

# iLibras: Uso da Tecnologia Assistiva e Colaborativa para Apoiar a Comunicação Efetiva do Surdo

Simone Erbs da Costa, Carla Diacui Medeiros Berkenbrock e Fabíola Ferreira Sucupira Sell

**Title - iLibras: use of assistive and collaborative technology to support the effective communication of the deaf**

**Abstract - Communication is the way to share information, develop culture and interact in society. Computing technologies together with Collaborative Systems have contributed more and more to the communication accessibility of the people and in the inclusive process. This research is an extension of the article "iLibras as a Facilitator in the Effective Communication of the Deaf: a Mobile Cooperative Tool" [1]. This research presents an approach to support the communication of deaf people and also of users of Libras by means of collaborative and mobile computing tools. The approaches of the research method of the Design Science Research (DSR), Interaction Design (ID), User Centered Design (UCD) and Participatory Design (PD) are adopted. Therefore, it was possible to explore knowledge to understand better the users as well as to build computing resources to facilitate the communication with the deaf.**

**Index Terms—Accessibility, social inclusion, mobile devices, assistive technology, deaf, LIBRAS, design science research, collaborative systems.**

## I. INTRODUÇÃO

A comunicação é utilizada pelos seres humanos desde o início da sua existência, sendo a linguagem (fala, escrita ou sinais) a principal forma de o homem transferir conhecimento e interagir na sociedade em que vive ao se comunicar [2]. Onde existe linguagem, existe comunicação, pois a linguagem está

associada aos fenômenos comunicativos. A linguagem é a maneira pela qual o conhecimento é adquirido, e na qual o homem expressa suas ideias, pensamentos, mensagens e sentimentos.

A aquisição dessa linguagem é algo complexo. Existe uma relação no ato de falar e compreender, e de ler e escrever. O conhecimento da linguagem da fala é o alicerce da leitura e o canal de comunicação mais utilizado pelas pessoas ao se comunicarem. Conforme Gadamer (2002) [3, p. 176], “[...] é aprendendo a falar que crescemos, conhecemos o mundo, conhecemos as pessoas e por fim conhecemos a nós próprios.”. Para que uma pessoa possa se comunicar, fatores como sinais, escrita e imagens são necessários. Assim, os problemas de audição vão além dos problemas de não ouvir, estão relacionados com o desenvolvimento da pessoa.

Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais (NEE) podem apresentar dificuldades ao se comunicarem devido à ausência ou problemas em um ou mais dos sentidos. Nesses casos, se faz necessário utilizar mais de uma linguagem, ou seja, mais de um canal de comunicação. Conforme Rosa e Landim (2009) [4], a perda dessa comunicação natural é o maior prejuízo do surdo ou pessoas com problemas na audição, já que para se ter uma comunicação efetiva é fundamental utilizar o mesmo canal de comunicação.

Alguns pesquisadores visam reduzir as barreiras de acesso a comunicação, bem como apoiar a comunicação dos sujeitos surdos. A utilização de recursos tecnológicos em conjunto com as devidas estratégias promove o aprender de forma interativa, propiciando, assim, uma melhor comunicação do surdo [5]. Ressaltasse a importância das atividades colaborativas na formação do ser humano (social, histórica e política), podendo trazer contribuições tanto na construção do conhecimento como na identidade do surdo [6], [7], [8].

A comunicação é um dos pilares dos Sistemas Colaborativos (SC) [9]; contudo, ela é mais umas das barreiras enfrentadas pelos sujeitos surdos. Neste sentido, o uso crescente dos dispositivos móveis tem causado grande impacto na sociedade, mudando a forma das pessoas interagirem e estabelecerem suas relações pessoais [10], [11]. Esse avanço tecnológico e o uso dos dispositivos móveis aliado aos SCs criam um ambiente interativo e motivador, propício para se trabalhar de forma colaborativa [12].

S. E. da Costa é mestranda em Computação Aplicada pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). E-mail: simoneerbsdacosta@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8671-8870>

C. D. M. Berkenbrock é professora do departamento de computação da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). E-mail: [carla.berkenbrock@udesc.br](mailto:carla.berkenbrock@udesc.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9854-4046>

Fabiola Sucupira Ferreira Sell is a graduated in German-Letters and a Bachelor Degree in Arts-Libras both by the Federal University of Santa Catarina

Lucas Eduardo Rosa de Freitas is a college student of Computer Science in State University of Santa Catarina

De acordo com Fuks et al. (2005) [13], o Modelo 3C de Colaboração se caracteriza por analisar separadamente cada uma dos 3C's que é constituído pela Comunicação, Coordenação e Cooperação. Fuks et al. (2008) [9] colocam a Comunicação como o ato de tornar comum, compartilhar conhecimento, negociar e definir compromissos; a Coordenação é o ato de definir o conjunto de pessoas, tarefas e recursos a serem utilizados; e a Cooperação é a ação de operar em conjunto em um espaço compartilhado.

A Comunicação é de suma importância; por meio dela é criada a interação entre Coordenação e Cooperação na Colaboração [9]. Neste trabalho o Modelo 3C de Colaboração (M3C) é utilizado com o intuito de apoiar um sistema computacional colaborativo que trate as questões relacionadas com a comunicação, coordenação e cooperação.

Neste tocante, desenvolver condições de acessibilidade comunicacional bilíngue de sujeitos surdos pode ser uma das estratégias para lhes garantir melhores condições de acesso às informações e à comunicação. As Tecnologias Digitais da comunicação e Informação (TDIC) potencializam a acessibilidade comunicacional [10], [11]. Por meio delas é possível criar conteúdos digitais com múltiplas linguagens e mídias, onde as TDICs podem ser utilizadas como Tecnologias Assistivas (TA).

As barreiras comunicacionais no sentido de canal de comunicação não podem ser quebradas ou transpostas em decorrência de se tratar de problemas fisiológicos, mas se pode contribuir para transpor as barreiras de acessibilidade a comunicação. Conforme Silva e Osório (2009) [14], o Desenho Universal (DU) visa as barreiras de acesso a comunicação e a acessibilidade comunicacional na internet abrange todo tipo de necessidades especiais: física, de fala, cognitiva, auditiva, visual ou neurológica ([15], [16], [17]). Dessa forma, a internet representa uma oportunidade para a maioria das pessoas, principalmente para as NEE de acordo Ribeiro (2009) [18], tornando possível a quebra de muitas barreiras arquitetônicas.

Este estudo é uma extensão do artigo "iLibras como facilitador na comunicação efetiva do surdo: uma ferramenta colaborativa móvel", no Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos SBSC-2017. No presente artigo foi adicionado a definição da abordagem para apoiar a comunicação de sujeitos surdos e falantes de Libras por meio de tecnologias assistivas móveis e colaborativas. O artigo se diferencia ainda pelo aprofundamento das abordagens que guiam a pesquisa como a *Design Science Research* (DSR) e o Design de Interação, bem como o Design Centrado no Usuário (UCD); Design Participativo (DP). Além disso, a avaliação da acessibilidade comunicacional de sujeitos surdos e de falantes/aprendizes de Libras é realizada por meio da interseção do desenho universal, da acessibilidade e da experiência do usuário. Desta forma, foram estabelecidos a relevância e o rigor no processo de busca do conhecimento para melhor compreender os usuários, bem como construir os protótipos de telas dos recursos computacionais para facilitar a comunicação do surdo e falantes de Libras. O restante do trabalho está organizado da forma que segue. A seção II contém reflexões sobre os conceitos e fundamentos sobre comunicação e a

comunicabilidade. A seção III descreve o processo do desenvolvimento do protótipo. E por fim, a seção IV apresenta as conclusões e direcionamentos futuros da pesquisa.

## II. COMUNICAÇÃO E COMUNICABILIDADE

O ser humano tornou possível o convívio social, relações comerciais e afetivas por meio da comunicação. Ela permite que as pessoas se expressem e interajam na sociedade. Saber se comunicar bem não é apenas transmitir com êxito a informação, mas saber se ela foi compreendida pelo receptor. Comunicação é a troca de entendimento que vai além das palavras. São consideradas as emoções e a situação em que fazemos a tentativa de tornar comum os conhecimentos, as ideias, as instruções, ou qualquer outra mensagem, seja ela verbal, escrita ou corporal [4].

Contar histórias é uma característica intrínseca do ser humano, organizando pensamentos de acordo com o tempo, atribuindo sentidos aos fatos e o que se refere a sua experiência. Para Gonçalves e Santos (2016) [19], a própria existência do ser humano se dá com base na narrativa de inúmeros outros seres humanos, por meio das quais são explicados fenômenos, cotidiano, e experiências de vida, as quais permitem o homem compreender e evoluir. Ainda nesse contexto, em tempos mais antigos, a comunicação era a principal forma de transmissão de conhecimento entre as gerações (SANTOS et al., 2013 [20]).

Para que a comunicação seja estabelecida alguns processos são envolvidos, a saber: emissor e receptor, mensagem a ser comunicada, o contexto que esta mensagem está inserida (lugar, tempo, valores, relações socioeconômicas e afins), o código utilizado para transmitir a mensagem. Além do significado da mensagem, está a percepção do emissor diante da mensagem, assim como a percepção do receptor, levando à ambiguidade da mensagem ou problemas de entendimento em muitos casos. As relações estabelecidas entre os interlocutores da mensagem e o seu contexto de referência podem propiciar uma comunicação lógica e objetiva [4].

A comunicação é o resultado de uma ação conjunta, desempenhada pelos indivíduos em uma sociedade, onde cada qual possui sua própria identidade comunicativa por meio da convivência e do diálogo, adicionando essa identidade na sociedade. De acordo com Klaus (2010) [21], ter a compreensão dessa comunicação dialogada é o modelo mais influente da comunicação, contribuindo para gerar essa nova identidade comunicativa e coletiva, a qual será absorvida e modificada pelas próximas gerações, criando assim um ciclo. "Tudo o que existe no universo depende fundamentalmente das relações que se estabelecem. Assim, o tecido que envolve o indivíduo e o insere no mundo é a narrativa." [19, p. 454].

Ao se relacionar com outras pessoas se faz necessário utilizar algum meio de comunicação, sendo necessário compreender os sistemas de comunicação e os mecanismos conversacionais. Os mecanismos conversacionais servem

como facilitadores no fluxo da conversa e é uma das três principais categorias de mecanismos sociais usados para coordenação em SC [22], assim como a coordenação e a percepção, tornando possível uma relação de como os recursos e sistemas tecnológicos podem ser projetados para facilitá-los. Preece et al. (2002) [23] também colocam que esses mecanismos devem prover de estratégias para a Coordenação das ações dos usuários, e os mecanismos de Percepção são usados para saber o que cada qual está fazendo [22]. Com relação aos sistemas de comunicação, eles abrem novos horizontes, possibilitam novas formas de se comunicar e escrever, sendo necessário a troca de saberes. Ao serem utilizados nas diversas formas de relacionar e interagir, de falar e agir, passam a ser vistos como serviços de comunicação [24]. A premissa básica é que a linguagem (falada, escrita ou sinalizada) é utilizada como forma de se comunicar, e para que exista o entendimento na comunicação outros aspectos precisam ser considerados a saber: postura, atitudes, crenças e valores [25].

A linguagem utilizada na comunicação entre os interlocutores da conversa, de acordo com o Dicionário online Prissmann (2006) [26], é a “expressão do pensamento pela palavra, pela escrita ou por meio de sinais”. É a maneira pela qual ocorre grande parte das interações e como a informação é transferida “[...] de e para outros tempos e lugares.” (SIM-SIM, 1995 [27]).

Estendendo esse conceito para educação, a educação vai muito além da sala de aula, ela identifica e abrange tudo que estiver relacionado com o conhecimento e a identidade do ser humano [4]. Freixo (2006) [28] observa que a comunicação não vem antes da educação, somente por meio da educação o ser humano pode trabalhar de forma cooperativa na construção da cultura de uma sociedade. Mcquail e Windahl (2015) [29] colocam que a linguagem pode ser adaptada na educação devido “[...] ao processo comunicativo, do emissor e do receptor, e para que se estabeleça a comunicação, é preciso à vontade ou desejo de dialogar, isso é comunicar.”. Para tal, primeiro o ser humano precisa ter a capacidade de desenvolver símbolos, sendo necessário que sua voz seja ouvida e que exista comunicação. Mas o inverso também é verdadeiro, a educação só faz sentido se houver comunicação, entendimento, ou seja, ações a partir da informação transmitida, estando entrelaçada a comunicação e educação.

Para que exista relação entre comunicação e educação é necessário que exista o diálogo, e para a sua existência é necessário que haja a troca de informações entre os interlocutores (emissor e receptor) e a mensagem ser compreendida por ambos. A troca de informação existe se o emissor envia uma mensagem ao receptor, inicialmente codificando a informação que deseja transmitir, já o receptor precisa decodificar a mensagem para que possa interpretá-la [25]. Rosa e Landim (2009) [4] observam que para uma pessoa, uma instituição ou uma nação obterem sucesso é necessário que exista uma comunicação eficaz e eficiente, apoiando e flexibilizando as comunicações e propiciando, conforme Pimentel et al. (2012) [25, p. 67], uma *Conversação-para-Ação*.

O termo de *Conversação-para-Ação* nasceu com o objetivo de apoiar tanto as ações de comunicação quanto as de coordenação, ambos presentes no M3C de Comunicação e utilizadas nesta pesquisa. Pode-se dizer que essas ações são “um conjunto de estados” e cada vez que ocorre uma mudança de um estado para outro, ou seja, uma transição, ocorre um ato de fala [25, p. 67 68]. Ainda segundo os autores [25], a compreensão da teoria dos atos de fala muda a forma como a comunicação é vista, a informação é utilizada para realizar ações além de as transmitir.

