

INVESTIGAÇÃO DE CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA AVALIAR A USABILIDADE DE SISTEMAS DE ENSINO APRENDIZAGEM ONLINE



INVESTIGATION OF CRITERIA USED TO EVALUATE THE
USABILITY OF ONLINE LEARNING SYSTEMS

Demerval **Gomes Sandim Júnior**¹
dgsjunior@gmail.com

Rodrigo **Hernández-Ramírez**²
rodrigo.ramirez@universidadeuropeia.pt

Jacinto **Estima**³
estima@dei.uc.pt



Este trabalho está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição-NãoComercial-
SemDerivações 4.0 Internacional.

Data de Submissão: 07/08/2023
Data de Aprovação: 10/09/2023

RESUMO

Os Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem (*Learning Management System* — LMS) tornaram-se ferramentas essenciais para instituições educacionais, empresas e profissionais em todo o mundo. A larga adoção desses sistemas evidencia a importância de avaliar a sua usabilidade e a experiência de uso (UX) proporcionada aos utilizadores. Identificar potenciais problemas de usabilidade em LMS é indispensável para que estes sistemas cumpram o papel de funcionarem como integradores entre estudantes e professores. Uma das abordagens comumente adotadas para avaliar os LMS é a Inspeção Heurística. Nesse processo, um conjunto de critérios relacionados à usabilidade, UX, pedagogia, entre outros, é adotado por especialistas para avaliar a interface e encontrar potenciais problemas. Este artigo apresenta um Mapeamento Sistemático (MS) que analisou 77 artigos visando identificar os principais critérios adotados pelos pesquisadores para avaliar LMS no período 2010 – 2020, visando determinar a viabilidade de adoção de novas abordagens futuras, suportadas por recursos computacionais, como Inteligência Artificial (IA), para contribuir no processo de inspeção de interfaces. Os resultados demonstram que a maioria das avaliações segue critérios baseados nas heurísticas de Nielsen, relacionadas a aspectos como controle, estética e facilidade de uso da plataforma. O estudo permitiu identificar os principais conjuntos de critérios adotados pelos pesquisadores e apontar possíveis abordagens para um novo estudo de automação da avaliação dos LMS.

Palavras-chave: Avaliação de Usabilidade; Avaliação da Experiência do Usuário; Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem; Critérios de Usabilidade.

ABSTRACT

Learning Management Systems (LMS) have become essential tools for educational institutions, companies, and professionals around the world. The widespread adoption of these systems highlights the importance of evaluating their usability and user experience (UX). Identifying potential usability issues in LMS is crucial for these systems to fulfill their role as integrators between students and teachers. One of the commonly adopted approaches to evaluate LMS is Heuristic Inspection, mainly based on Nielsen's Heuristics. In this process, a set of criteria related to usability, UX, pedagogy, among others, is adopted by experts to assess the interface and identify potential issues. This article presents a study carried to identify the most common criteria adopted by researchers to evaluate LMS in the last decade, in order to determine the feasibility of adopting future approaches supported by computational resources, such as Artificial Intelligence (AI), to contribute to the inspection process. The results demonstrate that the majority of evaluations follow criteria based on Nielsen's heuristics, related to aspects such as control, aesthetics, and ease of use of the platform. The study allowed identifying the main sets of criteria adopted by researchers and pointing out possible approaches for a new study on automating the evaluation of LMS.

Keywords: Usability Evaluation; User Experience Evaluation; Learning Management Systems; Usability Criteria.

1 UNIDCOM/IADE — Unidade de Investigação em Design e Comunicação
0000-0003-3898-6728
dgsjunior@gmail.com

2 UNIDCOM/IADE — Unidade de Investigação em Design e Comunicação
0000-0002-8214-8185
rodrigo.ramirez@universidadeeuropeia.pt

3 Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
0000-0001-8837-4637
estima@dei.uc.pt

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, as Plataformas de Gestão de Aprendizagem online (*Learning Management System* – LMS) tornaram-se ferramentas indispensáveis em diversos setores da sociedade, principalmente, devido às alterações no processo educacional em função da disponibilidade de novas tecnologias, e dos desafios que a pandemia de Covid19 impôs para que instituições de ensino em todo o mundo, continuassem a funcionar durante a crise. Naturalmente, o interesse em garantir a qualidade dessas plataformas tende a aumentar gradualmente, e como consequência, eleva-se a preocupação em avaliar esses sistemas, principalmente, sob a perspectiva da usabilidade e da UX. Na perspectiva da usabilidade, são avaliados os aspectos pragmáticos durante a utilização do LMS por professores e estudantes ao executarem tarefas cotidianas. No contexto da UX, são avaliadas questões subjetivas, principalmente, em relação aos aspectos hedônicos originados pelas emoções e estímulos que os professores e estudantes experimentam enquanto utilizam a plataforma (HASSENZAHN; LAW; EBBA, 2006). Parte importante das abordagens adotadas pelos pesquisadores para avaliar estes sistemas é baseada em inspeções heurísticas da interface e em avaliações por especialistas, entre outras metodologias. Algumas iniciativas de análise, total ou parcialmente, automatizadas também são observáveis. Em todos os casos, conjuntos de critérios são adotados para avaliar a qualidade dos sistemas com base no método de avaliação escolhido. A definição dos critérios passa por escolhas no campo da Usabilidade, UX, Pedagogia, aspectos tecnológicos do funcionamento e da interface dos sistemas, entre outros. A avaliação dos LMS ainda é majoritariamente baseada em abordagens qualitativas e manuais, enquanto poucas abordagens relacionadas à adoção de métodos automatizados são observáveis (COTA; DÍAZ; DUQUE, 2014; SANDIM JÚNIOR, 2019; SANDIM JÚNIOR; HERNÁNDEZ-RAMÍREZ; ESTIMA, 2021; TAKASHI NAKAMURA;

OLIVEIRA; CONTE, 2017). Um dos desafios da avaliação automatizada é a identificação e definição de critérios que possam ser utilizados para implementar métodos de análise e avaliação dos LMS com base em abordagens quantitativas suportadas pelo uso de técnicas computacionais, por exemplo, a Inteligência Artificial (AI).

O objetivo deste artigo é descrever a execução de um mapeamento sistemático (MS) direcionado a elucidar os diferentes critérios utilizados pelos estudos de avaliação de LMS ocorridos na última década (2010 - 2020) para avaliar a Usabilidade e a UX de LMS. O artigo está organizado da seguinte forma: a parte 2 apresenta o referencial teórico adotado, a parte 3 detalha a metodologia adotada para a realização do SM; a parte 4 apresenta os resultados e a discussão, e a parte 5 apresenta a conclusão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O *e-learning* está relacionado a um conjunto de ações para suportar o processo de aprendizagem *online* a partir do uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação. Existem diferentes modalidades de *e-learning*, entre as quais, as mais recentes, funcionam com base em cursos inteiramente *online* no qual os estudantes não estão “fisicamente” presentes e cursos na modalidade *blended* – “misturada”, em que parte das atividades ocorre presencialmente e parte em ambiente *online* (ZAHARIAS; KOUTSABASIS, 2011). O *e-learning* ainda pode ser definido em duas modalidades de execução: síncrono e assíncrono. Na modalidade síncrona, os professores e estudantes encontram-se *online* simultaneamente e se comunicam diretamente uns com os outros, no mesmo tempo de interação. Na modalidade assíncrona, os professores e estudantes interagem intermitentemente e não, necessariamente, ao mesmo tempo. A comunicação se dá a partir de grupos de discussão, sistemas de *e-mail*, *chats* e outras soluções de comunicação integradas diretamente ao OLE (*Online Learning Environment*).

Um LMS pode ser definido como um *software* que permite a gestão, documentação e desenvolvimento de atividades educacionais e cujo objetivo é facilitar o *e-learning*, a partir da integração eficiente e efetiva entre instrutores e alunos, em um ambiente digital, direcionado ao ensino-aprendizagem (SANDIM JÚNIOR, 2019). Na atualidade, existem diversos LMS divididos em dois grupos principais, *open-sources* e *closed-sources*. Os primeiros são *softwares* de código-aberto, em geral, regidos por uma licença de uso aberta, que permite o uso do sistema sem custos, em determinadas condições. São exemplos desta categoria, os LMS *Moodle*, *Sakai*, *dotLRN* e *ROLE*. Os sistemas *closed-sources* são *softwares* de “código-fechado”, ou seja, cujo código utilizado para desenvolvê-los e fazê-los funcionar, não se encontra disponível para consulta, uso e reaproveitamento. São denominadas como sistemas “proprietários”. Alguns exemplos mais conhecidos são os LMS *Blackboard*, *Ping Pong*, *Canvas LMS*, *McGrawHill Education*, *D2L* e *Blackbaud*. Os LMS são utilizados em Universidades, escolas, empresas, hospitais, ambientes governamentais e até por profissionais especializados em treinamento, tendo se tornado ferramentas imprescindíveis para muitas instituições em todo o mundo.

