

Capítulo

1

Introdução ao Paradigma da Integração Humano-Computador à luz da Engenharia Semiótica

Glória Angélica Rodrigues Barbosa, Raquel Oliveira Prates

Abstract

Human-Computer Integration (HInt) is a new HCI paradigm that extends HCI by including, defining and characterizing the relationship between humans and autonomous technologies as a partnership. This new paradigm brings novel challenges for the HCI area, including the demand to review and propose theories and methods for addressing HInt. This chapter aims to expand knowledge regarding HInt and provide a theoretical basis, grounded in Semiotic Engineering theory, so that students, professionals, and researchers can explore this new paradigm and contribute to the advances of HCI with a focus on HInt.

Resumo

A Integração Humano-Computador (HInt) é um novo paradigma da área de IHC que estende a área através da inclusão, definição e caracterização da relação entre humanos e tecnologias autônomas como uma parceria. Esse novo paradigma traz novos desafios para a área, incluindo as demandas de revisar e propor teorias e métodos para abordar a HInt. Este capítulo visa ampliar o conhecimento sobre a HInt e fornecer uma base teórica, fundamentada na teoria da Engenharia Semiótica, para que estudantes, profissionais e pesquisadores comecem a explorar esse novo paradigma e possam contribuir para os avanços da IHC com um foco na HInt.

1.1. Introdução

A ascensão das tecnologias autônomas está modificando a relação entre humanos e tecnologias de modo que, a “Era da Interação” está se estendendo para a “Era da Integração”. Nessa nova era, a interação deixa de ser apenas baseada em estímulo-resposta, e passa a considerar a integração entre humanos e tecnologias – fisicamente e/ou conceitualmente – tornando-os parceiros codependentes com autonomia para cooperar e colaborar entre

si para atingir objetivos em comum. Para acompanhar essa evolução, pesquisadores de Interação Humano-Computador (IHC) definiram e caracterizaram um novo paradigma¹, a Integração Humano-Computador (HInt), que estende o foco da área de IHC para abranger essa nova relação de parceria entre humanos e tecnologias [Mueller et al. 2020].

O paradigma da HInt traz novos desafios para a Comunidade de IHC, incluindo as demandas por ampliar o escopo de teorias e métodos de IHC para explorar os impactos, o *design*, o uso e a avaliação da HInt. Como a HInt é um paradigma emergente, essas demandas podem ser exploradas em diferentes perspectivas teóricas, inclusive na perspectiva da Engenharia Semiótica (EngSem) [Barbosa e Prates 2022, Barbosa 2024].

Diante deste cenário, o objetivo deste capítulo é: expandir o conhecimento sobre a HInt; e apresentar uma base teórica, fundamentada na EngSem, para que as pessoas interessadas possam explorar os desafios da HInt no âmbito de IHC. Assim, este capítulo fornece uma lente teórica para que a Comunidade de IHC possa contribuir com a evolução e consolidação da HInt. É importante ressaltar este capítulo corresponde ao conteúdo ministrado no minicurso intitulado “*Evoluir é preciso: Movendo da interação para a integração humano-computador*”, que abordou a HInt à luz da EngSem no “*XXII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*” (IHC 2023) e estende o artigo publicado nos anais do evento [Barbosa e Prates 2023]².

Considerando o exposto, a próxima seção apresenta o paradigma da HInt, as tecnologias parceiras e seus desafios para a área de IHC. Em seguida, é apresentada a extensão do arcabouço teórico da EngSem para a HInt. Por fim, são apresentados exemplos de aplicação da EngSem estendida para definir e caracterizar a HInt no âmbito da IHC e as considerações finais.

1.2. Integração Humano-Computador na perspectiva de IHC

Esta seção apresenta a integração entre humanos e tecnologias autônomas como uma nova era e, posteriormente, como um novo paradigma da área de IHC.

1.2.1. A Nova Era da Integração Humano-Computador

O conceito de integração entre humanos e tecnologias ecoou na área de IHC na década de 60. Na ocasião, quando as pesquisas em Inteligência Artificial (IA) e o desenvolvimento de máquinas inteligentes começaram a expandir, levantou-se a hipótese de que, no futuro, humanos e máquinas estariam acoplados, trabalhando em conjunto de forma integrada [Licklider 1960]. Assim, embora tecnologias autônomas não sejam novidade, em 2016, pesquisadores da área de IHC [Farooq e Grudin 2016] nos convidam a refletir sobre como a ascensão das tecnologias autônomas (e.g., alarmes inteligentes, veículos semiautônomos, assistentes virtuais inteligentes e exoesqueletos) está modificando a relação entre humanos e tecnologias. Segundo Farooq e Grudin (2016), as mudanças que estas tecnologias geram na interação justificam que se considere o início de uma nova era - a integração humano-computador - na área de IHC.

¹Paradigma - Abordagem geral adotada por uma comunidade de pesquisadores e designers para conduzir seu trabalho em termos de premissas, conceitos, valores e práticas compartilhadas [Rogers 2012].

²O material utilizado no minicurso está disponível para consulta e uso na subpasta *HInt-EngSem_Minicurso* disponível no link: <https://bit.ly/3W1pr6u>.

A “Era da interação” é caracterizada pelo uso da tecnologia como uma ferramenta de suporte às necessidades dos usuários. Nessa era, a relação entre os usuários e as tecnologias interativas pode ser descrita como *estímulo-resposta*, na qual o usuário requisita/estimula ações da tecnologia via comandos de entrada, e a tecnologia interativa responde por meio de comandos de saída (e.g., o usuário configura um horário no alarme convencional, que toca conforme programado pelo usuário). Em alguns casos, o controle pode ser invertido, a tecnologia inicia a interação e o humano responde (e.g., alarme começa a tocar automaticamente e o usuário desliga o alarme), porém, ainda assim, a tecnologia se limita a responder aos estímulos/requisições do usuário [Farooq e Grudin 2016].

Por sua vez, na “Era da integração humano-computador”, a relação entre humanos e tecnologias é caracterizada por *uma parceria* que se estende da interação para a integração. Nessa nova era, humanos e tecnologias parceiras se integram fisicamente e/ou conceitualmente e se tornam parceiros com autonomia para colaborar entre si, estabelecendo uma parceria benéfica. Dessa forma, além de responder às requisições/aos comandos de entrada, a tecnologia possui autonomia para colaborar/cooperar com o usuário e realizar ações que vão além do que foi solicitado para que o agente humano consiga alcançar seus objetivos (e.g., o usuário configura um horário no alarme inteligente, porém, esse tipo de alarme possui autonomia para tocar antes ou depois do horário programado, para que o usuário mantenha a pontualidade independente de condições externas como congestionamentos na sua rota). Em outras palavras, diferente da tradicional interação de estímulo-resposta que ocorre na IHC, na era da integração as tecnologias parceiras possuem algum nível de autonomia para iniciar ou redirecionar interações com o usuário; e não se limitam a responder as requisições ou comandos de entrada do usuário [Farooq e Grudin 2016].

Note que, a integração estende, mas não substitui a interação entre humanos e tecnologias, sobretudo porque nem todas as tecnologias estão no mesmo estágio de maturação. Algumas tecnologias continuarão sendo utilizadas apenas com o propósito de responder as requisições/estímulos dos usuários (i.e., tecnologias interativas que promovem apenas interação) e outras atuarão como parceiras dos humanos (i.e., tecnologias parceiras que promovem interação e integração) [Farooq e Grudin 2016].

Para melhor ilustrar essa coexistência de tecnologias interativas e tecnologias parceiras, considere os exemplos do *DeepL*³ e *Grammarly for Chrome*⁴. O *DeepL* é uma plataforma de tradução online que faz uso de IA para traduzir conteúdos. Para utilizar essa solução tecnológica, o usuário deve fornecer como entrada o conteúdo original (e.g., texto em português) e indicar explicitamente o idioma para o qual o texto deve ser traduzido. Em seguida, o *DeepL* gera uma tradução para o texto conforme a requisição do usuário. Concluída a tradução, o usuário pode modificar a tradução gerada por meio da digitação livre ou da solicitação explícita ao *DeepL*, que apresenta sugestões de palavras e/ou expressões alternativas para melhorar a tradução. Logo, o *DeepL* é uma tecnologia interativa que estabelece uma relação de *estímulo-resposta* com o usuário. Isso porque, ainda que faça uso de IA para gerar o conteúdo traduzido e sugerir termos/expressões alternativas, essa solução não possui autonomia para realizar essas ações sem uma requisição explícita do usuário.

³DeepL - <https://www.deepl.com/pt-BR/translator>

⁴Grammarly for Chrome - <https://www.grammarly.com/browser/chrome>

Por sua vez, o *Grammarly for Chrome* é uma extensão do Grammarly para as aplicações acessadas via navegador Chrome (e.g., Gmail, Google Docs e Overleaf), que auxilia o usuário (em tempo real) na revisão de textos sendo escritos em inglês. Uma vez instalado, o *Grammarly for Chrome* possui autonomia para revisar o conteúdo digitado, bem como sugerir correções/ajustes para aprimorar o texto, sem demandar por requisições explícitas do usuário a cada interação. Por outro lado, durante a integração com essa solução, o usuário também possui autonomia para requisitar explicitamente uma revisão específica e/ou decidir se aplica ou rejeita as correções/sugestões indicadas pelo *Grammarly for Chrome*. Assim, o *Grammarly for Chrome* é uma tecnologia que possui algum nível de autonomia para estabelecer uma relação de *parceria* com o usuário. Portanto, conforme elucidado nesses exemplos, tecnologias interativas e tecnologias parceiras: (a) coexistem mesmo nessa transição entre as eras da interação para a integração; e (b) poderão coexistir no futuro integrado em diferentes domínios de aplicação [Farooq e Grudin 2016].