Para que exista a *Conversação-para-Ação* ou a comunicação efetiva, se faz necessário o processo de comunicação. Para que ocorra uma comunicação de forma eficaz é necessário respeitar algumas condições: (i) a comunicação é determinada pelo emissor, de acordo com sua posição, status social, reputação e experiência; (ii) o emissor não pode dizer algo muito diferente daquilo que o receptor espera dele; (iii) a comunicação é influenciada pela oportunidade e o momento em que dizemos algo; e (iv) uma comunicação eficiente depende de adaptar as tentativas de intercomunicação à ocasião, à situação, ao tema e às pessoas envolvidas [4]. Na Figura 1 são apresentados alguns dos problemas existentes na comunicação, tanto por parte do emissor como do receptor.

As estratégias de comunicação na *Conversação-para-Ação*, Libras e intérpretes são ferramentas importantes para o surdo [5]. Nesse sentido, o uso de recursos tecnológicos em conjunto com as devidas estratégias fomenta o aprender de forma interativa, melhorando a comunicação entre surdo e ouvindo. Moura (2015) [30, p. 23] ainda observa que “[...] atividades colaborativas são importantes, pois promovem comunicação, cooperação e coordenação entre o professor e alunos, de modo a tornar o processo de ensino-aprendizagem mais produtivo”. Assim, atuam como facilitadores no processo de comunicação do surdo.

Para Turoff e Hiltz (1982) [31], a criação criativa é mais estimulada quando se trabalha em grupo. O trabalho em grupo faz com que os conhecimentos sejam compartilhados, complementados e absorvidos por todos [2], [32]. Trabalhar em grupo auxilia na resolução dos problemas, considerando que o grupo pode identificar antecipadamente os erros, falhas e inconsistências e contribuir no processo de solução. Uma das maneiras de trabalhar em grupo é por meio de Sistemas Colaborativos (SC). Ao se trabalhar de forma colaborativa, as atividades podem ser distribuídas entre os interlocutores do grupo [13].

Uma ferramenta de comunicação mediada por computador dá suporte às interações entre os interlocutores, podendo gerenciar as transições de estados, os eventos de diálogo e os compromissos de cada interlocutor [33]. Para Rosa e Landim (2009) [4, p. 142], “O ser humano é um verdadeiro objeto de comunicação multimídia e deixa sua influência por onde passa pelo que ele é, por seu comportamento e pelo que diz ou escreve.”.

Dois conceitos nesse cenário ainda se fazem necessários e são importantes para o presente estudo, modelos de comunicação e comunicabilidade. No presente estudo é

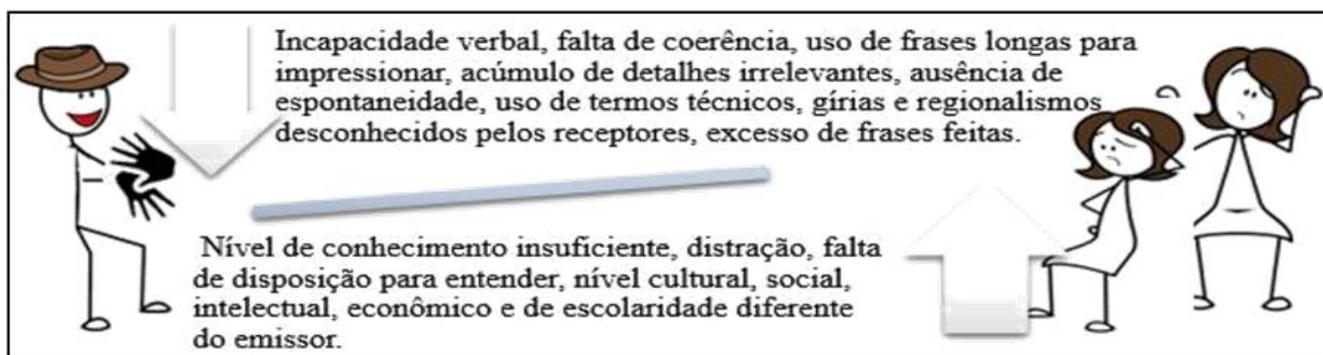


Figura 1. Problemas na comunicação entre interlocutores. Caso a mensagem não esteja em uma linguagem clara ou o receptor tenha algum problema para receber a mensagem na linguagem e compreendê-la, o receptor ficará confuso. Fonte: elaborado pela autora (2018).

utilizado um Modelo de Comunicação Efetiva modelado pela autora em seu estudo maior, fundamentado no Modelo de Comunicação do M3C de Colaboração, assim como nos elementos dos serviços e dos sistemas de comunicação.

Comunicabilidade é o meio de transmissão utilizado na comunicação aliado com uma comunicação eficiente. Não basta que o projetista apenas elabore um bom sistema, o sistema deve ser capaz de apresentar o seu funcionamento e possibilidades de interação, de forma que os usuários possam explorar ao máximo seu potencial [34, p. 271-273].

Alves et al. (2014) [35] colocam a comunicabilidade como a maneira que os designers possuem em conseguir a metacomunicação com o usuário, fazendo com que o usuário compreenda a mensagem transmitida. A comunicabilidade é uma comunicação efetiva potencializada com as tecnologias, termo este em que o presente estudo está fundamentado. Neste trabalho, a comunicabilidade é realizada por meio de um recurso computacional de forma colaborativa para dispositivos móveis. Ao entrar com uma palavra no sistema, será possível que a sua saída possa ter diferentes representações como: escrita de sinais (*SignWriting*), Libras, imagem representativa do termo.

Pode-se dizer que na busca de um modelo ideal de comunicação, cada modelo possui características próprias, elementos e formas que estes se relacionam entre si e com o todo. Independente da maneira em que o pesquisador realizará a conduta da sua pesquisa, se faz necessário identificar e classificar os serviços de comunicação utilizados no sistema de comunicação. O Quadro I apresenta características e elementos da classificação de serviços de comunicação.

A pesquisa em questão tem sua solução fundamentada na Tecnologia Assistiva (TA), por desenvolver um recurso que visa auxiliar os surdos ou pessoas com problemas na audição. No Brasil, a TA é descrita como o conjunto de recursos e serviços empregados para possibilitar ou auxiliar as habilidades de pessoas portadoras de necessidades especiais, proporcionando assim independência e integração social. Para Sonza (2013) [38, p. 199], “O propósito das Tecnologias Assistivas reside em ampliar a comunicação, a mobilidade, o controle do ambiente, as possibilidades de aprendizado, trabalho e integração na vida familiar, com os amigos e na sociedade em geral.”

Ainda visando reduzir as barreiras de acesso a comunicação e de acessibilidade, em 2006, a Portaria nº 142 instituiu o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) (BRASIL, 2009 [39, p. 12]) definiu TA como sendo:

[...] área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (BRASIL, 2009) [39, p. 12].

Com esse cenário aliado ao desenvolvimento social e tecnológico, compreender e identificar os processos comunicacionais por meio de diferentes modalidades (sinais e escrita), com suporte dos dispositivos móveis, SCs e das Tecnologias Digitais (TD), adquire importância na acessibilidade comunicacional do surdo.

Nesse tocante, a Comunicação Assistiva (CA) é uma área da TA destinada em ampliar as habilidades de comunicação. Habilidades essas que com as devidas práticas podem ser explicitadas [40]. Quando a CA ocorre sem auxílios externos e é valorizada a expressão do sujeito (QUEIROZ, 2006 [41]), se utiliza outros canais ou meios de comunicação que não os da fala, tais como: expressões corporais e faciais, sons e sinais.

Esses canais podem ser usados para demonstrar opiniões, necessidades, desejos, posicionamento, tais como: sim, não, banheiro, estou bem, estou com sede ou fome, sinto dor, também quero (determinada coisa para a qual estou apontando), olá, tchau, bem como os demais conteúdos de comunicação necessários no dia a dia.

Esses recursos comunicativos, compreensão e habilidades de expressão, são ampliados ao se organizar e construir auxílios externos, a saber: cartões de comunicação, pranchas de comunicação, pranchas alfabéticas e de palavras, vocalizadores ou o próprio computador, que por meio de software específico, pode se tornar uma ferramenta poderosa de voz e comunicação. Os dois principais sistemas de CA são o Sistema Bliss de Comunicação e o Sistema Pictográfico de Comunicação (FERNANDES, 2000, citado por SONZA et al., 2013 [38]).

QUADRO I.  
CARACTERÍSTICAS DOS TIPOS DE SERVIÇOS DE COMUNICAÇÃO

Categoria		Aspectos	
Sincronia	Sincronia	Permite resposta ou Feedback imediato.	Momento da resposta é indeterminado.
Formalidade	Formal	Comunicação planejada e controlada.	Espontânea e desordenada, Não gerenciável.
Formalidade	Organizada	Fluxo, Linear, Hierárquica, Rede, Centralizada.	Palavra, Frase, Parágrafo, Vários parágrafos.
Código/Canal Linguagem	Verbal Escrita Auditiva	Código baseado em palavras. Oral: utiliza canal da fala. Escrita: utiliza canal da escrita.	Não Verbal Escrita Auditiva Código baseado em símbolos ou sinais, sinais e sons. Visual utiliza canal das imagens Sonora: utiliza canal dos sons. Cinestésica: utiliza canal do tato.
Relação entre		Um-Um, Muitos-Muitos, Um-Muitos, Muitos-Um.	Raramente, Uma vez, diária, Várias vezes, Frequentemente. Intrapessoal, Particular, Equipe, Turma, Comunidade, Massa.

Fonte: elaborado pela autora (2018) [25], [36], [37].

Ao longo desta pesquisa se fez necessário conhecer os diferentes dispositivos, sistemas e métodos de comunicação para identificar de quais formas os recursos computacionais podem apoiar a comunicação do surdo, a saber: os aparelhos auditivos, leitura labial, oralismo, bilinguismo, comunicação, total, método da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). Os sistemas de comunicação podem ser de baixa tecnologia (uso dos sistemas em tabuleiros e pranchas de comunicação confeccionados em papel) ou de alta tecnologia (uso de computadores, máquinas que sintetizam sons, tabuleiros sonoros).

O *SignWriting* é um exemplo de um sistema para escrita de sinais. Ele tem sido desenvolvido desde o ano de 1974 por Valerie Sutton e difundido pelo Deaf Action Committee (DAC). O DAC tem despertado interesse de linguistas, professores, surdos e pesquisadores da língua de sinais de diversos países (STUMPF, 2006, citado por [38]).

Ainda nesse sentido, devido a popularização da Internet, tornou-se necessário estabelecer padrões propiciando o acesso do conteúdo disponibilizado a todas as pessoas. Desta forma, instituições como World Wide Web Consortium (W3C) ou Consórcio para a web, e Web Accessibility Initiative (WAI) ou Iniciativa para acessibilidade na Rede, estabeleceram padrões e protocolos onde se definiu quando os projetos desenvolvidos eram considerados acessíveis ou não [42]. Ao dizer que algo é acessível, está se dizendo que toda e qualquer pessoa, independente de sua necessidade, pode ir e vir, subir ou descer, entrar ou sair. No Brasil, o decreto de Lei nº 10098 de 19/12/2000 estabelece normas gerais e critérios básicos no que diz respeito a promoção da acessibilidade, tem sua definição

como (BRASIL, 2008 [43, p. 8]): possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida. (BRASIL, 2008 [43, p. 8]).

Na literatura, tem inúmeras definições, tendo no artigo 8º do Decreto Federal nº 5296/2004, como (BRASIL, 2004):

I – Acessibilidade: condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida. (BRASIL, 2004 [44]).

O Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico (eMAG), teve sua escrita baseada nas necessidades brasileiras de acessibilidade. Ele reúne uma série de padrões e normas de modelos de implementações, facilitando e melhorando o acesso a sites do governo federal. O eMAG está também condizente com as diretrizes internacionais de acessibilidade, tendo na portaria SLT nº 3, de 7 de maio de 2007 a institucionalização do eMAG no âmbito do Sistema de Administração dos Recursos de Informação e Informática [43, p. 200].

Faz-se necessário utilizar estratégias para abordar inclusão e acessibilidade tanto no produto de software quanto em seu processo de design. As diferenças físicas, sensoriais e cognitivas do usuário, precisam ser reconhecidas e consideradas no processo de design para que se consiga

configurar ambientes nos quais a participação das partes interessadas seja genuína ([45], [15], [17], [23]).

Conforme Kuklinski e Balestrini (2010) [46], os dispositivos móveis proporcionam comunicação e interatividade, bem como um espaço para se trabalhar de forma colaborativa. Silva et al. (2012) [47] ressaltam as potencialidades da tecnologia móvel para ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem. Os avanços da internet [48] refletem nas tecnologias de comunicação utilizadas, podendo ser usadas em qualquer lugar em qualquer tempo.

Em ambiente de dispositivos móveis, o conceito de acessibilidade é parecido com o de acessibilidade de dispositivos convencionais, ao tratar de sistemas web móvel, diz-se que o mesmo é acessível não privando seus usuários de fazer uso. Desenvolver aplicações web especificamente para dispositivos móveis é diferente de projetar para dispositivos convencionais, tais como: desktops e notebooks (QUEIROZ, 2006 [41]). O Quadro II mostra as características de acessibilidade dos dispositivos móveis que prejudicam a acessibilidade web ([40], [41]).

O Desenho Universal (DU) e a acessibilidade estão relacionados, sendo sete os princípios do DU conforme *National Disability Authority* (2012) [49]:

- 1) uso equitativo, referente a ser utilizado por qualquer usuário em condições equivalentes;
- 2) flexibilidade de uso no que se refere a atender o maior número de pessoas, preferências e habilidades individuais;
- 3) uso simples e intuitivo, relacionado a ser de fácil compreensão independente da experiência do usuário, de seus conhecimentos, aptidões linguísticas ou nível de concentração;
- 4) informação perceptível, no sentido que a informação necessária é provida de forma eficaz, independente das condições ambientais/físicas existentes ou as capacidades sensoriais do usuário;
- 5) tolerância ao erro, referente a minimização de riscos e consequências negativas decorrentes de ações acidentais ou involuntárias;
- 6) mínimo esforço físico no sentido que sua utilização ocorre de maneira eficiente e confortável;
- 7) dimensão e espaço para uso e interação no que se refere ao espaço e dimensão adequados para a interação, o manuseio e a utilização, independentemente da estatura, da mobilidade ou da postura do usuário.