Diante da relevância assumida por estes sistemas, eleva-se também a preocupação com a qualidade das suas interfaces e do processo de interação ocorrido entre os usuários destas plataformas. A avaliação da qualidade dos LMS vem sendo evidenciada em estudos realizados ao longo das duas últimas décadas visando contribuir para melhorar a qualidade destes sistemas e garantir melhores condições para que alunos e professores possam efetivamente interagir com eficiência e eficácia. Quando se trata da avaliação de LMS, alguns aspectos são recorrentemente avaliados no contexto das interações ocorridas nestes sistemas, com destaque para a usabilidade, a UX e o contexto pedagógico, mais precisamente, no que tange ao campo da Educação. A usabilidade relaciona-se

aos componentes pragmáticos do processo de utilização da plataforma, na execução das tarefas cotidianas desempenhas por estudantes e professores, estes últimos, numa posição especial, atuando ora como “usuários” dos *designers* criadores/desenvolvedores do LMS, ora como “*designers*”, eles próprios, ao conceberem por si próprios, novos ambientes interativos para os seus alunos, a partir do uso das ferramentas existentes nos LMS. Na perspectiva da UX, desloca-se o olhar para as questões subjetivas do processo de interação ocorrido na interface da plataforma, principalmente com relação aos aspectos hedônicos originados pelas emoções e estímulos que o usuário (aluno ou professor) recebe/tem durante o uso do sistema (HASSENZAHN; LAW; EBBA, 2006).

No contexto de uso dos LMS, ambos, alunos e professores, são eles próprios, usuários que se comunicam com um *designer* que recorre a uma interface para promover um processo metacomunicacional (SANDIM JÚNIOR, 2017). Se por um lado, os alunos interagem diretamente com os professores, por outro lado, estes recorrem a um sistema já existente e criado por outros *designers*. Os professores utilizam esta estrutura pré-pronta para entregar conteúdo e promover processos de comunicação, num genuíno ciclo iterativo, no qual, eles próprios atuam como “*designers*”. Nesse fluxo, tanto professores, quanto estudantes, precisam “aprender” a usar o LMS, antes mesmo, de desempenharem os seus “papéis” no ambiente de *e-learning*. Este processo de aprender a “usar” a plataforma e de “entender” a interface, por si só, já implica em um quociente de esforço, requisito necessário para o *software* ser bem-sucedido como ferramenta facilitadora e integradora do processo de ensino-aprendizagem. Portanto, tanto professores, quanto alunos, terão que gastar algum tempo para se dedicarem a aprender a utilizar o sistema, e no caso de um LMS com problemas de usabilidade, será preciso contornar e superar as eventuais dificuldades da aplicação para, efetivamente, alcançar os objetivos

desejados. Acresce ainda, que o estudante já precisa se dedicar a aprender o conteúdo educacional, a partir do uso do LMS e o professor, por sua vez, a desenvolver o conteúdo e desenhar uma estratégia de aprendizagem que deve estar alinhada com a estrutura do sistema, com as ferramentas disponíveis no LMS e com as limitações existentes. Em situações de transtorno do uso do sistema, é possível que aspectos inerentes ao campo da experiência tornem-se prejudicados, com implicações na satisfação e no prazer de utilizar o LMS e eventualmente, até mesmo, no interesse de aprender do aluno e de criar e desenvolver conteúdo, por parte do professor. Não é raro que professores e alunos encontrem maneiras alternativas de controlar os problemas e seguir no uso da ferramenta, com vistas a alcançar os objetivos estabelecidos, ainda que o processo resultante seja menos agradável, satisfatório, atraente e estimulante.

Embora a avaliação de LMS venha despertando interesse de pesquisadores ao longo dos últimos anos, ainda existem dificuldades significativas para avaliar a usabilidade e UX de OLE (SANDIM JÚNIOR, 2019). Entre as principais abordagens utilizadas para avaliar os LMS, observa-se o uso recorrente de técnicas que buscam integrar análises heurísticas já consolidadas (NIELSEN; MACK, 1994), aos aspectos pedagógicos do processo de ensino-aprendizagem para avaliar a qualidade das interfaces de LMS (HOSIE et al., 2005; OZTEKIN et al., 2010; MTEBE; KISSAKA, 2015). Grande parte das abordagens de avaliação desses sistemas ainda se encontra em estágios iniciais e carece de metodologias empíricas mais sofisticadas, baseadas no uso de recursos tecnológicos contemporâneos e automatizados, que permitam ampliar os resultados e gerar escala (CANTABELLA et al., 2018; SANDIM JÚNIOR, 2019; MTEBE; KISSAKA, 2015b; TAKASHI NAKAMURA; OLIVEIRA; CONTE, 2017). Ainda que se perceba um interesse em estudar e avaliar os LMS, não são perceptíveis, na mesma medida, o surgimento de abordagens de desenvolvimento de *softwares* educacionais, que

consideram aspectos de usabilidade, experiência de uso e contexto pedagógicos, de maneira consolidada (SANDIM JÚNIOR, 2019; SANDIM JÚNIOR; HERNÁNDEZ-RAMÍREZ; ESTIMA, 2021; TAKASHI NAKAMURA; OLIVEIRA; CONTE, 2017). Diante desse contexto impõe-se a necessidade de realizar estudos sistemáticos para identificar as técnicas e critérios relacionados à usabilidade e à UX, que veem sendo utilizados para avaliar as interfaces de LMS ao longo dos últimos anos. Os estudos para avaliar os LMS, comumente, usam abordagens baseadas em Inspeção Heurística e Avaliações por Especialistas, Estudos de Casos, Questionários, Testes de Usuários e algumas poucas iniciativas total ou parcialmente automatizadas (SANDIM JÚNIOR, 2019). Independentemente, da abordagem metodológica, quase sempre, é possível observar a adoção de critérios, métricas, constructos ou mesmo sistematizações para identificar aspectos dos sistemas que se deseja avaliar.

Algumas pesquisas foram realizadas ao longo dos últimos anos para sistematizar as abordagens metodológicas utilizadas para avaliar os LMS (COTA; DÍAZ; DUQUE, 2014; FREIRE; AREZES; CAMPOS, 2012; NAVARRO et al., 2016; TAKASHI NAKAMURA; OLIVEIRA; CONTE, 2017). Por exemplo, uma Revisão de Literatura (RL) visou estabelecer a relação entre a ergonomia e a usabilidade no contexto do *e-learning* (FREIRE; AREZES; CAMPOS, 2012). Uma das principais conclusões dos autores foi identificar que grande parte dos métodos de avaliação de LMS estava relacionada ao uso de abordagens generalistas e direcionadas para avaliar a qualidade de softwares em geral, e que, portanto, não eram exclusivamente orientadas ao estudo de sistemas da área educacional. Os autores identificaram a repetitiva utilização de métodos já consolidados que foram adaptados para avaliar a usabilidade de LMS, como entrevistas e questionários ou uma combinação de abordagens metodológicas relacionadas a diferentes áreas como Design de Interação (Interaction Design — UXD), Design Centrado no Usuário (*User Centered Design*

– UCD), Cognitive Walkthrough (CW), entre outros. Em outro estudo, os mesmos autores identificaram o início de uma mudança de paradigma no que se refere à avaliação de LMS, verificando que vários pesquisadores já começavam a desenvolver estudos com base em princípios ergonômicos de usabilidade exclusivos para avaliar LMS (FREIRE; AREZES; CAMPOS, 2012).

Posteriormente, em outro MS, o objetivo definido pelos autores foi identificar as publicações relacionadas à usabilidade de sistemas *e-learning* no contexto mobile (dispositivos móveis) (COTA; DÍAZ; DUQUE, 2014). Uma das principais conclusões desse trabalho, foi evidenciar que, até então, não estavam disponíveis frameworks ou abordagens metodológicas direcionadas para avaliar a usabilidade e os fatores educacionais em sistemas de aprendizagem *m-learning* (*mobile e-learning*). Como resultado, foi proposto um modelo de avaliação de aplicações *m-learning* durante as fases de desenvolvimento de LMS que considerasse fatores de usabilidade, de experiência do aluno e do contexto educacional.

Em outro estudo, os autores desenvolveram uma pesquisa que propôs a atualização dos trabalhos de Cota e colegas (NAVARRO et al., 2016). Na publicação, os pesquisadores argumentam que embora tenha sido possível perceber uma evolução das abordagens e técnicas de avaliação de LMS *m-learning* disponíveis, ainda não existia, até então, um framework ou abordagem metodológica, suficientemente capaz de subsidiar melhorias significativas nos contextos relacionados à UX, à usabilidade e aos aspectos pedagógicos dos softwares educacionais. E assim, propuseram um framework para avaliar LMS mobile.

Em outra revisão sistemática de literatura, os autores identificaram as publicações que avaliaram aplicações LMS desktop e mobile, na perspectiva da usabilidade e da UX (TAKASHI NAKAMURA; OLIVEIRA; CONTE, 2017). O estudo avaliou 62

publicações, evidenciando informações como origem, tipo, método de execução da avaliação do LMS, existência de fatores de aprendizagem, restrição de aplicação de técnicas e disponibilidade de recursos nos artigos revisados. Os pesquisadores concluíram que ainda não havia evidências suficientes para indicar um método mais adequado para avaliar LMS no contexto da usabilidade e UX. O MS também evidenciou, que seria preciso que o campo de estudo de ambientes *e-learning* avançasse ainda mais, para definir técnicas específicas para avaliar os LMS.

Os quatro MS apresentados não foram utilizados como parte da amostra de publicações do mapeamento sistemático reportado neste artigo, por também, se trataram de revisões sistemáticas de literatura. Entretanto, os estudos foram adotados como referenciais para o desenvolvimento do MS. Nenhum dos MS indicados abordou, especificamente, ou desenvolveu estudos específicos para identificar os critérios adotados para avaliar os LMS de maneira sistematizada. Na literatura, é possível encontrar estudos direcionados a identificar critérios utilizados para avaliar as interfaces de sistemas, de modo geral, e não exclusivamente, relacionados ao *e-learning*.