O *design*, a avaliação e o uso de tecnologias parceiras oferecem desafios e oportunidades que devem ser identificados e explorados pela Comunidade de IHC para que a parceria entre usuários e tecnologias resulte em benefícios para os humanos e a sociedade. Por isso, além de uma nova “Era”, a Integração Humano-Computador passou a ser definida e caracterizada como um novo paradigma da área de IHC.

1.2.2. Paradigma da HInt e as Tecnologias Parceiras

A Integração Humano-Computador (do inglês *Human-Computer Integration* também referenciado pela sigla: *HInt*) é um paradigma emergente que estende a área de IHC, cujo objetivo é definir e caracterizar a nova relação entre humanos e tecnologias autônomas como uma integração (no sentido de parceria) que transcende a tradicional interação (estímulo-resposta) de IHC. Na perspectiva desse paradigma, usuários e tecnologias são parceiros codependentes e possuem algum nível de autonomia para colaborar entre si em prol de objetivos comuns. Logo, na HInt, o controle da interação não é totalmente humano, nem totalmente da tecnologia (i.e. automático). O agente tecnológico possui autonomia (mesmo que mínima) para agir durante a integração (e.g., se antecipar e/ou adaptar a interação) para atender às demandas e necessidades do humano [Mueller et al. 2019, Mueller et al. 2020].

De acordo com a literatura que aborda a HInt na perspectiva de IHC, a solução tecnológica: (1) que não segue esse novo paradigma é chamada de *Tecnologia Interativa*; e (2) aquela que segue o paradigma da HInt é chamada de: *Tecnologia de HInt*; *Tecnologia Parceira* ou *Solução de HInt* [Barbosa et al. 2023, Mueller et al. 2019, Mueller et al. 2020]. Esses três termos são utilizados como sinônimos na literatura e neste capítulo para nomear um sistema ou ecossistema que possui algum nível de autonomia na interação para se integrar ao usuário (fisicamente ou conceitualmente) e estabelecer uma relação de parceria cooperativa/colaborativa com esse agente humano [Barbosa et al. 2023, Farooq e Grudin 2016, Mueller et al. 2019, Mueller et al. 2020]

A parceria entre humanos e tecnologias pode ocorrer de diferentes formas, por isso, a HInt e as tecnologias parceiras podem ser caracterizadas em termos de: (1) **Nível de Autonomia** (do inglês: *Agency*); (2) **Nível da HInt** (do inglês: *Scale*); (3) **Tipo de HInt**; e (4) **Tipo de Acoplamento Físico**. O **Nível de Autonomia** caracteriza o con-

trole que humanos e tecnologias possuem na parceria que ocorre durante a integração. A autonomia varia de: (a) *Controle majoritariamente humano*; (b) *Controle igualmente compartilhado entre humanos e tecnologia*; até (c) *Controle majoritariamente tecnológico*. Vale ressaltar que, para que a integração se caracterize como uma parceria, ambos os agentes (i.e., humanos e tecnológicos) precisam controlar a integração em algum nível, mesmo que minimamente. Portanto, se durante a utilização de uma tecnologia o controle for totalmente humano ou totalmente tecnológico, essa relação não pode ser descrita como uma parceria e, conseqüentemente, não pode ser caracterizada pelo paradigma da HInt [Mueller et al. 2020].

Por sua vez, o **Nível da HInt** caracteriza a escala em que a integração acontece. A integração pode ocorrer em: (a) *Nível Social/Coletivo*, no qual culturas inteiras ou grupos de usuários estão integrados à tecnologia; (b) *Nível Individual*, indicando que um único indivíduo e a tecnologia estão integrados ou (c) *Nível de Órgão*, no qual o humano e a tecnologia estão integrados por meio de uma parte do organismo humano e a integração ocorre em um nível micro [Mueller et al. 2020].

O **Tipo de HInt** indica o tipo de parceria que ocorre entre o usuário e a tecnologia parceira. Os tipos são: (a) *Integração por Fusão* e/ou (b) *Integração por Simbiose* e eles **não são** mutuamente exclusivos, ou seja, existem casos em que pode ocorrer a Integração por Fusão e Simbiose ao mesmo tempo [Mueller et al. 2020]. Na **Integração por Fusão**, a tecnologia apoia e estende as habilidades e experiências corporais do indivíduo. Normalmente, a Fusão ocorre em um nível individual (e.g., um membro ou sentido humano) e a autonomia se concentra no controle majoritariamente humano ou tecnológico. Entre os exemplos de tecnologias que promovem a Integração por Fusão é possível citar: piercing eletrônico para monitorar temperatura corporal e tecnologias de aumento humano (e.g., exoesqueleto e próteses inteligentes) [Mueller et al. 2020].

Já na **Integração por Simbiose**, humanos e tecnologias trabalham juntos, de forma conceitual, em direção a objetivos comuns ou complementares. Nesse Tipo de HInt, normalmente, o controle é igualmente compartilhado e a integração pode ocorrer tanto em um nível individual, quanto no social [Mueller et al. 2020]. Entre os exemplos de tecnologias que promovem a integração por simbiose é possível mencionar: veículo semiautônomo; alarme inteligente; tecnologias para monitoramento de saúde e bem-estar; bem como serviços de recomendação autônomos (e.g., recomendação de vídeos do YouTube) [Farooq e Grudin 2016, Mueller et al. 2020].

Por fim, a HInt pode ser classificada em relação ao **Tipo de Acoplamento Físico** entre a tecnologia e o corpo humano. As tecnologias de HInt podem ser classificadas como: (a) *Tecnologias In-Body* integradas dentro do corpo humano (e.g., sensores ingeríveis); (b) *Tecnologias On-Body* integradas na superfície do corpo ou externamente conectadas ao corpo (e.g., relógios inteligentes) e (c) *Tecnologias Off-Body* situadas no ambiente ao redor do corpo e não fisicamente conectadas ao corpo (e.g., assistentes virtuais inteligentes) [Mueller et al. 2019].

Sendo assim, o *Nível de Autonomia*; *Nível da HInt*; *Tipo de HInt*; e *Tipo de Acoplamento Físico* são os atributos que descrevem e mapeiam a **Natureza da Parceria** – i.e., definem as maneiras pelas quais humanos e tecnologias podem se relacionar e interagir como parceiros durante a integração. De acordo com a definição de HInt, esses

quatro atributos se aplicam a todas as tecnologias que seguem esse paradigma emergente [Mueller et al. 2020]. Além desses atributos, as tecnologias de HInt também podem ser caracterizadas em relação à sua **Inteligência** e **Composição** [Barbosa e Prates 2022].

Quanto à **Inteligência**, as tecnologias de HInt podem ou não possuir a capacidade de aprender e (re)agir em função das demandas e preferências do usuário para promover a integração humano-computador. Embora Autonomia e Inteligência possam estar relacionadas, existem tecnologias de HInt autônomas, que não são inteligentes. Por exemplo, as *Smart Bands* possuem autonomia para monitorar e reportar o desempenho do usuário na prática de atividades físicas. Porém, essa tecnologia não possui inteligência para se antecipar e sugerir soluções alternativas às demandas do usuário. Vale ressaltar também que nem toda tecnologia que tem inteligência, necessariamente tem autonomia. Por exemplo, o DeepL tem inteligência para traduzir textos e sugerir alterações, mas só o faz mediante solicitação do usuário. Portanto, embora o *Nível de Autonomia* seja um atributo mandatório para caracterizar uma tecnologia como uma solução de HInt, a *Inteligência Artificial* é uma característica opcional deste tipo de solução [Barbosa e Prates 2022].

A **Composição** classifica a tecnologia parceira quanto ao(s): (1) componente(s) que a compõe(m); e (2) componente(s) interativo(s). **Componente(s) que a compõe(m)** indica a quantidade de dispositivos físicos (e.g., hardware especializado e/ou hardware de propósito geral) e sistemas digitais (e.g., software e/ou app móvel) com os quais o usuário deve lidar (em tempo de interação) e que, juntos, compõem a tecnologia parceira. É importante ressaltar que esses componentes podem ou não estar distribuídos em plataformas diferentes. Por sua vez, **Componente(s) interativo(s)** refere-se à quantidade de interfaces interativas distintas da solução de HInt com as quais o usuário pode ou precisa interagir (i.e., comunicar) diretamente durante a parceria humano-tecnologia. Para cada uma dessas características, a solução de HInt pode ser classificada como *um único* ou *múltiplos* componentes [Barbosa e Prates 2022].

Para ilustrar como estes atributos e estas características se aplicam para a classificação de uma tecnologia parceira, considere o exemplo do *FingerReader 2.0*⁵. Essa tecnologia parceira, exibida na Figura 1.1, auxilia um usuário com deficiência visual na identificação de objetos (e.g., itens de compra e cédulas de dinheiro) em uma loja física.



