluminação ao redor do objeto.

Na exploração, o intuito é permitir a movimentação pelo espaço por meio da movimentação do corpo físico, tendo como representação o próprio caminhar, andar ou sentar, e como feedback o sistema aproxima ou afasta os objetos digitais.

Na dimensão de conversação, o diálogo de duas vias acontece entre duas pessoas por meio de avatar criado pelo sistema. A analogia é a própria conversa entre os indivíduos e o feedback acontece pelo som emitido por meio de voz e a visualização do avatar ao falar. Na Figura 8, podem-se ver as quatro dimensões e suas principais características e potencialidades.

⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=k5SMABo4jwM>, acessado em 28 de maio de 2019.

Figura 8: As quatro dimensões da interação na RA e suas potencialidades. (Fonte: Elaborada pelos autores.)



As distâncias entre o usuário, ação e o feedback do sistema tornam-se mais curtas facilitando o mecanismo da interação. No entanto, transpor diretamente processos de interação de interfaces 2D para ambientes 3D não é viável, já que algumas interações podem se tornar complexas ou mais difíceis. O processo de representação 3D não é tão preciso como no mundo real, dificultando certos *affordances*, necessitando que se desenvolvam metáforas adequadas, como é o caso da manipulação dos objetos que não podem ser sentidos com o tato.

Os principais resultados obtidos indicam que aspectos da interação devem ser amplamente considerados nos projetos, levando em conta o usuário e seus objetivos, pois as atividades e as preocupações desse usuário devem direcionar o desenvolvimento. Isso permite avaliar antecipadamente quais são as capacidades do produto e qual impacto este terá ao ser utilizado.

6. Conclusões

O presente estudo buscou caracterizar as dimensões da interação em interfaces tangíveis que estão presentes na RA e investigar suas potencialidades no contexto industrial. Para atender esse objetivo, foram utilizados os preceitos de Norman (2006), Laviola et al.(2017) e Preece et al. (2013) que serviram de base para traçar um instrumento de análise. Como exemplo, foram utilizadas interações realizadas por meio do uso de um óculos de RA na realização de tarefas no setor industrial. Os dados foram coletados principalmente através da observação de vídeos disponibilizados pela empresa proprietária de óculos de RA. Sendo assim, os procedimentos metodológicos utilizados possibilitaram atingir os objetivos definidos nesta pesquisa.

Estabeleceu-se como cenário neste processo, a indústria, que necessita de grande articulação de informação e aprendizado constante para se manter atuante em um mercado, onde quase não existem fronteiras. A exibição proporcionada pelo artefato escolhido foi inserida em um contexto no qual o trabalho colaborativo, assim como o fluxo de informações e interação espacial podem ser críticos. Nesse sentido, a realização de tarefas, como por exemplo, a montagem de equipamentos, pode ser facilitada por um acesso à informação no momento em que a tarefa necessita ser executada e em frente aos olhos do usuário.

Concluiu-se, então, que a Realidade Aumentada proposta como uma ferramenta de design para gerir processos de trabalho na indústria, suscita poderosas e flexíveis interfaces Homem-Máquina, apoiando-se em uma ampla gama de tecnologias de exibição.

As principais dimensões da interação caracterizadas para RA foram: instrução, manipulação, conversação e exploração. Para definir suas potencialidades é necessário saber o que geram essas dimensões, como se dá a interação em cada uma delas, qual o processo de feedback que ele retornará ao usuário e que metáfora ela pode estar associada. Para isso, o objeto de análise criado possibilita tal análise sistemática, podendo facilitar principalmente o entendimento dos processos interativos.

Porém, entender que as interações tangíveis podem se misturar às atividades que o usuário pratica no dia-a-dia implica em pensar essas interações ao redor de um sistema, além de interações das pessoas umas com as outras. Esses dispositivos digitais ganham um significado ampliado, pois estão inseridos em um ambiente real e podem estar associados com um objeto físico. Este objeto irá responder tanto as interações físicas como servir de representação direta e tangível da informação digital.

Nesse contexto, configura-se o uso de conhecimento tácito⁸, como o gesto, habilidade incorporada em nossas vivências e agem como comunicação aproveitando a mobilidade física do usuário, o desprendendo de uma tela e aliviando, por vezes, sua carga cognitiva.

