

Um Mapeamento Sistemático sobre Avaliação de Modelos Mentais e Conceituais de Interfaces Digitais

Rodrigo L. A. Almeida
Universidade Federal do Ceará
Brazil
rodrigoalmeida@great.ufc.br

Ticianne Darin
Universidade Federal do
Ceará
Brazil
ticianne@virtual.ufc.br

Windson Viana
Universidade Federal
do Ceará
Brazil
windson@virtual.ufc.br

Rossana M.C.
Andrade
Universidade Federal do
Ceará
Brazil
rossana@great.ufc.br

ABSTRACT

In interactive digital systems, the interface is the part that the user has the greatest contact. It is essential that the interface is according to the conceptual model of the system and the mental model of the user. If there is a significant difference between these models, this can result in usage problems that are beyond simple corrections in the interface. From this scenario, this study conducted a systematic mapping aiming to identify evaluation methodologies to verify the compliance between the conceptual model of the system and the mental model of the user through the interface. 26 studies involving research issues were identified. From these studies, the main technical and quality criteria for conformity assessment between the models were determined. The results show the evaluation methods used for compliance verification between the models are the methods of observation. Regarding the quality criteria, the most used is the usability. Finally, we discuss how the valuation techniques identified in the studies can be used to verify the compliance between the conceptual model, the mental model, and the interface.

RESUMO

Em sistemas digitais interativos, a interface constitui a parte com a qual o usuário mantém maior contato. É fundamental que a interface esteja em conformidade com o modelo conceitual do sistema e com o modelo mental do usuário. Se houver alguma forte divergência entre tais modelos, podem ocorrer problemas de uso que vão além de simples correções na interface. Partindo deste cenário, o presente estudo realizou um mapeamento sistemático com o objetivo de identificar metodologias de avaliação que verifiquem a conformidade do modelo conceitual do sistema com o modelo mental do usuário por meio da interface. Foram identificados 26 estudos que atenderam às questões de pesquisa e, a partir deles, foram identificadas as principais técnicas e critérios de qualidade para avaliação da conformidade entre os modelos. Os resultados mostram que os métodos de avaliação mais utilizados para verificação de conformidade entre os modelos são os métodos de observação. Por sua vez, o critério de qualidade mais usada é a usabilidade. Por fim, discutem-se como as técnicas de avaliação identificadas nos estudos podem ser utilizados para a verificação dos indícios de conformidade entre o modelo conceitual, o modelo mental e a interface.

Categories and Subject Descriptors

H.5.2 [Information Interfaces and Presentation (e.g., IHC)]: User Interfaces –evaluation/methodology, graphical user interfaces.

General Terms

Measurement, Design and Human Factors.

Keywords

Métodos de avaliação, Modelo Mental, Modelo Conceitual e *conceptual misfit*.

1. INTRODUÇÃO

A Engenharia Cognitiva [29] fornece as bases para o estudo, compreensão e aplicação das necessidades e capacidades humanas quanto ao desenvolvimento de artefatos computacionais, como a interface gráfica - porção do sistema com a qual o usuário mantém contato. É uma ciência cognitiva aplicada, que se propõe a entender os princípios fundamentais das ações humanas relevantes à engenharia do design, levando em consideração tanto o sistema quanto o usuário. A interação é analisada em termos de tarefas, cuja complexidade é dada pelo mapeamento entre variáveis psicológicas (metas e intenções do usuário) e variáveis físicas (elementos manipuláveis da interface). Se há discrepância de mapeamento entre estas variáveis, a tarefa se torna complexa, pois o mapeamento entre o modelo mental do usuário e o modelo conceitual do sistema está inconsistente.

Segundo a Teoria da Ação [29], parte componente da Engenharia Cognitiva, os estágios de percepção e execução do ser humano utilizam tanto representações físicas do sistema, quanto representações psicológicas, as quais são mediadas pelos mecanismos de entrada e saída do sistema. Dessa forma, a interface e a interação devem possuir um design apropriado e permitir que o usuário desenvolva aprendizado e adquira experiência, com o mínimo de esforço psicológico [36]. Para uma interação ideal, a imagem do sistema a qual é representada pela interface com o usuário, é projetada de forma a reproduzir completa e corretamente todos os conceitos do sistema (modelo conceitual), incentivando o usuário a desenvolver assim uma compreensão adequada da forma de manipulação da interface (modelo mental).

+ Bolsista da Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura (FCPC) em Projeto com a Lei de Informática (conforme as leis 8.248/91, 10.176/01, 11.077/04 e 13.023/14)

* Bolsista de Produtividade Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq - Nível 2

Se a reprodução da imagem do sistema não ocorre da forma esperada pelo usuário, o uso da interface pode vir a ser problemático. Uma interface mal projetada pode conduzir o usuário ao desenvolvimento de um modelo mental em desconformidade com o modelo conceitual pensado pelo designer. Se um modelo mental for desenvolvido de maneira errada, o usuário pode não conseguir entender a estrutura da interface e as atividades a serem desenvolvidas no sistema [41]. Assim, é importante que o designer atue no processo de desenvolvimento do sistema de forma a evitar a construção de modelos errôneos, contraditórios ou desnecessários pelos usuários [30].

Ao levarmos esse cenário para *softwares* de ensino aprendizagem, observamos que os problemas de interação na interface podem se tornar mais graves. O usuário, além de manipular a interface, precisa exercitar os conhecimentos fornecidos pelo *software*. Dessa forma, interfaces de *softwares* educacionais que não estão em conformidade com o modelo mental do usuário e conceitual do sistema, podem prejudicar de forma significativa o aprendizado dos usuários.

Dessa forma, para garantir uma boa experiência de uso de um sistema, os modelos do designer, do usuário e a interface devem estar em sincronia. Desse modo, é importante verificar se os modelos conceitual e mental possuem o comportamento desejado, conforme o funcionamento da interface. Tal análise é essencial para que o sistema cumpra de maneira adequada seu propósito, como a transmissão de conhecimento por meio de sistemas educacionais. Assim, a verificação da qualidade da interface pode ser realizada através de diversos métodos de avaliação em IHC, porém nem todos os métodos tem a capacidade de identificar adequadamente a correspondência do modelo mental e conceitual.

Assim, este trabalho busca identificar na literatura uma forma de avaliar a conformidade do modelo mental e conceitual por meio da avaliação da interface. Portanto, essa pesquisa tem como objetivos: (i) identificar os métodos de avaliação que verifiquem a correspondência do modelo mental do usuário com modelo conceitual da aplicação por meio da verificação da interface; e (ii) identificar os critérios que são utilizados para garantir a correspondência do modelo mental com o modelo conceitual.

Com o intuito de atingir os objetivos traçados foi utilizada a técnica de revisão da literatura denominada Mapeamento Sistemático [33]. Com essa abordagem, espera-se obter uma visão geral dos métodos de avaliação e dos critérios que melhor assegurem a correta integração entre os modelos e a interface. A partir desta visão, espera-se garantir, além de uma boa experiência de uso, que os usuários consigam assimilar as informações fornecidas pelo sistema da maneira mais adequada possível.

