

An Awareness Assessment Model for Collaborative Interfaces

Márcio J. Mantau¹, Fabiane B.V. Benitti²

¹Departamento de Engenharia de Software
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) – Ibirama, SC – Brasil

²Departamento de Informática e Estatística
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis, SC – Brasil

marcio.mantau@udesc.br, fabiane.benitti@ufsc.br

Abstract. *[Context] Awareness has been a valuable concept in Collaborative Systems since its formation, and awareness research has followed the whole field's evolution over the last decades. We consider awareness the backbone of a collaborative environment; all collaborative concepts are archived through it. [Problem] According to the literature, awareness is a well-known but still not fully reached concept; and researchers should achieve a better understanding of support by conceiving and testing novel technology that provides awareness. [Goal] This work consists of establishing an awareness assessment model for collaborative interfaces from participants' perspectives by analyzing awareness information provided by the application. [Result] We performed a systematic mapping study to identify awareness support in the collaborative system context and compiled the results into a multidimensional taxonomy of three main awareness dimensions. Then, we present a new assessment method for awareness and collaboration support centered on the participant's perspective by developing a measurement instrument based on Item Response Theory (IRT). [Conclusion] The methodology allowed us to construct and interpret an awareness quality scale to evaluate the awareness support from the participant's perspective. The scenarios evaluated demonstrated: i) suitable indicators from the perspective of demographic data and IRT parameterization, ii) the applicability of the awareness scale over the participant's perspective, and iii) the model replicability for different scenarios and contexts.*

Resumo. *[Contexto] A percepção (awareness) tem sido valiosa em sistemas colaborativos desde a sua formação, e pesquisas relacionadas acompanharam a evolução de todo o campo nas últimas décadas. Consideramos a percepção como a espinha dorsal de um ambiente colaborativo, na qual toda a colaboração é alcançada. [Problema] Segundo a literatura, a percepção é um conceito bem conhecido, mas ainda não totalmente alcançado; e pesquisas devem alcançar uma melhor compreensão do apoio concebendo e testando novas tecnologias que ofereçam um suporte adequado. [Objetivo] Este trabalho consiste em estabelecer um modelo de avaliação de percepção para interfaces colaborativas a partir da perspectiva dos participantes, analisando informações de percepção fornecidas pela aplicação. [Resultado] Realizamos um estudo de mapeamento sistemático para identificar o apoio à percepção no contexto do sistema colaborativo e compilamos os resultados em uma taxonomia multidimensional de três dimensões principais de percepção. Com base nestes resultados, apresentamos um novo método de avaliação para percepção e apoio à*

colaboração centrado na perspectiva do participante, desenvolvendo um instrumento de medição baseado na Teoria de Resposta ao Item – TRI. [Conclusão] A metodologia permitiu-nos construir e interpretar uma escala de qualidade para avaliar o suporte à percepção na perspectiva do participante. Os cenários avaliados demonstraram: i) indicadores adequados do ponto de vista dos dados demográficos e da parametrização da TRI, ii) a aplicabilidade da escala de consciência na perspectiva do participante, e iii) a replicabilidade do modelo para diferentes cenários e contextos.

1. Introdução

Necessidades como conectar pessoas, permitir que os indivíduos colaborem e apoiar a interação social fazem parte da essência humana, e os sistemas colaborativos são ótimos ambientes para atendê-las. Um sistema colaborativo, também conhecido como software colaborativo ou *groupware* (termo em inglês), é um sistema baseado em computador que suporta duas ou mais pessoas envolvidas em uma tarefa ou objetivo comum e fornece uma interface para um ambiente compartilhado (ELLIS; GIBBS; REIN, 1991). Esses sistemas ajudam os membros de um grupo a trabalhar juntos e permitem que os membros do grupo compartilhem informações e usem essas informações para apoiar o trabalho conjunto (GEORGE, 2003). A colaboração ocorre quando duas ou mais pessoas, entidades ou organizações trabalham juntas para concluir uma tarefa ou atingir um objetivo.

Para fornecer suporte adequado à colaboração, o ambiente deve disponibilizar mecanismos (elementos, pistas, informações) que possibilitem que participantes se comuniquem, coordenem e cooperem. Este apoio envolve um elemento fundamental: a percepção (do inglês, *awareness*) (DOURISH; BELLOTTI, 1992). A percepção pode ser definida como um conjunto de processos nos quais nós reconhecemos, organizamos e damos sentido aos estímulos recebidos do ambiente. Este conceito tem sido valioso em sistemas colaborativos desde a sua formação (TENENBERG; ROTH; SOCHA, 2016), e pesquisas relacionadas acompanharam a evolução de todo o campo nas últimas décadas (GROSS, 2013). Ainda, a percepção pode ser considerada a espinha dorsal de um ambiente colaborativo, na qual toda a colaboração é alcançada. Assim, mecanismos de percepção eficientes apoiam uma melhor compreensão e projeção das ações futuras; em contrapartida, sua ausência prejudica a compreensão e impossibilita que os participantes projetem o seu trabalho.