Figura 1.1. Solução FingerReader 2.0 (Fonte: [Boldu et al. 2018]).

⁵FingerReader 2.0 - <https://ahlab.org/project/fingerreader/>

Quanto à *Natureza da Parceria*, o *FingerReader 2.0* pode ser classificado como uma solução de HInt cujo nível de autonomia é majoritariamente tecnológico, porque essa tecnologia parceira detém um maior controle da interação. A parceria ocorre em um nível individual e o tipo de HInt é a fusão e simbiose simultaneamente, porque o *FingerReader 2.0* está fisicamente acoplado ao corpo humano e, juntos, o usuário e essa solução de HInt cooperam como parceiros na tarefa de realizar compras. Assim, o tipo de acoplamento físico entre o usuário e o *FingerReader 2.0* é on-body. Em relação à *Inteligência*, de acordo com a descrição do fornecedor, o *FingerReader 2.0* é um agente autônomo e inteligente, porque também auxilia o usuário na tomada de decisão durante uma compra. Já em relação a *Composição*, essa solução de HInt é composta por um anel com câmera embutida e um fone de ouvido. Assim, o *FingerReader 2.0* é uma tecnologia parceira composta por multicomponentes.

A Figura 1.2 ilustra a classificação de 5 exemplos de tecnologias parceiras a partir dos atributos e das características que classificam uma solução de HInt. Além do *FingerReader 2.0*, os outros 4 exemplos classificados são: (1) *Drone DJI Mini 3 Pro*⁶, uma solução de HInt que permite a captura de imagens (i.e., fotos e vídeos) de forma manual e autônoma; (2) *Samsung Galaxy Fit2*⁷, uma solução de HInt que auxilia na aquisição e manutenção de hábitos saudáveis; (3) *VS Code*⁸, uma tecnologia parceira com autonomia para auxiliar o usuário no desenvolvimento de código; e (4) *Waze*⁹, uma tecnologia de HInt que auxilia motoristas durante um percurso de uma origem a um destino. Esta figura descreve os exemplos em função dos atributos obrigatórios de HInt: autonomia para controlar a interação em algum nível; escala em que a tecnologia se integra ao humano; e relação de parceria física e/ou conceitual com o usuário em algum domínio de aplicação. Além disso, a figura inclui também características que não fazem parte da definição, mas são úteis na sua caracterização: se possui ou não inteligência; e se é composta por um ou mais dispositivos físicos e/ou sistemas digitais, se um ou mais são interativos.

EXEMPLOS DE TECNOLOGIAS PARCEIRAS CLASSIFICADAS* DE ACORDO COM OS ATRIBUTOS E AS CARACTERÍSTICAS QUE DESCREVEM UMA TECNOLOGIA COMO UMA SOLUÇÃO DE HINT							
EXEMPLO DE TECNOLOGIA DE HINT	NATUREZA DA HINT				INTELIGÊNCIA	COMPOSIÇÃO	
	Nível da Autonomia (Agência)	Nível de HInt (Escala)	Tipo de HInt	Tipo de Acoplamento Físico	Agente Inteligente	Qtde. Componentes que Compõem	Qtde. Componentes Interativos (i.e., interfaces interativas)
Drone DJI Mini 3 Pro	CIC	I	S	Off	Não	Múltiplos	Int_Usu-Multi
FingerReader 2.0	CMT	I	F&S	On	Sim	Múltiplos	Int_Usu-Mono
Smart Band Samsung Galaxy Fit2	CIC	I	F&S	On e Off	Não	Múltiplos	Int_Usu-Multi
VS Code	CIC	I	S	Off	Sim	Único	Int_Usu-Mono
Waze - App de Navegação	CIC	I	S	Off	Sim	Único	Int_Usu-Mono
LEGENDA: 1) <u>Nível de Autonomia:</u> CMH = Controle majoritariamente humano CIC = Controle igualmente compartilhado CMT = Controle majoritariamente tecnológico 2) <u>Nível de HInt:</u> O = Orgão; I = Individual ou C = Coletivo/Social 3) <u>Tipo de HInt:</u> F = Fusão; S = Símiose; ou F&S = Fusão e Símiose 4) <u>Tipo de Acoplamento Físico:</u> In = In-Body; On = On-Body ou Off = Off-Body					1) <u>É Agente Inteligente?:</u> Sim = É um Agente Inteligente Não = Não é um Agente Inteligente		1) <u>Qtde. de Componentes que Compõe:</u> Único = Componente Único (ou Monocomponente) Múltiplos = Múltiplos Componentes 2) <u>Qtde. de Componentes Interativos (i.e., interfaces interativas):</u> Int_Usu-Mono = Interação Usuário-Mono Componente; Int_Usu-Multi = Interação Usuário-Multicomponentes (ou Multicomponentes Interativos)

Figura 1.2. Classificação de exemplos de tecnologias parceiras (Fonte: [Barbosa e Prates 2023]).

⁶Drone DJI Mini 3 Pro - <https://www.dji.com/br/mini-3-pro>

⁷Samsung Galaxy Fit2 - <https://www.samsung.com/br/watches/galaxy-fit/>

⁸VS Code - <https://code.visualstudio.com/>

⁹Waze - <https://www.waze.com/pt-PT/live-map/>

1.2.3. Novos Desafios de HInt

O paradigma da HInt e as tecnologias parceiras possuem particularidades (e.g., o propósito, a natureza da parceria, inteligência e composição) que podem influenciar no estudo, *design*, uso e na avaliação da HInt. Por essa razão, esse paradigma emergente oferece novos desafios para a área de IHC [Barbosa et al. 2023], são eles:

- **Impactos da Integração Humano-Computador nos Humanos:** Desafios de identificar e explorar os fenômenos e efeitos da integração humano-computador no indivíduo, na sociedade e no meio ambiente.
- **Desafios de *Design*:** Desafios de revisar e propor modelos e ferramentas para projetar tecnologias parceiras centradas tanto na interação quanto na integração humano-computador, considerando aspectos éticos.
- **Desafios de Avaliação:** Desafios de revisar e propor atributos de qualidade e métodos para avaliar a proposta de *design* e a experiência de uso das tecnologias de HInt de uma forma mais holística, considerando as diferentes perspectivas de avaliação e os efeitos da integração nos humanos.
- **Demandas por novas Teorias e/ou Métodos:** Desafios de revisar, estender e/ou propor abordagens empíricas e teóricas (e.g., teorias e métodos) para que seja possível conceitualizar, explorar e explicar os fenômenos envolvidos no *design*, uso e na avaliação da HInt na perspectiva de IHC.

Por se tratar de um paradigma emergente, os desafios da HInt podem ser explorados em diferentes perspectivas, inclusive à luz da Teoria da Engenharia Semiótica. Por esta razão, o arcabouço teórico da Engenharia Semiótica foi ampliado para auxiliar estudantes, profissionais e pesquisadores no estudo, *design* e na avaliação da HInt como uma extensão da IHC [Barbosa e Prates 2022, Barbosa e Prates 2023, Barbosa 2024].

VAMOS PRATICAR? *Encontre três exemplos de tecnologias parceiras que tenham diferentes características e classifique-as quanto ao/a: (a) Propósito da solução de HInt; (b) Nível de Autonomia; (c) Nível da HInt; (d) Tipo de HInt; (e) Tipo de Acoplamento Físico. Agora acrescente aos atributos obrigatórios, como as caracterizaria em relação a (f) Inteligência; e (g) Composição.*

(Dicas: Pense em soluções tecnológicas que você conhece e/ou utiliza com alguma frequência. Use uma tabela como a mostrada na Figura 1.2 para registrar sua classificação.)

1.3. Extensão da Teoria da Engenharia Semiótica para HInt

Esta seção apresenta o arcabouço teórico da Engenharia Semiótica estendido para HInt. Para uma melhor compreensão dessa extensão, inicialmente, é apresentada uma visão geral dessa teoria e seus principais conceitos. Na sequência, os conceitos e a ontologia da Engenharia Semiótica para HInt são apresentados.

1.3.1. Visão Geral da Engenharia Semiótica

A Teoria da Engenharia Semiótica (EngSem) é uma teoria explicativa e reflexiva de IHC, que nos fornece uma ontologia, epistemologia e metodologia para explorar e entender os fenômenos envolvidos no *design*, uso e na avaliação de tecnologias interativas [de Souza 2005, Prates e Barbosa 2007]. Na perspectiva dessa teoria, a interface de uma tecnologia interativa é um tipo especial de comunicação, unidirecional e indireta, do projetista para seus usuários. Por meio da interface, o projetista transmite aos usuários sua compreensão e suas decisões sobre: a quem a tecnologia se destina; que problemas ela pode resolver e como interagir com a tecnologia. O usuário compreende a mensagem à medida que interage com a interface. Desse modo, na visão da EngSem, a interação entre usuários e tecnologias é um **Processo Comunicativo** mediado pela tecnologia interativa.

Assim, a EngSem entende que a comunicação projetista-usuário (unidirecional) acontece através da comunicação usuário-sistema (bidirecional), e é denominada **meta-comunicação** e a mensagem (i.e., conteúdo) sendo transmitida como **metamensagem** [de Souza 2005]. A metamensagem pode ser parafraseada da seguinte forma (i.e., o *template* da metamensagem é):

“Esta é a minha interpretação sobre quem você é, o que eu entendi que você quer ou precisa fazer, de que formas prefere fazê-lo e por quê. Este é o sistema que eu projetei para você, e esta é a forma que você pode ou deve usá-lo para conseguir atingir os objetivos incorporados na minha visão”.