### III. PROTÓTIPO DAS TELAS DO ILIBRAS: APLICANDO A METODOLOGIA DA PESQUISA

O conhecimento adquirido durante a condução de uma pesquisa é uma fonte de informação para a comunidade científica. Nesse sentido, Hevner (2004) [50] coloca que a comunidade científica necessita de um conhecimento claro das definições, limites, ontologias, resultados de concepção e execução.

Objetivando identificar formas e recursos computacionais para apoiar a comunicação da pessoa surda em conjunto com SC móveis foi realizado uma série de conjecturas embasadas na literatura das melhores práticas a serem adotadas na busca dessa solução. A *Design Science Research* (DSR) é vista como o paradigma desta pesquisa. Para Hevner (2007) [51], a DSR visa elevar o desempenho do resultado da pesquisa dos sistemas de informação, trazendo contribuições para a comunidade científica.

A DSR é centrada na evolução de uma ciência do projeto (*Design Science*), tendo como alicerce a Ciência do Comportamento e a Ciência do Design [51]. A Ciência do Comportamento possibilita o entendimento da linha tênue da comunicação e do entendimento do sistema na visão do usuário na pessoa do surdo e a ciência do design norteará o desenvolvimento de interfaces modeladas para os usuários do sistema. Dresch et al. (2013) [52] colocam que a condução da DSR está fundamentada na relevância e no rigor.

QUADRO II.  
CARACTERÍSTICAS DOS DISPOSITIVOS MÓVEIS COMPROMETENDO A  
ACCESIBILIDADE WEB

Características	Definição
Telas touchscreen.	Dispositivos móveis com touchscreen dificultam a digitação em decorrência do tamanho da tela dos dispositivos.
Telas pequenas.	120 pixels de largura é muito menor do que 800 ou 1024 pixels, se comparado aos dispositivos convencionais.
Transferência de dados tem seu custo.	Redes Wi-fi estão se ampliando, mas uma gama de usuários móveis paga o acesso à web.
A velocidade de processamento e transferência é lenta.	Mesmo os dispositivos móveis mais modernos com velocidade de processamento e transferência consideradas altas, ainda são lentos quando comparados com computadores.
Os usuários estão em condição móvel.	Os utilizadores dessas tecnologias têm necessidades, tarefas e limitações diferentes aos usuários de computadores convencionais. O objetivo primário dos usuários móveis é o de encontrar uma determinada informação e não o de navegar na web.
Cada vez que se tecla Compromete a usabilidade e acessibilidade.	Seus usuários precisam utilizar a barra de rolagem, scroll vertical, mais, quando confrontado a navegação em computadores. Em síntese, fica evidente que navegar em página por um celular, sendo mais complicado que por um dispositivo convencional.

Fonte: adaptado de [41].

O rigor e a relevância são estabelecidos pelos critérios adotados na condução da pesquisa, sendo dois fatores primordiais na sua condução [52]. De acordo com Hevner (2007) [51], os produtos de pesquisa são oriundos de teorias e artefatos que produzem retorno (*feedback*), possibilitando o seu refinamento. No Quadro III pode ser visto um conjunto de diretrizes da DSR adaptadas para esta pesquisa.

As diretrizes apresentadas [51] são aplicadas nas três etapas da DSR: ambiente, DSR e Base do Conhecimento; em uma junção de três ciclos reguladores de atividades relacionadas, a saber, Ciclo da Relevância, Ciclo do Design e Ciclo do Rigor, representado na Figura 2 ([51]) o *framework* conceitual construído. Nele, a relevância está representada pelas necessidades encontradas na Escola e o rigor está representado na Base de Conhecimento pelas técnicas e ferramentas adotadas.

Esse conjunto de diretrizes criadas fazem parte de um *framework* conceitual [51] apresentado no Quadro III. A língua de sinais é uma linguagem visual-espacial, onde a informação é recebida de forma visual (olhos) e produzida pelas mãos. Cada país ou comunidade surda apresenta sua própria língua de sinais. Ela nasce de forma natural nas comunidades surdas (FERNANDES, 2000, citado por SONZA et al., 2013 [38]), instrumento poderoso para que se possa ter uma comunicação efetiva, elementos esses presentes na comunicação pictográfica.

O restante da pesquisa detalha cada uma destas diretrizes buscando visualizar o escopo, bem como fornece um melhor entendimento do problema investigado.

#### A Relevância do Problema

No censo de 2009 foram registradas 24,5 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência e 9,7 milhões possuem deficiência auditiva (DA), representando 5,1% da população, conforme Instituto Brasileiro Geográfico e Estatístico (2010) [53].

Ao se ver uma pessoa surda, normalmente não vê ou pensa além do som (sinal sonoro) ou da Língua de sinais como meios pelos quais eles se comunicam. Se faz necessário buscar formas alternativas de comunicação disponíveis para os surdos e principalmente olhar além da língua de sinais e dos aparelhos auditivos. A surdez não implica somente na perda de audição e das dificuldades da fala, implica também na forma que a pessoa está inserida na sociedade, na sua identidade e desenvolvimento.

Nesse modelo, alguns requisitos básicos são necessário, a saber: (i) comunicar-se com o surdo por meio do instrumento simbólico que ele domina (Libras, escrita de sinais (*SignWriting*), imagem, etc.); (ii) possibilitar ao surdo um modelo de convívio social vinculado à sua idade cronológica e intelectual; (iii) engajar o surdo na comunicação e na argumentação com outras pessoas; entendendo o significado das palavras; (iv) possibilitar que o surdo construa textos que expressem suas ideias e anseios, fazendo uso da língua para diversos propósitos de acordo com seu nível de desenvolvimento cognitivo e social; (v) permitir expressar seus pensamentos por meio de diferentes recursos (Libras, escrita, sinais, imagens, dramatização, etc.); (vi) promover um Modelo

QUADRO III  
DIRETRIZES DA DSR

Diretriz	Aplicação das diretrizes na pesquisa DSR
Relevância do problema	[30, p. 23] coloca que “[...] atividades colaborativas são importantes, pois promovem comunicação, cooperação e coordenação [...]”. Ressaltasse a importância das atividades colaborativas na formação do ser humano (social, histórica e política), podendo trazer contribuições tanto na construção do conhecimento como na identidade do surdo [6], [7], [8]. No censo de 2009 foram registradas 24,5 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência e 9,7 milhões possuem deficiência auditiva (DA), representando 5,1% da população [53]. A presente pesquisa tem foco na comunicação obtida com a tecnologia, visando ser um facilitador no processo comunicacional do surdo.
Artefatos	Dois artefatos produzidos: (i) MCE Conversação-para-Ação para apoiar a comunicação de sujeitos surdos e falantes de Libras, fundamentado nas necessidades identificadas na presente pesquisa; (ii) as telas e os seus componentes para dispositivos móveis para apoiar o processo comunicacional de sujeitos surdos e falantes de Libras de acordo com o modelo idealizado e as TAs como CAA de forma colaborativa.
Processo De busca da solução	Guiado pelo método de pesquisa DSR, conceitos de IHC, especificamente do UCD, DP e DI para pesquisa e desenvolvimento da solução
Rigor da pesquisa	Para cada ciclo de conhecimento da pesquisa um ou mais conceitos são utilizados para garantir o rigor da pesquisa. Avaliação dos especialistas, observação do uso e avaliação da utilização dos componentes são utilizados para garantir o rigor da pesquisa durante os ciclos de design.
Avaliação	Avaliação de acessibilidade e usabilidade, com o envolvimento dos usuários utilizando a análise de observação de uso, questionários quantitativos quanto a acessibilidade de comunicação do protótipo.
Contribuição o da pesquisa	Uso do Design Science Research na área de SC; Análise dos resultados do uso de UCD, DP, DI, SC e TA; Acessibilidade e Usabilidade e princípios adotados do DS; Avaliação de acessibilidade junto a cinco especialistas, sendo 2 usuários, no Registro dos resultados obtidos sobre oportunidades no uso de dispositivos móveis para facilitar a comunicação de sujeito surdo ou usuário de Libras.
Comunicação da pesquisa	Visa a comunidade científica interessada no desenvolvimento de SC; TDIC; CA e TA; DS e Acessibilidade Comunicacional de sujeito surdo.

Fonte: adaptado de [51].

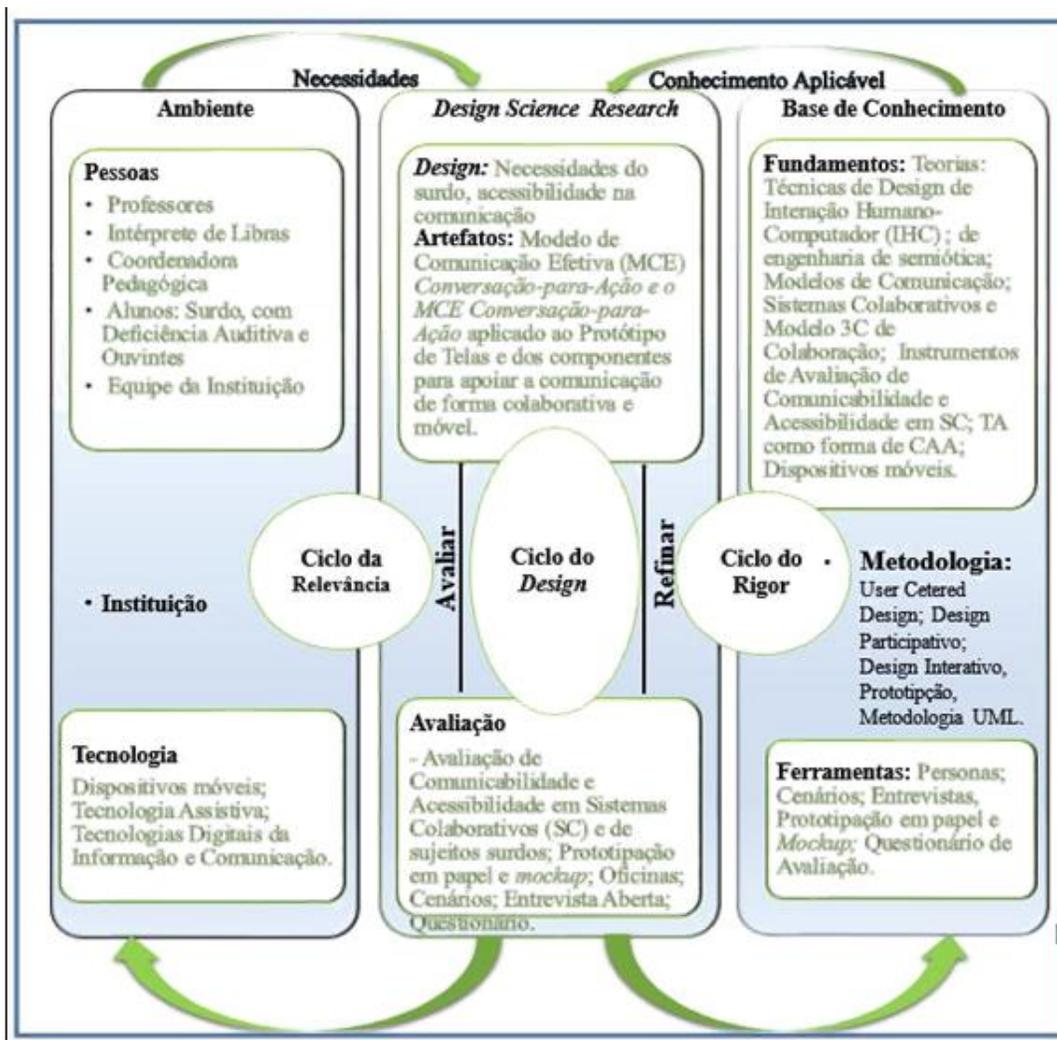


Figura 2. A Relevância e o Rigor no paradigma Design Science Research. A relevância está representada pelas necessidades encontradas na escola e o rigor está representado na Base de Conhecimento pelas técnicas e ferramentas adotadas. Fonte: adaptada de Dresch et al. (2013) [52].

de Comunicação Efetiva (MCE) ou Modelo de Comunicabilidade (MC) para que o surdo possa se expressar com sucesso.

Os problemas se potencializam com: (i) a falta de intérpretes nas escolas e instituições; (ii) o surdo muitas vezes não compreende satisfatoriamente a língua portuguesa escrita, ocasionando uma exclusão digital, pois ele não entende as páginas que acessa e navega pela internet, pelo fato de sua língua materna ser Libras; (iii) o usuário não troca informações, mensagens e vídeos com outros usuários; (iv) o surdo possui mais de um meio de comunicação (Libras, escrita de sinais (*SignWriting*), escrita portuguesa, sinais, etc.); (v) de acordo com Gesser (2009) [54] e Lacerda e Santos (2014) [55], principalmente pelo fato de que na maioria das vezes o surdo nasce em uma família de ouvintes, se a família conceber a surdez como doença tentará usar a língua oral como meio de comunicação através da oralização do surdo, sem dar acesso à língua natural da comunidade surda brasileira (Libras). Assim, isso faz com que o surdo cresça com uma visão de mundo diferente dos ouvintes. Nesses casos, a pessoa surda

geralmente apresenta dificuldades de estabelecer contatos interpessoais e de interação social devido à privação linguística pela qual passou.

#### B. Artefatos

Os artefatos são criados por meio de ciclos, e os ciclos se repetem até que o nível desejado seja atingido, nesse caso, o ciclo final. Cada ciclo finalizado gera uma base de conhecimento, sendo essa a base de conhecimento instanciado no próximo ciclo (HEVNER, 2007 [51]). O presente trabalho tem foco na definição de três artefatos de software entendíveis para a comunicação de sujeitos surdos e de falantes/aprendizes de Libras.