Este artigo está organizado da seguinte forma. Na próxima seção são expostos os problemas de conformidade entre os modelos conceitual e mental. Em seguida, é descrita a condução do Mapeamento Sistemático. Na seção seguinte é realizada a discussão dos resultados. Após a discussão dos resultados são listadas as ameaças à validade do estudo. Por fim, são descritas as conclusões obtidas e os trabalhos futuros.

2. CLASSIFICAÇÃO DE PROBLEMAS ENTRE MODELO MENTAL E CONCEITUAL

Os modelos mentais são considerados representações do mundo físico [19, 36, 44], construções que podem explicar o comportamento humano [21,47] e os mecanismos internos que permitem aos usuários entender, explicar, utilizar e prever os estados de sistemas [9, 15, 22, 37]. Portanto, para o desenvolvimento de modelos mentais corretos, é necessário que os elementos de uma interface explorem adequadamente os sentidos dos usuários, fornecendo informações suficientes para que o usuário seja capaz de compreendê-la e aprender a utilizá-la. Por outro lado, quem direciona a forma como o sistema funcionará é o modelo conceitual, que descreve o artefato de forma precisa, completa e consistente [30].

Se um modelo conceitual for mal construído ou erroneamente representado na interface, isso pode acarretar em problemas com o modelo mental do usuário [30]. Esse tipo de problema pode acontecer devido à inconformidade entre o modelo conceitual e o mental, sendo conhecido por *conceptual misfit* [2,14]. *Conceptual Misfit* é uma inconformidade entre a forma como o usuário pensa e a maneira como a representação do sistema funciona. Quando ocorre uma correta integração entre a representação do sistema e a forma como o usuário a interpreta, ocorre o *conceptual fit*.

O *conceptual misfit* pode ser organizado em dois tipos [5,13]: o *surface misfit* e o *structural misfit*. O *surface misfit* está relacionado aos conceitos que estão presentes no modelo mental do usuário, mas não devidamente representados no sistema. Por exemplo, o *surface misfit* de visibilidade está relacionado a quão facilmente visível e acessível um determinado elemento está para o usuário. Outro exemplo de *surface misfit* é a verificação de como os conceitos estão devidamente representados no sistema.

O *structural misfit* está relacionado a estrutura da informação e a forma como o usuário pode modificá-la. Um exemplo de *structural misfit* são as dependências ocultas [14] que ocorrem quando o sistema não deixa claras as dependências de atividades e ações. A viscosidade [13] é um *structural misfit* que ocorre quando o sistema é resistente a mudanças. Assim, para se realizar uma atividade, é necessário executar um grupo considerável de operações, tornando a atividade mais complexa do que realmente deveria ser.

Para análise do *conceptual misfit*, a identificação das entidades e dos atributos do sistema [8] se faz necessária. Entidades são conceitos da interface que podem ser criados ou excluídos, por exemplo, um aplicativo de agenda pessoal pode ter a entidade evento, que pode ser criada e excluída. Os atributos de um evento são o dia, o horário e o local. Eles podem guiar as ações que o usuário pode realizar. As entidades e os atributos influenciam e contribuem para a análise do *conceptual misfit*, auxiliando em sua identificação. É importante realizar a identificação das respectivas entidades e atributos presentes no modelo conceitual do designer e mental do usuário. A partir de tal identificação, é possível realizar uma verificação das inconformidades dos modelos. Após essa análise, é viável a realização dos devidos ajustes no sistema para que ocorra a conformidade na maneira de funcionamento.

3. METODOLOGIA

O mapeamento sistemático (MS) é uma metodologia que tem como objetivo principal prover uma visão geral de uma área de pesquisa, indicando a quantidade de trabalhos e descrevendo os resultados em forma de um mapa sistemático [33]. O MS realiza a identificação, avaliação e interpretação de todas as pesquisas disponíveis e relevantes para uma determinada questão de pesquisa, área de tópico, ou fenômeno de interesse [20]. O MS é um estudo secundário, que compila resultados de estudos empíricos (primários) para investigação de uma questão ou área de pesquisa específica, como ocorre em estudos de caso e experimentos controlados, por exemplo [20].

O MS é organizado em três fases: planejamento, execução e análise de resultados. Este mapeamento sistemático foi realizado no período de setembro de 2014 a abril de 2015. Na etapa de planejamento foi desenvolvido o protocolo de pesquisa composto de um conjunto de informações que auxilia o pesquisador na realização do mapeamento e na obtenção das respostas às questões de pesquisas. O protocolo de pesquisa foi elaborado por dois pesquisadores, contemplando os objetivos deste mapeamento: (i) identificar quais as metodologias de avaliação utilizadas para garantir a correspondência do modelo mental e conceitual por meio da interface; e (ii) detectar quais os critérios de qualidade, atrelados aos métodos, garantem a integração dos modelos e quando são aplicadas.

Após a análise dos objetivos, foram elaboradas quatro questões de pesquisa contemplando o escopo da pesquisa: QP1: Quais abordagens são utilizadas para avaliar se o modelo mental do usuário está de acordo com o modelo conceitual da interface de um sistema? QP2: Quais os critérios são utilizados nessas abordagens? QP3: Quando ocorre a avaliação da interface na verificação dos modelos de design e do usuário? QP4: Qual porção da interface normalmente é a mais analisada ao avaliar o modelo conceitual e o mental?

Na fase de execução do mapeamento sistemático foi elaborada e testada uma *string* de busca, que traduz os dois objetivos do mapeamento. A *string* de busca com os operadores lógicos é ("*approach*" AND "*evaluation*") AND ("*mental model*" AND "*user interface*" AND "*conceptual model*") Contudo, foi observado que o termo "*approach*" poderia restringir o alcance de trabalhos, a *string* foi ajustada e os estudos colhidos novamente com a *string*: ("*evaluation*") AND ("*mental model*" AND "*user interface*" AND "*conceptual model*").

Essas *strings* foram aplicadas nas seguintes bases de indexação *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore*, *Scopus*, *Science Direct* e *SpringerLink*. As bases foram selecionadas por trazer os trabalhos mais relevantes da área central do mapeamento, a IHC.

Para a seleção dos artigos a serem analisados, 13 critérios foram utilizados, sendo cinco de inclusão e oito de exclusão. Os critérios foram elaborados alinhados aos objetivos do mapeamento. As duas *strings* capturaram um total de 1.303 estudos nas bases de indexação com o acréscimo de um estudo, indicado por um especialista de IHC, inserido manualmente.

Deste modo, como exposto na Figura 1, um total de 1.304 artigos foi capturado na busca, sendo que 96 trabalhos pertenciam a ACM (7%), 177 ao IEEE (14%), 165 a Scopus (13%), 651 ao *Science Direct* (50%), 214 a Springer (16%) e o artigo que foi inserido

manualmente, o qual não chegou a expressar uma porcentagem significativa (0,08%).