Para ilustrar um exemplo de interface como um artefato de metacomunicação, considere o exemplo do comunicador instantâneo WhatsApp¹⁰. Em linhas gerais, por meio da interface desse aplicativo (app), o projetista transmite ao usuário a seguinte metamensagem:

“Caro usuário de Smartphone. Eu entendi que você deseja conversar com seus contatos de forma rápida e eficiente. Observei que é do seu interesse verificar se suas mensagens foram entregues ou não, bem como se elas foram recebidas e lidas. Diante das minhas percepções eu criei o WhatsApp, um aplicativo de mensagens instantâneas. Por meio desse app você poderá conversar via texto, voz ou vídeo com um único amigo ou um grupo de amigos. Você será notificado quando a mensagem for enviada e lida. Além disso, você pode aplicar configurações de privacidade relacionadas à sua conta.”

A metamensagem está codificada por meio de **signos** (i.e., qualquer coisa que possui algum significado para alguém [Peirce e Peirce 1992]) [de Souza 2005]. A EngSem classifica os signos de uma tecnologia interativa como: **metalinguísticos**, **estáticos** e **dinâmicos** [de Souza et al. 2006, de Souza e Leitão 2009]. Os **signos metalinguísticos** explicam outros signos da interface (e.g., manual do usuário e sistema de ajuda do WhatsApp). Os **signos estáticos** expressam o estado do sistema e podem ser interpretados independentes de relações causais ou temporais (e.g., botões habilitados ou desabilitados do WhatsApp). Por sua vez, os **signos dinâmicos** expressam o comportamento do

¹⁰WhatsApp - <https://www.whatsapp.com/>

sistema, ou seja, estão relacionados aos aspectos temporais e causais da interface e só podem ser percebidos por meio da interação (e.g., depois que o usuário digita um texto e clica em *Enviar*, O WhatsApp envia a mensagem para um contato do usuário).

Durante a interação, a comunicação é bem-sucedida se os usuários conseguem gerar interpretações compatíveis com as intenções e os significados que o projetista codificou na interface. Portanto, a qualidade da *metacomunicação projetista-usuário* impacta na qualidade da interação (i.e., comunicação) do usuário com a tecnologia [de Souza 2005]. Dessa forma, a **Comunicabilidade** [Prates et al. 2000, de Souza e Leitão 2009] é a propriedade que qualifica esse tipo especial de comunicação entre projetistas e usuários. Para a EngSem, a **comunicabilidade** é uma propriedade de tecnologias interativas que comunicam aos seus usuários – de forma organizada e clara (*eficiência*) - as intenções e os princípios que guiam o seu *design* e, além disso, essa comunicação consegue atingir o resultado desejado (*eficácia*) [de Souza 2005, de Souza e Leitão 2009].

Para apoiar os projetistas na concepção de um artefato de metacomunicação, a EngSem propõe que sejam disponibilizadas **Ferramentas Epistêmicas** - i.e., ferramentas que permitam a uma pessoa levantar hipóteses sobre o problema, experimentar diferentes possibilidades de solução e avaliar os resultados [de Souza 2005, Prates e Barbosa 2007, Prates 2017]. Assim, a EngSem oferece ferramentas epistêmicas como, por exemplo, a *Modeling Language for Interaction as Conversation* (MoLIC) [Barbosa e de Paula 2003, da Silva e Barbosa 2007], cujo objetivo é auxiliar o projetista na modelagem das interações de um sistema como uma conversa; modelos e *frameworks* conceituais para apoiar no projeto de sistemas colaborativos [Prates 2017]; e métodos que permitem a avaliação da comunicabilidade de sistemas interativos [de Souza e Leitão 2009].

Além da sua família de ferramentas epistêmicas, a EngSem fornece uma ontologia para auxiliar os profissionais e pesquisadores na exploração, compreensão e explicação dos fenômenos da IHC [de Souza 2005]. O arcabouço teórico da EngSem (i.e., conceitos e ontologia) permite estruturar explicações para os fenômenos envolvidos no *design*, uso e na avaliação de tecnologias interativas. Por meio desse arcabouço teórico é possível derivar estruturas e modelos de casos particulares de IHC, independente do tipo de tecnologia [de Souza 2005]. Como a HInt é uma extensão da tradicional IHC, os conceitos e a ontologia da EngSem foram estendidos para abordar esse novo paradigma [Barbosa e Prates 2022, Barbosa e Prates 2023, Barbosa 2024].

1.3.2. Arcabouço Teórico da Engenharia Semiótica para HInt

A ontologia original da Teoria da EngSem define as categorias e os elementos que conceitualizam e caracterizam a interação como um processo comunicativo. Essa ontologia é formada por quatro categorias: (1) **Interlocutores**; (2) **Espaço de Design**; (3) **Processo de Comunicação** e (4) **Processo de Significação**. Para definir e caracterizar a HInt como uma extensão do processo comunicativo de IHC, foi necessário estender: 3 das 4 categorias da ontologia; o *template* da metamensagem; e a definição de comunicabilidade da EngSem [Barbosa e Prates 2022, Barbosa 2024].

Originalmente, a categoria **Interlocutores** descreve os agentes que participam do processo comunicativo que ocorre durante a interação. São eles: *Projetista* e *Usuário* (agentes humanos); e o *Sistema* (agente tecnológico) [de Souza 2005]. Do ponto de vista

da EngSem, o projetista é um interlocutor tão importante quanto o usuário na interação humano-computador. Isso porque, o projetista é o agente responsável por criar a metamsagem transmitida ao usuário durante a interação. O sistema também é um interlocutor porque corresponde à semiose¹¹ (i.e., interpretação) cristalizada do projetista sobre a solução que está sendo oferecida aos usuários [de Souza 2005]. Para melhor representar tanto o tipo de solução tecnológica que atua como interlocutor no processo comunicativo da HInt, quanto os casos em que a tecnologia parceira multicomponentes (exclusivos ou não) é projetada por mais de uma equipe, esse categoria foi estendida e passou a ser composta pelos seguintes elementos: **Projetista ou Múltiplos Projetistas; Usuário e Tecnologia de HInt**. Assim é possível definir e descrever os interlocutores envolvidos na comunicação mediada pela tecnologia parceira projetada por uma única ou múltiplas equipes de *design* [Barbosa e Prates 2022].

Vale ressaltar que a definição de se são um ou múltiplos projetistas não se refere ao *número de pessoas, ou mesmo equipes* envolvidas no projeto da tecnologia. No caso, o projetista representa o projetista de cada solução. Em outras palavras, se uma única solução é pensada de forma conjunta (mesmo que tenha múltiplos componentes) considera-se um único projetista. Se as soluções integradas não foram pensadas como única, então se tem múltiplos projetistas. Por exemplo, este é o caso quando um aplicativo é desenvolvido de forma que possa ser usado com diferentes dispositivos. Assim, se o aplicativo somado ao dispositivo juntos formam uma solução de HInt, logo considera-se que têm múltiplos projetistas.

A categoria **Espaço de Design** descreve os elementos que o projetista deve considerar ao projetar uma solução tecnológica centrada na comunicação. São eles: **Emissor; Receptor; Mensagem; Código; Canal; e Contexto**. Esses elementos definem que, durante a interação, uma mensagem (i.e., metamsagem) é codificada por meio de um código (i.e., signos da interface) e enviada de um emissor (i.e., projetista) para um receptor (i.e., usuário), por meio de um canal (i.e., dispositivo físico no qual a interface é acessada), e essa mensagem refere-se a um contexto de interação [de Souza 2005]. Para melhor estruturar o espaço de *design* da HInt, essa categoria foi estendida e passou a ser composta pelos seguintes elementos: **Emissor ou Múltiplos Emissores; Receptor; Mensagem (Metamsagem) Integrada; Código; Canal ou Múltiplos Canais e Contexto**.

Além disso, ainda na categoria de *Espaço de Design*, o **template** da Metamsagem Integrada foi estendido para melhor explicitar: a quem a tecnologia de HInt se destina; quais as expectativas do usuário em relação a uma tecnologia parceira; qual é a Solução de HInt proposta; e como atingir os propósitos da integração. Desse modo, a partir do **template da metamsagem integrada**, propõe-se que - por meio da(s) interface(s) da solução de HInt - o projetista responda as seguintes questões ao usuário:

“(1) *Quem é você?*; (2) *O que eu entendi que você quer ou precisa fazer?*; (3) *O que eu entendi que você deseja que uma tecnologia parceira faça por você?*; (4) *Eis a Solução de HInt que eu criei para você: (4a) Qual é a tecnologia parceira e seus componentes?*; (4b) *O que a tecnologia parceira vai fazer de forma autônoma por você?* (4c) *Qual é a natureza da parceria que vocês estabelecem, em termos de:*

¹¹ Semiose é o processo (potencialmente) ilimitado de produção e interpretações de signos, que é desencadeado pela presença de signos que representam qualquer quantidade ou qualidade de elementos [Eco 1984].