O primeiro artefato é um MCE ou MC que foi modelado pela equipe de desenvolvimento de sistemas e aplicado ao segundo artefato produzido pela pesquisa. O segundo artefato é um protótipo de telas e seus componentes, intitulado iLibras, sendo um facilitador na comunicação de sujeitos surdos e de falantes de Libras. Nesse processo, conforme visto nas seções I e II, para que a comunicação

ocorra se faz necessário que a mensagem seja transferida e recebida por meio de um canal de comunicação.

Neste trabalho, esse canal é apoiado pelo aplicativo que está sendo desenvolvido, e conterá a linguagem utilizada na comunicação, forma de expressar o pensamento pela fala, escrita ou sinais, sendo utilizado por grande parte das interações. Assim, o contexto da pesquisa utiliza MCE modelado visando o desenvolvimento de uma CA, e assim, que os usuários na pessoa do intérprete de Libras, coordenadora das intérpretes de Libras e do professor regente da sala possam vir a colaborar ao utilizar os artefatos de comunicação adaptadas para as telas de dispositivos móveis.

### C. Processo de Busca da Solução

O desenvolvimento da pesquisa foi dividido em três ciclos de design. O primeiro ciclo do design é intitulado “Conhecendo o usuário”; o segundo ciclo é intitulado “Ciclo do Modelo de Comunicabilidade”; e o terceiro ciclo é denominado “Ciclo do Protótipo de Comunicabilidade”. Para cada um dos ciclos são descritas as técnicas e os métodos de avaliação utilizados, mantendo o rigor de pesquisa.

**CI-Ciclo 1 do Design: Conhecendo o Usuário:** O primeiro passo do ciclo 1 do design realizado diz respeito aos usuários que irão interagir, colaborar e comunicar com pessoa surda. Nesse sentido, Hevner (2007) [51] coloca, que em pesquisas de sistemas de informação se faz necessário conhecer os elementos relacionados com os paradigmas da “ciência do comportamento” e da “ciência do design”, representado na Figura 3 o conhecimento inicial e na Figura 4 mostra a base de

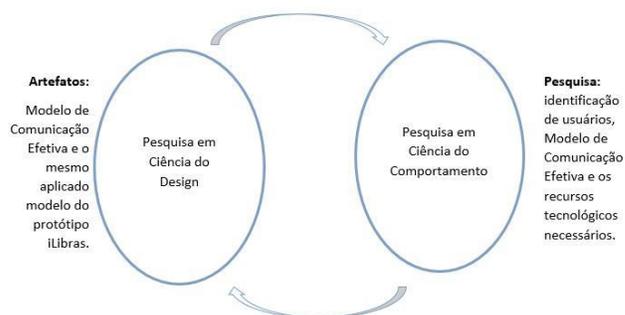


Figura 3. Ciclo do Design Science Research. A ciência do comportamento diz respeito às necessidades e regras de negócio identificadas e a ciência do design aborda a pesquisa em si, do seu próprio desenvolvimento, e de como serão realizadas as avaliações dos artefatos projetados.

Fonte: elaborada pela autora (2018).

conhecimento adquirido ao usar a metodologia de pesquisa *Design Science Research* no processo de busca da solução da pesquisa.

O ciclo da ciência do comportamento se refere a busca do conhecimento dos usuários, seus problemas e dificuldades, analisando os problemas na comunicação e os seus fatores influenciadores [51]. A ciência comportamental investiga os requisitos necessários para apoiar o uso de TA por sujeitos surdos por meio do uso de dispositivos móveis e SCs.

usuário possui o conhecimento necessário para produzir o artefato, motivo pelo qual a pesquisa utiliza a abordagem de UCD, fortalecendo a estratégia de foco nas necessidades dos usuários. A ciência do design testa, avalia e refina os artefatos do MCE aplicado ao protótipo de telas e componentes de comunicação para dispositivos móveis de

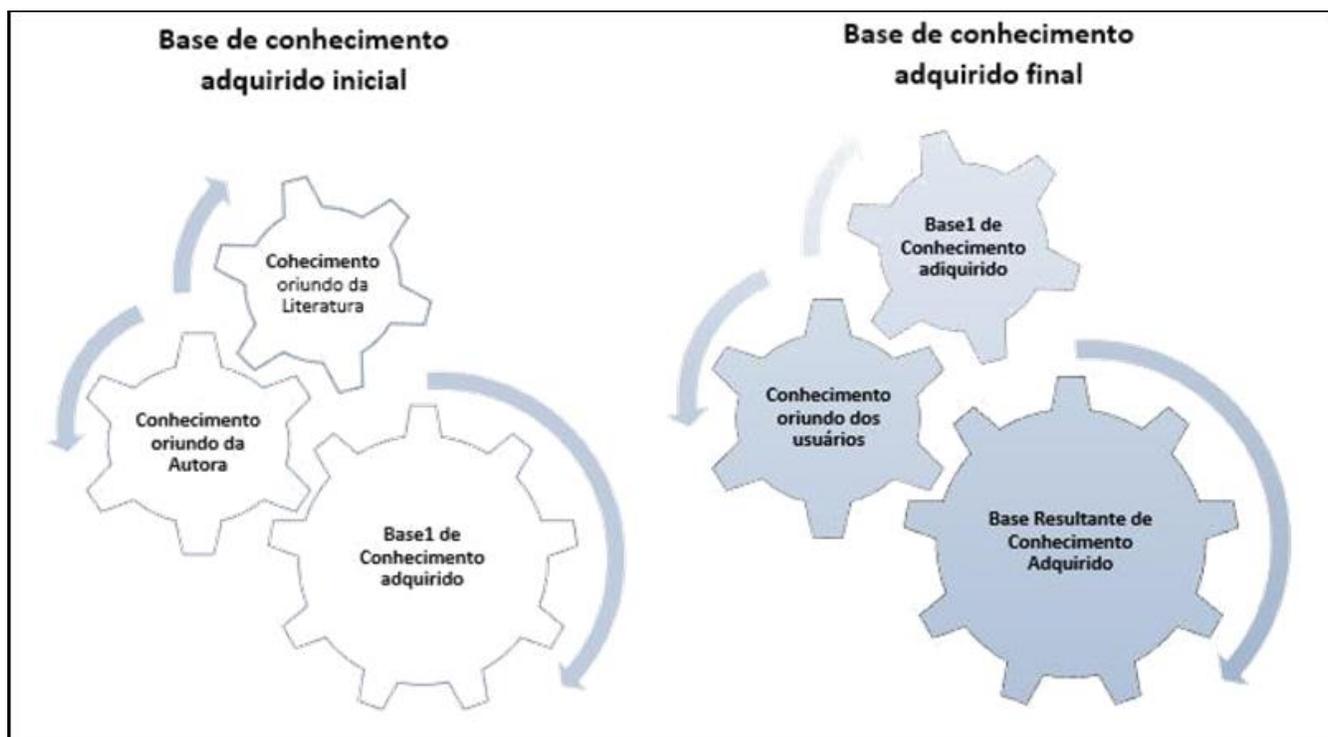


Figura 4. Base resultante do conhecimento adquirido usando a metodologia de pesquisa *Design Science Research* no processo de busca da solução da pesquisa.

Fonte: elaborada pela autora (2018).

forma colaborativa, utilizando a abordagem da prototipação.

A abordagem da Prototipação possibilita verificar e validar junto ao usuário final as funcionalidades de comunicação, assim como torna possível avaliar se os artefatos produzidos de comunicação atenderão as suas reais necessidades [56]. A última fase do ciclo, diz respeito à sua avaliação por especialistas onde é possível identificar os sucessos e fracassos dos artefatos de comunicação produzidos.

As técnicas da abordagem de prototipação podem ser definidas como as de menor fidelidade que são mais rápidas, fáceis e baratas; e outras com maior fidelidade, sendo mais complexas, demoradas e custosas. Os protótipos vão desde rascunhos (protótipos de papel) até os protótipos interativos. Os rascunhos são protótipos de baixa fidelidade, mas tanto o desenvolvimento como as modificações são rápidas, de fácil validação das regras de negócio e dos requisitos [56].

Desta forma, os artefatos são projetados pela Ciência do Design em conformidade com as conjecturas teóricas fundamentadas pela ciência do comportamento e a avaliação do artefato produzido. A abordagem de UCD é utilizada visando identificar as necessidades dos usuários, os usuários e os cenários de uso.

O processo de identificar as reais necessidades da pessoa com surdez no processo de comunicação se deram sete grandes momentos: (i) realizada uma revisão sistemática na literatura para investigar práticas colaborativas em ambientes de ensino-aprendizagem colaborativos que envolvessem dois professores em sala de aula; (ii) aplicado um estudo com 38 educadores (11 intérpretes de LIBRAS e 27 professores) no estado de Santa Catarina; (iii) processo de busca na literatura de forma sistemática e tradicional para buscar o estado da arte no processo comunicativo de pessoas surdas e falantes de Libras; (iv) o quarto momento está a Escola Básica Municipal Leoberto Leal (EBMLL), que é um serviço público de educação do município de Blumenau/SC, visto como referência no que se refere à educação inclusiva. Nesse momento foi aplicado o MCE Conversação-para-Ação modelado ao protótipo de telas do iLibras; (v) o Método intitulado de *Relationship of M3C with User Requirements and Usability and Communicability Assessment in groupware* (RURUCAg), que possibilita relacionar o M3C de Colaboração com os Requisitos de Usuário, bem como, utiliza o usuário final na Avaliação de Usabilidade e Comunicabilidade em sistemas colaborativos, que foram consolidados nos trabalhos de conclusão de curso de dois graduandos de computação; (vi) elaboração e criação do conteúdo; (vii) validação do aplicativo iLibras *Collaborative*.

O quarto momento teve como intuito compreender as particularidades na utilização do sistema pelo usuário. Para tal, foram envolvidos os usuários chave da Escola, tais como: a coordenadora pedagógica e a intérprete de Libras. A coordenadora tem uma visão de todos os interlocutores envolvidos no processo, pelo fato de ser a responsável pelos intérpretes de Libras da escola, atuando também como professora e ter em sua sala de aula um aluno surdo.

O segundo usuário chave é a intérprete de Libras, sendo ela responsável pelas atividades do aluno surdo. A utilização

dessas técnicas em conjunto com as técnicas utilizadas da abordagem de UCD e do DP possibilitaram identificar os requisitos funcionais e não funcionais da aplicação, assim como as regras de negócio.

Foi possível identificar três classes de usuários, embasado nas suas necessidades: (i) a classe Comunicador: composta pelo aluno surdo e aluno ouvinte, que usam o aplicativo para se comunicar, relacionar e interagir; (ii) a classe Coordenador: na pessoa da intérprete de Libras, responsável por coordenar quem pode colaborar para a classe comunicador; (iii) a classe Cooperador: professor regente da classe, pais, diretores, coordenadora da intérpretes de Libras ou qualquer pessoa membro da comunidade que queira colaborar e a intérprete de Libras no papel de coordenadora permita tal cooperação.

O aplicativo tem o intuito de fornecer mecanismos de

### Cooperadora Ouvinte (Coordenadora Pedagógica)

Idade: 51 anos Cidade: Blumenau Ocupação: Coordenadora Pedagógica Estado Civil: Divorciada Deficiência: Não	<b>Objetivos</b> Garantir a aprendizagem dos alunos.
	<b>Problemas</b> Prover maior autonomia na comunicação com o aluno surdo.
<b>Usuário final do sistema, podendo cooperar e comunicar. Terá a possibilidade de utilizar o dispositivo móvel para apoiar na comunicação com surdo de forma colaborativa.</b>	<b>Comportamento</b> Profissional da Educação como Coordenadora Pedagógica, trabalhando diretamente com professores, pais e alunos. O foco de trabalho é garantir a aprendizagem dos alunos, sendo um trabalho fundamental para que todos os alunos tenham sucesso. Percebe grande dificuldade da Educação avançar. Trabalha com formação de professores pois acredita que profissionais bem preparados enriquece a sala de aula.
	<b>Comunicação: Sem restrições</b> Audição: SIM Fala: SIM Escrita: SIM Leitura: SIM Libras: SIM

Figura 5. Definição do perfil da persona cooperador ouvinte.

Fonte: elaborada pela autora (2018).

### Coordenadora Ouvinte (Intérprete Libras)

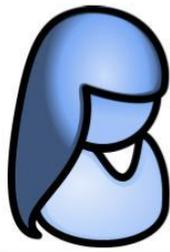
Idade: 36 anos Cidade: Blumenau Ocupação: Intérprete Libras Estado Civil: Casada Deficiência: Não	<b>Objetivos</b> Prover meios para que o aluno surdo possa se comunicar, interagir e socializar.
	<b>Problemas</b> A inclusão vai muito além de além de incluir esses alunos em salas normais.
<b>Usuário final do sistema, sendo a coordenadora, assim como pode cooperar e usar para se comunicar. Terá a possibilidade de utilizar o dispositivo móvel para apoiar na comunicação com surdo, aprender e colaborar.</b>	<b>Comportamento</b> Profissional da educação Especial, atuando na unidade escolar como professora intérprete de Libras. O foco em sala de aula é fazer a comunicação através da tradução e interpretação do aluno surdo com o seu professor titular, demais alunos, equipe escolar e vice-versa, possibilitando assim tanto a interação como a socialização do aluno surdo. Para facilitar essa inclusão também ensina Libras para a turma em que o aluno surdo se encontra, para que possa realmente existir uma inclusão desse aluno com os demais colegas de sala. Acredita que não basta apenas incluir esses alunos em classes normais, mas principalmente possam ser atendidos também na sua necessidade linguística.
	<b>Comunicação: Sem restrições</b> Audição: SIM Fala: SIM Escrita: SIM Leitura: SIM Libras: SIM

Figura 6. Definição do perfil da persona coordenador ouvinte.