A Interação Humano Computador (IHC) vem desenvolvendo, ao longo das últimas décadas, várias diretrizes para medir a qualidade e o desempenho de interfaces por meio de pesquisas e trabalhos seminais (BENNETT, 1984) (SCAPIN, 1990); (NIELSEN; MACK, 1994); (SCAPIN; BASTIEN, 1997); (JORDAN, 1998); (SHNEIDERMAN; PLAISANT, 2004) (SHACKEL, 2009); (NIELSEN, 2010); (Advances in ergonomics in design, 2016); (MARCUS; WANG, 2017a); (MARCUS; WANG, 2017b); (MARCUS; WANG, 2017c); (Advances in usability and user experience, 2017) (AHRAM; FALCÃO, 2019). Diversos critérios de avaliação distribuídos em grades de análises foram desenvolvidos visando permitir avaliar sistemas em diferentes perspectivas. Várias grades foram enunciadas, outras tantas foram substituídas, evoluíram

ou foram atualizadas, gerando uma gama considerável de critérios de análises, que em alguns casos, até acabam por se sobrepor (MICHEL; BRANGIER; BRUN, 2014); (NÉMERY; BRANGIER, 2014); (BRANGIER et al., 2015); (DUCZMAN; BRANGIER; THÉVENIN, 2016); (GIL URRUTIA; BRANGIER; CESSAT, 2017); (GIL URRUTIA et al., 2018); (GIL URRUTIA et al., 2018).

Os critérios de análise de desempenho de interfaces desenvolveram-se desde os anos 60 do século XX. Inicialmente, tratava-se de iniciativas para melhorar o acesso à interface de computadores para portadores de necessidades especiais e assim, os critérios adotados até então, eram relacionados a aspectos de respostas biomecânicos e contextos psicofisiológicos, buscando uma adaptação próxima das características humanas (BRANGIER et al., 2015). Os anos de 1970 representam a emergência das preocupações com os critérios de usabilidade, que posteriormente, deram origem a normas de usabilidade, como a norma ISO 9241-11, até hoje largamente utilizada (BRANGIER; DESMAIRIS, 2014). Também são frutos deste período os trabalhos de Jordan sobre a usabilidade (JORDAN, 1998); os trabalhos de Nielsen sobre Métodos de Inspeção de Usabilidade (NIELSEN; MACK, 1994); e Engenharia de Usabilidade (NIELSEN, 2010); e os trabalhos de Dominique e Scapin sobre critérios de qualidade ergonômica de sistemas interativos (SCAPIN; BASTIEN, 1997). Uma das diretrizes de usabilidade mais reconhecidas e utilizadas é a ISO 9241-11, inicialmente publicada em 1998. A norma encontra-se na segunda versão (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2018) e tem sido objeto de análise de diversos pesquisadores (BEVAN et al., 2016); (JOKELA et al., 2003). Outra padronização para o desenvolvimento de conteúdo para Web é o Guia de Diretrizes de Acessibilidade de Conteúdo da W3C/WAI (W3C WEB ACCESSIBILITY INITIATIVE (WAI), 2018).

Os critérios relacionados à UX veem passando por significativas mudanças desde o início dos

primeiros estudos de usabilidade e avaliações heurísticas. No princípio, eles estavam mais voltados para questões relacionadas à acessibilidade. Contemporaneamente, observam-se esforços para alcançar uma perspectiva de análise mais holística da UX, buscando mesclar noções de cultura, fatores sociais, emoções, usabilidade, marketing, entre outros, além de considerar os mecanismos dinâmicos envolvidos na interação de cada um destes critérios (GIL URRUTIA; BRANGIER; CESSAT, 2017). No entanto, conforme alguns autores, a área de IHC tem visto o surgimento de inúmeros critérios de análise, o que por vezes torna a prática de avaliação de interfaces ainda mais desafiadora (BRANGIER et al., 2015; DUCZMAN; BRANGIER; THÉVENIN, 2016; GIL URRUTIA; BRANGIER; CESSAT, 2017). Na perspectiva dos LMS, a questão não é menos desafiante e um conjunto de critérios ainda bastante amplo e variado é utilizado para avaliar estes sistemas, conforme evidenciado nos resultados reportados neste artigo.

3 METODOLOGIA

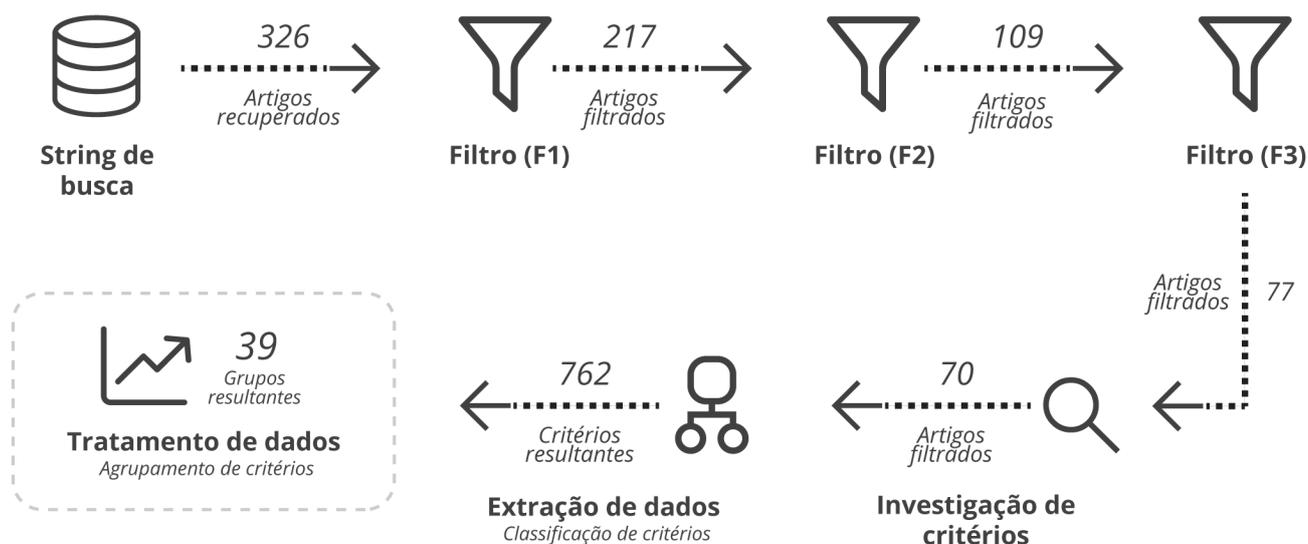
Para este estudo, foi adotado um Mapeamento Sistemático (MS), que se trata de um método de pesquisa utilizado para identificar, avaliar e interpretar o maior número de publicações disponíveis e de caráter relevante acerca de uma determinada questão de pesquisa em um contexto de estudo definido, tomando por base uma metodologia de execução muito bem estruturada e rigorosa. Um MS tem por uma de suas principais características, permitir que se possam obter resultados com o menor impacto das percepções dos pesquisadores (*less bias*), além de contribuir para uma recuperação mais ampla de informações sobre os métodos de pesquisa relacionados a uma determinada área de pesquisa (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). O desenvolvimento deste estudo utilizou como referencial, outro SM realizado anteriormente, por pesquisadores da Universidade do Amazonas (TAKASHI NAKAMURA; OLIVEIRA; CONTE, 2017). O

MS foi ampliado para acomodar novas questões e detalhar uma nova amostra de estudo.

O trabalho foi dividido em duas etapas: na primeira parte, foram identificadas as principais técnicas utilizadas para avaliar LMS na última

década; na segunda parte, ocorreu uma sistematização dos critérios presentes nos estudos identificados no MS. Este artigo descreve a segunda etapa do estudo. A figura 1 indica o fluxo de trabalho adotado.

Figura 1 - Fluxo do Mapeamento Sistemático, dados recuperados e resultados.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os seguintes aspectos foram assumidos no MS:

Objetivo do Mapeamento Sistemático: obter uma visão ampla dos critérios, métricas, constructos e/ou aspectos presentes nas técnicas de pesquisa utilizadas para avaliar LMS, no contexto da usabilidade e da UX, ao longo da última década.

Pergunta de pesquisa: *quais são os critérios utilizados para avaliar a usabilidade, a UX e os aspectos educacionais de LMS ao longo dos últimos 10 anos?*

Protocolo de trabalho: foram definidas quais seriam as bases de conhecimento científico a serem consultadas, quais seriam os critérios de

recuperação da informação, quais os idiomas, os tipos de documentos, a data de publicação e os grupos de palavras-chave.

Bases de Conhecimento: a base de conhecimento adotada foi a *b-on - Biblioteca de Conhecimento Online*. Ela foi utilizada para realizar a recuperação das publicações. Alguns dos editores indexados pela *b-on* são: *Academic Search Complete, American Chemical Society, American Institute of Physics, Annual Reviews, Association for Computing Machinery, Business Source Complete, Coimbra University Press, Current Contents (ISI), Elsevier, Essential Science Indicators (ISI), Eric, IEEE, Institute of Physics, ISI Proceedings, Journal Citation Reports (ISI), LISTA*.

Crítérios de execução da pesquisa nos editores: área de conhecimento, data de publicação, tipo de documento (pdf, html, doc, etc.), idioma.