Do ponto de vista do suporte à percepção, este trabalho assume que:

- i) A percepção deve ser interpretada como sendo parte da compreensão individual de um determinado objeto ou estímulo ambiental e, do ponto de vista do participante, o meio disponível para interagir envolve a representação (mecanismos ou elementos que fornecem aos participantes pistas sobre “o que está acontecendo”) e a compreensão (ou consciência) de algo;
- ii) A percepção está intrinsecamente ligada às habilidades do participante em identificar, compreender ou projetar suas ações; assim sendo, sob o ponto de vista dos mecanismos de colaboração, indivíduos podem ter percepções diferentes e, da mesma forma, a compreensão do participante pode variar ao longo do tempo;

- iii) A colaboração é resultante da compreensão/consciência do participante; logo, a consciência é fator determinante, que permite aos indivíduos projetarem suas ações.

Segundo a literatura, a percepção é um conceito bem conhecido, mas ainda não totalmente alcançado (GROSS, 2013); pesquisas voltadas à uma melhor compreensão dos conceitos envolvidos e seu adequado suporte em ambientes colaborativos fazem-se necessárias. Neste ponto, duas questões permanecem em aberto: primeiro, como entender a percepção e como ela deve ser encarada em aplicações colaborativas e, segundo, como estabelecer uma base para avaliar interfaces colaborativas sob a perspectiva do suporte à percepção. Em relação ao entendimento do que é a percepção, pode-se considerá-la um problema multifatorial, pois, em um nível mais elevado [ou abstrato], as pessoas podem diferir na sua compreensão, e a percepção individual pode mudar à medida que mudam os seus antecedentes e os estímulos recebidos. De fato, pessoas possuem diferentes habilidades para representar, compreender e projetar ações humanas por meio de interfaces; de mesmo modo, fatores sociotécnicos como motivação, conhecimento e objetivos dos participantes influenciam a interação.

Segundo, do ponto da avaliação da percepção, identifica-se na literatura diferentes estratégias desenvolvidas para auxiliar projetistas (*designers*) a implementar mecanismos de percepção nas etapas de projeto e desenvolvimento de aplicações colaborativas (SANTOS; FERREIRA; PRATES, 2012; STEINMACHER; CHAVES; GEROSA, 2013; LOPEZ; GUERRERO, 2017; GALLARDO; BRAVO; MOLINA, 2018; COLLAZOS et al., 2019; BRAVO et al., 2023). Por outro lado, as abordagens mais comuns são projetadas para um contexto específico e não se concentram na avaliação desses mecanismos nem no suporte fornecido sob o ponto de vista do usuário. Embora se encontre vários métodos para avaliar sistemas colaborativos, sejam eles pré-existentes, novos, *ad-hoc* ou adaptados, poucos estudos apresentam métodos ou processos que forneçam uma avaliação com foco no suporte à percepção.

2. Objetivos

Este trabalho consiste em estabelecer um modelo de avaliação de percepção para interfaces colaborativas a partir da perspectiva dos participantes, analisando informações de percepção fornecidas pela aplicação. Como objetivos específicos, destaca-se:

- i) Identificar o estado da arte das abordagens (modelos, metodologias ou processos) adotadas no projeto, desenvolvimento e, principalmente, avaliação de sistemas colaborativos, abordando conceitos de percepção e colaboração;
- ii) Identificar os elementos de percepção necessários e que as interfaces colaborativas devem suportar e como podemos representá-los conceitualmente;
- iii) Estabelecer uma taxonomia de percepção que permita que aplicações colaborativas alcancem, por meio do fornecimento adequado destes mecanismos, aspectos de colaboração necessários para o trabalho colaborativo;
- iv) Elaborar um modelo de avaliação de percepção para avaliar aplicações colaborativas a partir da perspectiva dos participantes por meio do acesso ao suporte de percepção fornecido;
- v) Estabelecer uma escala de percepção global intercambiável para diferentes cenários;

- vi) Elaborar um conjunto de artefatos de avaliação que orientem todo o processo avaliativo, desde instrumentos de coleta de dados, ferramentas de análise e construção e interpretação de escalas de percepção;
- vii) Validar o modelo de avaliação de percepção em diferentes cenários.

3. Metodologia

O método de pesquisa adotado foi inspirado pela abordagem conhecida como *Design Science Research* (DSR) (BICHLER, 2006), sendo realizada em quatro etapas (Figura 1).

Primeiro, realizou-se um estudo de mapeamento sistemático (PETTICREW; ROBERTS, 2006; KITCHENHAM; CHARTERS, 2007) para identificar as estratégias adotadas no desenvolvimento e avaliação da percepção e como elas são usadas no contexto colaborativo. A análise do estado da arte visa identificar as abordagens existentes adotadas no desenvolvimento e avaliação de sistemas colaborativos, abordar conceitos de awareness e colaboração (modelo 3C) e identificar desafios e limitações relacionados. O processo de mapeamento sistemático é dividido em três fases: definição, execução e análise.