Fonte: elaborada pela autora (2018).

comunicação onde os usuários possam colaborar no processo de comunicação da pessoa surda. No entendimento da visão dos diferentes usuários, suas necessidades e os possíveis cenários de uso, foi utilizada a técnica de design Personas. Segundo Grudin (2002) [57, p. 144 155], persona é uma técnica utilizada no UCD que consiste em criar perfis e personificação de grupo de usuários. A utilização de usuários fictícios (personagens) e representações concretas demonstram dentro da população dos usuários as principais características do sistema [57, p. 144 155].

As atividades de elaboração da persona de acordo com Pruitt e Adlin (2010) [58], devem estar organizadas em quatro atividades: categorização do usuário, sub categorização do usuário, elaboração do esqueleto da persona e definição da persona. Por meio dessa técnica foram identificados três personas:

(i) Cooperador: na pessoa da coordenadora pedagógica. A Cooperadora Ouvinte é uma profissional da educação, coordenadora pedagógica da Escola, onde trabalha diretamente com professores, pais e alunos. O foco de trabalho é garantir a aprendizagem dos alunos, sendo um trabalho fundamental para que os alunos tenham sucesso. Um dos focos do seu trabalho é melhorar a comunicação do surdo, atuando diretamente com a intérprete de Libras. Percebe grande dificuldade de a Educação avançar. Trabalha com formação de professores pois acredita que profissionais bem preparados enriquecem a sala de aula. A persona Cooperador Ouvinte está representada na Figura 5;

(ii) Coordenador: na pessoa da intérprete de Libras/Português, representando a persona Coordenadora Ouvinte na Figura 6. A Coordenadora Ouvinte é uma profissional da educação Especial, atuando na unidade escolar como professora intérprete de libras. O foco em sala de aula é fazer a comunicação por meio da tradução e interpretação do aluno surdo com o seu professor titular, demais alunos, equipe escolar e vice-versa, possibilitando assim tanto a interação como a socialização do aluno surdo. Para facilitar essa inclusão também ensina Libras para a turma em que o aluno surdo se encontra, para que possa realmente existir uma inclusão desse aluno com os demais colegas de sala. Acredita que não basta apenas incluir esses alunos em classes normais, mas principalmente possam ser atendidos também na sua necessidade linguística;

(iii) Comunicador: a classe comunicador foi a terceira classe identificada ao fazer uso das abordagens do DP, UCD e do DI. Nesta classe foram identificados três tipos de comunicadores que farão uso do aplicativo iLibras:

(iii-i) o primeiro deles, se refere a persona comunicador surdo, na pessoa do aluno do sexto ano da escola. O Comunicador surdo é um aluno surdo do sexto ano do ensino fundamental. É aluno da Escola faz um ano. Nesse período, a intérprete de Libras observa a importância da comunicação não somente fazendo uso da intérprete, mas sim dos educadores da Escola, alunos da sala e do colégio. Ao chegar na Escola era tímido, pois não tinha com quem interagir e se comunicar, além de seu irmão gêmeo, que faz uso de aparelho auditivo. No

momento que é dado a possibilidade do aluno na persona do Comunicador surdo tenha “voz”, o mesmo passa a interagir. Representado pela persona da Figura 7.

(iii-ii) o segundo tipo de comunicador, se refere ao comunicador com deficiência auditiva (cDA), na pessoa do aluno irmão gêmeo do aluno surdo que fará uso do aplicativo. O Comunicador cDA é um aluno com deficiência auditiva alta, fazendo uso de aparelho auditivo. Se sente confortável em fazer uso do mesmo. Esse aluno estuda na Escola faz um ano. Nesse período, a intérprete de Libras observa a importância da comunicação dele, assim como de seu irmão (persona Comunicador surdo). Ao chegar na Escola conseguiu interagir parcialmente devido que por meio do aparelho consegue um canal único utilizado na comunicação, contudo, se nota que a não participação da persona surda também é notada pelo mesmo (persona, na Figura 8);

(iii-iii) o terceiro comunicador, se refere a persona Comunicador ouvinte, alunos que estão na 6ª série da escola, série essa que o comunicador surdo faz parte. Assim como os demais fará uso do aplicativo iLibras para se comunicar e aprender, assim como interagir. O Comunicador Ouvinte são os alunos que estão na mesma turma escolar que o Comunicador Surdo. São

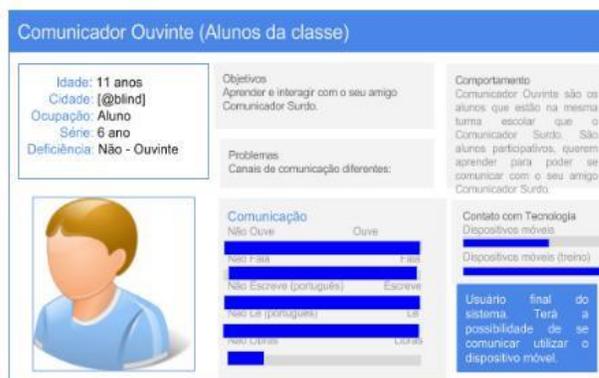


Figura 7. Definição do perfil da persona comunicador Surdo. Fonte: elaborada pela autora (2018).



Figura 8. Definição do perfil da persona comunicador cDA. Fonte: elaborada pela autora (2018).

alunos participativos, querem aprender para poder se comunicar com o seu amigo Comunicador Surdo.

Por meio da técnica de persona na coleta de dados foi possível identificar as características do usuário surdo, assim como dos demais usuários que farão uso do aplicativo iLibras, contribuindo desta forma para o processo de pesquisa. Além disso, foi possível identificar os limites e capacidades de utilização de tecnologias pelos usuários foco desta pesquisa. O Quadro IV traz alguns dos requisitos do MCE do usuário aplicado ao iLibras pelo Método RURUCAG.

Com a identificação dos usuários e suas necessidades decorrentes das limitações de comunicação da pessoa surda foi possível identificar a colaboração entre eles e o aplicativo pelo M3C de Colaboração. A comunicação ocorre por meio da percepção de outros usuários (chamados aqui de comunicadores) que fazem parte do grupo de “comunicadores” que se comunicam e colaboram com o dicionário iLibras. A coordenação pode ser percebida por meio do gerenciamento dos cooperadores; a cooperação pela criação de forma colaborativa do dicionário iLibras realizada por meio de todos

Figura 9. Definição do perfil da persona comunicador ouvinte. Fonte: elaborada pela autora (2018).

os cooperadores e coordenadores que foram “autorizados” pelo coordenador.

**C2-Ciclo 2 do Design: Ciclo do Modelo de Comunicação Efetiva (MCE):** Se refere ao Ciclo do Protótipo de

QUADRO IV  
MÉTODO RURUCAG – RELAÇÃO DE ALGUNS REQUISITOS DO MCE DO USUÁRIO APLICADO AO I LIBRAS

Requisitos Funcionais (RF)	Persona	M3C
Incluir palavra nova	Cooperador	Cooperação
Colaborar vídeo Libras	Cooperador	Cooperação
Colaborar imagem escrita de sinais ( <i>SignWriting</i> )	Cooperador	Cooperação
Colaborar imagem palavra	Cooperador	Cooperação
Consultar palavra língua natural (L1)	Comunicador	Comunicação
Autorizar Contato	Coordenador	Coordenação
Requisitos Não Funcionais (RNF)	Persona	M3C
Relacionar aluno-ouvinte	Comunicador	Comunicação
Relacionar intérprete-ouvinte para aprender novas palavras	Comunicador	Comunicação
Relacionar intérprete-ouvinte para entender algum conceito por meio de uma palavra	Comunicador	Comunicação
Relacionar intérprete-ouvinte para compreender ou aprender algum sinal	Comunicador	Comunicação
Relacionar intérprete-ouvinte para entender o conceito por meio da imagem	Comunicador	Comunicação
Relacionar intérprete-ouvinte por vídeo em Libras	Comunicador	Comunicação
Relacionar no ambiente externo a escola	Comunicador	Comunicação
Aprender nova palavra por meio de vídeo, imagem, Libras e escrita de sinais ( <i>SignWriting</i> )	Comunicador	Comunicação
Surdo faz uso do aplicativo na comunicação com ouvinte professor regente da sala.	Comunicador	Comunicação
Aluno faz uso do aplicativo na comunicação para aprender a Língua de sinais (Libras) e a escrita de sinais ( <i>SignWriting</i> ) para possibilitar a comunicação com surdo.	Comunicador	Comunicação

Fonte: elaborado pela autora (2018).

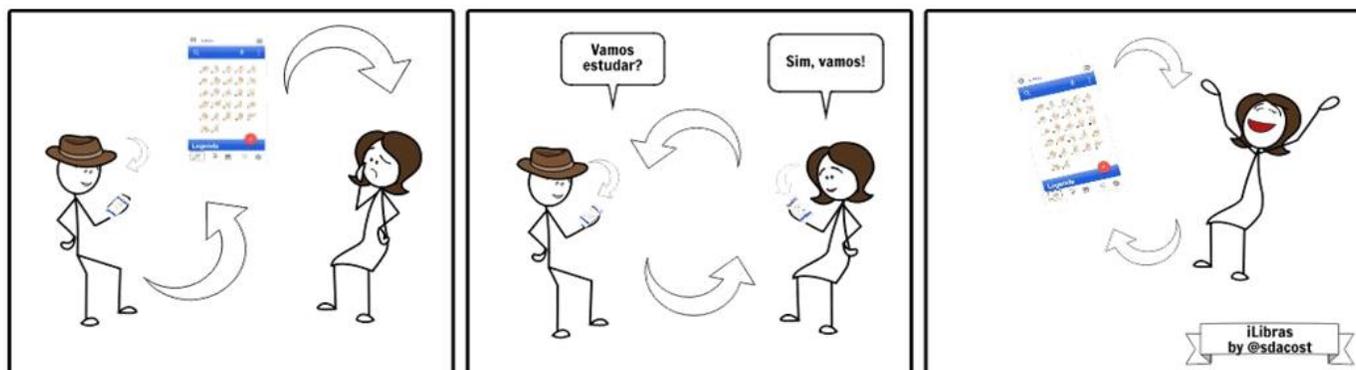


Figura 10. Storyboard do aplicativo iLibras. O cenário 1 demonstra que a comunicação entre os interlocutores da mensagem é unidirecional, ou seja, somente ocorre a interação por parte do interlocutor ouvinte, o interlocutor surdo apenas recebe a mensagem por meio do dispositivo, não existindo uma comunicação efetiva. Os cenários 2 e 3 demonstram que a comunicação é bidirecional, pois os dois interlocutores entendem a mensagem transmitida, resultando em uma comunicação efetiva entre ouvinte-surdo no cenário 2 e no cenário 3 em que o interlocutor ouvinte está aprendendo Libras, ou seja, usa o aplicativo com o intuito de aprender.

Fonte: elaborada pela autora (2018).

Comunicabilidade intitulado MCE *Conversão-para-Ação*, que se encontra fundamentada o estudo para a comunicação de sujeitos surdos e falantes de Libras. Neste estudo, não será visto o MCE modelado.

Entretanto, na busca da identificação dos recursos computacionais móveis que apoiem o processo comunicativo é importante destacar que o fluxo entre os interlocutores (emissor e receptor) da mensagem precisa ser bidirecional para que ocorra uma comunicação efetiva. Dessa forma, foram utilizadas técnicas de cenários de *Storyboard* para identificar quais tipos de sistemas de modelos de comunicação que a aplicação faz uso, representado na Figura 10 pelos três cenários possíveis.

A Libras é uma língua natural utilizada pela comunidade surda de modalidade visual-espacial, articulada por meio das mãos, das expressões faciais e do corpo [59, p. 19]. Stokoe et al. (1996) [60] consideram os três principais parâmetros principais das línguas de sinais: a configuração de mão, movimento e ponto de articulação. Além disso, estudos em linguística das línguas de sinais apontam parâmetros secundários, como orientação de mão e marcadores não manuais.

Quadros (2004) [59] observa que nas línguas de sinais as unidades menores que formam as palavras são as configurações das mãos em conjunto com o local em que o sinal é produzido, os movimentos e as direções. Enquanto em uma língua falada é a fonologia. As Figuras 11 e 12 trazem essas questões da língua de sinais nas palavras Azar e Desculpas respectivamente, ambas com a mesma configuração de mão, entretanto o sinal é realizado em locais e movimentos diferentes conforme ilustrado nas figuras.

04) [59, p. 21].

Cabe destacar, as restrições espaciais apresentadas na formação das palavras e das frases na Libras, tanto pela morfologia quanto pela sintaxe dessa língua [59, p. 22].

O mesmo autor [59] coloca que essas demarcações definem a organização interna das palavras e das frases, refletindo o sistema computacional da linguagem. Os sinais são realizados em um espaço como apresentado na Figura 13 delimitado à frente do sinalizador.

Os parâmetros se relacionam no estudo no que se refere a compreender e identificar os processos comunicacionais por meio das diferentes configurações de mãos na modalidade de sinais, assim como também entender a importância das diferentes modalidades, Libras e escrita de sinais (*SignWriting*). Também se faz necessário considerar alguns pontos mais:

(i) influência e poder que os dispositivos móveis possuem em atrair e manter pessoas; (ii) sistemas colaborativos;

(iii) características da escrita de sinais (*SignWriting*) e da Língua de sinais (Libras); (iv) TDIC, TA, TD e os recursos computacionais; (v) acessibilidade comunicacional; (vi) desenho universal, desenho de interação e experiência de interface; (vii) avaliação de acessibilidade comunicacional para dispositivos móveis e para sujeitos surdos; (viii) avaliação de desenho e alguns outros se faz necessário conhecer, assim como utilizar as devidas técnicas.



Figura 11. Palavra azar.  
Fonte: Quadros (2004) [59, p. 21].



Figura 12. Palavra Desculpas.  
Fonte: Quadros (2004) [59, p. 21].