Nível de Autonomia? Nível da HInt? Tipo de HInt? e Como vocês estão fisicamente acoplados?; (4d) Para atingir os propósitos de integração, com quantos e quais componentes você precisa interagir diretamente? e, finalmente, (4e) Como você e a tecnologia parceira podem e devem interagir e se integrar para que a parceria entre vocês aconteça?

Considerando o exposto, por meio da extensão da categoria *Espaço de Design*, a HInt pode ser explicada como um processo no qual uma mensagem (metamensagem) integrada é enviada de um ou múltiplos emissores para um receptor. Essa metamensagem integrada: (a) refere-se a um contexto de parceria, (b) deve ser codificada por um código compartilhado entre emissor(es) e receptor e (c) transmitida por um ou múltiplos canais. Assim, é possível caracterizar os processos de *design* e comunicação da HInt, considerando as especificidades desse novo paradigma [Barbosa e Prates 2022].

Por sua vez, a categoria **Processo de Comunicação** caracteriza os tipos (i.e., níveis) de comunicação que ocorrem durante a tradicional IHC. Os elementos dessa categoria são: **Metacomunicação Projetista-Usuário**; **Comunicação Usuário-Sistema**; e **Preposto do Projetista**. Essa categoria descreve que a metacomunicação (indireta e unidirecional) projetista-usuário ocorre por meio da comunicação (direta) usuário-sistema. Por esta razão, a interface é o preposto do projetista, porque ela “fala” (i.e., comunica a mensagem) em nome do projetista [de Souza 2005]. Para melhor representar o tipo especial de comunicação que ocorre na HInt, e os casos em que duas ou mais interfaces interativas (i.e., componentes interativos distintos) “falam”, em conjunto, em nome do(s) projetista(s), essa categoria foi estendida e passou a ser composta pelos seguintes elementos: **Metacomunicação Integrada Projetista(s)-Usuário**; **Comunicação Usuário-Sistema** e **Preposto do Projetista ou Preposto Coletivo**. Por meio desses elementos, será possível descrever o processo comunicativo que ocorre durante a HInt, independente da composição da tecnologia parceira e do número de prepostos envolvidos na transmissão da metamensagem integrada [Barbosa e Prates 2022].

Já a categoria **Processo de Significação** define que a **intenção** (i.e., o que se deseja comunicar), o **conteúdo** (i.e., o que está sendo comunicado), a **expressão** (i.e., como escolhe se comunicar), os **signos** (i.e., elemento expressivo que possui significado para alguém) e a **semiose** (i.e., processo de interpretação dos signos) são os elementos que influenciam na percepção e interpretação do que está sendo comunicado durante a interação [de Souza 2005]. Isso porque, em um processo de comunicação, os indivíduos utilizam processos de significação para atingir seus propósitos. Processo de Significação corresponde ao processo no qual o conteúdo e a expressão são sistematicamente associados em função de determinações culturais. Por sua vez, os signos são elementos expressivos, que possuem um significado para quem os produz e quem os interpreta, e essa interpretação ocorre por meio da semiose humana. Portanto, como a intenção, o conteúdo e a expressão influenciam na comunicação, o *design* de interfaces deve focar no uso de signos e sistemas de significação que possam desencadear semioses convergentes (similares) entre o projetista e usuários durante a interação [de Souza 2005]. Essa foi a única categoria da ontologia original da EngSem que não demandou por extensões. Isso porque, esses 5 elementos também influenciam no processo de significação que ocorre na HInt [Barbosa e Prates 2022].

Por fim, a definição de **Comunicabilidade Integrada** foi proposta para qualificar a metacomunicação integrada que ocorre durante a HInt. *Comunicabilidade Integrada* é o atributo de qualidade da tecnologia parceira que, por meio de sua única ou múltiplas interfaces, comunica ao usuário - de forma clara, organizada, coerente, consistente e coesa - as intenções e as decisões que guiaram o seu *design*, de modo que o usuário e a solução de HInt projetada possam estabelecer uma parceria benéfica e atingir seus propósitos de integração [Barbosa e Prates 2022].

Note que, a partir dessa proposta, a *Comunicabilidade Integrada* deve ser utilizada para caracterizar a qualidade da metacomunicação integrada de uma tecnologia parceira independente da natureza da parceria, inteligência e composição (i.e., se aplica para qualificar qualquer solução de HInt). Porém, vale ressaltar que quando a tecnologia parceira é composta por múltiplas interfaces, normalmente, a metamensagem integrada está fragmentada entre elas. Assim, é preciso que o usuário entenda o quê cada interface está comunicando e como cada parte da mensagem se relaciona com as demais para que possa fazer sentido do todo. Assim, a qualidade associada à metamensagem integrada composta pelas várias partes também é definida como *Comunicabilidade Integrada*.

As Figura 1.3 e Figura 1.4 resumizam como os novos conceitos e elementos propostos se relacionam e ampliam o escopo da EngSem para estruturar e descrever a HInt como uma paradigma que estende o processo comunicativo da IHC.

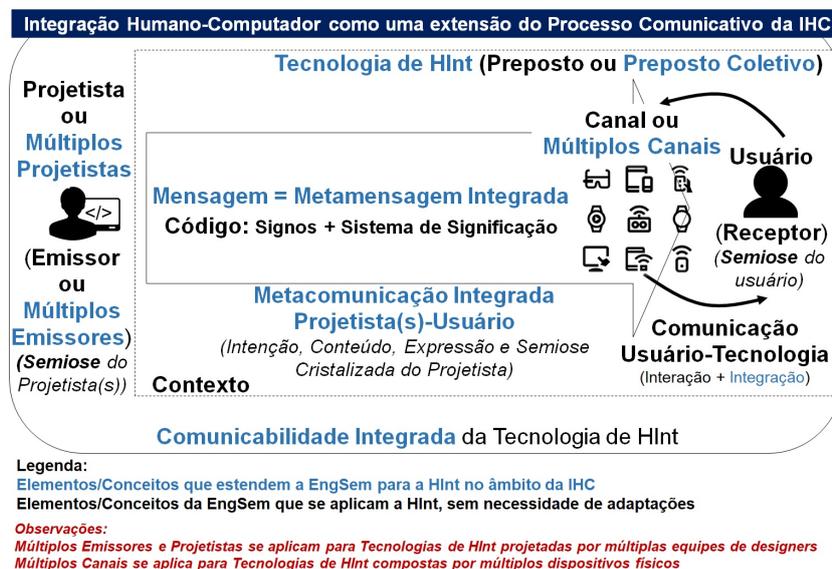


Figura 1.3. Extensão do arcabouço teórico da EngSem para HInt (Fonte: [Barbosa e Prates 2022]).

Por meio da Figura 1.3 é possível compreender que os conceitos e a ontologia da EngSem foram estendidos para descrever a HInt como um processo de comunicação entre parceiros (i.e., uma extensão da tradicional IHC), no qual *projetista(s)*, *usuários* e a *Tecnologia de HInt* são os interlocutores. Em tempo de *design* e durante a integração, *Projetistas (uma ou múltiplas equipes de design)* atuam como *emissores (um ou múltiplos)* da mensagem. Por sua vez, os usuários atuam como *receptores* da mensagem durante a integração. A mensagem é transmitida por meio de *um ou múltiplos ca-*

nais e essa quantidade é definida pelos componentes físicos que compõem a tecnologia parceira. O processo de comunicação ocorre em dois níveis: (1) **comunicação (direta) usuário-tecnologia de HInt** e (2) **metacomunicação integrada (indireta) projetista(s)-usuário**. Embora a Tecnologia HInt tenha autonomia e, em alguns casos, inteligência, a **metacomunicação integrada** é a cristalização da **semiose** do(s) projetista(s) sobre o que ele compreendeu das necessidades de integração do usuário. O conteúdo (i.e., **metamensagem integrada**) é codificado por **signos** que podem ser compreendidos dentro de **um ou múltiplos sistemas de significação**. Por meio de seu **conteúdo** e suas **expressões**, a metacomunicação integrada deve revelar as **intenções** e decisões do(s) emissor(es) de forma coesa. Como a metacomunicação integrada projetista(s)-usuário é mediada pela interface, a solução de HInt projetada é o **preposto ou preposto coletivo do(s)** projetista(s) no processo comunicativo da HInt. Em outras palavras, a tecnologia parceira “*fala*” (i.e., transmite a metamensagem integrada) em nome do(s) projetista(s). A tecnologia de HInt projetada atenderá o critério de **comunicabilidade integrada** se, durante a integração, os usuários conseguirem gerar interpretações e significados (i.e., semioses) compatíveis com as intenções do(s) projetista(s).

A Figura 1.4 fornece uma forma de registrar ou apresentar de forma resumida a caracterização de uma tecnologia de acordo com a ontologia da EngSem estendida para HInt. Vale ressaltar que nessa figura foi definida uma coluna Tipo de <Elemento> para representar os elementos da ontologia (a saber, projetista, emissor, canal e preposto) que podem ser caracterizados como único ou múltiplos. Assim, a figura apresenta a caracterização dos exemplos: *Drone DJI Mini 3 Pro*, *FingerReader 2.0*, *Smart Band Samsung Galaxy Fit2*, *VS Code* e *Waze*. Conforme mencionado anteriormente, estas são tecnologias parceiras que promovem a HInt em domínios de aplicação distintos; e note-se que apresentam diferenças em relação ao *tipo de projetista*, *tipo de emissor*, *tipo de canal* e *tipo de preposto* envolvidos na integração proposta. Contudo, os conceitos e elementos da ontologia da EngSem para HInt contemplam essas diferenças e se aplicam para definir e estruturar o processo comunicativo mediado por essas tecnologias, independente das decisões de *design* da solução de HInt proposta.