Na fase de definição, são identificados os objetivos da pesquisa e definido o protocolo de mapeamento sistemático. O protocolo especifica as questões de pesquisa e os procedimentos utilizados para conduzir a revisão, como definição das fontes de dados, string de busca, inclusão/exclusão e critérios de qualidade. A fase de execução consiste na busca, identificação e seleção de estudos relevantes segundo os requisitos definidos no protocolo. Durante a fase de análise, extraiu-se os dados utilizando o formulário de extração de dados.

Segundo, foi elaborado uma taxonomia que contempla aspectos de percepção e colaboração necessários ao trabalho cooperativo. O método de definição da taxonomia utilizado consiste em quatro fases: planejamento, identificação, projeto e construção, e validação (USMAN et al., 2017; SZOPINSKI; SCHOORMANN; KUNDISCH, 2019).

Na fase de planejamento são definidos o contexto da taxonomia e sua configuração inicial, abrangendo a definição das meta características e as condições finais objetivas e subjetivas. Na fase de identificação, os dados para definir a nova taxonomia foram coletados a partir dos resultados do mapeamento sistemático. Nesta etapa, os termos foram coletados e as redundâncias e inconsistências foram identificadas e removidas por meio de um processo de controle terminológico. Ainda, utilizando uma análise fenética (NICKERSON; VARSHNEY; MUNTERMANN, 2013), os elementos foram classificados por similaridade. No final da fase de projeto e construção, verificou-se se todas as condições finais objetivas e subjetivas foram atendidas. Por fim, na etapa de validação, para garantir a utilidade da taxonomia e reforçar sua confiabilidade, cenários ilustrativos e estudos de caso foram utilizados.

Terceiro, com base nos fundamentos da literatura, elaborou-se um modelo de avaliação. Este modelo de avaliação é desenvolvido explicitamente para avaliar sistemas colaborativos, que tem sua qualidade medida por meio da análise das informações de percepção fornecidas pela aplicação. Considerando a percepção dos participantes como fonte de dados, este modelo de avaliação permite classificar o ambiente colaborativo em uma escala de qualidade.

	Activities	Methods	Results
Step 1. Identify the state-of-the-art	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identify the state-of-the-art of approaches adopted in development and evaluation of collaborative systems 2. Identify related challenges and limitations 	<p>Systematic Mapping Study (PETTICREW; ROBERTS, 2006; KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015)</p>	<p>A set of 92 supporting awareness elements organized in 17 design categories that address five main awareness dimensions;</p> <p>A wide range of awareness design issues, categorizing it into awareness, collaboration, interaction, technical, and design issues.</p>
Step 2. Establish an Awareness Taxonomy	<ol style="list-style-type: none"> 3. Elaborate an awareness taxonomy using the Systematic Mapping Results Identify and describe taxonomy dimensions, awareness categories and relationships 4. Validate the awareness taxonomy for its usefulness 	<p>Taxonomy Definition process (BAILEY, 1994; NICKERSON; VARSHNEY; MUNTERMANN, 2013)</p> <p>Illustrative scenarios (USMAN et al., 2017; SZOPINSKI; SCHOOR-MANN; KUNDISCH, 2019)</p>	<p>The Awareness Taxonomy, represented by three main awareness dimensions: collaboration, workspace, and contextual;</p> <p>The definition of three additional dimensions: boundary, persona, and historical awareness;</p> <p>The establishment of the traceability between the main awareness categories and additional dimensions.</p>
Step 3. Establish an Awareness Assessment Model	<ol style="list-style-type: none"> 5. Design the Awareness Assessment Model Define the conceptual view: measurement items, response format, quality scales, and assessment planning protocol 6. Design the Awareness Assessment Process Define the structure of the process model, the phases, activities, and work products 	<p>GQM (Goal/Question/Metric) (BASILI; CALDIERA; ROMBACH, 1994)</p> <p>Questionnaire scale development (DEVELLIS, 2016)</p> <p>HCI guidelines (BARBOSA; SILVA, 2010; ROGERS; SHARP; PREECE, 2013)</p> <p>ISO/IEC 25040:2011 (ISO 2011)</p> <p>Item Response Theory (IRT) (BAKER, 2001; PASQUALI, 2020)</p>	
Step 4. Validate the Awareness Assessment Model	<ol style="list-style-type: none"> 7. Evaluate the usefulness of the model from experts' perspective 8. Conduct a large-scale model validation by a series of case studies Evaluates the proposed model regarding reliability, validity, and dimensionality 	<p>Expert panel (BEECHAM et al., 2005)</p> <p>Case studies (WOHLIN et al., 2012; YIN, 2017)</p> <p>Model reliability (DEMARS, 2010; DEVELLIS, 2016)</p> <p>+ IRT params + Cronbach's alpha coefficient (CRONBACH, 1951; DEMARS, 2010)</p> <p>Model dimensionality (WOHLIN et al., 2012; YIN, 2017)</p> <p>+ Exploratory Factor Analysis + Confirmatory Factor Analysis (HAIR et al., 2009; PASQUALI; PRIM, 2003; IZQUIERDO; OLEA; ABAD, 2014)</p>	<p>Final version of the Awareness Assessment Model</p> <p>Quality Scales of the Awareness Assessment Model</p> <p>Global Awareness Scale</p>