Dos 1.304 artigos inicialmente obtidos, 596 (46%) foram excluídos pela primeira etapa de filtragem que consistia na exclusão dos artigos duplicados. Dessa forma, 708 (54%) passaram para a segunda etapa de filtragem que consistia na aplicação dos critérios de inclusão e exclusão na leitura dos resumos e títulos.

Os critérios de inclusão utilizados foram:

- i. Apresenta Avaliação de modelos mentais;
- ii. Apresenta Avaliação de modelos conceituais;
- iii. Estudo realiza avaliação de características de modelos mentais;
- iv. Estudo realiza avaliação de características de modelos conceituais;
- v. Estudo aborda avaliação na óptica da engenharia cognitiva.

Já os critérios de exclusão foram:

- i. O estudo aborda avaliação de modelos mentais ou/e conceituais NÃO relacionados à interface de usuário;
- ii. O estudo não aborda avaliação do modelo mental, nem do modelo conceitual;
- iii. Trabalho é um estudo secundário;
- iv. O estudo não está em inglês ou português;
- v. O estudo não está disponível na internet;
- vi. O estudo é duplicado, ou seja, já foi avaliado anteriormente;
- vii. O estudo não é capítulo de livro ou artigo completo;
- viii. O estudo aborda um modelo de criação de modelo conceitual e/ou mental para o desenvolvimento de algum artefato.

Dos 708 artigos analisados na segunda filtragem, 629 (89%) foram rejeitados e 79 (11%) aceitos. Estes passaram para a terceira etapa de filtragem que consistia na aplicação dos critérios de inclusão e exclusão após a leitura do texto completo dos artigos. Nesta fase foram rejeitados 48 (61%) e identificados cinco artigos duplicados (6%) que passaram despercebidos no primeiro filtro do estudo. Ao todo, 26 artigos passaram para a fase seguinte que consistiu na extração dos dados para a identificação das respostas às questões de pesquisa. A extração de dados foi realizada por meio de um questionário de extração. O questionário era composto pelas questões de pesquisa e onde foram organizados os dados para consolidação dos resultados. Dos 26 trabalhos aceitos [1,3,6,7,10,11,12,16,17,18,23,24,25,26,31,32, 34,37,38,39, 40,42,43,45,48,49], 2 foram obtidos da ACM, 3 da Springer, 6 da IEEE, 3 da Scopus, 10 da Science Direct e 1 foi adicionado manualmente.

O principal critério de exclusão em que os artigos se encaixaram foram que tratavam de modelos conceituais ou mentais para o desenvolvimento de um produto, sendo desconsiderada a avaliação da conformidade entre os modelos (68%). Tal critério foi necessário, pois uma parte dos estudos capturados utilizava os conceitos de modelo conceitual e mental para fundamentar a base teórica do estudo. Porém, o estudo não realizava a avaliação dos modelos. Outro critério de exclusão recorrente foi à avaliação de modelos não relacionados à interface do usuário (44%).

Ainda na fase de análise dos resultados, após a seleção dos trabalhos, foram coletadas as informações relevantes para responder as questões de pesquisa. Os dados extraídos estavam relacionados aos métodos de avaliação; sua descrição; os critérios de qualidade considerados na avaliação; em quais elementos da interface se centraram as análises; em qual momento do processo de desenvolvimento foi realizado o procedimento; a quantidade dos usuários que participaram da avaliação; a descrição do sistema avaliado; o contexto de uso; e os dispositivos de interação. Tais informações foram coletadas através da leitura completa dos trabalhos selecionados. Após a leitura dos artigos, todas as questões do questionário de extração eram preenchidas com as informações fornecidas pelo artigo. Ao final da leitura de todos os artigos selecionados, os dados do questionário foram consolidados. Este procedimento foi realizado por um avaliador e verificado por outros dois avaliadores ao realizar a consolidação dos resultados. O perfil dos avaliadores era composto por um especialista na área de IHC e experiente em mapeamento sistemático, um avaliador com perfil intermediário em IHC e outro experiente em revisão sistemática com nível básico em IHC.

Dentre os 26 trabalhos analisados, 73% focavam na avaliação do modelo mental e conceitual; enquanto 19% propunham avaliações do modelo mental somente, e outros 8% avaliavam apenas o modelo conceitual. Apesar de alguns estudos terem em foco a avaliação somente de um dos modelos, os dois modelos eram de alguma forma considerados nas verificações, motivo pelo qual foram incluídos nos estudos.

4. RESULTADOS

4.1 Visão Geral

Uma prática comum identificada nos estudos que avaliavam a conformidade entre o modelo mental e o modelo conceitual era a realização de ajustes na interface, para a correta interação entre os dois modelos. O domínio dos sistemas avaliados também foi bem diversificado, porém o tipo de sistema mais avaliado era do domínio da educação (32%). Na Figura 1 são apresentados os domínios dos sistemas avaliados.

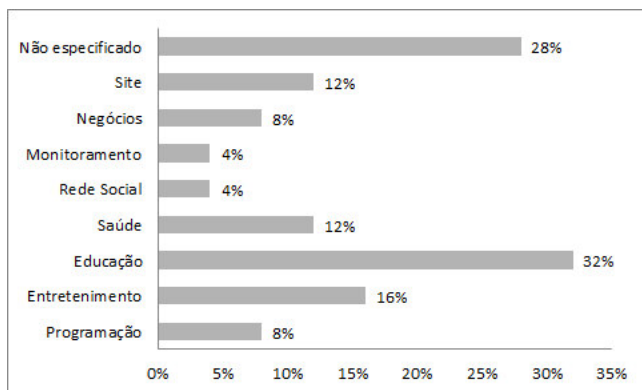


Figura 1 – Domínio dos sistemas

Os domínios influenciam diretamente o modelo mental do usuário, pois dependendo do tipo de sistema, o usuário deverá ter domínio sobre o assunto para manipulá-lo adequadamente. Quanto ao paradigma de interação dos sistemas avaliados 81% eram sensíveis ao contexto, enquanto 19% eram móveis. Isso é um dado

importante, pois tais avaliações não apresentaram uma faixa equilibrada entre os dois paradigmas encontrados.

Os resultados de cada questão de pesquisa e o Mapa Sistemático são apresentados nas sub-seções a seguir.

4.2 QP1 – Quais abordagens são utilizadas para avaliar se o modelo mental do usuário está de acordo com o modelo conceitual da interface de um sistema?