Objetivo da recuperação de dados: assim como no estudo de referência, o paradigma *Basili's GQM (Goal-Question-Metric) Paradigm* (BASILI; ROMBACH, 1988), foi escolhido para definir o objetivo de recuperação dos dados. O escopo adotado encontra-se apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Objetivos de pesquisa de acordo com Basili's GQM (Goal-Question-Metric)

Escopo	Publicações científicas
Propósito	correspondente à caracterização da situação.
Relacionadas	às técnicas de avaliação de usabilidade, UX e pedagogia.
Do ponto de vista	do pesquisador.
No contexto	dos LMS.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Método de pesquisa nas bases de dados: foram definidas 17 *guidelines* para balizar o trabalho de recuperação de dados (RD), conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Questões de referência para recuperação dos dados

N.º	Pergunta
1	Qual é a origem da técnica utilizada na avaliação do LMS? Se a técnica identificada for nova, qual é a diferença em relação a outras técnicas existentes e utilizadas há mais tempo?
2	Qual é o tipo de técnica utilizada para desenvolver o sistema (inspeção, teste, investigação, modelagem analítica ou simulação)?
3	Qual é o modo de execução da técnica: manual, semiautomática ou automática?
4	Fatores específicos do LMS são considerados pela aplicação da técnica?
5	Quais aspectos são considerados na aplicação da técnica: usabilidade, UX, critérios pedagógicos, ambos, ou combinações dos fatores?
6	O avaliador da interface recebe algum tipo de feedback ao aplicar a técnica?
7	Foram realizados procedimentos empíricos para validar a técnica? Em caso positivo, quais?
8	Existem restrições/fatores condicionantes para realizar a aplicação da técnica?
9	A técnica considera fatores específicos de aprendizagem?

N.º	Pergunta
10	A técnica considera fatores tecnológicos específicos?
11	A técnica encontra-se disponível para consulta, por exemplo, para download? Em caso afirmativo, onde é possível encontrá-la?
12	Em qual tipo de plataforma a técnica foi aplicada? Estritamente educacional?
13	O estudo realiza alguma comparação entre a técnica escolhida e outras pesquisas? Houve alguma triangulação com outros estudos?
14	A técnica foi aplicada em qual tipo de instituição? Educacional, empresarial, etc.?
15	Qual é o tipo de modalidade <i>e-learning</i> adotado? Estritamente online? Blended? Ou não é possível identificar?
16	Qual foi a abordagem metodológico-científica utilizada no estudo? São utilizadas heurísticas, testes de utilizadores, tratamentos de dados, etc.?
17	Os pressupostos de Nielsen são utilizados diretamente para avaliar a interface?

Fonte: Elaborada pelos autores.

As 17 *guidelines* foram utilizadas para identificar as técnicas de pesquisa adotadas para avaliar os LMS na perspectiva da usabilidade e da UX. A partir das publicações recuperadas, procedeu à identificação dos critérios utilizados nos referidos estudos. O inglês e o português foram adotados como **idiomas de pesquisa nas bases de conhecimento**.

Termos de pesquisa para recuperação de dados nas bases científicas: adotaram-se os procedimentos descritos em *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering* (KITCHENHAM et al., 2009), assim como no estudo de referência. Ambos, os estudos sugerem determinar como parâmetros, os seguintes critérios: população, intervenção, comparação, resultado e contexto. Com base nisto, ocorreu a definição dos parâmetros indicados a seguir.

- **População:** LMS;
- **Intervenção:** técnicas, ferramentas, processos;

- **Comparação:** não se aplica, uma vez que o objetivo é caracterizar as técnicas;
- **Resultados:** avaliação da usabilidade ou UX de LMS;
- **Contexto:** não se aplica, pois não há comparação para determinar o contexto.

Os termos de pesquisa foram divididos em 3 categorias primárias, conforme indicado a seguir. Houve ainda uma subdivisão, considerando os idiomas definidos.

- **LMS:** relaciona-se às diferentes formas de escrita da palavra e aos possíveis sinônimos para o termo;
- **Usabilidade e UX:** da mesma forma, relaciona-se às diferentes abordagens de pesquisa para os dois termos.

Os termos foram escolhidos com base em um Estudo Exploratório (EE) realizado previamente

para identificar artigos de referência na área de estudo de IHC, relativamente aos estudos de usabilidade, UX e de avaliação da qualidade das interfaces dos LMS (SANDIM JÚNIOR, 2019). A definição do universo semântico de pesquisa dos termos de interesse relacionados às palavras-chave evidenciadas na análise exploratória foi refinada a partir do uso de uma ferramenta de análise semântica (disponível em <https://lsigraph.com/>). Ao final, as seguintes variantes foram definidas: *UX analysis*, *Usability Analysis*, *LMS*, *Pedagogical Criteria*.

Os grupos de termos utilizados para compor a *string* de pesquisa nas bases de dados dos metabuscadores podem ser encontrados na tabela disponível em: <https://jc7.co/rev3101>. A *string* de busca foi refinada a partir de testes sequenciais, até que se pudesse alcançar um conjunto de referências, semanticamente, mais próximo dos termos de interesse. Durante a fase de refinamento, percebeu-se que o termo de busca “*Pedagogical Criteria*” e suas variações, retornava resultados considerados, por demais, amplos, e, portanto, fora do escopo definido para a execução MS. Assim, optou-se por retirá-lo da fase de *Recuperação de Dados*, sem prejuízo da aplicação do protocolo no contexto definido.

Aplicação do protocolo de trabalho definido para a execução do MS: após ocorrer a aplicação da *string* de busca nas bases de pesquisa, foram inicialmente recuperadas 326 publicações.

Seleção dos artigos de interesse: o objetivo da fase de triagem dos artigos foi garantir que apenas fossem recuperadas referências exclusivamente, relacionadas aos campos de pesquisa de avaliação de LMS, relativamente à usabilidade e UX. O processo de seleção dos artigos ocorreu a partir de 3 etapas definidas com base na aplicação de 3 filtros de controle identificados a seguir.

Filtro 1 (F1): nesta etapa foram analisados o título, o resumo e as palavras-chave de cada um dos artigos recuperados após a aplicação das strings de busca. Após a execução do **Filtro (F1)**, restaram **217 publicações**.

Filtro 2 (F2): nesta etapa ocorreu a leitura completa dos artigos resultantes da execução do **Filtro (F1)**. Após a execução do **Filtro (F2)**, restaram **109 artigos**. Ainda durante a aplicação do **F2**, ocorreu a fase de extração de dados dos artigos, denominada como **Data Extraction – DE**. Durante a extração, os dados dos artigos foram transportados para uma planilha com vistas a responder às perguntas definidas no MS e identificar outras informações relevantes da amostra, como demografia, tipo de sistema em uso, tipo de instituição, abordagem metodológica de avaliação do LMS, tipo de *e-learning* (*online x blended*), entre outros. A extração baseou-se em um conjunto de perguntas pré-definidas suportada por estudos anteriores (FERNANDEZ; INSFRAN; ABRAHÃO, 2011); do estudo referência (TAKASHI NAKAMURA; OLIVEIRA; CONTE, 2017); e de novas perguntas definidas para o estudo em questão. O objetivo foi garantir que os mesmos critérios de extração fossem aplicados de maneira equitativa a cada uma das publicações. O esquema da estratégia de extração de dados encontra-se disponível em <https://jc7.co/rev3102>.

Filtro 3 (F3): esta etapa ocorreu durante o tratamento dos dados — **Data Treatment - DT**. Nesta fase decorreu um refinamento ainda maior dos dados obtidos dos artigos durante a transposição das informações para a planilha de controle, para responder às questões do MS. Após a execução do **Filtro (F3)**, restaram **77 artigos**. A figura 1 permite verificar o funil de artigos recuperados ao longo da década (2010 - 2020). As publicações recuperadas encontram-se disponíveis em <https://jc7.co/rev3103>.

Durante a aplicação dos filtros, **critérios de inclusão (CI)** e de **critérios de exclusão (CE)** foram utilizados para refinar o conjunto de artigos recuperado. Foram definidos **4 “Critérios de Inclusão”** e **9 “Critérios de Exclusão”**, conforme

o estudo de referência, com algumas adaptações (TAKASHI NAKAMURA; OLIVEIRA; CONTE, 2017). Os seguintes critérios de inclusão foram definidos, conforme a Tabelas 3.

Tabela 3 - Critérios de inclusão aplicados aos resultados obtidos na execução da string de pesquisa

Código do critério	Critério de Inclusão
CI-1	Publicações que descrevam a aplicação de técnicas e/ou critérios de UX para avaliar/desenvolver as interfaces de LMS.
CI-2	Publicações que descrevam a aplicação de técnicas e/ou critérios de usabilidade para avaliar/desenvolver as interfaces de LMS.
CI-3	Publicações que descrevam a aplicação de técnicas e/ou critérios de UX e/ou usabilidade para avaliar/desenvolver as interfaces de LMS.
CI-4	Publicações que descrevam a aplicação de técnicas e/ou critérios relacionados a UX e/ou usabilidade para avaliar/desenvolver as interfaces de LMS.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os seguintes critérios de exclusão foram definidos, conforme a Tabelas 4.