Figura 1. Visão geral da metodologia

Por fim, a etapa de validação do modelo foi realizada em duas etapas. Primeiro, para melhorar o modelo de avaliação proposto, os artefatos do modelo foram expostos à apreciação de especialistas por meio da abordagem de painel de especialistas (BEE-

CHAM et al., 2005). Neste cenário, procurou-se expor nossos artefatos da taxonomia e modelo de avaliação ao escrutínio de especialistas para coletar a validade de critério e conteúdo do modelo. A revisão analisa os aspectos de utilidade, nomeadamente, clareza, relevância, consistência e completude dos itens do instrumento de medição.

Após esse refinamento, iniciou-se o planejamento e a execução de um conjunto de estudos de caso (WOHLIN et al., 2012) por meio de uma avaliação em larga escala do nosso modelo de avaliação. Esta abordagem avalia a confiabilidade, validade e dimensionalidade do modelo proposto (TROCHIM; DONNELLY, 2001). Os dados foram reunidos como uma amostra única para análise de dados para cada estudo de caso. Em seguida, o modelo proposto foi avaliado quanto à confiabilidade e dimensionalidade. Considerou-se a consistência interna por meio do coeficiente alfa de Cronbach (CRONBACH, 1951) combinado com parâmetros da Teoria de Resposta ao Item (TRI) (PASQUALI; PRIMI, 2003; PASQUALI, 2020) para a medição da confiabilidade. A análise fatorial exploratória e a análise fatorial confirmatória foram aplicadas para testar a dimensionalidade (HAIR et al., 2009; PASQUALI; PRIMI, 2003; IZQUIERDO; OLEA; ABAD, 2014).

4. Modelo de avaliação da percepção

O Modelo de Avaliação da Percepção foi desenvolvido para avaliar sistemas colaborativos. O modelo mede a qualidade de um sistema colaborativo analisando as informações de percepção fornecidas pela aplicação. Considerando a percepção dos participantes como fonte de dados, este instrumento permite classificar o ambiente colaborativo sob o nível de suporte aos mecanismos de percepção e colaboração sob a perspectiva do usuário. Em nosso modelo de avaliação, assumimos as seguintes premissas:

- i) A percepção é uma compreensão individual de um determinado objeto ou estímulo ambiental. É o meio disponível para interagir entre si e envolve, do ponto de vista do participante, a representação (mecanismos ou elementos que fornecem aos participantes pistas sobre “o que está acontecendo”) e a compreensão ou consciência de algo;
- ii) A colaboração resulta da compreensão/consciência do participante. A percepção, neste ponto, permite aos indivíduos projetarem suas ações;
- iii) A percepção está intrinsecamente ligada às habilidades do participante em identificar, compreender ou projetar suas ações. Os indivíduos podem ter percepções diferente; da mesma forma, a compreensão do participante difere ao longo do tempo.

4.1. Visão geral do modelo

O modelo desenvolvido compreende o processo de Avaliação do suporte à percepção e uma visão conceitual. A documentação completa do modelo, contendo todos os artefatos do modelo e exemplos de utilização podem ser acessados no repositório Zenodo (MANTAU; BENITTI, 2023); O detalhamento do mapeamento sistemático e da taxonomia, estão disponíveis, respectivamente em (MANTAU; BENITTI, 2022a, 2022b); A especificação completa do processo de avaliação é apresentado em (MANTAU; BENITTI, 2023, 2024).

Nosso processo de avaliação é baseado em um conjunto de diretrizes de HCI (BARBOSA; SILVA, 2010; ROGERS; SHARP; PREECE, 2013) e é inspirado no processo de avaliação definido pela norma ISO/IEC 25040:2011 (STANDARDIZATION,

2011). O processo de avaliação consiste em três fases principais: planejamento, execução e reflexão. Esse processo é realizado pelo pesquisador/examinador, que avalia as interfaces colaborativas analisando as informações de percepção fornecidas pela aplicação. Este processo envolve a participação de uma amostra de usuários-alvo, na qual o ambiente é avaliado por meio de ferramentas de coleta e análise de dados.

A visão conceitual consiste em um *framework* composto por:

- i) Uma taxonomia de percepção, composta por três dimensões principais, suas respectivas categorias de design e respectivos elementos ou mecanismos de suporte;
- ii) Um protocolo de planejamento da avaliação, que representa um instrumento de planejamento e execução do processo de avaliação. Este artefato auxilia na definição dos objetivos da avaliação, fatores a serem medidos, dimensões de percepção, fases do ciclo de vida em que a avaliação será aplicada, e assim por diante;
- iii) Um conjunto de ferramentas de coleta e análise de dados, que engloba um conjunto de artefatos de apoio à condução da coleta e compilação dos dados obtidos pelas intervenções;
- iv) Um conjunto de medidas de avaliação e escalas de qualidade do suporte à percepção, desenvolvidas para analisar os resultados obtidos por meio de instrumentos de avaliação e classificar o ambiente colaborativo ao nível de qualidade por meio da percepção dos participantes.