Dos estudos identificados foram extraídos os métodos de avaliação que realizavam a análise da conformidade do modelo de design e do usuário. Os métodos se propunham a realizar a avaliação do *conceptual misfit* do modelo do designer, por meio de sua interação com a interface e o modelo mental do usuário. A combinação de métodos de natureza diferente promoveu a consolidação de resultados mais vantajosos e seguros. Assim, um método de investigação tem a natureza de buscar informações por meio da opinião do usuário acerca do determinado uso de um sistema. A natureza dos métodos de observação já busca verificar através da observância da experiência real do usuário, por outro lado a natureza dos métodos de inspeção busca através do auxílio de especialistas em IHC em analisar se as condições do sistema estão adequadas para proporcionar o usuário uma boa experiência de uso. Assim, os métodos utilizados foram: observação, inspeção e investigação. Houve trabalhos que combinaram métodos de diferentes naturezas para a obtenção de uma melhor resposta na análise dos modelos [10, 39, 43]. Por exemplo, ocorreu de estudos combinarem questionário e avaliação de desempenho [16,40]. A Figura 2 apresenta a ocorrência dos métodos de avaliação nos trabalhos analisados.

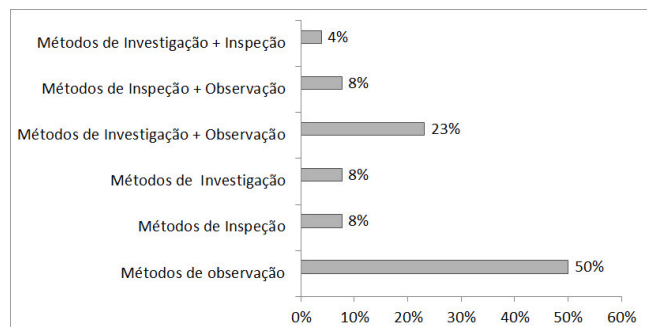


Figura 2 - Tipos de métodos de avaliação.

As metodologias mais recorrentes foram métodos de observação (50%), investigação (8%) e inspeção (8%) para a verificação da conformidade entre os modelos. O tipo de combinação de métodos com maior ocorrência foi de métodos de investigação e de observação (23%). Na Tabela 1 são apresentados os métodos de avaliação encontrados nos estudos de acordo com sua natureza.

Tabela 1 - Métodos de avaliação.

Tipo do Método	Exemplos dos métodos
Método por observação [1,10,12,17,23,26,31,32,34,37,38,45]	Avaliação de desempenho, <i>Thinking Aloud</i> [28], teste de usabilidade e simulação.
Método por Inspeção [26,49]	Percurso Cognitivo [46]
Método por Investigação [7,11]	Questionário
Método por Investigação + Observação [6,16,24,39,40,49]	Questionário, entrevista, avaliação de desempenho do usuário, protótipo em papel e classificação de cartões
Método por Inspeção + Observação [3,42]	Percurso Cognitivo, teste de usabilidade, <i>Thinking Aloud</i> e CASSM [5]
Método por Investigação + Inspeção [43]	Entrevista e Inspeção da interface com <i>checklist</i> específico baseado na teoria da ação [43]

Os métodos de investigação normalmente são executados em conjunto com os métodos de observação. Porém, os resultados da pesquisa deste mapeamento indicam que os métodos de investigação foram conduzidos de uma forma distinta. Os questionários ou entrevistas se basearam em teorias ou embasamentos específicos para sua aplicação, se desassociando do caráter em que comumente são aplicados em teste de usabilidade, por exemplo [24]. Dessa forma, os métodos de investigação adquiriram relevância de um método de avaliação distinto dentro das metodologias identificadas.

Outro destaque foi à presença de métodos de inspeção dentre os estudos identificados nesta pesquisa, esses métodos não eram esperados devido a não participação efetiva dos usuários. A ausência da participação efetiva dos usuários pode ocasionar uma dificuldade ao se avaliar o modelo mental. Porém, nos trabalhos identificados, foi percebido que os estudos obtiveram informações prévias sobre os usuários para a execução da técnica [5, 42]. Essas informações eram úteis principalmente para a aplicação de técnicas como o Percurso Cognitivo [46] e o *Concept-based Analysis of Surface and Structural Misfits* (CASSM) [3,5]. Por exemplo, o CASSM é um método de inspeção, que precisou da aplicação prévia de um método de observação, para analisar o comportamento do usuário perante o sistema. Somente após a obtenção dos dados, foi realizada a aplicação da técnica de inspeção em si.

Os métodos apresentados na Tabela 1 propuseram verificar a transparência do modelo conceitual e mental por meio da avaliação da interface. Estes métodos, podem se adequar a contextos heterogêneos de desenvolvimento e orçamento, visando assegurar a qualidade do uso do artefato, tanto para desenvolvedores como para usuários.

4.3 QP2 - Quais critérios de qualidade são utilizados nessas abordagens?

Todos os estudos apresentaram a usabilidade como critério de qualidade para a verificação do *conceptual misfit* entre o modelo conceitual e mental. A usabilidade foi considerada o principal critério para a verificação da conformidade do modelo mental e conceitual. Dessa forma, alguns estudos trabalharam a usabilidade como único critério de qualidade [6,32]. Em outros estudos, a usabilidade foi trabalhada com o enfoque em algum fator específico [1,39]. Dessa forma, os fatores da usabilidade são descritos por Nielsen [27] sendo eles: facilidade de recordação, facilidade de aprendizado, satisfação, segurança no uso e eficiência. A eficácia também apareceu, mesmo sendo um fator de usabilidade não descrito por Nielsen. A eficácia está relacionada ao esforço realizado pelos usuários para alcançar um objetivo. Na Figura 3 são expostos os critérios de qualidade da usabilidade e suas incidências.

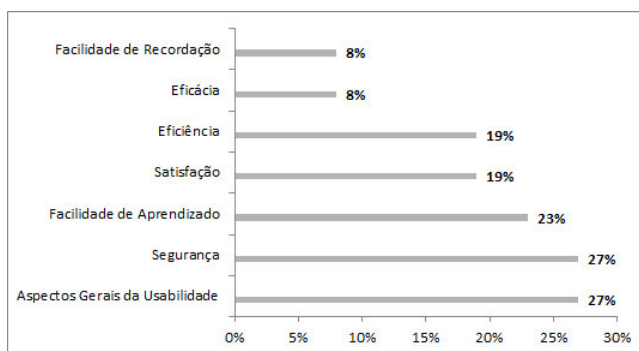


Figura 3 – Critérios de Qualidade.

Na Figura 3 observamos que todos os fatores de usabilidade apareceram e receberam o enfoque específico de algum estudo selecionado. A avaliação dos aspectos gerais da usabilidade (27%) apareceu como critério de qualidade, de forma a realizar uma análise mais geral da transparência entre os modelos [32,38]. A segurança (27%) recebeu a mesma quantidade de estudos que os aspectos gerais da usabilidade. Outro fator de usabilidade recorrente ao avaliar a conformidade entre o modelo mental e conceitual é a facilidade de aprendizado (23%). Todos os fatores de usabilidade se relacionam com o modelo mental e conceitual. Tal relacionamento possibilita a análise da conformidade dos modelos através do uso de critérios da usabilidade. Dessa maneira, como visto nos estudos, as avaliações verificaram a conformidade dos modelos pela análise dos aspectos gerais ou com o foco em algum atributo específico da usabilidade. Na Tabela 2 são apresentados os estudos e quais critérios foram considerados por cada estudo.