**C3-Ciclo 3 do Design: Ciclo do Protótipo de Comunicabilidade (CPC):** Refere-se ao Ciclo do Protótipo de Comunicabilidade (CPC), que possibilita avaliar se as interfaces idealizadas estão em conformidade com o MCE modelado e se atendem as necessidades do surdo. A técnica do DP é utilizada em conjunto com outras técnicas, como as do Design de Interação (DI).

O objetivo desta etapa é a identificação e avaliação no que diz respeito à interface do design do aplicativo iLibras, a acessibilidade de comunicação do aplicativo como meio de comunicação para o surdo e a sua navegabilidade. A tela inicial do protótipo possibilita ao usuário, das classes comunicador, coordenador e cooperador, terem acesso à tela principal do aplicativo iLibras, conforme apresentado na primeira tela da Figura 14. As funcionalidades podem ser classificadas em três classes distribuídas em quatro tipos:

1) pela classe comunicador: se faz necessário buscar a palavra na Língua portuguesa e a partir dessa consulta o resultado pode ser apresentado em diferentes formatos, tais

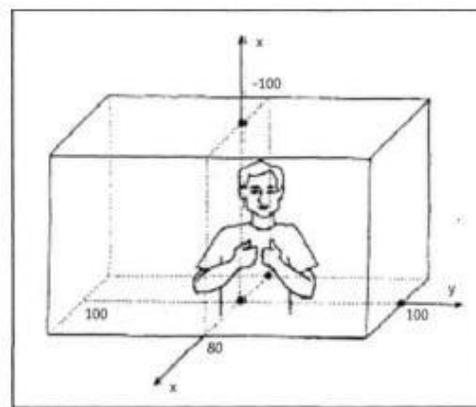


Figura 13. Espaço de Sinalização  
Fonte: [61] baseado em Langevin e Ferreira Brito, 1988:01 apud [59, p. 22].

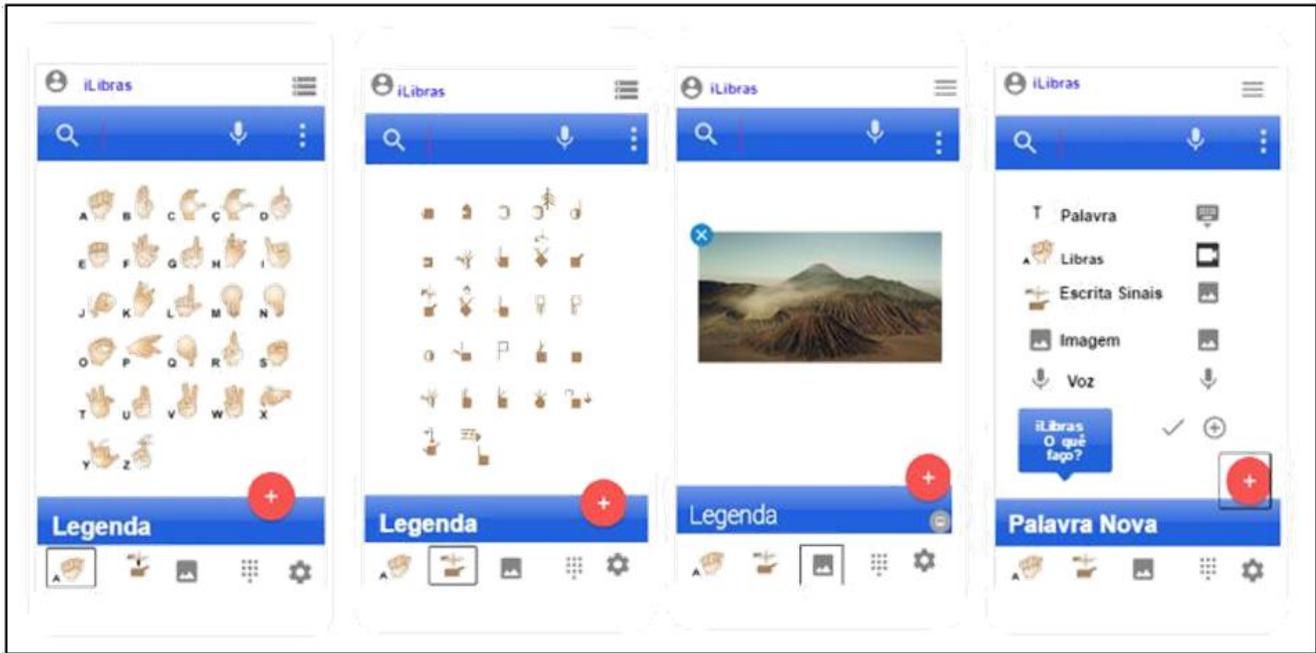


Figura 14. Protótipo das Telas do aplicativo iLibras. Fonte: elaborada pela autora (2018).

como: vídeo em Libras e legenda em português (primeira tela da Figura 14); tela na escrita de sinais (*SignWriting*) (segunda tela da Figura 14); tela da representação da palavra em forma de figura (terceira tela da Figura 14); a palavra pode ser ouvida pelo ícone localizado no canto superior direito;

2) pela classe *cooperador*: o aplicativo iLibras possibilita ao usuário ampliar seu vocabulário e trabalhar de forma colaborativa (primeira tela da Figura 15);

3) pela classe *coordenador*: o aplicativo possibilita ao usuário da classe coordenador, na persona de intérprete de Libras da escola, atribuir o perfil no cadastro do usuário. Somente os usuários com esse perfil e que realizarem o login no aplicativo poderão colaborar;

4) pelas três classes: se referem as demais funcionalidades, conforme Figura 15).

A Figura 15 traz a prototipação de três telas. A primeira representa a pesquisa no dicionário de palavras, a segunda

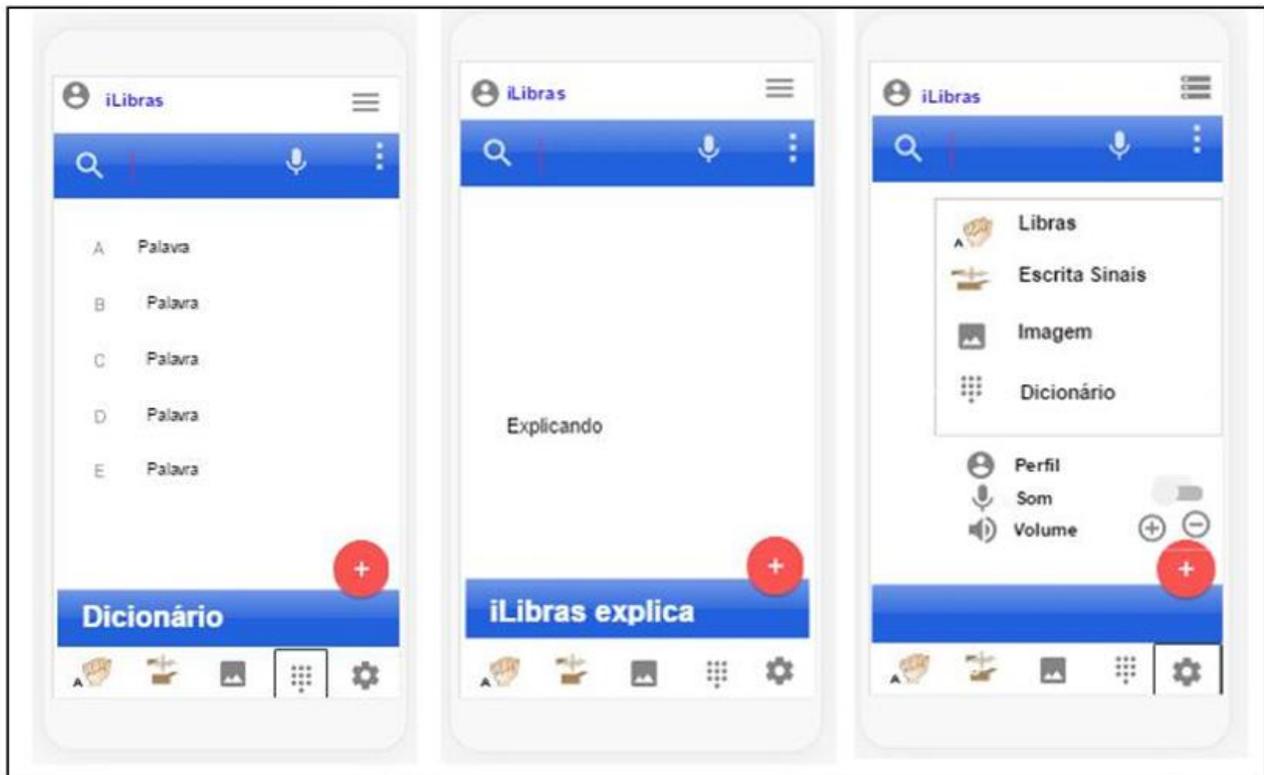


Figura 15. Protótipo das Telas do aplicativo iLibras. Fonte: elaborada pela autora (2018).

mostra a tela explicativa do aplicativo iLibras; e a terceira refere-se ao menu lateral que pode ser acessado de qualquer tela, tanto pelo ícone menu, localizado no canto superior esquerdo, quanto pelo ícone configurações (terceira tela da Figura 15).

5) pela classe `coordenador`: o aplicativo possibilita ao usuário da classe `coordenador`, na persona de intérprete de Libras da escola, atribuir o perfil no cadastro do usuário. Somente os usuários com esse perfil e que realizarem o login no aplicativo poderão colaborar;

6) pelas três classes: se referem as demais funcionalidades, conforme Figura 15).

A Figura 15 traz a prototipação de três telas. A primeira representa a pesquisa no dicionário de palavras, a segunda mostra a tela explicativa do aplicativo iLibras; e a terceira refere-se ao menu lateral que pode ser acessado de qualquer tela, tanto pelo ícone menu, localizado no canto superior esquerdo, quanto pelo ícone configurações (terceira tela da Figura 15).

Relacionada com a condução de como ocorreu o processo de busca da solução, foi utilizada a técnica de Oficinas de Cooperação para Definição de Requisitos do DP para incluir o usuário final no processo de design. Macaulay (1995) [62] coloca que a técnica é um facilitador no processo de comunicação de sujeitos surdos ou com algum tipo de diversidade.

Foram utilizados os sete passos da técnica de Oficinas de Cooperação para descrever as atividades realizadas, composta por: (i) identificar as partes interessadas; (ii) identificar os problemas e as regras de negócios ou as Classes de Problemas (CP) que precisam ser resolvidas; (iii) formular a equipe; (iv) definição do escopo de oficinas; (v) validação do ambiente de usuário; (vi) validação da oficina; (vii) validação do escopo com as pessoas interessadas.

No início desse processo foi utilizada a técnica de protótipo visual de baixa fidelidade. Em seguida, foi usado a técnica de protótipo de maior fidelidade, onde se fez uso da ferramenta de prototipação Fluid.ui, explorando as possibilidades de experiência de usuário em conjunto com as técnicas e normas de acessibilidade comunicacional para dispositivos móveis em sistemas colaborativos.

Com relação ao Desenho de Interfaces apresentadas, foi realizado um estudo dos requisitos de acessibilidade comunicacional necessários para viabilizar o apoio comunicacional do surdo, havendo uma relação entre interface de usuário, desenho universal e acessibilidade. O conceito de DU precisa estar presente desde o momento da concepção do projeto, ou seja, os desenvolvedores precisam conhecer precocemente os requisitos de acessibilidade, assim como a relação de interface de usuário, desenho universal e acessibilidade. Nesse sentido, foi utilizada a técnica de

pesquisa das referências na literatura, relacionadas de forma direta a acessibilidade comunicacional do surdo.

A técnica de Oficina do DP possibilitou identificar duas situações que não estavam contempladas no aplicativo iLibras:

(i) ter um campo que contemple o contexto ou significado da palavra na língua brasileira; (ii) ter busca da palavra pelo sinal. Esses foram os dois pontos que a solução prevista não contemplava. Encerrando desta forma o terceiro ciclo do design.

#### *D. Rigor da Pesquisa*

A pesquisa para ser confiável, deve se preocupar tanto com a relevância como com o rigor, devendo estar presente desde o início da condução da pesquisa até a apresentação de seus resultados (THOMAS, 2009 [63]). Em busca de apresentar o rigor na pesquisa para cada um dos três ciclos do processo de busca da solução foram descritas de forma detalhada as abordagens, métodos e técnicas utilizadas.

A validação do artefato gerado no ciclo de design se deu pelo método de Avaliação de Acessibilidade Comunicacional e pela técnica de Oficina do DP, considerando as características colaborativas, garantindo assim o rigor da referida pesquisa. A avaliação se deu pelo fato de o foco da pesquisa ser a comunicação da pessoa surda e das pessoas que queiram aprender Libras.

#### *E. Avaliação da Pesquisa*

Esta subseção apresenta a execução das avaliações das atividades realizadas na presente pesquisa e descritas para os ciclos do Processo de busca da Solução, que são resultantes dos artefatos dos ciclos de design, sendo eles: o MCE e o MCE aplicado aos protótipos de telas do aplicativo iLibras. A avaliação consistiu em avaliar o uso das telas na experiência de usuários, a acessibilidade comunicacional e a navegabilidade de dispositivos móveis para pessoas com surdez ou que queiram aprender Libras.

Foram utilizadas as técnicas Pesquisa exploratória, Modelo de Avaliação visando acessibilidade de pessoa com surdez, Protótipo de alta fidelidade para construção das telas e da navegabilidade do aplicativo, e Entrevista Aberta. A técnica Avaliação de questionário quantitativo foi utilizada para avaliar a acessibilidade comunicacional da pessoa com surdez com respostas Sim ou Não, fazendo uso de imagens *emoticons* em LIBRAS ao invés de texto. A escolha das respostas em imagens, assim como os *emoticons* da imagem, se deu após buscas na literatura de como se deve fazer uma avaliação no contexto de dispositivos móveis, pessoas com surdez e processo comunicacional envolvendo pessoa surda (MOREIRA, 2012 [64]).