5. Resultados

Do ponto de vista do levantamento do mapeamento sistemático da literatura, identificou-se um conjunto de 92 elementos de suporte à percepção, que foram organizados em 17 categorias de design e cinco dimensões principais de percepção: contextual, de colaboração, situacional, de espaço de trabalho e histórica. O conjunto de elementos de suporte foram traduzidos em relação à classificação consolidada do *framework 5W+1H*.

Segundo, com base nos resultados do mapeamento sistemático, elaborou-se uma taxonomia de percepção que contempla elementos de suporte e aspectos de colaboração necessários para o trabalho cooperativo. Como resultado, construiu-se uma taxonomia multidimensional representada em três dimensões principais, nomeadamente, colaboração, espaço de trabalho e contextual, abrangendo 75 mecanismos de suporte descritos na literatura.

Terceiro, foi apresentado um novo método de avaliação do suporte à percepção centrado na perspectiva do participante, o qual incorpora um instrumento de medição baseado na Teoria de Resposta ao Item (PASQUALI; PRIMI, 2003; PASQUALI, 2020). A metodologia adotada permitiu construir e interpretar uma escala de qualidade para avaliar o nível de suporte à percepção considerando os 75 itens de avaliação identificados. Consequentemente, nós acreditamos que os aspectos essenciais do processo de colaboração são fornecidos mediante um suporte adequado. As correlações entre os elementos de design e o suporte à percepção fornecido foram definidas consoante à teoria e prática. Ainda, para utilizar adequadamente o método de avaliação proposto, foi projetado um processo de avaliação inspirado nas diretrizes de IHC e nas recomendações para avaliação da qualidade de produtos de software da norma ISO/IEC 25040:2011. Dessa forma, uma abordagem adaptativa foi desenhada, onde o examinador pode aplicar o modelo de avaliação

completo ou selecionar as respectivas categorias de design e elementos de avaliação de interesse, ajustando assim os artefatos de coleta e análise de dados. Com a TRI é possível incluir novos itens na mesma escala de mensuração, como demográficos, usabilidade e UX, aumentando o potencial de avaliação.

O modelo de avaliação foi validado a partir das perspectivas do painel de especialistas e de estudos de caso. Primeiro, para melhorar o modelo proposto, expôs-se os artefatos do modelo à apreciação de especialistas por meio da abordagem de painel de especialistas (BEECHAM et al., 2005). Nesta etapa, os artefatos do modelo foram apresentados ao escrutínio de seis especialistas em IHC e sistemas colaborativos para avaliar o modelo face a validade de critério e de conteúdo, onde foram analisados aspectos de utilidade (*usefulness*) dos itens do instrumento de medição (clareza, relevância, consistência e completude). Os resultados sugerem que o modelo contempla os critérios desejados, dentre os quais, a aplicabilidade prática e a clareza nas definições dos artefatos do modelo e sua estrutura. Evidências indicam que os artefatos do modelo de avaliação (questões ou itens) são representativos, claros e relevantes, permitindo sua adoção em diversas situações; portanto, o modelo possui validade de conteúdo.

Após esse refinamento, iniciou-se o planejamento e a execução de três estudos de caso (WOHLIN et al., 2012; YIN, 2009) por meio de uma avaliação em larga escala do modelo de avaliação para avaliar a confiabilidade do modelo e a validade do construto (TROCHIM; DONNELLY, 2001; DEVELLIS, 2016). Obteve-se a participação voluntária de 820 participantes, dentre os quais, 149 no primeiro estudo de caso, 422 no segundo e 249 no último.

O primeiro cenário de estudo de caso foi desenhado para refinar o modelo e ajustar/adequar os artefatos. Neste cenário, avaliou-se os aspectos de colaboração proporcionados por um único ambiente colaborativo, considerando uma pequena amostra de participantes. Como resultado, foram encontrados indicadores adequados sob a perspectiva dos dados demográficos e da parametrização da TRI. Os resultados desta etapa de avaliação foram positivos. A escala de qualidade de percepção foi estabelecida segundo a TRI (PASQUALI; PRIMI, 2003; PASQUALI, 2020) e considerando a capacidade dos participantes de identificar informações de percepção; logo, pontuações mais altas indicam que os ambientes avaliados suportam facilmente mecanismos de percepção, enquanto os participantes com pontuações de habilidade mais baixas apresentam dificuldades em identificar mecanismos de percepção existentes.