Tabela 2 - Critérios de qualidade e estudos.

Critérios de Qualidade	Estudos
Aspectos gerais de usabilidade	[3,6,12, 32,38,40,42]
Facilidade de aprendizado	[1, 10,16, 18, 26,48]
Facilidade de recordação	[11, 16]
Segurança	[24, 25, 26, 37, 39,45, 49]
Eficiência	[11, 23, 24, 31, 43]
Eficácia	[31, 43]
Satisfação	[7,17, 23,24, 34]

Através dos métodos identificados, foi possível observar quais critérios de qualidade podem ser cobertos pela natureza dos métodos de avaliação. Tais técnicas demonstram poder avaliar aspectos gerais e específicos da usabilidade, dependendo dos objetivos traçados na avaliação. Na Tabela 3 são apresentados os tipos de métodos de avaliação e quais critérios de qualidade podem ser identificados a partir de determinado método.

Tabela 3 - Métodos de avaliação e Critérios de qualidade.

Tipos de método	Critérios de Qualidade
Observação	Aspectos gerais de usabilidade, eficiência, eficácia, facilidade de aprendizado, facilidade de recordação, satisfação e segurança
Inspeção	Aspectos gerais de usabilidade, facilidade de aprendizado e segurança
Investigação	Eficiência, facilidade de recordação e satisfação
Investigação + Observação	Aspectos gerais de usabilidade, eficiência, facilidade de aprendizado, facilidade de recordação, satisfação e segurança
Inspeção + Observação	Aspectos gerais de usabilidade
Investigação + Inspeção	Eficiência e eficácia

4.4 QP3 - Quando ocorre a avaliação da interface na verificação dos modelos do design e do usuário ?

Quanto ao momento em que a avaliação é realizada, 80% dos trabalhos realizou a avaliação em um estágio final do desenvolvimento [7, 37] ou com um produto já finalizado, enquanto 20% aplicou a avaliação durante os estágios iniciais do desenvolvimento [18,38] da interface. As avaliações que ocorreram em estágios avançados de desenvolvimento aconteceram com interfaces mais consolidadas, com um tempo de uso ou com o

escopo de desenvolvimento concluído, testando elementos como a correteza da metáfora na interface [39] ou se os ícones da interface são adequadamente compreendidos pelos usuários [11]. Por exemplo, no estudo desenvolvido por [11] são avaliadas as metáforas do ambiente virtual de aprendizagem Moodle para algumas atividades.

4.5 QP4 - Qual porção da interface normalmente é a mais analisada ao avaliar o modelo conceitual e mental?

A maioria das verificações focaram na análise das funcionalidades (81%), pois normalmente era acompanhada da análise das atividades do sistema, como sua estrutura, apresentação e complexidade. A interação (46%) também foi foco das avaliações, pois era utilizada como critério de qualidade. Na Figura 4, observamos os focos da avaliação.

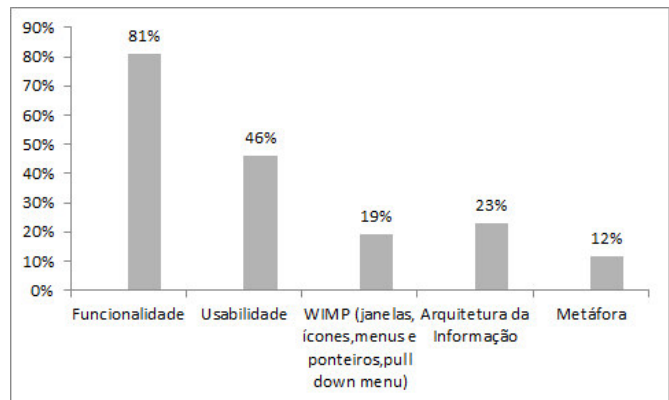


Figura 4 – Foco das avaliações.

Na Figura 4, observamos que outros elementos são essenciais para a verificação almejada. A arquitetura da informação (23%) [12, 49], as metáforas (12%) [11, 39] e o WIMP (19%) [1,7], que compreende um grupo de elementos da interface composto por janelas, ícones, menus, ponteiros e pull down menu, também foram focos da avaliação de alguns estudos. Dessa maneira, observamos que a análise centrada principalmente na funcionalidade e interação da interface revela a preocupação de uma verificação mais completa possível da integridade dos modelos. Essa preocupação ocorre pelo fato do modelo conceitual orientar o funcionamento do sistema e à resposta do usuário a essa organização. As interações traduzem a forma como foi organizada uma atividade, verificando a adequação delas em contato com o usuário.

Outros focos de análise, que podem se concentrar as avaliações são as metáforas, WIMP e arquitetura do sistema, que se conectam diretamente às funcionalidades e à interação do sistema.

4.6 Mapa Sistemático sobre métodos de avaliação e criterios de qualidade

Para a elaboração do Mapa sistemático, foram cruzados os dados da QP1 e QP2, pela verificação da ocorrência das abordagens de avaliação com a incidência dos critérios de qualidade. A QP1 e a QP2 são as questões que diretamente se relacionam com os objetivos deste trabalho. Dessa forma, somente elas foram consideradas para a elaboração do Mapa sistemático. A Figura 5 mostra o Mapa sistemático. Pela Figura 5 observamos que dentre os métodos de avaliação, os métodos de observação (50%) se

demonstraram mais indicadas para a avaliação, devido a preferência nos estudos e os critérios de qualidade que engloba [10, 37]. Além disso, os métodos de inspeção são os menos utilizados para a avaliação dos modelos [25, 48]. Já os métodos investigação

por abrangerem uma grande quantidade de critérios, principalmente combinados com métodos de observação, são indicados para esse tipo de avaliação [24,49].