Sendo assim, a utilização dessas ferramentas que possibilitam a criação destes novos espaços e que facilitam a comunicação repleta de informações visuais digitalizadas pode contribuir de maneira significativa, visto que auxiliam a apreensão de significados, na medida em que a interação de corpo inteiro promove maior naturalidade em relação aos sentidos e habilidades humana, gerando menor carga cognitiva.

É necessário, no entanto, entender que o uso de RA está criando novos ambientes e interações que ao invés de replicar a realidade ou simulá-la, coloca-se como substituto desta, promovendo a necessidade de refletir também sobre seu impacto social e cultural, pois ao gerar novas experiências e novas diretrizes guia o usuário para novas fronteiras.

Agradecimento

Agradecimentos ao programa Pesquisa e produtividade do Centro Universitário Estácio de Santa Catarina.

⁸ Adquirido com a vivência, conhecimento implícito.

Referências

- Caraminha-Matos, L. M., & Afsarmanesh, H. (2005). Collaborative networks: a new scientific discipline. *Journal of intelligent manufacturing*, v. 16, n. 4-5, p. 439-452.
- Galambos, P. et al. (2015). Design, programming and orchestration of heterogeneous manufacturing systems through VR-powered remote collaboration. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, v. 33, p. 68-77.
- Laviola Jr, J. J. et al. (2017). *3D user interfaces: theory and practice*. Addison-Wesley Professional.
- Mallmann, A. D. (2010). Mídia fluida: por uma renovação conceitual. *Sessões do Imaginário*, v. 15, n. 24.
- Manovich, L. (2005). Novas mídias como tecnologia e idéia: dez definições. In: *Lucia Leão (org.). O chip e o caleidoscópio: reflexões sobre as novas mídias*. São Paulo: Editora SENAC.
- Mourtzis, D. et al. (2018). Augmented reality based visualization of cam instructions towards industry 4.0 paradigm: A cnc bending machine case study. *Procedia CIRP*, v. 70, p. 368-373.
- Murray, J. (2003). *Hamlet no Holodeck – O futuro da narrativa no ciberespaço*. São Paulo: Itaú Cultural: Unesp.
- Norman, D. (2006) *O design do dia a dia*. 4. ed. Rio de Janeiro: Rocco. 125 p.
- Olave, M. E. L., & Amato Neto, J. (2001). Productive cooperation networks: a strategy of competitiveness and survival for small and medium sized enterprises. *Gestão & Produção*, v. 8, n. 3, p. 289-318.
- Portman, M. E., Natapov, A., & Fisher-Gewirtzman, D. (2015). To go where no man has gone before: Virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, v. 54, p. 376-384.
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2013). *Design de Interação: Além da Interação homem-computador*. São Paulo: Bookam, 2013, 3ed. 256 p.
- Reis, A. V. (2016). Interfaces Tangíveis em Simuladores Veiculares: Componentes para um Protocolo de Avaliação de Usabilidade. 2016. *Dissertação (Mestrado em Design)* - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Sekhar, C. C., & Ch, S. S., & Rao, G. N. (2018). Future Reality is Immersive Reality. *International Journal of Recent Technology and Engineering* 7(4), pp. 302-309.
- Tori, R., & Hounsell, M. S. (org.). (2019). *Introdução a Realidade Virtual e Aumentada*. Porto Alegre: Editora SBC.
- Wang, X. et al. (2014). Mutual awareness in collaborative design: An Augmented Reality integrated telepresence system. *Computers in Industry*, v. 65, n. 2, p. 314-324.
- Wwllman, B. et al. (1996). Computer networks as social networks: Collaborative work, telework, and virtual community. *Annual review of sociology*, v. 22, n. 1, p. 213-238.

Sobre os autores:

Gabriela Kuhnen, M^a, bolsista do Programa Pesquisa e Produtividade da Estácio de Santa Catarina e doutoranda da UFSC, Brasil <gabkuhnen@gmail.com>
Berenice Santos Gonçalves, Dra, UFSC <berenice@cce.ufsc.br>
Gilson Braviano, Dr, UFSC, Brasil <gilson@cce.ufsc.br>