No segundo cenário de estudo de caso avaliou-se um conjunto de aplicações colaborativas para possibilitar a extração de resultados para cada um dos ambientes avaliados e assim verificar o comportamento do modelo de avaliação em cada um. Os resultados da avaliação da videoconferência foram positivos, e os ambientes mais familiares, sob o ponto de vista dos participantes, apresentaram o melhor desempenho. Neste cenário, as escalas de qualidade da percepção foram estabelecidas considerando a capacidade dos participantes em identificar informações de suporte. Na escala desenvolvida, pontuações mais altas indicam que os ambientes avaliados suportam facilmente mecanismos de percepção, isto é, participantes com pontuações de habilidade mais altas podem identificar adequadamente os mecanismos de percepção existentes. Neste cenário, foi aplicada a análise fatorial exploratória (do inglês, EFA) e a análise fatorial confirmatória (do inglês, CFA) para testar a dimensionalidade do modelo. Os resultados da EFA indi-

caram forte tendência ao modelo unidimensional (critério de raiz latente) (HAIR et al., 2009), legitimando a correlação entre os itens de avaliação e o traço latente observado. Os resultados da CFA demonstram a validade de constructo do modelo: todos os fatores apresentaram confiabilidade composta (*composite reliability*) e cargas fatoriais adequadas (TAVAKOL; WETZEL, 2020; PASQUALI; PRIMI, 2003).

No terceiro cenário, os artefatos do modelo de avaliação foram apresentados à apreciação de diferentes examinadores para verificar a adequação do processo, suas atividades e artefatos relacionados. Este cenário envolveu a participação de 25 examinadores, divididos em 7 grupos de avaliação. Os resultados da avaliação de utilidade (*usefulness*) mostrou que, do ponto de vista do propósito (*purposefull*) e da determinação inequívoca (*unambiguous determination*), o modelo apresentou bons resultados: identificou-se considerável clareza e consistência nos artefatos e atividades de avaliação, permitindo sua aplicação sem maiores dificuldades pelos examinadores mesmo aqueles pouco familiarizados com a abordagem. Na perspectiva de aplicabilidade do modelo, que considera autenticidade, generalidade, usabilidade e completude, os examinadores demonstraram boa operabilidade em aplicar o modelo de referência, embora tenham sido supervisionados durante todo o processo. Quanto à completude, os examinadores indicaram que a representação contém todas as afirmações sobre o domínio, de forma correta e relevante.

Por fim, com base no compilado das 820 observações obtidas nos três cenários de avaliação, construiu-se uma escala global da percepção. Esta escala assume as estimativa das habilidades dos participantes e dos parâmetros dos itens como uma estratégia de equalização, conforme preconizado no método de estimativa multi-grupo (*IRT multi-group estimation method*) (CHALMERS, 2012). Nesta abordagem, a calibração foi realizada por análise de máxima verossimilhança para dados politômicos (escala gradual de Samejima) (SAMEJIMA, 1969), usando a abordagem do algoritmo Metropolis-Hastings Robbins-Monro (MHRM) (CAI, 2010). Como resultado, a validação da escala global foi positiva, considerando as perspectivas de consistência interna, confiabilidade e dimensionalidade (EFA e CFA). Em síntese, a análise fatorial exploratória (do inglês, EFA) indicou forte tendência ao modelo unidimensional (critério da raiz latente) (HAIR et al., 2009), legitimando a correlação entre os itens de avaliação e o traço latente observado; os resultados da análise fatorial confirmatória (do inglês, CFA) demonstram a validade de constructo do modelo (FORNELL; LARCKER, 1981; HAIR et al., 2009; TAVAKOL; WETZEL, 2020).

6. Considerações finais

Acredita-se que a percepção está intrinsecamente relacionada às habilidades dos participantes para identificar, compreender e projetar suas ações. Assim, avaliar adequadamente o suporte de um ambiente colaborativo torna-se possível se considerarmos os elementos de suporte na perspectiva do participante. Assumindo um ambiente colaborativo plural, onde diferentes participantes com diferentes competências, conhecimentos e sabedoria se encontram e interagem, o modelo de avaliação do suporte à percepção desenvolvido constrói uma representação destes perfis existentes através de um amplo espectro de capacidades individuais.

A complexidade que envolve o conceito de percepção no contexto de aplicações colaborativas somada à necessidade de fornecer suporte à compreensão/consciência do

participante sobre os conceitos de percepção, isto é, estar ciente do “que está acontecendo” no ambiente compartilhado, torna a construção de uma escala de apoio à percepção complexa. Embora altamente benéfico para a construção do modelo e da escala de apoio à percepção, o uso da TRI exige que o pesquisador tenha conhecimento aprofundado do tema, que é altamente complexo. O software utilizado na TRI requer conhecimentos e habilidades específicas para sua utilização e para a interpretação dos resultados gerados.

A metodologia permitiu construir e interpretar uma escala de qualidade para avaliar o suporte à percepção na perspectiva do participante. Os cenários avaliados corroboram a validade do modelo. Primeiro, os resultados do painel de especialistas sugerem que o modelo possui validade de conteúdo. Segundo, os cenários de estudo de caso demonstraram: *i*) indicadores adequados do ponto de vista dos dados demográficos e da parametrização da TRI; *ii*) a aplicabilidade da escala de consciência na perspectiva do participante; e *iii*) a replicabilidade do modelo para diferentes cenários e contextos.