Tabela 4 - Critérios de exclusão aplicados aos resultados obtidos na execução da string de pesquisa

Código do critério	Critério de Inclusão
CE-1	Publicações que não estejam diretamente relacionadas à aplicação de técnicas e/ou critérios de UX e usabilidade para avaliar as interfaces de LMS.
CE-2	Publicações que descrevam a aplicação de técnicas e/ou critérios de UX e usabilidade ao mesmo tempo, para avaliar, estritamente , as interfaces de MOOC.
CE-3	Publicações que descrevam a aplicação de técnicas e/ou critérios de UX e/ou usabilidade para avaliar as interfaces de LMS em idiomas diferentes do inglês e português.
CE-4	Publicações que descrevam a aplicação de técnicas e/ou critérios relacionados a UX e/ou usabilidade para avaliar as interfaces de LMS, mas que estejam inacessíveis ou acessíveis mediante o pagamento de taxas. Nesse caso, fora da B-ON.
CE-5	Publicações de mesma autoria , ainda que descrevam a aplicação de técnicas e/ou critérios de UX e/ou usabilidade para avaliar/desenvolver interfaces de LMS, mas que sejam consideradas duplicadas.
CE-6	Publicações estritamente relacionadas aos estudos de “realidade aumentada” ou no qual a aplicação de técnicas e/ou critérios de UX e/ou usabilidade para avaliar/desenvolver as interfaces de LMS não seja o objetivo principal.

Código do critério	Critério de Inclusão
CE-7	Publicações estritamente relacionadas aos estudos de “acessibilidade” ou no qual a aplicação de técnicas e/ou critérios de UX e/ou usabilidade para avaliar as interfaces de LMS não seja o objetivo principal.
CE-8	Publicações estritamente relacionadas aos estudos de aplicação de técnicas e/ou critérios de UX e/ou usabilidade para avaliar as interfaces de LMS de plataformas proprietárias (closed sources).
CE-9	Publicações com informações insuficientes para serem analisadas.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Observações sobre a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão:

o critério CE-2 relaciona-se aos sistemas denominados MOOC (*Massive Open Online Course*) — Curso Online Aberto e Massivo. Um MOOC é uma plataforma de aprendizagem voltada para o acesso de estudantes em larga escala (massivo) (PIREVA; IMRAN; DALIPI, 2015). Alguns dos principais exemplos de MOOC à altura desta publicação são: *Coursera, Udacity, Udemy, Open University*. O critério CE-2 foi estabelecido devido às evidentes dificuldades que existem para acessar completamente o ambiente administrativo desses sistemas, que, em sua maioria, são plataformas *closed-source* (critério CE-8). Este aspecto inviabiliza a avaliação da estrutura e funcionamento do sistema em sua totalidade. Soma-se a isso, a constatação de que não se pode identificar se um curso não se encontra inserido em um MOOC por questões relacionadas apenas ao interesse de um professor/instrutor ou porque há questões relacionadas à usabilidade e experiência de uso que dificultam a utilização do sistema (TAKASHI NAKAMURA; OLIVEIRA; CONTE, 2017).

Após a etapa de aplicação do Filtro (F3), ocorreu a fase denominada como **CI (Criteria Investigation - Investigação de Critérios)** em que cada um dos artigos recuperados no Filtro (F3) foi relido com vistas a identificar os critérios, métricas ou constructos que indicassem as principais dimensões avaliadas no estudo do LMS. Nesta fase não houve uma predefinição de termos a serem encontrados.

Ao contrário, optou-se por uma abordagem mais “aberta” que pudesse permitir o surgimento dos critérios e outros dados de interesse, conforme explicado logo a seguir. Cada um dos critérios identificados foi transferido para uma tabela, conforme documento disponível em: <https://jc7.co/rev3104>.

Em seguida, os critérios foram classificados conforme a sua principal dimensão investigativa em uma etapa denominada como **CC (Criteria Classification - Classificação de Critérios)**. Não houve uma categorização restritiva prévia. Os critérios foram sendo classificados enquanto iam sendo coletados, e enquanto era possível identificar a dimensão ao qual estavam relacionados, de acordo com aquilo que se encontrava descrito nas publicações. A princípio, esperava-se encontrar critérios distribuídos nas principais dimensões relacionadas ao escopo de recuperação dos artigos. Portanto, da *usabilidade, UX* e do *contexto educacional*. Entretanto, outras vertentes puderam ser apuradas, conforme apresentado mais à frente. Posteriormente, procedeu-se a busca por identificar subdimensões ou linhas teórico-filosóficas que tenham sido utilizadas pelos autores para balizar o trabalho de avaliação dos LMS, sempre na perspectiva de cada um dos critérios, previamente elucidados. Por exemplo, se um critério definido como “satisfação” havia sido utilizado no estudo, buscava-se perceber qual era o suporte teórico ou abordagem filosófico-conceitual escolhida pelo autor, para sustentar o uso do critério para avaliar o LMS. Assim, em uma determinada

publicação, o critério “satisfação”, por exemplo, foi associado ao modelo *TAM* (*Technology Acceptance Model*) – (DAVIS, 1980), em específico, de acordo com que havia sido apurado na publicação. Assim como ocorreu na identificação da dimensão geral, também nesta fase não se definiu um conjunto específico e pré-estabelecido de opções classificatórias para esta pormenorização da classificação dos critérios. Ao contrário, permitiu-se que os dados fossem sendo coletados nos artigos conforme surgiam, de modo que se pudesse perceber se haveria de surgir um *corpus teórico* frequentemente adotado nas publicações.

Em seguida, procedeu-se a identificação da componente denominada como “*Coverage*” — “*Cobertura*”. Esta componente tinha por objetivo, identificar qual o tipo de sistema/plataforma estava coberto pelo critério estabelecido na teoria escolhida pelo autor para sustentar a avaliação do LMS. No fundo, o objetivo era identificar se o critério estava diretamente relacionado à avaliação de sistemas, de modo geral, ou se estava relacionado ao contexto dos LMS. Esta questão surgiu como fruto do EE aplicado, previamente, durante a fase de filtros do MS.

Por fim, buscou-se identificar quais os principais autores das linhas filosóficas adotadas para fundamentar a escolha dos critérios utilizados para avaliar os LMS. Dessa forma, fez-se uma espécie de volta ao tempo para perceber quais eram os autores que fundamentavam a escolha dos referenciais bibliográficos dos estudos de avaliação dos LMS. Por exemplo, se um critério pertencente às *10 heurísticas de Nielsen* (NIELSEN; MACK, 1994) havia sido escolhido, então, neste caso, propriamente, o autor que embasou a teoria que sustentava a análise era o próprio Nielsen. Este é um caso óbvio, entretanto, em outros frameworks e métodos, foi preciso percorrer todo o referencial bibliográfico do artigo e consultar as referências escolhidas, para identificar a(s) linha(s) de investigação adotadas no estudo. Desta forma, pode-se identificar o conjunto

teórico mais utilizado ao longo da década 2010 – 2020 para fundamentar a avaliação das interfaces de LMS e definir as principais linhas epistemológicas adotadas nos estudos. Ao longo do EE e da aplicação do MS, ficou evidente a “força” dos trabalhos seminais de Nielsen, principalmente, nos estudos do início da década e nessa perspectiva, tornou-se emergente tentar perceber qual era o *status* atual, relativamente a este autor, e qual seria a extensão da influência dos seus trabalhos e teorias nos estudos de avaliação de LMS no período analisado. A investigação e classificação de critérios não puderam ser aplicados integralmente em todos os artigos analisados. Em alguns casos, porque simplesmente não era possível identificar, minimamente, os critérios estabelecidos pelos autores para avaliar o LMS. Em outros casos, os estudos eram similares a um MS, ou não eram suficientemente elucidativos acerca das abordagens utilizadas, a ponto de tornar-se possível definir, claramente, quais os critérios que haviam sido adotados no estudo. Portanto, dos 77 artigos resultantes da aplicação do Filtro (F3), 7 foram excluídos da fase CI (Critérios de Inclusão) por impossibilidade de análise. Nestes artigos não foi possível, efetivamente, identificar os critérios e/ou abordagem filosófico-científica por inspeção direta, ou mesmo a partir da decomposição de constructos, ou métricas disponíveis no estudo, contrariando o CE-9.

Protocolo de Tratamento de Dados obtidos a partir dos Filtros e da Aplicação das Fases: os dados coletados foram importados para o *software PowerBi* (disponível em <https://powerbi.microsoft.com/en/>) a partir de planilhas do *Microsoft Excel*. No *PowerBi* foram plotados gráficos para exprimir a distribuição das dimensões ao longo do período de publicação dos artigos recuperados. O mesmo ocorreu para as abordagens filosóficas identificadas, para os autores primários e secundários encontrados, para os sistemas cobertos pelas abordagens teóricas e para os critérios identificados. Também foi definida uma matriz critério-autor para identificar os critérios relacionados aos autores e a

possível frequência de aparecimento dos critérios, e vice-versa, ou seja, uma matriz autor-critério. Por fim, foi desenvolvida uma matriz de cruzamento de critérios e dimensões para identificar os grupos de critérios conforme as dimensões estabelecidas, e ainda, uma plotagem resultante da classificação dos critérios encontrados. Os gráficos podem ser encontrados em <https://jc7.co/rev3105>.