Algumas das recomendações adotadas estão relacionadas com a realização de questionários na avaliação para experiência de usuário em aplicativos móveis para surdos, tais como: (i) planejar com foco na acessibilidade; (ii) focar na experiência de usuário; (iii) definir papéis para o time de avaliação; (iv) elaborar e aplicar questionários voltados à acessibilidade; (v) uso de tecnologias de suporte à observação. A avaliação da acessibilidade comunicacional é encontrada na intersecção das áreas de interface de usuário, desenho universal e acessibilidade do Desenho de Interface, como demonstrado na Figura 16.

A avaliação de acessibilidade comunicacional foi aplicada para cinco especialistas, sendo dois deles especialistas no Registro dos resultados obtidos sobre oportunidades no uso de dispositivos móveis para facilitar a comunicação da pessoa surda ou usuário de Libras, e os outros três especialistas da educação, sendo dois deles da educação da pessoa surda. Outro ponto identificado no estudo diz respeito que o questionário deve ser aplicado primeiro com intérprete de Libras ouvinte, devido a percepção da mesma ser diferente de uma intérprete de Libras com surdez.

Com relação a elaborar e aplicar questionários voltados para acessibilidade comunicacional da pessoa surda, foi identificado que o questionário para sujeitos surdos e ouvintes não devem ser o mesmo no sentido de escrita das perguntas e as respostas devem fazer uso de *emoticons* em Libras ao invés de texto.

Em relação a resposta, o presente estudo optou por usar *emoticons* também no questionário de ouvinte, pelo fato de o mesmo ser aplicado em especialistas das áreas de Engenharia de Software, de Sistemas Colaborativos, de Letras e Comunicação, bem como de Educação e Educação Especial, o que possibilitou avaliar com os especialistas de Libras as imagens adotadas no questionário em Entrevista Aberta após a validação dos mesmos no uso do protótipo iLibras e da aplicação do questionário quantitativo. Os *emoticons* apresentados foram avaliados e aprovados pelas duas especialistas de Libras (Figura 17).

O questionário utilizado nesta avaliação foi composto por 12



Figura 16. Intersecção das áreas na Avaliação de Acessibilidade. Fonte: elaborada pela autora (2018).

perguntas. As perguntas foram elaboradas com base no método RURUCAG, bem como nas recomendações de Moreira (2012) [64] referentes ao âmbito da surdez.

O Gráfico representado na Figura 18 apresenta o Questionário de Avaliação de Acessibilidade Comunicacional para pessoa surda em ambientes de dispositivos móveis com o resultado das perguntas realizadas, assim como um comparativo das respostas afirmativas e das negativas.

Dos três especialistas de acessibilidade comunicacional do surdo, dois são especialistas da escola onde o experimento está sendo realizado e a outra especialista de Libras é externa a escola do experimento. Dentre eles, 100% responderam *Sim* para todas as questões avaliadas.

No que se refere aos especialistas de ES, as questões relacionadas com a acessibilidade comunicacional dos surdos tiveram respostas *Não*. De acordo com eles, isso ocorreu por não serem especialistas da educação na área comunicacional do surdo, questões essas avaliadas.

A questão referente se é fácil usar o aplicativo foi respondida que *Não* por um especialista de ES. De acordo com esse especialista, sua avaliação negativa ocorreu pelo fato de ele não estar familiarizado com os símbolos de Libras e escrita de sinais (*SignWriting*).

É importante ressaltar que a verificação, validação e avaliação do aplicativo iLibras pelos especialistas de engenharia de software foram executadas sem nenhum tipo de instrução. As questões foram disponibilizadas e executadas por meio online sem nenhum tipo de auxílio. Após a execução dos questionários pelos três especialistas relacionados com Libras, foi aplicado a técnica de "Entrevista Aberta" para verificar alguma delimitação do aplicativo iLibras não abordada.

#### F. Contribuições da Pesquisa

O presente trabalho tem foco na definição de três artefatos de software entendíveis para a comunicação de sujeitos surdos. Com relação a "Ciência do Design", o primeiro artefato foi elaborado um modelo de comunicação efetiva (MCE) que foi modelado pela equipe de desenvolvimento de sistemas.

O modelo foi aplicado ao segundo artefato produzido na pesquisa referente as funcionalidades e telas de protótipo, intitulado iLibras Collaborative, assim como seus



Figura 17. *Emoticons* que representam *Sim* e *Não* em LIBRAS. Fonte: elaborada pela autora (2018).

componentes. O iLibras Collaborative visa facilitar a comunicação da pessoa surda ou pessoas que queiram aprender Libras. A avaliação de acessibilidade comunicacional da pessoa surda de forma colaborativa para dispositivos móveis demonstrou a viabilidade na construção do aplicativo.

Com relação a “Ciência do Comportamento”, a presente pesquisa contribui para um maior entendimento da comunicação da pessoa surda por meio do uso de sistemas computacionais. Além disso, contribui para o fortalecimento da utilização de abordagem de Interação Humano-Computador (IHC) no desenvolvimento de sistemas colaborativos e assistivos.

### G. Comunicação da Pesquisa

Visa a comunidade científica interessada no desenvolvimento de Sistemas Colaborativos; Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação; Tecnologias Assistivas; Acessibilidade Comunicacional de sujeitos surdos; do desenvolvimento centrado no usuário, desenho participativo, desenho Universal e desenho de Interface.

## IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresenta uma abordagem para apoiar a comunicação de sujeitos surdos e falantes de Libras por meio de ferramentas computacionais móveis e colaborativas. Nessa busca, a metodologia de pesquisa de *Design Science Research* (DSR) em conjunto com as técnicas das abordagens: Design Centrado no Usuário (UCD), Design Participativo (DP) e Design Interativo (DI) se mostraram adequadas no desenvolvimento dos dois artefatos criados no processo de busca da solução do projeto.

As técnicas das abordagens adotadas possibilitaram explorar os conhecimentos na busca de melhor compreender os usuários para construir um protótipo do Modelo de Comunicação Efetiva (MCE) *Conversa-para-Ação* aplicado ao desenvolvimento do protótipo de telas do iLibras Collaborative e ter a avaliação realizada pelo usuário, originando o Método RURUCAg - *Relationship of M3C with User Requirements and Usability and Communicability Assessment in groupware*. O Método RURUCAg possibilita relacionar os requisitos de usuário com o Modelo 3C de Colaboração e as heurísticas de

Nielsen, bem como utiliza as expressões de comunicabilidade. Além disso, a avaliação de usabilidade, experiência de usuário e comunicabilidade é realizada pelo usuário.

As abordagens UCD e DP possuem princípios em comum no que se refere ao tratamento relacionado com a participação dos usuários e dos stakeholders no desenvolvimento do sistema. Ambos utilizam técnicas de DI de protótipos e workshops, assim como de maior aceitação, maior usabilidade e acessibilidade por parte dos usuários do sistema. É possível que as abordagens utilizadas na pesquisa contribuam no desenvolvimento de artefatos objetivando facilitar a comunicação ao estabelecer requisitos, levantar alternativas, prototipar e avaliar.

A pesquisa realizada neste estudo foi de cunho exploratório, norteada com as abordagens DP e UCD, que possibilitam ter a participação do usuário no projeto, assim como identificar questões de usabilidade, experiência de usuário e comunicabilidade em sistemas que envolvam a comunicação e a colaboração. Dessa forma, atendeu o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema para torná-lo explícito, permitindo a construção de hipóteses ou proposições. Algumas das recomendações adotadas estão relacionadas com a realização de questionários na avaliação para experiência de usuário em aplicativos móveis para surdos, tais como: planejar com foco na acessibilidade; focar na experiência de usuário; definir papéis para o time de avaliação; elaborar e aplicar questionários voltados a usabilidade e a comunicabilidade que o usuário final participe do processo de avaliação. As avaliações estão em um contexto colaborativo que os interlocutores interagem e os seus objetivos são transmitidos pela meta mensagem. A avaliação da acessibilidade comunicacional é encontrada na intersecção das áreas de experiência de usuário, desenho universal e acessibilidade do Design de Interface. Além disso, atendeu o presente estudo no sentido de que foi possível verificar o uso do aplicativo quanto a acessibilidade comunicacional do surdo e falantes de Libras, assim como questões de uso das interfaces do aplicativo iLibras Collaborative por meio do protótipo de telas criado.

Dessa forma, após a avaliação foi possível trabalhar



Figura 18. As 12 Perguntas do Questionário de Avaliação de Acessibilidade Comunicacional, e as respectivas respostas para cada uma das perguntas realizadas para os cinco especialistas.  
Fonte: elaborado pela autora (2018).

questões relacionadas com a comunicabilidade do aplicativo iLibras Collaborative, para que o iLibras suporte um design significativo, possibilitando a colaboração [65] pelos processos de comunicação, coordenação e cooperação. Esses processos são os três pilares do Modelo 3C de Colaboração.

A *Design Science Research* foi vista como uma conduta apropriada de metodologias na condução da referida pesquisa científica em tecnologia, pois foi possível aliar a relevância da aplicação prática da temática com o rigor científico. A revolução digital e da informação em conjunto com os sistemas colaborativos e as tecnologias assistivas criam ambientes propícios para interagir e se relacionar de forma atrativa, apoiando a comunicação de sujeitos surdos, possibilitando explorar conhecimentos para melhor compreender os usuários.

O desenvolvimento do aplicativo iLibras Collaborative encontra-se em fase de finalização. Como trabalho futuro pretende-se realizar a edição do conteúdo do aplicativo, considerando que as fases de elaboração e criação do conteúdo já foram realizadas. Esse conteúdo foi preparado para ser aplicado com falantes de Libras que cursam a graduação da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Além disso, será realizada a Avaliação de Usabilidade, Experiência de Usuário e Comunicabilidade do aplicativo com base em sistemas colaborativos. Para isso, serão utilizados métodos fundamentados na engenharia da semiótica, como o Método de Inspeção Semiótica (MIS); Método de Avaliação de Comunicabilidade para *Groupware* (MACg); *Experience Sampling Method* (ESM), as Heurísticas de Nielsen e o M3C de Colaboração, para que se possa avaliar a usabilidade, experiência de uso, bem como a comunicabilidade do aplicativo iLibras Collaborative.

#### AGRADECIMENTOS

As autoras gostariam de agradecer à Escola Básica Municipal Leoberto Leal (EBMLL) situada no Município de Blumenau, Santa Catarina, e as Educadoras da Escola: Cíntia Cheffe (Diretora), Rosana Solange Goetten (Coordenadora pedagógica) e Andreia Schroder de Andrade (Intérprete de Libras/Português).

#### REFERÊNCIAS

[1] S. Costa, C. D. M. Berkenbrock, F. F. S. Sell, and G. R. Berkenbrock, "iLibras como facilitador na comunicação efetiva do surdo: uma ferramenta colaborativa móvel," in *Anais...XIV Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos - SBSC*, São Paulo, 2017.

[2] H. Fuks, M. A. Gerosa, and C. J. P. d. Lucena, "Using a groupware technology to implement cooperative learning via the internet - a case study," in -, vol. 2002-January, Big Island, HI, United states 2002, pp. 21–29. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1109/HICSS.2002.993852>

[3] H.-G. Gadamer, *Verdade e método II: complementos e índice*. Petrópolis: Vozes, 2002.

[4] A. S. Rosa and D. d. C. B. Landim, "Comunicação: a ferramenta do profissional," *Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão do UNIPAM*, no. 6, pp. 141–155, 2009.

[5] G. B. Nascimento and T. M. Kessler, "Effects of workshops about storytelling through children's books realized with deaf children relatives," *Revista CEFAC*, vol. 17, no. 4, pp. 1103–1114, 2015.

[6] D. d. F. G. Trindade, C. Guimarães, D. R. Antunes, L. S. Garcia, R. A. L. da Silva, and S. Fernandes, "Challenges of knowledge management and creation in communities of practice organizations of deaf and non-

deaf members: Requirements for a web platform," *Behavior and Information Technology*, vol. 31, no. 8, pp. 799–810, aug 2012.

[7] D. d. F. G. Trindade, C. Guimarães, D. R. Antunes, R. A. L. da Silva, S. García, and S. Fernandes, "Communication and cooperation pragmatism: An analysis of a community of practice by non-deaf and deaf to study sign language," *Communications in Computer and Information Science*, vol. 278, pp. 191–205, 2013.

[9] D. d. F. G. Trindade, C. Guimarães, and L. S. García, "Conceptual framework for design of collaborative environments: Cultivating communities of practices for deaf inclusion," *Angers, France*, pp. 206–215, 2013.

[10] H. Fuks, A. Raposo, M. A. Gerosa, M. Pimentel, D. Filippo, and

[11] C. Lucena, "Inter- and intra-relationships between communication coordination and cooperation in the scope of the 3c collaboration model," in *2008 12th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*. IEEE, apr 2008, pp. 148–153. [Online]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4536971/>

[12] J. Schimiguel, A. M. Melo, M. C. C. Baranauskas, and C. B. Medeiros, "Accessibility as a quality requirement: Geographic information systems on the web," in *Proceedings of the 2005 Latin American Conference on Human-computer Interaction*, ser. CLIHC '05. New York, NY, USA: ACM, 2005, pp. 8–19. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1111360.1111362>

[13] S. S. Prietch, N. S. d. Souza, and L. V. L. Filgueiras, "Application requirements for deaf students to use in inclusive classrooms," in *Proceedings of the Latin American Conference on Human Computer Interaction*, ser. CLIHC '15. New York, NY, USA: ACM, 2015, pp. 5:1–5:8. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/2824893.2824898>

[14] C. D. M. Berkenbrock, A. P. C. da Silva, and C. M. Hirata, "Designing and evaluating interfaces for mobile groupware systems," in *Computer Supported Cooperative Work in Design, 2009. CSCWD 2009. 13th International Conference on*. IEEE, 2009, pp. 368–373.

[15] H. Fuks, A. B. Raposo, M. A. Gerosa, and C. J. Lucena, "Applying the 3c model to groupware development," *International Journal of Cooperative Information Systems*, vol. 14, no. 02n03, pp. 299–328, 2005.