6.1. Contribuições

Podemos destacar as potenciais contribuições resultantes deste estudo:

- i) O estabelecimento de uma taxonomia de percepção que permite às aplicações alcançar, através da sua disponibilização adequada, os aspectos de colaboração necessários ao trabalho colaborativo;
- ii) A elaboração de um modelo de avaliação de percepção para avaliar aplicações colaborativas que ajude a selecionar quais aspectos de percepção são relevantes para avaliação de sistemas colaborativos e como acessá-los;
- iii) A elaboração de uma escala de consciência global que, com base nos pressupostos da TRI (HOLLAND; DORANS; PETERSEN, 2006), permita a comparação dos resultados de diferentes avaliações utilizando a escala global gerada;
- vi) A elaboração de um repositório de avaliação de percepção contendo um conjunto completo de artefatos de avaliação necessários para orientar os examinadores durante o processo de avaliação, desde instrumentos de coleta de dados, ferramentas de análise e construção e interpretação de escalas de percepção.

6.2. Limitações

Esta pesquisa assume a **transferibilidade** da taxonomia de percepção e a **generalização** do modelo de avaliação. A transferibilidade significa que o conhecimento gerado pela investigação não é generalizado; só é transferido para um contexto semelhante (transferindo conhecimento gerado de um contexto emissor para um contexto receptor) (POLIT; BECK, 2010). Assim, o leitor deve identificar o quanto o conhecimento se aplica a outro problema. Generalização é o grau em que os resultados podem ser aplicados a um contexto mais amplo. Os resultados da investigação são considerados generalizáveis quando as conclusões podem ser aplicadas à maioria dos contextos, à maioria das pessoas, na maior parte do tempo (POLIT; BECK, 2010).

O modelo de avaliação foi desenvolvido com base na TRI, resultando numa abordagem de avaliação adaptativa/flexível; assim, novos itens de avaliação (ou seja, mecanismos de percepção ou outros aspectos de IHC podem ser incluídos no modelo). É imprescindível observar que o modelo deve ser calibrado para os itens desejados sempre que novos itens forem incorporados. Além disso, a etapa de calibração do modelo TRI pode ser relativamente complexa se o examinador tiver conhecimento estatístico insuficiente.

Referências

- BARBOSA, S.; SILVA, B. *Interação humano-computador*. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier Brasil, 2010.
- BEECHAM, S. et al. Using an expert panel to validate a requirements process improvement model. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 76, n. 3, p. 251–275, 2005.
- BICHLER, M. Design science in information systems research. *Wirtschaftsinformatik*, Springer, v. 48, n. 2, p. 133–135, 2006.
- BRAVO, C. et al. Modeling awareness requirements in groupware: From cards to diagrams. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), p. 1–12, 2023. ISSN 2168-2305.
- CAI, L. Metropolis-hastings robbins-monro algorithm for confirmatory item factor analysis. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, American Educational Research Association (AERA), v. 35, n. 3, p. 307–335, 6 2010. ISSN 1935-1054.
- CHALMERS, R. P. mirt: A multidimensional item response theory package for the environment. *Journal of Statistical Software*, Foundation for Open Access Statistics, v. 48, n. 6, 2012. ISSN 1548-7660.
- COLLAZOS, C. A. et al. Descriptive theory of awareness for groupware development. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, v. 10, n. 12, p. 4789–4818, 2019. ISSN 1868-5137.
- CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, Springer, v. 16, n. 3, p. 297–334, 1951.
- DEVELLIS, R. F. *Scale development: Theory and applications*. 4th. ed. London, UK: Sage Publications, Inc, 2016. v. 26. (Applied Social Research Methods 26, v. 26). ISBN 9781506341569.
- DOURISH, P.; BELLOTTI, V. Awareness and coordination in shared workspaces. In: *Proceedings of the 1992 ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 1992. (CSCW '92), p. 107–114. ISBN 0897915429.
- ELLIS, C.; GIBBS, S.; REIN, G. Groupware some issues and experiences. *Communications of the ACM*, ACM New York, NY, USA, v. 34, n. 1, p. 38–58, 1991. ISSN 0001-0782.
- FORNELL, C.; LARCKER, D. F. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of marketing research*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 18, n. 1, p. 39–50, 1981.
- GALLARDO, J.; BRAVO, C.; MOLINA, A. I. A framework for the descriptive specification of awareness support in multimodal user interfaces for collaborative activities. *Journal on Multimodal User Interfaces*, v. 12, n. 2, p. 145–159, 2018. ISSN 1783-7677.
- GEORGE, J. F. Groupware. In: BIDGOLI, H. (Ed.). *Encyclopedia of Information Systems*. New York, NY, USA: Elsevier, 2003. p. 509–518. ISBN 978-0-12-227240-0.