Método de Trabalho para Abstração dos Critérios: foi inicialmente obtida a frequência de aparecimento dos critérios identificáveis em cada uma das publicações. Para isso, fez-se a leitura de cada um dos artigos, buscando identificar os critérios que se encontravam expressos na publicação. Em alguns casos, o procedimento era rápido e direto, seja pela fácil identificação do conjunto de critérios adotado pelos autores, seja pela disposição de algum elemento no conteúdo que permitisse abstrair rapidamente a abordagem filosófica adotada no estudo. Em outras situações, era mesmo necessário, buscar por métricas ou constructos definidos na pesquisa e desmembrá-los para entender a sua articulação com a base teórica adotada pelos autores. Posteriormente, após obter o máximo de critérios possível em cada uma das publicações, procedeu-se à classificação da dimensão principal de análise de cada um dos critérios. Inicialmente, foram pré-estabelecidas, as dimensões usabilidade, UX e do campo educacional. Entretanto, surgiram critérios definidos pelos autores das publicações, como aqueles pertencentes às dimensões da Web, da interação, das áreas da Psicologia e da Tecnologia, além de outras dimensões de difícil classificação, como Qualidade. Embora, se pudesse, com algum esforço, estabelecer um relacionamento dessas perspectivas com os três campos primários esperados (Usabilidade, UX e Pedagogia), optou-se por respeitar a conceituação original estabelecida nos artigos.

Na continuidade do processo, identificaram-se os subcritérios ou linhas filosófico-teóricas que suportavam a escolha dos critérios identificados,

e, por conseguinte, foram verificados os autores relacionados, em primeiro e segundo graus, ao escopo filosófico disponível na publicação. Ou seja, identificaram-se os autores diretos e relacionados à abordagem bibliográfica do estudo. Quando possível, os autores secundários, se estivessem disponíveis, também eram verificados. Buscou-se, ainda, identificar qual era o tipo de sistema coberto pelo pressuposto teórico escolhido pelos autores da publicação, com vistas a identificar se a teoria de avaliação escolhida era direcionada exclusivamente para o *e-learning* ou se havia sido concebida para uso de forma mais generalista, em sistemas de qualquer natureza. Os gráficos podem ser encontrados em: <https://jc7.co/rev3105>.

A abordagem utilizada para a categorização das dimensões dos critérios foi baseada num processo de julgamento. Inicialmente, buscou-se realizar a aplicação de alguns métodos de clusterização e de agrupamento euclidiano na amostra, com vistas agrupar, semanticamente, os conjuntos de critérios resultantes. Entretanto, os resultados obtidos não foram satisfatórios e o esforço para buscar uma abordagem baseada na aplicação de alguma técnica de classificação dos critérios era significativamente maior do que a realização de uma classificação direta pelos próprios pesquisadores. Ainda não há um consenso sobre abordagens taxonômicas para a rotulagem de tópicos. A questão da rotulagem passa por confiar no julgamento do pesquisador para tornar a classificação consistente (UNDERWOOD, 2012). A rotulagem de tópicos é uma abordagem, inerentemente, baseada em decisões tomadas pelo pesquisador, que pode escolher atribuir qualquer rótulo aos critérios conforme a interpretação que considere mais apropriada (“Exploratory analysis of word frequencies across corpus texts”, 2017). A classificação dos critérios foi realizada com vistas a definir uma visão generalizada dos estudos e que permitisse identificar grupos de critérios amplos e similares. Ao todo, foram identificados 762 diferentes critérios nos 70 artigos analisados. Buscou-se reduzir

ao máximo o conjunto resultante da amostra. Ao final, os critérios foram agrupados em 39 grupos semanticamente relacionados. Em última análise, é difícil controlar o número de critérios que possam surgir de uma análise desta natureza, em que um número menor de tópicos resulta de uma ampla gama de tópicos, porque os rótulos e o processo de classificação são, em si, inerentemente subjetivos (UNDERWOOD, 2012). A tabela com o agrupamento realizado pode ser encontrada em: <https://jc7.co/rev3104>.

A seguir apresenta-se a visão geral das questões utilizadas durante a aplicação do protocolo. **P01** – Qual(is) são o(s) critério(s), métrica(s) ou constructor(es) identificáveis na publicação? **P02** – Qual é a classificação/dimensão mais plausível para o critério encontrado na P01, relativamente, às seguintes possibilidades: usabilidade, UX, Pedagogia ou outro? No caso de “outro”, indique uma classificação disponível no artigo ou sugira uma dimensão plausível. **P03** – Existe alguma subclassificação ou definição clara da abordagem teórico-científica adotada para definir um agrupamento epistemológico ou sustentação científica para estabelecer o critério identificado em P01? **P04** – O critério identificado em P01 estabelece uma delimitação do tipo de aplicação ao qual está associado? Se sim, qual é a delimitação? Trata-se de um critério exclusivamente direcionado ao ambiente do *e-learning* ou é exequível para qualquer tipo de sistema? **P05** – O critério identificado em P01 vem acompanhado de um suporte bibliográfico que permita identificar o autor ou a corrente filosófica que o sustenta? Se sim, qual é o autor primário relacionado ao critério e/ou fundamentação teórica adotada? **P06** – É possível identificar um segundo autor ou linha filosófica relacionada ao estudo?

O MS ora apresentado ocorreu em setembro/2020. Portanto, é possível que os dados relativos a este ano possam estar incompletos. A base de conhecimento adotada para recuperação das publicações possui um conjunto relevante de

indexadores científicos, entretanto, cabe observar que a obtenção de publicações esteve restrita a este conjunto de ferramentas. Os gráficos do tratamento de dados encontram-se em: <https://jc7.co/rev3105>.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O MS permitiu verificar que ao longo da década 2010 – 2020, a dimensão usabilidade foi a mais frequente nos estudos que avaliaram os LMS, conforme a seguinte contagem: *Usability* (524); *Pedagogical* (100); *UX* (84); *Quality* (26); *Web* (14); *Interaction* (6); *Psychological* (6); *Technological* (2). Observa-se ainda a recorrência de alguns critérios classificados pelos estudos no âmbito da Qualidade, da Web, da Interação, da Psicologia e da Tecnologia. A importância dos critérios relacionados à usabilidade na avaliação de LMS é bastante recorrente e os critérios da Pedagogia e da UX, notadamente relevantes para qualificar o funcionamento destes sistemas, foi pouco explorado nos estudos avaliados. As abordagens baseadas em Inspeção Heurística continuam muito relacionadas ao uso dos critérios já estabelecidos e fundamentados pelos trabalhos de Nielsen (NIELSEN; MACK, 1994), isoladamente, ou conjugados com testes de usuários, inspeção por avaliadores, questionários e outras abordagens qualitativas. Isto pode se explicar pela forte adoção dos pressupostos de Nielsen, cuja teoria é a mais frequentemente encontrada nos estudos e pela frequência da adoção de critérios relacionados à usabilidade para avaliar os LMS.

Os critérios relativos à experiência do utilizador tornaram-se mais relevantes nos últimos anos, mas ainda se encontram pouco explorados, confirmando uma percepção que já havia sido evidenciada em MS anteriores sobre a avaliação de LMS. Os critérios adotados ainda são generalistas no campo da usabilidade e poucos são direcionados a estudar as questões relativas à UX e ao contexto pedagógico dos LMS. Algumas iniciativas têm sido

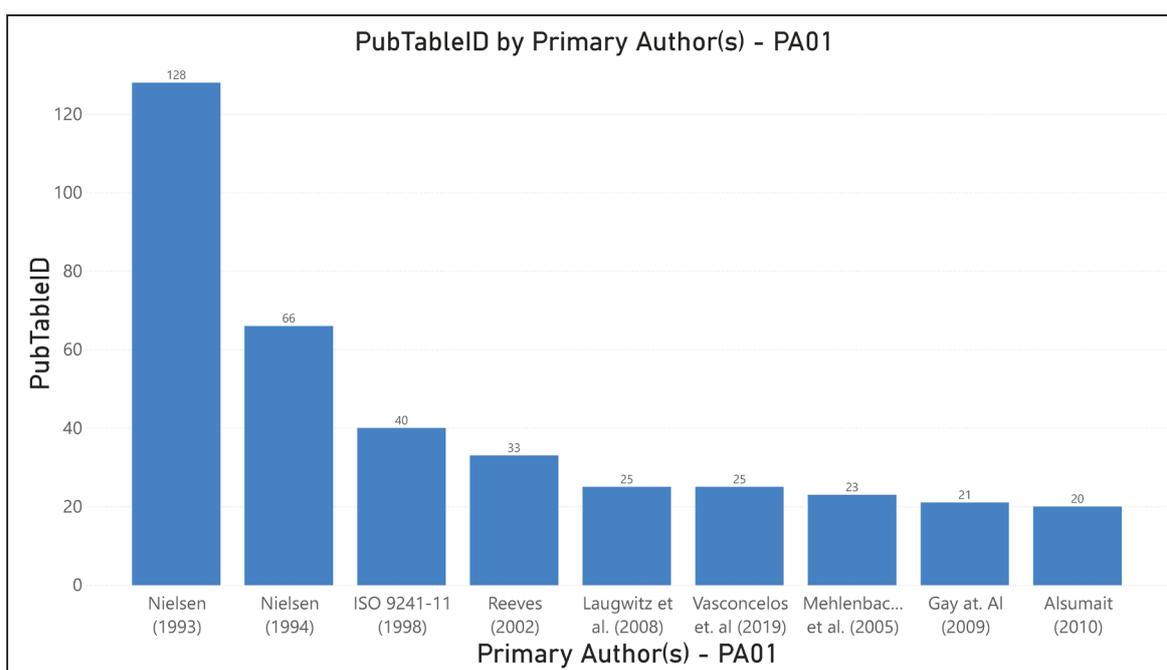
visas no sentido do uso de abordagens direcionadas ao campo pedagógico, por exemplo, no Framework UseLearn (OZTEKIN; KONG; UYSAL, 2010) e no uso de alguns critérios direcionados ao Design Instrucional e ao campo educacional. No campo da UX, o uso de ferramentas como o *User Experience Questionnaire (UEQ)* (HINDERKS; SCHREPP; JÖRG THOMASCHEWSKI, 2018) foi observado com alguma recorrência.