[16] [14]B. D. d. Silva and A. J. Osório, "As tecnologias de informação e comunicação da educação na universidade do Ninho," *Centro de Competência da Universidade do Minho*, pp. 9–25, 2009.

[17] L. S. G. Piccolo, A. M. Melo, and M. C. C. Baranauskas, *Accessibility and Interactive TV: Design Recommendations for the Brazilian Scenário*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 361–374. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-74796-3\\_34](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-74796-3_34)

[18] R. Bonacin, A. M. Melo, C. A. C. Simoni, and M. C. C. Baranauskas, "Accessibility and interoperability in e-government systems: outlining an inclusive development process," *Universal Access in the Information Society*, vol. 9, no. 1, pp. 17–33, 2010. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1007/s10209-009-0157-0>

[19] A. M. Melo and J. G. d. Silva, *Online Digital Libraries at Universities: An Inclusive Proposal*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, pp. 372–381.

[20] D. M. Ribeiro, "Visualização de dados,, na internet," Ph.D. dissertation, *Dissertação de Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital*. São Paulo, SP: Pontifícia Universidade Católica São Paulo, 2009.

[21] E. Goncalves and M. Santos, "Um novo ambiente para as produções narrativas: a influência dos sujeitos em (re)ação," *Palavra Clave*, vol. 19, no. 2, pp. 450–472, 2016.

[22] L. C. Santos, A. C. Souza, T. Santos, T. Miranda, and M. C. Macedo, "Aprendendo números em libras com a tecnologia da realidade aumentada," *SBC-Proceedings of SBGames*, vol. 13, 2013.

[23] K. Krippendorff, *On communicating: Otherness, meaning, and information*. Routledge, 2010.

[24] Y. Rogers, H. Sharp, and J. Preece, *Interaction design: beyond human-computer interaction*. John Wiley & Sons, 2011.

[25] J. R. Preece and Y. Sharp, "Interaction design: Beyond human computer interaction," 2002.

[26] E. B. Rocha, M. Pimentel, M. C. Diniz, and F. M. Santoro, "Design Science research para o desenvolvimento de um modelo da participação em bate-papo," *iSys-Revista Brasileira de Sistemas de Informação*, vol. 8, no. 1, pp. 18–41, 2015.

[27] M. Pimentel, M. A. Gerosa, and H. Fuks, "Capítulo 5 - sistemas de comunicação para colaboração," in *Sistemas Colaborativos*, M.

- Pimentel and H. Fuks, Eds. Elsevier Editora Ltda., 2012, pp. 65– 93. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978853524669850005X>
- [28] g. PRIBERAM, “in dicionário priberam da língua portuguesa[em linha],” 2006. [Online]. Available: <http://www.priberam.pt/dlpo>
- [29] I. Sim-Sim, “Desenvolver a linguagem, aprender a língua,” *Novas Metodologias em Educação*. Porto: Porto Editora, pp. 197–226, 1995.
- [30] M. J. V. Freixo, *Teorias e modelos de comunicação*. Instituto Piaget, 2006.
- [31] D. McQuail and S. Windahl, *Communication models for the study of mass communications*. Routledge, 2015.
- [32] E. R. d. S. Moura, “Uma ferramenta colaborativa móvel para apoiar o processo de ensino-aprendizagem da língua portuguesa para alunos surdos,” *Universidade Federal do Amazonas*, 2015.
- [33] M. Turoff and S. Hiltz, “Computer support for group versus individual decisions,” *IEEE Transactions on communications*, vol. 30, no. 1, pp. 82–91, 1982.
- [34] D. Pinelle and C. Gutwin, “A review of groupware evaluations,” in *Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 2000. (WET ICE 2000)*. Proceedings. IEEE 9th International Workshops on. IEEE, 2000, pp. 86–91.
- [35] H. Fuks, “Groupware technologies for education in aulanet,” *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 8, no. 3-4, pp. 170–177, 2000. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0442314223{\&}partnered=40{\&}md5=3f013df0ff93c34c6ef7ae6143793cc2>
- [36] R. O. Prates, “Capítulo 17 - interação em sistemas colaborativos,” in *Sistemas Colaborativos*, M. Pimentel and H. Fuks, Eds. Elsevier Editora Ltda., 2012, pp. 264 – 293. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9788535246698500176>
- [37] A. d. S. Alves, S. B. L. Ferreira, V. S. d. O. Veiga, I. T. Monteiro, D. S. da Silveira, and A. B. Raposo, “Web scripts and mediation dialogues as a quality factor in the interaction of the deaf,” *Procedia Computer Science*, vol. 27, pp. 158–167, 2014. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050914000210>
- [38] A. L. Souza, C. A. R. M. A. Rodrigues, L. G. S. Leite et al., “Tecnologia ou metodologia: aplicativos móveis na sala de aula,” in *Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online*, vol. 5, no. 1, 2016. [Online]. Available: [http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais\\_linguagem\\_tecnologia/article/view/10551/9382](http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais_linguagem_tecnologia/article/view/10551/9382)
- [39] S. M. D. Brochado, C. B. d. F. Lacerda, and L. R. M. d. Rocha, “Projeto de pesquisa: Software glossário de informática com aplicação de libras e de tecnologia de captura de movimento 3d,” *Journal of Research in Special Educational Needs*, vol. 16, no. S1, pp. 905–908, 2016.
- [40] A. P. e. a. Souza, “Acessibilidade e tecnologia assistiva: Pensando a inclusão socio digital de pnes,” *Bento Gonçalves: Instituto Federal do Rio Grande do Sul Campus Bento Gonçalves*, pp. 1–367, 2013. [Online]. Available: [http://www.todosnos.unicamp.br:8080/lab/links-uteis/livros-dominio-publico/TA\\_para\\_PNEs.pdf/view](http://www.todosnos.unicamp.br:8080/lab/links-uteis/livros-dominio-publico/TA_para_PNEs.pdf/view)
- [41] BRASIL, “Tecnologia assistiva.” pp. 01–138, 2009. [Online]. Available: <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/publicacoes/tecnologia-assistiva>
- [42] F. Daoust and D. Hazaël-Massieux, “From pages to applications: Mobile web best practices,” in *Mobile Internet User Experience Workshop*. Retrieved <http://wiki.research.nokia.com/images/b/b6/Daoust-HazaëlMassieux.pdf>, 2008.
- [43] M. A. d. Queiroz, “Best practices in xhtml design,” 2006. [On-line]. Available: [http://xmarks.com/s/site/developer.openwave.com/dvl/support/documentation/guides\\_and\\_references/best\\_practices\\_in\\_xhtml](http://xmarks.com/s/site/developer.openwave.com/dvl/support/documentation/guides_and_references/best_practices_in_xhtml)
- [44] W3C, “About w3c,” 2017. [Online]. Available: [www.w3.org/Consortium/](http://www.w3.org/Consortium/)
- [45] BRASIL, “Coordenadoria nacional para integração da pessoa portadora de deficiência - acessibilidade,” 2008.
- [46] “Lei 5296/04 - lei nº 5296, de 02 de dezembro de 2004,” 2004. [Online]. Available: <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10942304/artigo-8-do-decreto-n-5296-de-02-de-dezembro-de-2004>
- [47] A. M. Melo and M. C. C. Baranauskas, “An inclusive approach to cooperative evaluation of web user interfaces,” in -, vol. HCI, Paphos, Cyprus, 2006, pp. 65 – 70.
- [48] H. P. Kuklinski and M. Balestrini, “Protótipos de mobile open Educacion: Una breve selección de casos.” *IEEE-RITA*, vol. 5, no. 4, pp. 125–131, 2010.
- [49] J. B. da Silva, W. Rochadel, and R. Marcelino, “Utilização de ntic’s aplicadas a dispositivos móveis.” *IEEE-RITA*, vol. 7, no. 3, pp. 149–154, 2012.
- [50] M. H. Kimura, A. Kemczinski, I. Gasparini, A. M. Pernas, M. S. Pimenta, and J. P. M. de Oliveira, “Aumentando a flexibilidade de um sistema e-learning adaptativo através da abordagem responsive web design.” *IEEE-RITA*, vol. 7, no. 4, pp. 203–210, 2012.
- [51] National Disability Authority, “The 7 principles,” 2012. [On-line]. Available: <http://universaldesign.ie/What-is-Universal-Design/The-7-Principles/>
- [52] R. H. Von Alan, S. T. March, J. Park, and S. Ram, “Design science in information systems research,” *MIS quarterly*, vol. 28, no. 1, pp. 75–105, 2004.
- [53] V. A. R. Hevner, “A three cycle view of design science research,” *Scandinavian journal of information systems*, vol. 19, no. 2, pp. 1–7, 2007.
- [54] D. P. Lacerta, A. Dresch, A. Proença, A. Júnior, and J. A. Valle, “Design science research: A research method to production engineering,” *Gestão & Produção*, vol. 20, no. 4, pp. 741–761, 2013.
- [55] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, “Censo demográfico 2010 - resultados gerais da amostra,” 2010. [Online]. Available: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>
- [56] A. Gesser. *Libras? que língua é essa? crenças e preconceitos em torno da língua de sinais e da realidade surda*. Parábola Ed., 2009.
- [57] C. B. F. de Lacerda and L. F. Santos, *Tenho um aluno surdo, e agora? introdução à Libras e educação de surdos*. Edufscar, 2014.
- [58] C. Snyder, *Paper prototyping: The fast and easy way to design and refine user interfaces*. Newnes, 2003.
- [59] J. Grudin and J. Pruitt, “Personas, participatory design and product development: An infrastructure for engagement,” in *PDC, 2002*, pp.144–152. J. Pruitt and T. Adlin, *the persona lifecycle: keeping people in mind throughout product design*. Morgan Kaufmann, 2010.
- [60] R. M. de Quadros, *O tradutor e intérprete de língua brasileira de sinais e língua portuguesa*. SEESP, 2004.
- [61] W. C. Stokoe and C. G. Croneberg, “A dictionary of american sign language on linguistic principles,” 1965.
- [62] R. M. de Quadros, *Educação de surdos: a aquisição da linguagem*. Artes Médicas, 1997.
- [63] L. Macaulay, “Cooperation in understanding user needs and requirements,” *Computer integrated manufacturing systems*, vol. 8, no. 2, pp. 155–165, 1995.
- [64] H. Thomas and A. Hatchuel, “A foundationalist perspective for management research: a european trend and experience,” *Management Decision*, vol. 47, no. 9, pp. 1458–1475, 2009.
- [65] A. Moreira, V. Vieira, and J. del Arco, “Sanar: A collaborative environment to support knowledge sharing with medical artifacts,” in *Collaborative Systems (SBSC), 2012 Brazilian Symposium on*, Oct 2012, pp. 35–42.
- [66] P. Dillenbourg, “Over-scripting cscl: The risks of blending collaborative learning with instructional design,” in P. A. Kirschner (Ed). *Three worlds of CSCL. Can we support CSCL*. Heerlen, Open Universiteit Nederland, 2002, pp. 61–91.



**Simone Erbs da Costa** é Instrutora Senior GeneXus e orientadora de trabalhos de conclusão de curso de Bacharel em Ciências da Computação e Bacharel em Sistemas de Informação da Universidade Regional de Blumenau. Possui mestrado em Computação Aplicada na Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC (2018); Especialização em Educação a Distância: Gestão e Tutoria – GET (2018) na Uniasselvi; Curso

de curta duração em Agile Testing: Como funciona na Prática (2014); Curso de curta duração de Gerenciamento de Projeto na Fundação Getúlio Vargas – FGV (2006), Rio De Janeiro, Brasil.; MBA em E-management - TI aplicada à Nova Economia. na Fundação Getúlio Vargas – FGV (2002); Especialização em TI Aplicada à Gestão de Negócios pela Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB (1999); Graduação em Bacharel em Ciência da Computação pela Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB (1993). Seus ramos de pesquisas são sistemas colaborativos aplicados a domínios, metodologias e ferramentas, teorias e modelos, práticas sociais e colaborativas e aplicativo móvel. Interação Humano Computador. Suas áreas de interesse são Sistemas Colaborativos, Interação Humano Computador, Comunicação, Práticas sociais e inclusivas, Engenharia de Software.



**Carla Diacui Medeiros Berkenbrock** é professora da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. Possui doutorado em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA (2009), mestrado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2005), e graduação em Bacharelado em Ciência da Computação pela Universidade do

Estado de Santa Catarina - UDESC (2002). Suas áreas de interesse incluem sistemas colaborativos e tecnologia assistiva. É coordenadora do laboratório de pesquisa Collaborative Research Laboratory (<https://www.udesc.br/cct/colabora>).



**Lucas Eduardo Rosa de Freitas** is a college student of Computer Science in State University of Santa Catarina – UDESC. He Develops a scientific initiation in the project iLibras as facilitator in the effective communication of the deaf: use of assistive and collaborative mobile technology.



**Fabiola Sucupira Ferreira Sell** is a graduated in German-Letters and a Bachelor Degree in Arts-Libras both by the Federal University of Santa Catarina, Doctor Degree and Master Degree in Linguistics by the same university. She has experience in the area of Linguistics, with emphasis on Sentential Structure and teaching of mother tongue, as well as in the area of translation and interpretation of LIBRAS. She works with

distance education since 2007, and has already served as a content designer, instructor and instructional designer. She has held the position of Director of Undergraduate Education from 2012 to 2014 at the Center for Distance Education. She is an effective professor of Libras and Portuguese Language at the State University of Santa Catarina (UDESC), at the Technological Sciences Center. Acted as area coordinator of the PIBID - Pedagogy Ead (2011 to 2015) subproject. She is currently the Institutional Coordinator of PIBID at UDESC and is a teacher of the Professional Master's Degree in Science, Mathematics and Technologies Teaching, Learning and Teacher Training. Coordinates teaching, research and extension projects in the area of professional training for the education of the deaf, for the translation and interpretation of Libras and in the area of Portuguese as a second language for deaf and signwriting.