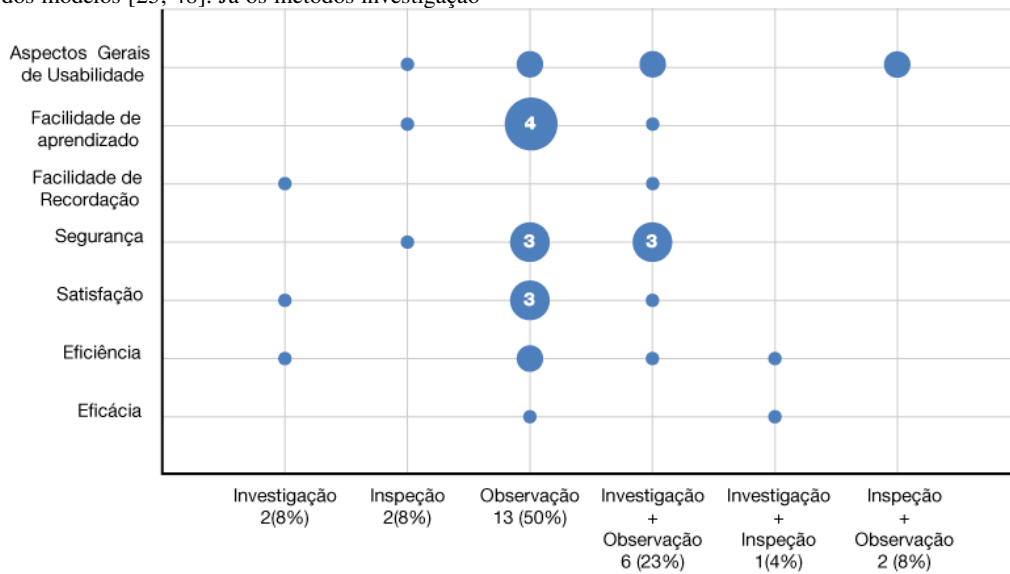


Figura 5 - Mapa sistemático

5. DISCUSSÃO

A avaliação de sistemas interativos deve considerar aspectos que estão além da interface e de seu comportamento perante os usuários. Uma interface pode apresentar problemas devido à forma como o modelo conceitual do sistema foi concebido [30]. Um modelo conceitual que foge à realidade de como o usuário entende e procede perante o sistema, pode acarretar situações problemáticas, que vão desde problemas que exijam um simples reparo na interface, a problemas que, dependendo da situação, exijam a construção de um novo artefato que se adeque à lógica de funcionamento compreendida pelos usuários. Para evitar que tais situações venham a acontecer, é necessário realizar avaliações que considerem o possível *conceptual misfit* entre o modelo conceitual do sistema e o modelo mental dos usuários.

Uma variedade de métodos tem sido empregada desta maneira [1, 6, 7, 49], de forma que os métodos de observação demonstraram serem os mais utilizados para esta verificação. Os métodos de observação, como teste de usabilidade e avaliação de desempenho, corroboram para a análise de conformidade dos modelos devido à verificação direta do relacionamento entre a interface, o modelo conceitual e mental. Os métodos de inspeção, como percurso cognitivo [46], demonstraram-se menos adequados devido à natureza dos métodos de avaliação, que não contrapõe diretamente os modelos e a interface.

Entretanto tais métodos, comumente utilizados para realizar estas avaliações, não são de fato adequados para verificar o *conceptual fit* entre os modelos, devido à sua natureza não levar em consideração, de maneira clara e direta, os modelos conceitual e mental [2,4,8]. Estes métodos podem, no entanto, ser utilizados para obter indicadores do *conceptual misfit*, através do uso de critérios de qualidade, os quais auxiliam na análise da conformidade entre os modelos, permitindo uma análise indireta destes. Por exemplo, se o grau de qualidade da usabilidade do

sistema for alto, há uma maior probabilidade do modelo conceitual, da interface e do modelo mental estarem funcionando corretamente e de forma integrada. Por outro lado, quanto menor for o grau de usabilidade do sistema, a probabilidade do modelo estar em conformidade será menor. Assim, apesar dos métodos tradicionais não se mostrarem particularmente adequados para esta verificação, podem ser utilizados para a obtenção de uma indicação de conformidade. Contudo, para uma avaliação mais profunda é necessário utilizar métodos específicos, que considerem os modelos de forma efetiva.

Foi identificado um método, denominado CASSM [3], que considera claramente ambos os modelos, porém ele apresenta uma estrutura de interpretação de dados bastante trabalhosa, mostrando que a verificação do *conceptual misfit*, não é uma atividade simples de ser feita, exigindo um tempo e esforço considerável. Este método é adequado por considerar especificamente os modelos conceitual e mental e, caso necessário, investigar o modelo mental por meio de métodos de observação ou investigação. Além de considerar os modelos e a interface, foram considerados outros artefatos do sistema para o enriquecimento e validação do sistema, como sua documentação e estrutura.

Outro fator importante para avaliação da conformidade entre os modelos é com relação ao momento em que esse tipo de verificação deve ser realizada. Quanto mais cedo for aplicado esse tipo de avaliação do sistema, maior a probabilidade de se detectar problemas na modelagem do sistema, e menor o custo de reparo para as devidas adaptações e correções do modelo. Porém, foi identificado que a maioria dos trabalhos não executa essa verificação em tempo de projeto, mas somente após o lançamento do produto, o que diminui as vantagens oferecidas pela avaliação de conformidade entre os modelos.

Uma limitação dos estudos encontrados foi quanto ao tipo dos paradigmas dos sistemas avaliados. Poucos estudos [1,7,40] (19%)

foram realizados para o contexto móvel. Em vista de tal cenário é importante que mais estudos sejam conduzidos e considerem o contexto móvel, pois ele tem sido um paradigma bastante explorado pelos usuários e em certos domínios mais que os paradigmas sensíveis ao contexto. A maioria dos trabalhos avaliaram os sistemas por meio da interação deles com o computador ou notebook.

Pela condução deste mapeamento, foram percebidos alguns fatores que devem ser considerados para a avaliação de conformidade entre o modelo mental e o modelo conceitual. A avaliação deve conceber meios de capturar a forma como os usuários entendem certo domínio de uma aplicação. Dessa forma, os conceitos, o relacionamento entre eles, a forma como são compreendidos e organizados na mente do usuário [5,29,43]. A partir dessas construções internas, é possível apontar os tipos de interações que o usuário pode precisar ao utilizar o sistema [22]. Realizar esse desenho durante a avaliação do sistema com essas informações é essencial para compreender o que está inadequado ou errado dentro de um sistema interativo. Estruturar e interpretar da melhor forma as informações coletadas durante a avaliação é a grande questão para se obter resultados precisos e seguros para a verificação da conformidade entre os modelos. Pesquisadores podem utilizar essas informações para projetar avaliações mais completas da análise do modelo mental e conceitual por meio da interface.

Dessa forma, a análise de conformidade do modelo mental e conceitual é essencial para os diversos tipos de área e sistemas. Dos trabalhos que realizaram a verificação da conformidade, a educação foi o domínio que mais foi realizado esse tipo de avaliação. Problemas de conformidade entre os modelos mental e conceitual trazem diversos desafios para sistemas que focam no aprendizado dos usuários. Uma interface problemática desestimula e dificulta a compreensão dos usuários sobre o conteúdo e as ações a serem tomadas no sistema. Assim, é essencial que a verificação da conformidade dos modelos seja realizada em sistemas, como sistemas educacionais, para se garantir uma boa experiência de uso e um bom processo de ensino aprendido.