A seguinte distribuição geral dos critérios foi apurada no MS: *General* (325); *Technology Acceptance Model* (42); *Instructional Design* (38); *Use-Learn* (32); *Human Computer Interaction* (25); *e-learning* (22); *Educational* (21); *Statements* (21); *Learning with software heuristics* (18); *User Experience Questionnaire* (18). Foi possível verificar que parte significativa dos critérios adotados para avaliar os LMS cobria plataformas *e-learning*. Observaram-se também, alguns critérios relacionados ao estudo de ambientes *e-learning* para dispositivos móveis, para modelos *blended* e de aprendizado de crianças.

O uso de critérios que cobrem sistemas web e de tecnologia, de modo geral, é significativo, conforme se observa a seguir: *e-learning Platforms* (357); *Web System* (238); *Technology Systems* (38); *Mobile e-learning Platforms* (27); *Interactive Products* (23); *Blended e-learning* (16); *Interface Design* (16); *Child System* (15); *Applications* (7); *General* (5); *Voice e-learning Platforms* (5); *Web-based Encyclopaedia* (5).

No que se refere aos autores primários relacionados à teoria ou sustentação filosófica adotada pelos pesquisadores, frente aos critérios definidos para avaliar os LMS, os trabalhos seminais de Nielsen e colegas (NIELSEN; LANDAUER, 1993; NIELSEN; MACK, 1994) são ainda muito recorrentes e significativos, utilizados para fundamentar as escolhas dos critérios adotados, tanto na perspectiva da dimensão *usabilidade*, quanto na perspectiva das abordagens assumidas pelos estudos para avaliação dos sistemas de ensino-aprendizagem, que em boa medida, são baseados em *inspeções heurísticas da usabilidade*, *estudos de caso*, *entrevistas*, *questionários* e *avaliação por especialistas*, conforme se a figura 2.

Figura 2 - Distribuição dos critérios por autores.



Fonte: Elaborada pelos autores.

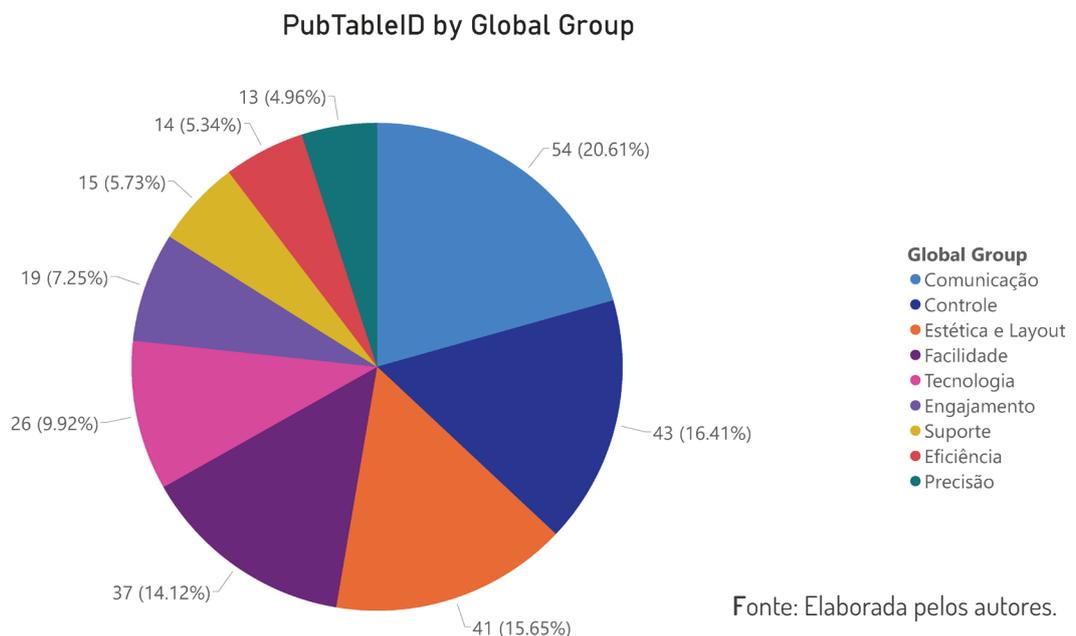
É também observável a influência de padrões da norma ISO 9241 para a definição dos critérios adotados nos estudos (ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2006). Outros autores tornaram-se recorrentes na escolha do suporte científico para sustentar a definição dos critérios adotados, como Reeves (2002); Laugwitz et al. (2008); Vasconcelos et. al (2019); Mehlenbacher et al. (2005); Gay at. Al (2009); Alsumait (2010), entre outros, conforme indicado na Figura 2. Para ver a lista completa de autores, siga para: <https://jc7.co/rev3106>. Os trabalhos de Albion (1999); Davis et al. (1989); Ratanapean (1999); Mehlenbacher et al. (2005), e do próprio Nielsen e da norma ISO, entre outros, ainda aparecem, frequentemente, como segundo autor para fundamentar os critérios, reforçando a forte indicação da abordagem direcionada aos critérios da usabilidade e da inspeção de interfaces.

Em relação aos critérios mais recorrentemente encontrados nos trabalhos, destacam-se aqueles com mais de 10 aparições: *Efficiency, Satisfaction Effectiveness, Error prevention, Flexibility and efficiency of use, Help and documentation, Recognition Rather than Recall, User control and*

freedom Visibility of System Status, Consistency and Standards, Match Between System and Real World, Help users recognize, diagnose, and recover from errors, Accessibility. Observa-se a presença de diversos critérios relacionados à 10 heurísticas definidas por Nielsen (NIELSEN, 2020), seguidos de critérios associados ao modelo de Aceitação de Tecnologia (DAVIS, 1980).

O critério “Satisfação”, relacionado aos aspectos da UX é a segunda ocorrência mais encontrada, em termos absolutos. Este critério foi evidenciado em 11 diferentes referenciais teóricos, entre os quais destaca-se, o modelo TAM (DAVIS, 1980), os trabalhos de Nielsen (NIELSEN; MACK, 1994), e a norma ISO 9241-210. Os critérios atribuídos aos estudos seminais de Nielsen (NIELSEN; LANDAUER, 1993) adotados para avaliar os LMS são os mais frequentes, seguidos de outras abordagens, como aquelas propostas por Reeves e colegas (REEVES et al., 2002), e por Mehlenbacher e outros pesquisadores (MEHLENBACHER et al., 2005). A lista de autores encontra-se em <https://jc7.co/rev3107>. O agrupamento dos critérios resultou em 39 grupos distintos, dos quais os mais relevantes são indicados na figura 3.

Figura 3 - Distribuição dos critérios em grupos de classificação geral arbitrária.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os critérios relacionados aos aspectos da *comunicação* ocorrida na interface são aqueles mais frequentemente encontrados nos estudos, seguidos daqueles relacionados ao *controle*, à *estética* e *layout* do LMS. Na sequência, os critérios relativos à *facilidade* e à *tecnologia*, e após estes, o *engajamento*. Portanto, os critérios tipicamente relacionados ao contexto da usabilidade são dominantes, ficando para a UX, os aspectos relacionados ao engajamento e para o contexto pedagógico, o agrupamento relativo à aprendizagem.

Uma matriz critério-autor foi criada para identificar os autores adotados como referencial bibliográfico para suportar a escolha dos critérios adotados pelos pesquisadores em suas publicações. O objetivo foi identificar a relevância de cada um dos autores no processo de construção do *corpus*

teórico. Por exemplo, para o critério *Satisfaction*, os seguintes autores foram adotados como referencial: Constantine and Larry (2011); Davis et al. (1989); DeLone and McLean (2003); Doll & Torkzadeh (2013); Hong and Holton (2003); ISO FDIS 9241-210 (2019); Laugwitz et al. (2008); Nielsen (2003); Nielsen (1993); Puterman (1994); e Tullis and Albert (2013). A tabela 5 apresenta um fragmento da **matriz critério-autor** extraída do software *PowerBI*. A matriz completa pode ser encontrada em: <https://jc7.co/rev3108>. Também foram desenvolvidas matrizes do tipo *autor-critério*, cujo objetivo foi identificar, entre os 10 primeiros autores mais adotados pelos analistas de interfaces de LMS, quais foram os critérios mais frequentes por autor. As matrizes podem ser encontradas em <https://jc7.co/rev3108>.

Tabela 5 - Fragmento da matriz critério-autor para o critério Satisfação.