EXEMPLO DE TECNOLOGIA DE HINT	INTERLOCUTORES DA HINT			ESPAÇO DE DESIGN DA HINT						PROCESSO DE COMUNICAÇÃO DA HINT			PROCESSO DE SIGNIFICAÇÃO DA HINT			ATRIBUTO QUE QUALIFICA					
	Tipo de Projetista		Usuário	Tipo de Emissor		Receptor	Mensagem Integrada	Código	Tipo de Canal		Contexto	Metacomunicação Integrada Projetista(s)-Usuário	Comunicação Usuário-Sistema	Tipo de Preposto			Intenção	Conteúdo	Expressão	Signos	Semiose
	Projetista	Múltiplos Projetistas		Emissor	Múltiplos Emissores				Único Canal	Múltiplos Canais				Preposto do Projetista	Preposto Coletivo						
Drone DJI Mini 3 Pro	X		X	X	X		X	X	X		X	X				X	X	X	X	X	X
FingerReader 2.0	X		X	X	X		X	X	X		X	X				X	X	X	X	X	X
Smart Band Samsung Galaxy Fit2		X	X	X		X	X	X	X		X	X		X		X	X	X	X	X	X
VS Code	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Waze - App de Navegação	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X

Figura 1.4. Exemplos de tecnologias parceiras estruturadas a partir dos conceitos e da ontologia da EngSem que definem a HInt como uma extensão da IHC.

Considerando o exposto, a ampliação do escopo da EngSem apresentada nesta seção pode auxiliar na estruturação, exploração, caracterização e explicação da HInt na perspectiva de IHC. A seguir, são apresentados exemplos de uso da EngSem estendida para HInt para estruturar e descrever tecnologias parceiras.

VOCÊ SABIA? Existem outras iniciativas na literatura que estenderam os conceitos ou o template da metagem da EngSem para diferentes tipos de tecnologias ou contextos/domínios de uso distintos. Por exemplo, estudos anteriores estenderam os conceitos da EngSem para apoiar no design e na avaliação de: (a) sistemas Multiplataformas [Maués e Barbosa 2013, Maués e Barbosa 2014] e (b) tecnologias de IoT [Chagas et al. 2018, Chagas et al. 2019]. Além disso, é possível encontrar trabalhos que adaptaram o conteúdo da metacomunicação projetista-usuário para contemplar as particularidades de sistemas (a) Colaborativos [Prates 1998, de Souza 2005]; (b) Customizáveis [Barbosa 1999, de Souza 2005]; e (c) Educacionais [Oliveira et al. 2008], bem como uma iniciativa que estendeu a metacomunicação para apoiar na concepção de tecnologias digitais moralmente responsáveis e eticamente qualificadas [Barbosa et al. 2021b]. Para saber mais, acesse estes trabalhos e conheça as diferentes extensões da EngSem para contemplar casos particulares de IHC.

1.4. Demonstração de Aplicação

Nesta seção dois exemplos de aplicação do arcabouço teórico da EngSem para HInt são apresentados. O primeiro exemplo demonstra o uso da EngSem estendida para HInt para explorar, caracterizar e explicar uma solução de HInt existente. Por sua vez, o segundo exemplo apresenta a proposta de uma futura tecnologia parceira (i.e., solução de HInt em fase de concepção) caracterizada e descrita à luz da EngSem para HInt. Para cada exemplo de tecnologia parceira, são apresentadas: (1) uma descrição da metacomunicação integrada pretendida (i.e., visão geral do conteúdo da metagem integrada); e (2) uma figura que caracteriza os elementos envolvidos (e.g., interlocutores e espaço de design) no processo comunicativo (i.e., parceria) mediado por essa solução de HInt.

1.4.1. Caracterização de uma Solução de HInt Existente

O primeiro exemplo de aplicação consiste no uso do arcabouço teórico da EngSem estendido para HInt para caracterizar e descrever o *FingerReader 2.0*. Essa caracterização foi baseada na descrição dessa tecnologia parceira existente, disponibilizada pelo fornecedor. Em linhas gerais, utilizando o *template* da metagem integrada, a metacomunicação integrada (pretendida) do *FingerReader 2.0* pode ser descrita da seguinte forma¹²:

(1) *Quem é você?* *Usuário com deficiência visual*; (2) *O que eu entendi que você quer ou precisa fazer?* *Eu entendi que você precisa de mais autonomia para fazer suas compras, sem depender totalmente de terceiros*; (3) *O que eu entendi que você deseja que uma tecnologia parceira faça por você?* *Entendi que você precisa de uma solução com autonomia para te auxiliar na identificação de produtos disponíveis para compra em lojas físicas*; (4) *Eis a Solução de HInt que eu criei para você:* (4a) *Qual é a tecnologia parceira e seus componentes?* *FingerReader2.0, uma tecnologia autônoma e inteligente composta por múltiplos componentes: (i) um anel com câmera embutida, fisicamente conectado a uma pulseira e (ii) um fone de ouvido*; (4b) *O que a tecnologia parceira vai fazer de forma autônoma por você?* *O FingerReader2.0 vai te auxiliar na identificação de objetos, textos e cores para que você tenha uma maior independência durante as suas compras*; (4c)

¹²Aqui descrevemos a metagem de forma resumida, a título de ilustração. Idealmente, a descrição explicaria de forma mais completa qual a solução proposta pelo designer.

Qual é a natureza da parceria que vocês estabelecem, em termos de: Nível de Autonomia? *Controle majoritariamente tecnológico*; Nível da HInt? *Individual*; Tipo de HInt? *Fusão e Simbiose simultaneamente, porque o FingerReader2.0 está acoplado fisicamente ao seu corpo e vocês cooperam como parceiros na tarefa de realizar compras*; e Como vocês estão fisicamente acoplados? *On-Body*; (4d) Para atingir os propósitos de integração, com quantos e quais componentes você precisa interagir diretamente? *01 Componente, o FingerReader2.0*; e, finalmente, (4e) Como você e a tecnologia parceira podem e devem interagir e se integrar para que a parceria entre vocês aconteça? *Ao chegar no local das compras, você deve vestir o FingerReader2.0 em uma de suas mãos e apontar o dedo com anel em direção aos objetos que deseja identificar (e.g., produtos de compra ou cédulas de dinheiro). Por meio de uma câmera embutida, o FingerReader2.0 reconhece o objeto e o descreve para você via áudio. Assim, o FingerReader2.0 te ajuda a identificar os produtos disponíveis para compra, descrevendo-os em termos de informações textuais e cores. Além disso, essa solução de HInt te ajuda a tomar decisões relacionadas à compra (e.g., compara os preços de diferentes marcas do mesmo produto e te apresenta recomendações com base nessa comparação).*

Para complementar essa descrição, a Figura 1.5 apresenta os interlocutores, o espaço de *design*, os tipos de comunicação e os aspectos que influenciam na qualidade da HInt proposta por meio do *FingerReader 2.0*.



Figura 1.5. Caracterização do *FingerReader 2.0* à luz da EngSem para HInt.

A partir do conteúdo da metacomunicação integrada e conforme ilustrado na Figura 1.5, é possível observar que o *FingerReader 2.0* é uma ***solução de HInt multicomponentes***, projetada por ***uma única equipe de design***¹³, cujo foco é estabelecer uma ***parceria (por fusão e simbiose) com pessoas cegas*** para realizar compras. Em tempo de *design* e durante a integração, essa ***equipe única*** de projetistas ***atua como emissor*** da metacomunicação integrada do *FingerReader 2.0*. Por sua vez, o ***usuário com deficiência visual é***

¹³Lembrando que como os componentes da tecnologia de HInt (anel com câmera embutida e fone de ouvido) foram projetados para serem utilizados juntos, considera-se que a metamensagem tem um único projetista – conforme apresentado na subseção 1.3.2.

o receptor no processo comunicativo que ocorre nessa integração. A metacomunicação integrada ocorre por meio da **comunicação “pessoa cega-FingerReader 2.0”** e seu conteúdo (i.e., metagemagem integrada) é transmitido por **múltiplos canais, o dispositivo vestível e o fone de ouvido** do *FingerReader 2.0*. Uma vez que **a intenção, o conteúdo e a expressão (i.e., signos e sistemas de significação)** influenciam na qualidade da parceria pretendida, o *FingerReader 2.0* atenderá o critério de **comunicabilidade integrada** se, durante a integração, os usuários cegos conseguirem gerar interpretações e significados (i.e., semioses) compatíveis com a **semiose que o projetista cristalizou** na interface dessa tecnologia parceira.

VAMOS PRATICAR?

(I) Escolha um exemplo de tecnologia parceira existente. Preferencialmente, escolha um exemplo ao qual você tenha acesso para interação. Na impossibilidade da interação direta, escolha uma tecnologia parceira de forma que você tenha acesso ao seu material descritivo (e.g., descrição e vídeos de demonstração da solução).