Durante a execução desta pesquisa, as limitações que ocorreram e podem ameaçar a validade deste estudo são:

- A *string* de busca poderia ter utilizado termos sinônimos que obtivessem mais resultados relacionados à aplicação da pesquisa.
- A aplicação de duas *strings* de busca na fase de execução prejudicou a condução do estudo, aumentando a ocorrência de trabalhos duplicados.
- A fase de extração dos dados foi realizada por um só pesquisador. Contudo, o fato foi amenizado na fase anterior, pois a fase de seleção contou com a presença de quatro pesquisadores.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como principais objetivos a identificação das metodologias de avaliação que analisam a correspondência entre modelos conceitual e mental; a identificação dos critérios de qualidade adotados para esta verificação de correspondência; e a identificação de quando essa verificação é realizada, durante o processo de design. Em busca de atender a esses objetivos, foi realizado um Mapeamento Sistemático, por meio do qual foi possível traçar uma visão geral quanto aos tipos de estudos

realizados e às questões que são consideradas na avaliação dos modelos.

É importante ressaltar que a avaliação de modelos conceituais e mentais não é uma tarefa simples, devido à complexidade de verificar como essas estruturas cognitivas estão conceituadas na mente do usuário. Dessa forma, observa-se que há a necessidade de métodos de avaliação que considerem direta e claramente a conformidade do modelo conceitual e mental, de forma que sejam de rápida aplicação e interpretação. O método CASSM [3] considera essa conformidade entre os modelos, porém é de difícil aprendizado [5], o que é um fator limitante para sua reprodução e aplicação. Métodos de avaliação que analisem a conformidade entre os modelos precisam ser conhecidos e divulgados, para que esta verificação se torne uma prática comum. Se a avaliação da conformidade entre o modelo conceitual e mental for realizada nos estágios iniciais de design do artefato interativo, o custo de desenvolvimento tenderá a ser menor, pela diminuição dos riscos de um possível redesign do sistema. Além disso, o produto final oferecerá uma interação mais prazerosa, e permitirá aos usuários uma experiência de uso distinta e um maior engajamento e empatia.

Dessa forma, através deste mapeamento sistemático, pesquisadores de diversas áreas podem realizar a verificação da conformidade ou do indicio de conformidade dos modelos através dos métodos listados neste estudo. Apesar da maioria dos métodos não ser adequado para a verificação da conformidade entre os modelos, são métodos de avaliação consolidados que auxiliaram na verificação dos indícios de conformidade, detecção de problemas e oportunidade de melhorias na experiência de uso. Essas são aspectos importantes a serem analisados em sistemas de determinado domínio como o educacional. Dessa forma, será atingido um melhor processo de aprendizado com uma maior adesão dos usuários.

Como trabalho futuro, planejamos comparar a eficiência dos métodos identificados para a análise da conformidade entre os modelos. O objetivo é a criação de recomendações, que auxiliariam em avaliações de conformidade entre modelo mental e conceitual, além de verificarem os problemas do sistema, fornecendo indícios mais concretos da conformidade entre os modelos.

Há oportunidade para os pesquisadores de IHC buscarem o desenvolvimento de técnicas de avaliação, de fácil aprendizado e reprodução, que considerem conscientemente os modelos e suas possíveis discrepâncias, evitando assim problemas graves na lógica e na interação da aplicação com seus usuários. Portanto, cabe a comunidade de IHC realizar a promoção da avaliação do *conceptual misfit* como uma forma de garantir a qualidade do uso e geração de sistemas que apresentem um uso mais natural e familiar aos usuários.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Abdul Razak, F. H., Razak, N. A., Wan Adnan, W. A., & Ahmad, N. A. 2013, September. How simple is simple: our experience with older adult users. In *Proceedings of the 11th Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction*. ACM, p. 379-387. DOI: 10.1145/2525194.2525307
- [2] Blackwell, Alan, and Thomas Green. 2003. Notational systems—the cognitive dimensions of notations

- framework. In *HCI Models, Theories, and Frameworks: Toward an Interdisciplinary Science*. Morgan Kaufmann. Perry, M. San Francisco, USA, 103-134. doi: 10.1016/B978-155860808-5/50005-8.
- [3] Blandford, A., Green, T. R., Furniss, D., & Makri, S. (2008). Evaluating system utility and conceptual fit using CASSM. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(6), 393-409. doi: 10.1016/j.ijhcs.2007.11.005
- [4] Blandford, Ann, and Thomas Green.2001. "From tasks to conceptual structures: misfit analysis." 113-116. doi: 10.1.1.383.9398
- [5] Blandford, Ann, Thomas RG Green, and Iain Connell. "Formalising an understanding of user-system misfits." *Engineering Human Computer Interaction and Interactive Systems*. Springer Berlin Heidelberg, 2004. 253-270. doi: 10.1007/11431879_17
- [6] Burrell, J., & Gay, G. K. 2002. E-graffiti: evaluating real-world use of a context-aware system. *Interacting with Computers*, 14(4), 301-312. doi: 10.1016/S0953-5438(02)00010-3
- [7] Choi, J. H., & Lee, H. J. 2012. Facets of simplicity for the smartphone interface: A structural model. *International Journal of Human-Computer Studies*, 70(2), 129-142. doi: 10.1016/j.ijhcs.2011.09.002
- [8] Connell, I., Green, T., & Blandford, A. 2004. Ontological Sketch Models: Highlighting User—System Misfits. In: *People and Computers XVII—Designing for Society*. Springer London, p. 163-178. doi: 10.1007/978-1-4471-3754-2_10
- [9] Craik, K. J. W. 1943. The nature of explanation. Cambridge, England: Cambridge University Press. doi: 10.1086/289200
- [10] Cronjé, J. C., & Fouche, J. 2008. Alternatives in evaluating multimedia in secondary school science teaching. *Computers & Education*, 51(2), 559-583. doi: 10.1016/j.compedu.2007.06.012.
- [11] De Almeida Pacheco, B., Souza-Concilio, I. A., & Kfoury, E. M. 2013. Visual metaphors in learning management systems: How professors understand and use this feature. In *e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)*, 2013 IEEE Conference on . 34-39. doi: 10.1109/IC3e.2013.6735962.
- [12] García-Barriocanal, E., Sicilia, M. A., & Sánchez-Alonso, S. 2012. Social network-aware interfaces as facilitators of innovation. *Journal of Computer Science and Technology*, 27(6), 1211-1221. doi: 10.1007/s11390-012-1297-x
- [13] Green, T. R. 1990. The cognitive dimension of viscosity: A sticky problem for HCI. *Third Interneconal on Human-Computer Interaction*, 79-86.
- [14] Green, T. R. G. 1989 Cognitive dimensions of notations. In A.Sutcliffe andL.Macaulay (Eds.)*People and Computers V*.Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp 443-460. doi: 10.1.1.128.270
- [15] Hanisch, K. A., Kramer, A. F., & Hulin, C. L. 1991. Cognitive representations, control, and understanding of complex systems: a field study focusing on components of users' mental models and expert/novice differences. *Ergonomics*, 34(8), 1129 – 1145 doi: 10.1080/00140139108964851.
- [16] Hsu, Y. C. 2006. The effects of metaphors on novice and expert learners' performance and mental-model development. *Interacting with Computers*,18(4), 770-792. doi: 10.1016/j.intcom.2005.10.008.
- [17] Hvorecký, J., Drlík, M., & Munk, M. 2010. Enhancing database querying skills by choosing a more appropriate interface. In *Education Engineering (EDUCON)*, 2010 IEEE ,1897-1905. doi: 10.1109/EDUCON.2010.5492434
- [18] Jih, H. J., & Reeves, T. C. 1992. Mental models: A research focus for interactive learning systems. *Educational Technology Research and Development*, 40(3), 39-53. doi: 10.1007/BF02296841.
- [19] Johnson-Laird, P. N. 1983. *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness* (No. 6). Harvard University Press. ISBN: 0-674-56882-6.
- [20] Keele, S. 2007. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. In *Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report*. EBSE. DOI: 10.1.1.117.471
- [21] Kempton, W. 1986. Two Theories of Home Heat Control. *Cognitive Science*, 10, 75-90. doi: 10.1207/s15516709cog1001_3
- [22] Kieras, D. E., & Bovair, S. 1984. The Role of a Mental Model in Learning to Operate a Device. *Cognitive Science*, 8(3), 255-273. doi: 10.1016/S0364-0213(84)80003-8.
- [23] Krauth, E. I., Van Hillegersberg, J., & Van de Velde, S. L.2007. Agent-based Human-computer-interaction for Real-time Monitoring Systems in the Trucking Industry. In *System Sciences, 2007. HICSS 2007. 40th Annual Hawaii International Conference on*. 27-27. DOI: 10.1109/HICSS.2007.52.
- [24] Maass, W., & Varshney, U. 2012. Design and evaluation of Ubiquitous Information Systems and use in healthcare. *Decision Support Systems*,54(1), 597-609. doi: 10.1016/j.dss.2012.08.007.
- [25] Masci, P., Rukšenas, R., Oladimeji, P., Cauchi, A., Gimblett, A., Li, Y., ... & Thimbleby, H. 2013. The benefits of formalising design guidelines: A case study on the predictability of drug infusion pumps. *Innovations in Systems and Software Engineering*, 11(2), 73-93. DOI: 10.1007/s11334-013-0200-4.
- [26] Moran, T. P. 1981. The command language grammar: A representation for the user interface of interactive computer systems. *International journal of man-machine studies*, 15(1), 3-50. doi: 10.1016/S0020-7373(81)80022-3.