- GROSS, T. Supporting effortless coordination: 25 years of awareness research. *Computer Supported Cooperative Work*, v. 22, n. 4-6, p. 425–474, 2013. ISSN 0925-9724.
- HAIR, J. F. et al. *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre, RS, BR: Bookman editora, 2009.
- HOLLAND, P. W.; DORANS, N. J.; PETERSEN, N. S. 6 equating test scores. In: RAO, C.; SINHARAY, S. (Ed.). *Psychometrics*. Princeton, NJ, USA: Elsevier, 2006, (Handbook of Statistics, v. 26). p. 169–203.
- IZQUIERDO, I.; OLEA, J.; ABAD, F. J. Exploratory factor analysis in validation studies: uses and recommendations. *Psicothema*, Spain, v. 26, n. 3, p. 395–400, 2014.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. University of Durham, Durham, UK, 2007.
- LOPEZ, G.; GUERRERO, L. A. Awareness supporting technologies used in collaborative systems: A systematic literature review. In: *Proceedings of the 2017 ACM conference on computer supported cooperative work and social computing*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017. (CSCW '17), p. 808–820. ISBN 9781450343350.
- MANTAU, M. J.; BENITTI, F. B. The awareness assessment model: measuring the awareness and collaboration support over the participant's perspective. In: *Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos*. [S.l.]: SBC, 2023. p. 30–43.
- MANTAU, M. J.; BENITTI, F. B. V. Awareness support in collaborative system: Reviewing last 10 years of cscw research. In: *2022 IEEE 25th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*. Hangzhou, China: IEEE, 2022. p. 564–569.
- MANTAU, M. J.; BENITTI, F. B. V. Towards an awareness taxonomy. In: *2022 IEEE 25th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*. Hangzhou, China: IEEE, 2022. p. 495–500.
- MANTAU, M. J.; BENITTI, F. B. V. The awareness assessment model repository. In: . DOI: 10.5281/zenodo.8298950: Zenodo, 2023.
- MANTAU, M. J.; BENITTI, F. B. V. The awareness assessment model: measuring awareness and collaboration support over participant's perspective. *Universal Access in the Information Society*, Springer Science and Business Media LLC, mar. 2024. ISSN 1615-5297. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10209-024-01110-5>.
- NICKERSON, R. C.; VARSHNEY, U.; MUNTERMANN, J. A method for taxonomy development and its application in information systems. *European Journal of Information Systems*, Springer, v. 22, n. 3, p. 336–359, 2013.
- PASQUALI, L. *TRI-Teoria de resposta ao item: Teoria, procedimentos e aplicaçoes*. Curitiba, PR, BR: Editora Appris, 2020.
- PASQUALI, L.; PRIMI, R. Fundamentos da teoria da resposta ao item: Tri. *Avaliação Psicológica: Interamerican Journal of Psychological Assessment*, Instituto Brasileiro de Avaliação Psicológica (IBAP), v. 2, n. 2, p. 99–110, 2003.
- PETTICREW, M.; ROBERTS, H. *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. Main Street, Malden, MA, USA: Blackwell Publishing Ltd, 2006.

POLIT, D. F.; BECK, C. T. Generalization in quantitative and qualitative research: Myths and strategies. *International Journal of Nursing Studies*, Elsevier BV, v. 47, n. 11, p. 1451–1458, 11 2010. ISSN 0020-7489.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. *Design de interação*. Porto Alegre, RS, BR: Bookman Editora, 2013.

SAMEJIMA, F. Estimation of latent ability using a response pattern of graded scores. *Psychometrika monograph supplement*, 1969.

SANTOS, N. S.; FERREIRA, L. S.; PRATES, R. O. An overview of evaluation methods for collaborative systems. In: *2012 Brazilian Symposium on Collaborative Systems*. São Paulo, SP, BR: IEEE, 2012.

STANDARDIZATION, I. O. for. *Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Evaluation process*. Geneva, CH, 2011. v. 1.

STEINMACHER, I.; CHAVES, A. P.; GEROSA, M. A. Awareness support in distributed software development: A systematic review and mapping of the literature. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, Kluwer Academic Publishers, USA, v. 22, n. 2-3, 2013. ISSN 0925-9724.

SZOPINSKI, D.; SCHOORMANN, T.; KUNDISCH, D. Because your taxonomy is worth it: towards a framework for taxonomy evaluation. In: *27th European Conference on Information Systems*. Stockholm University, Kista, Sweden: Association for Information Systems, 2019.

TAVAKOL, M.; WETZEL, A. Factor analysis: a means for theory and instrument development in support of construct validity. *Int J Med Educ*, England, UK, v. 11, p. 245–247, 11 2020.

TENENBERG, J.; ROTH, W.-M.; SOCHA, D. From i-awareness to we-awareness in cscw. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, v. 25, n. 4, p. 235–278, 10 2016. ISSN 1573-7551.

TROCHIM, W. M.; DONNELLY, J. P. *Research methods knowledge base*. New York, NY, USA: Atomic Dog Pub. Macmillan Publishing Company, 2001. v. 2.

USMAN, M. et al. Taxonomies in software engineering: A systematic mapping study and a revised taxonomy development method. *Information and Software Technology*, v. 85, p. 43–59, 2017. ISSN 0950-5849.

WOHLIN, C. et al. *Experimentation in software engineering: an introduction*. New York, NY, USA: Springer Science & Business Media, 2012.

YIN, R. K. *Case study research: Design and methods*. London, UK: Sage Publications, Inc, 2009. v. 5.