(II) Inspeção informalmente ou consulte o material descritivo da tecnologia parceira escolhida para caracterizá-la à luz da Teoria da EngSem estendida para HInt. Para isto:

- Utilize o template da metagemagem integrada para descrever a solução de HInt analisada, indicando: (1) A quem se destina?; (2) O que o usuário deseja fazer? (3) Quais as expectativas do usuário em relação a uma tecnologia parceira?; (4) Qual é a Solução de HInt proposta, em termos da natureza da parceria e composição?; e Como atingir os propósitos da integração.
- Caracterize os elementos envolvidos no processo comunicativo mediado pela tecnologia parceira analisada, indicando: (a) Interlocutores da HInt; (b) Tipo de Emissor (c) Tipo de Canal; (d) Tipo de Preposto e o (e) Contexto da HInt.

1.4.2. Caracterização de uma Futura Solução de HInt

O segundo exemplo de aplicação consiste na caracterização e descrição da proposta de uma futura tecnologia parceira, o *Needy AI Office Copilot Ultra Plus*, à luz da EngSem. O *Needy AI Office Copilot Ultra Plus* é uma solução de HInt - em fase de concepção - cujo objetivo é atuar como parceira do usuário na tomada de decisões após uma reunião corporativa previamente gravada.

A equipe de projetistas do *Needy AI Office Copilot Ultra Plus* utilizou o template da metagemagem integrada para explicitar suas respectivas intenções e decisões de *design* sobre: (a) a quem a solução se destina, (b) qual é a parceria prevista e (c) como o usuário e a solução proposta devem interagir para atingir os propósitos da integração. A metagemagem integrada pretendida da solução *Needy AI Office Copilot Ultra Plus* é apresentada a seguir:

- (1) *Quem é você? Usuários que realizam reuniões corporativas no modo online;*
- (2) *O que eu entendi que você quer ou precisa fazer? Eu entendi que você deseja realizar reuniões online e, posteriormente, ter acesso ao que foi abordado para re-*

gistro e tomar as decisões necessárias; (3) O que eu entendi que você deseja que uma tecnologia parceira faça por você? Entendi que você deseja uma tecnologia com autonomia para registrar o que foi conversado em uma reunião e te auxiliar nas ações que devem ser realizadas após essa conversa; (4) Eis a Solução de HInt que eu criei para você: (4a) Qual é a tecnologia parceira e seus componentes? *Needy AI Office Copilot Ultra Plus*, uma solução composta por multicomponentes: (a) *Needy AI System*, um sistema web de reuniões online e (b) *Needy App*, um aplicativo de smartphone para gestão e controle de ações pós reunião; (4b) O que a tecnologia parceira vai fazer de forma autônoma por você? Essa tecnologia parceira vai registrar, analisar e sumarizar o que foi conversado na reunião, bem como identificar e sugerir ações (durante e após a reunião) baseadas no conteúdo da conversa.; (4c) Qual é a natureza da parceria que vocês estabelecem, em termos de: Nível de Autonomia? *Controle igualmente compartilhado*; Nível da HInt? *Individual e Coletivo*; Tipo de HInt? *Simbiose*; e Como vocês estão fisicamente acoplados? *Off-Body*; (4d) Para atingir os propósitos de integração, com quantos e quais componentes você precisa interagir diretamente? *02 componentes, o sistema web de reuniões e o aplicativo para smartphone do Needy AI Office Copilot Ultra Plus*; e, finalmente, (4e) Como você e a tecnologia parceira podem e devem interagir e se integrar para que a parceria entre vocês aconteça? *Você e todos os membros da reunião devem se conectar ao sistema “Needy AI System”. Uma vez conectados, você pode iniciar o registro da reunião ou o Needy AI System pode identificar (de forma autônoma) que uma conversa foi iniciada e sugerir a gravação do que está sendo conversado. Durante a conversa, o Needy AI System pode sugerir tópicos a serem discutidos ou ações a serem realizadas. Ao concluir a reunião e gravação, o Needy AI System transcreve, sumariza e gera relatórios do que foi conversado para posterior visualização e consulta via interface do sistema. Além disso, o Needy AI System sugere ações que podem ser realizadas após a reunião e envia essas sugestões para o aplicativo de smartphone, Needy App. Por meio do Needy App você pode: (a) consultar sua agenda de reuniões passadas e futuras, (b) visualizar o resumo das reuniões passadas, bem como (c) receber e consultar as ações sugeridas pelo Needy AI System para te apoiar na tomada de decisão após cada reunião.*

De forma complementar, a Figura 1.6 ilustra como a equipe de projetistas estruturou o *Needy AI Office Copilot Ultra Plus* à luz da ontologia e dos conceitos da EngSem para HInt. Essa figura indica os interlocutores, o espaço de *design*, os tipos de comunicação e outros aspectos que influenciam na qualidade da integração pretendida com o *Needy AI Office Copilot Ultra Plus*.

Por meio do conteúdo da metacomunicação integrada e conforme ilustrado na Figura 1.6, é possível observar que o *Needy AI Office Copilot Ultra Plus* é uma futura ***solução de HInt multicomponentes***, projetada por ***uma única equipe de design***, cujo foco é estabelecer uma ***parceria (por simbiose) com o usuário*** para auxiliá-lo na tomada de decisão após uma reunião. Em tempo de *design* e durante a integração, o ***projetista atua como emissor*** da metacomunicação integrada do *Needy AI Office Copilot Ultra Plus*. Por sua vez, o ***usuário é o receptor*** no processo comunicativo que ocorre nessa integração. A metacomunicação integrada ocorre por meio da ***comunicação “usuário-Needy AI Office Copilot Ultra Plus”***, por isto, o *Needy AI Office Copilot Ultra Plus* é o ***preposto do***

coletivo e a metamensagem integrada é transmitida por *múltiplos canais, o computador pessoal e o smartphone* nesse processo comunicativo entre parceiros. Uma vez que *a intenção, o conteúdo e a expressão (i.e., signos e sistemas de significação)* influenciam na qualidade da parceria pretendida, o *Needy AI Office Copilot Ultra Plus* atenderá ao critério de *comunicabilidade integrada* se, durante a integração, os usuários conseguirem gerar interpretações e significados (i.e., semioses) compatíveis com a *semiose que o projetista cristalizou* na interface dessa tecnologia parceira.

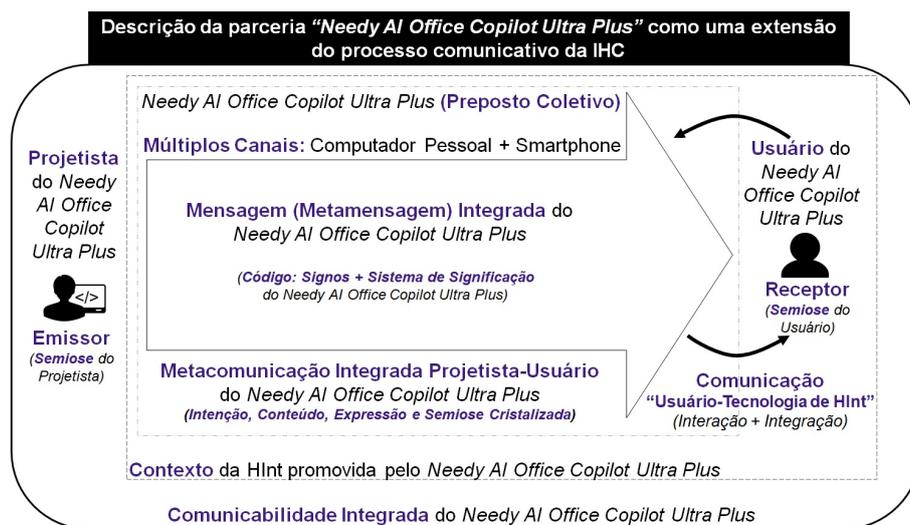


Figura 1.6. Caracterização do Needy AI Office Copilot Ultra Plus à luz da EngSem para HInt.

VAMOS PRATICAR? *Identifique uma demanda atual (e.g., (a) apoiar pessoas idosas nos cuidados da saúde física e mental ou (b) auxiliar médicos no diagnóstico precoce de algum tipo de câncer) e, utilizando o arcabouço teórico da EngSem para HInt como referência, elabore a proposta de uma futura solução de HInt para atender a demanda identificada. Para elaborar a sua solução, você deve:*

- *Utilizar o template da metamensagem integrada para explicitar suas respectivas intenções e decisões de design sobre: (1) A quem se destina?; (2) O que o usuário deseja fazer? (3) Quais as expectativas do usuário em relação a uma tecnologia parceira?; (4) Qual é a Solução de HInt proposta, em termos da natureza da parceria e composição?; e Como atingir os propósitos da integração.*
- *Indicar: (a) Interlocutores da HInt; (b) Tipo de Emissor (b) Tipo de Canal; (c) Tipo de Preposto e o (d) Contexto da HInt da solução pretendida*
- *Construir um protótipo não funcional (de baixa ou média fidelidade) para que seja possível materializar e visualizar a futura solução de HInt de forma mais tangível.*

1.5. Considerações Finais

Este capítulo visa disseminar o conhecimento acerca da existência do paradigma da HInt e fornecer uma base teórica para que seja possível explorar, compreender e explicar os fenômenos da HInt como uma extensão da IHC. A HInt é um tópico de interesse em ascensão que oferece diferentes oportunidades para a Comunidade de IHC. Portanto, é importante expandir o conhecimento acerca desse novo paradigma de IHC para que as pessoas interessadas possam conhecer e direcionar suas futuras iniciativas para a consolidação da HInt como uma extensão da tradicional IHC.