- [27] Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Elsevier. DOI: 10.1145/214132.570138.
- [28] Nielsen, J., Clemmensen, T., & Yssing, C. 2002. Getting access to what goes on in people's heads?: reflections on the think-aloud technique. In Proceedings of the second Nordic conference on Human-computer interaction, 101-110. doi: 10.1145/572020.572033.
- [29] Norman, D.A. Draper, S.W. 1986. *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associate Publishers. doi: 10.2307/1422802.
- [30] Norman, Donald A. 1983. Some observations on mental models. In *Mental models* Dedre Gentener and Albert L. Stevens (Eds), Psychology Press, New York, USA, 7-14.
- [31] Nyberg, M., Bjork, S., Goldstein, M., & Redstrom, J. 2001. Handheld applications design: merging information appliances without affecting usability. In *Proceedings of IFIP TC. 13 Conference on Human-Computer Interaction. IOS Press, Amsterdam*, 391-398. DOI:
- [32] Perez De Rosso, S., & Jackson, D. 2013. What's wrong with git?: a conceptual design analysis. In *Proceedings of the 2013 ACM international symposium on New ideas, new paradigms, and reflections on programming & software*, 37-52. doi:10.1145/2509578.2509584.
- [33] Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. 2008. Systematic mapping studies in software engineering. In *12th international conference on evaluation and assessment in software engineering*, 1-10.
- [34] Pinto, H., José, R., & Campos, J. C. 2007. An interaction model and infrastructure for localized activities in pervasive computing environments. In *Pervasive Services, IEEE International Conference on*, 232-241. doi: 10.1109/PERSER.2007.4283921
- [35] Rasmussen, J. 1983. Skill rules and knowledge; signals signs and symbols; and other distinctions in human performance models. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 13(3), 257-266. ISBN:0-87942-218-1
- [36] Rocha, H. V., & Baranauskas, M. C. C. 2003. *Design e avaliação de interfaces humano-computador*. Unicamp.
- [37] Rook, F. W., & Donnell, M. L. 1993. Human cognition and the expert system interface: Mental models and inference explanations. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 23(6), 1649-1661. doi: 10.1109/21.257760
- [38] Ryder, J. M., Weiland, M. Z., Szczepkowski, M. A., & Zachary, W. W. 1998. Cognitive engineering of a new telephone operator workstation using COGNET. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 22(6), 417-429. doi: 10.1016/S0169-8141(97)00011-5
- [39] Sajaniemi, J., & Stützle, T. 2007. Lightweight techniques for structural evaluation of animated metaphors. *Interacting with Computers*, 19(4), 457-471. doi: 10.1016/j.intcom.2007.04.003
- [40] Slegers, K., & Donoso, V. 2012. The impact of paper prototyping on card sorting: A case study. *Interacting with Computers*, 24(5), 351-357. doi:10.1016/j.intcom.2012.05.005
- [41] Staggers, N., & Norcio, A. F. 1993. Mental models: concepts for human-computer interaction research. *International Journal of Man-machine studies*, 38(4), 587-605. doi:10.1006/imms.1993.1028
- [42] Uden, L. 2002. Design process for Web applications. *Ieee Multimedia*, (4), 47-55. doi: 10.1109/MMUL.2002.1041948
- [43] Velden, J. M., & Arnold, A. G. 1989. Mental models and the evaluation of user interfaces: a case-study of a library system. In *Selected papers of the 8th Interdisciplinary Workshop on Informatics and Psychology: Mental Models and Human-Computer Interaction* 2, 179-189.
- [44] Veldhuyzen, W., & Stassen, H. G. 1976. The internal model. In *Monitoring behavior and supervisory control*, 157-171.
- [45] Wang, P., Hawk, W. B., & Tenopir, C. 2000. Users' interaction with World Wide Web resources: An exploratory study using a holistic approach. *Information processing & management*, 36(2), 229-251.
- [46] Wharton, C., Rieman, J., Lewis, C., Polson, P. 1994. The cognitive walkthrough method: A practitioner's guide. In J. Nielsen & R. Mack (Eds.), *Usability Inspection Methods*. New York: John Wiley, 105-140. doi:10.1016/S0306-4573(99)00059-X
- [47] Wickens, C. D. 1984. *Engineering psychology and human performance*. London: Merrill.
- [48] Wook, T. S. M. T., Mohamed, H., Judi, H. M., & Ashaari, N. S. 2012. Applying Cognitive Walkthrough to Evaluate the Design of SPIN Interface. *Journal of Convergence Information Technology*, 7(4), 106-115. doi: 10.4156/jcit.vol7.issue4.13
- [49] Zhang, Y. 2012. The impact of task complexity on people's mental models of MedlinePlus. *Information Processing & Management*, 48(1), 107-119. doi: 10.1016/j.ipm.2011.02.007