O arcabouço teórico da EngSem estendido para HInt fornece uma base teórica para que estudantes, profissionais e pesquisadores de IHC possam explorar, compreender e explicar os fenômenos envolvidos no *design*, uso e na avaliação de soluções que atuam ou poderão atuar como parceiras dos usuários em diferentes domínios de aplicação. A extensão deste arcabouço, em especial o *template* da metamensagem integrada, é útil como *ferramenta epistêmica* [de Souza 2005, Prates e Barbosa 2007, Prates 2017] para estimular reflexões e apoiar no estudo, *design* e na avaliação da HInt centrados na parceria benéfica entre humanos e tecnologias que transcende a interação.

Os exemplos apresentados no capítulo, embora resumidos, têm por objetivo ilustrar a aplicação da ontologia, seja na caracterização e análise de tecnologias existentes (i.e. por meio de engenharia reversa), seja na descrição da proposta de uma solução de tecnologia parceria (i.e., concepção de uma futura tecnologia de HInt). E as práticas propostas têm por objetivo ajudar o leitor a aplicar os conceitos e arcabouço apresentado. A descrição de outros exemplos está disponível em [Barbosa 2024].

Este capítulo apresenta a HInt, mas com foco na extensão da teoria da EngSem para este novo paradigma. Além do arcabouço teórico da EngSem para HInt, existe também uma extensão do *Método de Inspeção Semiótica para HInt*, o *MIS-HInt* (ver [Barbosa 2024]). Assim, além de capacitar o leitor a aplicar a ontologia da EngSem estendida para HInt, este capítulo abre espaço para outras iniciativas de pesquisa explorarem a HInt e seus desafios à luz da Teoria da EngSem. Por exemplo, é interessante investigar a possibilidade e proposta para estender ou propor outros modelos e métodos fundamentados na EngSem (e.g., MoLIC [da Silva e Barbosa 2007] e MAC [Prates et al. 2000]) para apoiar no estudo, no *design* e na avaliação da HInt. Para saber mais sobre os desafios da HInt e como eles podem ser explorados à luz da teoria da Engenharia Semiótica, recomendamos a leitura das seguintes publicações: [Barbosa et al. 2021a, Barbosa et al. 2023, Barbosa e Prates 2022, Barbosa 2024].

Referências

[Barbosa 2024] Barbosa, G. A. R. (2024). *Extensão da Interação para a Integração Humano-Computador à Luz da Teoria da Engenharia Semiótica*. PhD thesis, Universidade Federal de Minas Geral, Brasil.

[Barbosa et al. 2023] Barbosa, G. A. R., da S. Fernandes, U., Santos, N. S., e Prates, R. O. (2023). Human-computer integration as an extension of interaction: Understanding its state-of-the-art and the next challenges. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 0(0):1–20.

- [Barbosa e Prates 2022] Barbosa, G. A. R. e Prates, R. O. (2022). Extending the ontology, metacommunication and communicability of semiotic engineering to the emerging paradigm of human-computer integration (hint). In *Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC'22*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- [Barbosa e Prates 2023] Barbosa, G. A. R. e Prates, R. O. (2023). Evoluir é preciso: Movendo da interação para a integração humano-computador. In *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais - Minicurso*, pages 1–8, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- [Barbosa et al. 2021a] Barbosa, G. A. R., Prates, R. O., da S. Fernandes, U., e Santos, N. S. (2021a). Extending interaction to human-computer integration: What do we already know and what do we need to explore? In *Proceedings of the XX Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC'21*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- [Barbosa 1999] Barbosa, S. D. J. (1999). *Programação via Interface*. PhD thesis, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro, Brazil.
- [Barbosa et al. 2021b] Barbosa, S. D. J., Barbosa, G. D. J., Souza, C. S. d., e Leitão, C. F. (2021b). A semiotics-based epistemic tool to reason about ethical issues in digital technology design and development. In *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, FAccT '21*, page 363–374, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- [Barbosa e de Paula 2003] Barbosa, S. D. J. e de Paula, M. G. (2003). Designing and evaluating interaction as conversation: a modeling language based on semiotic engineering. In *Interactive Systems. Design, Specification, and Verification: 10th International Workshop, DSV-IS 2003, Funchal, Madeira Island, Portugal, June 11-13, 2003. Revised Papers 10*, pages 16–33. Springer.
- [Boldu et al. 2018] Boldu, R., Dancu, A., Matthies, D. J., Buddhika, T., Siriwardhana, S., e Nanayakkara, S. (2018). Fingerreader2.0: Designing and evaluating a wearable finger-worn camera to assist people with visual impairments while shopping. *Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.*, 2(3).
- [Chagas et al. 2018] Chagas, B. A., Redmiles, D. F., e de Souza, C. S. (2018). Observed appropriation of iot technology: A semiotic account. In *Proceedings of the 17th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC 2018*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- [Chagas et al. 2019] Chagas, B. A., Redmiles, D. F., e de Souza, C. S. (2019). Signs of appropriation: A semiotic account of breakdowns with iot technology. *Journal on Interactive Systems*, 10(2):3–19.
- [da Silva e Barbosa 2007] da Silva, B. S. e Barbosa, S. D. J. (2007). Designing human-computer interaction with MoLIC diagrams—a practical guide. Technical Report 12/07, PUC-Rio, Rio de Janeiro. ISSN: 0103-9741.

- [de Souza 2005] de Souza, C. S. (2005). *The semiotic engineering of human-computer interaction*. MIT press.
- [de Souza et al. 2006] de Souza, C. S., Leitão, C. F., Prates, R. O., e da Silva, E. J. (2006). The semiotic inspection method. In *Proceedings of VII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '06*, page 148–157, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- [de Souza e Leitão 2009] de Souza, C. S. e Leitão, C. F. (2009). Semiotic engineering methods for scientific research in hci. *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*, 2(1):1–122.
- [Eco 1984] Eco, U. (1984). *Semiotics and the Philosophy of Language*, volume 398. Indiana University Press.
- [Farooq e Grudin 2016] Farooq, U. e Grudin, J. (2016). Human-computer integration. *Interactions*, 23(6):26–32.
- [Licklider 1960] Licklider, J. C. R. (1960). Man-computer symbiosis. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, HFE-1(1):4–11.
- [Maués e Barbosa 2013] Maués, R. d. A. e Barbosa, S. D. J. (2013). Cross-communicability: Evaluating the meta-communication of cross-platform applications. In Kotzé, P., Marsden, G., Lindgaard, G., Wesson, J., e Winckler, M., editors, *Human-Computer Interaction – INTERACT 2013*, pages 241–258, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.
- [Maués e Barbosa 2014] Maués, R. d. A. e Barbosa, S. D. J. (2014). Reflections on the cross-platform semiotic inspection method. In Kurosu, M., editor, *Human-Computer Interaction. Theories, Methods, and Tools*, pages 533–544, Cham. Springer International Publishing.
- [Mueller et al. 2019] Mueller, F., Maes, P., e Grudin, J. (2019). Human-Computer Integration (Dagstuhl Seminar 18322). *Dagstuhl Reports*, 8(8):18–47.
- [Mueller et al. 2020] Mueller, F. F., Lopes, P., Strohmeier, P., Ju, W., Seim, C., Weigel, M., Nanayakkara, S., Obrist, M., Li, Z., Delfa, J., Nishida, J., Gerber, E. M., Svanaes, D., Grudin, J., Greuter, S., Kunze, K., Erickson, T., Greenspan, S., Inami, M., Marshall, J., Reiterer, H., Wolf, K., Meyer, J., Schiphorst, T., Wang, D., e Maes, P. (2020). Next steps for human-computer integration. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, page 1–15, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- [Oliveira et al. 2008] Oliveira, E. R., Luz, L. C. S., e Prates, R. O. (2008). Aplicação semi-estruturada do método de inspeção semiótica: Estudo de caso para o domínio educacional. In *Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '08*, page 50–59, BRA. Sociedade Brasileira de Computação.
- [Peirce e Peirce 1992] Peirce, C. S. P. e Peirce, C. S. (1992). *The essential Peirce, volume 1: Selected philosophical writings?(1867–1893)*, volume 1. Indiana University Press.

- [Prates 1998] Prates, R. O. (1998). *A Engenharia Semiótica de Linguagens de Interfaces Multi-Usuário*. PhD thesis, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro, Brazil.
- [Prates 2017] Prates, R. O. (2017). An overview of semiotic engineering epistemic tools for the design of collaborative systems. *Conversations Around Semiotic Engineering*, pages 81–99.
- [Prates e Barbosa 2007] Prates, R. O. e Barbosa, S. D. J. (2007). Introdução à teoria e prática da interação humano computador fundamentada na engenharia semiótica. *Jornadas de Atualizações em informática*, pages 263–326.
- [Prates et al. 2000] Prates, R. O., de Souza, C. S., e Barbosa, S. D. (2000). Methods and tools: a method for evaluating the communicability of user interfaces. *interactions*, 7(1):31–38.
- [Rogers 2012] Rogers, Y. (2012). *HCI theory: classical, modern, and contemporary*, volume 14. Morgan & Claypool Publishers, 1st edition.