Criteria	PubTableID
Satisfaction	11
Constantine and Larry (2011)	1
Davis et al. (1989)	1
DeLone and McLean (2003)	1
Doll & Torkzadeh (2013)	1
Hong and Holton (2003)	1
ISO FDIS 9241-210 (2019)	1
Laugwitz et al. (2008)	1
Nielsen (2003)	1
Nielson (1993)	1
Puterman (1994)	1
Tullis and Albert (2013)	1

Fonte: Elaborada pelos autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este MS analisou 70 publicações ocorridas ao longo da última década, dedicadas a avaliar os aspectos relacionados à UX e à usabilidade de LMS. O estudo permitiu evidenciar a dominância dos critérios relacionados à usabilidade. As abordagens de avaliação adotam critérios forjados nas bases dos estudos de usabilidade a partir de trabalhos seminais (ALBION, 1999; NIELSEN, 1994; PREECE; ROGERS; SHARP,

2002; REEVES et al., 2002), e são ainda, pautadas em métodos de avaliação qualitativos. É possível observar um aumento do uso de critérios relativos a outros campos, como aqueles relacionados à UX e ao campo pedagógico, para além da usabilidade. Entretanto, no geral, observar-se a necessidade de ampliar a adoção de abordagens avaliativas que considerem aspectos do contexto hedônico, das sensações e dos sentimentos do utilizador frente à plataforma de ensino, além de aspectos relacionados ao campo educacional.

Este estudo pôde evidenciar os principais grupos de critérios adotados na avaliação de LMS e agrupá-los semanticamente, de tal forma a relacioná-los e permitir futuras abordagens de avaliação de sistemas educacionais, inclusive, aquelas do contexto computacional com base em métodos automatizados, por exemplo, da adoção da

Inteligência Artificial (IA) no processo de avaliação. Os resultados apresentados poderão ser reavaliados em trabalhos futuros, para ratificar ou refutar as propostas de categorização apresentadas, e contribuir para a evolução do campo de pesquisa de avaliação da qualidade de sistemas educacionais.

O estudo permitiu identificar potenciais dimensões de análise consideradas em uma fase posterior da pesquisa para a adoção de automação suportada por IA. Ao final, os critérios catalogados e a categorização obtida, permitiram obter um conjunto de *insights* sobre como estes aspectos se relacionam com as diretrizes de construção de interfaces de LMS. Como resultado, poderão surgir perspectivas de categorização que permitam estabelecer modelos de significação adotados pelos pesquisadores para avaliar os LMS na perspectiva da Usabilidade e da UX.

REFERÊNCIAS

- Advances in ergonomics in design.** New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2016.
- Advances in usability and user experience.** New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2017.
- AHRAM, T. Z.; FALCÃO, C. (EDS.). **Advances in Usability, User Experience and Assistive Technology: Proceedings of the AHFE 2018 International Conferences on Usability & User Experience and Human Factors and Assistive Technology**, Held on July 21–25, 2018, in Loews Sapphire Falls Resort at Universal Studios, Orlando, Florida, USA. Cham: Springer International Publishing, 2019. v. 794
- ALBION, P. R. Heuristic evaluation of educational multimedia: from theory to practice. p. 9, 1999.
- BASILI, V. R.; ROMBACH, H. D. The TAME project: towards improvement-oriented software environments. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 14, n. 6, p. 758–773, jun. 1988.
- BENNETT, J. L. (ED.). **Visual display terminals: usability issues and health concerns.** Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1984.
- BEVAN, N. et al. New ISO Standards for Usability, Usability Reports and Usability Measures. Em: KUROSU, M. (Ed.). **Human-Computer Interaction. Theory, Design, Development and Practice.** Cham: Springer International Publishing, 2016. v. 9731p. 268–278.
- BRANGIER, E. et al. Évolution de l'inspection heuristique: vers une intégration des critères d'accessibilité, de praticité, d'émotion et de persuasion dans l'évaluation ergonomique. **Journal d'Interaction Personne-Système**, v. 4, n. 1, p. 16, 2015.
- BRANGIER, E.; DESMARAIS, M. C. Heuristic Inspection to Assess Persuasiveness: A Case Study of a Mathematics E-learning Program. Em: MARCUS, A. (Ed.). **Design, User Experience, and Usability.** Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience. Cham: Springer International Publishing, 2014. v. 8517p. 425–436.
- CANTABELLA, M. et al. Analysis and evaluation of lecturers' activity in Learning Management Systems: Subjective and objective perceptions. **Interactive Learning Environments**, v. 26, n. 7, p. 911–923, 3 out. 2018.
- COTA, C. X. N.; DÍAZ, A. I. M.; DUQUE, M. Á. R. Evaluation framework for m-learning systems: Current situation and proposal. Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction - Interacción '14. **Anais...** Em: THE XV INTERNATIONAL CONFERENCE. Puerto de la Cruz, Tenerife, Spain: ACM

- Press, 2014. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2662253.2662265>>. Acesso em: 20 jun. 2020
- DAVIS, F. A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems : theory and results.** [s.l.] MIT, 1980.
- DUCZMAN, M.; BRANGIER, E.; THÉVENIN, A.** Criteria Based Approach to Assess the User Experience of Driving Information Proactive System: Integration of Guidelines, Heuristic Mapping and Case Study. Em: REBELO, F.; SOARES, M. (Eds.). **Advances in Ergonomics in Design.** Cham: Springer International Publishing, 2016. v. 485p. 79-90.
- Exploratory analysis of word frequencies across corpus texts.**, 25 jul. 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ka4yDJLlSSc&ab_channel=UniversityofBirmingham>. Acesso em: 9 maio. 2021
- FERNANDEZ, A.; INSEFRAN, E.; ABRAHÃO, S.** Usability evaluation methods for the web: A systematic mapping study. **Information and Software Technology**, v. 53, n. 8, p. 789-817, ago. 2011.
- FREIRE, L. L.; AREZES, P. M.; CAMPOS, J. C.** A literature review about usability evaluation methods for e-learning platforms. **Work**, v. 41, p. 1038-1044, 2012.
- GIL URRUTIA, J. I.** et al. Beyond "Usability and User Experience", Towards an Integrative Heuristic Inspection: From Accessibility to Persuasiveness in the UX Evaluation. Em: AHRAM, T.; FALCÃO, C. (Eds.). **Advances in Usability and User Experience.** Cham: Springer International Publishing, 2018. v. 607p. 460-470.
- GIL URRUTIA, J. I.; BRANGIER, E.; CESSAT, L.** Is a Holistic Criteria-Based Approach Possible in User Experience? Em: MARCUS, A.; WANG, W. (Eds.). **Design, User Experience, and Usability: Theory, Methodology, and Management.** Cham: Springer International Publishing, 2017. v. 10288p. 395-409.
- HASSENZAHN, M.; LAW, E.; EBBA, H.** User Experience – Towards a unified view. **UX WS NordiCHI'06: COST294-MAUSE**, p. 161, 2006.
- HINDERKS, A.; SCHREPP, M.; JÖRG THOMASCHESKI.** **User Experience Questionnaire (UEQ).** Disponível em: <<https://www.ueq-online.org/>>. Acesso em: 6 set. 2020.
- HOSIE, P.; SCHIBECI, R.; BACKHAUS, A.** A framework and checklists for evaluating online learning in higher education. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, v. 30, n. 5, p. 539-553, out. 2005.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.** **Ergonomics of Human-System Interaction - Part 11: Usability: Definitions and concepts (ISO 9241-11:2018).** bsi., , nov. 2018. . Acesso em: 1 jul. 2019
- ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.** **ISO 9241-110:2006.** Disponível em: <<http://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/03/80/38009.html>>. Acesso em: 3 ago. 2019.
- JOKELA, T.** et al. The Standard of User-Centered Design and the Standard Definition of Usability: Analyzing ISO 13407 against ISO. p. 8, 2003.
- JORDAN, P. W.** **An introduction to usability.** London ; Bristol, Pa: Taylor & Francis, 1998.
- KITCHENHAM, B.** et al. Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. **Information and Software Technology**, v. 51, n. 1, p. 7-15, jan. 2009.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S.** **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering.** [s.l.] University of Durham, 2007.
- MARCUS, A.; WANG, W.** (EDS.). **Design, User Experience, and Usability: Designing Pleasurable Experiences.** Cham: Springer International Publishing, 2017a. v. 10289
- MARCUS, A.; WANG, W.** (EDS.). **Design, User Experience, and Usability: Theory, Methodology, and Management.** Cham: Springer International Publishing, 2017b. v. 10288
- MARCUS, A.; WANG, W.** (EDS.). **Design, User Experience, and Usability: Understanding Users and Contexts.** Cham: Springer International Publishing, 2017c. v. 10290
- MEHLENBACHER, B.** et al. **Usable E-Learning: A Conceptual Model for Evaluation and Design.** p. 10, 2005.
- MICHEL, G.; BRANGIER, E.; BRUN, M.** Ergonomic Principles to Improve the Use of Cognitive Stimulation Systems for the Elderly: A Comparative Study of Two Software Tools. Em: STEPHANIDIS, C.; ANTONA, M. (Eds.). **Universal Access in Human-Computer Interaction. Aging and Assistive Environments.** Cham: Springer International Publishing, 2014. v. 8515p. 147-154.
- MTEBE, J. S.; KISSAKA, M. M.** **Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa.** 2015 IST-Africa Conference. **Anais...** Em: 2015 IST-AFRICA CONFERENCE. Lilongwe, Malawi: IEEE, maio 2015a. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7190521/>>. Acesso em: 4 jun. 2019
- MTEBE, J. S.; KISSAKA, M. M.** **Heuristics for evaluating usability of Learning Management Systems in Africa.** 2015 IST-Africa Conference. **Anais...** Em: 2015 IST-AFRICA CONFERENCE. Lilongwe, Malawi: IEEE, maio 2015b. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7190521/>>. Acesso em: 20 jun. 2020
- NAVARRO, C. X.** et al. Framework to Evaluate M-Learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach. **IEEE Revista Iberoamericana de**

- Tecnologias del Aprendizaje**, v. 11, n. 1, p. 33–40, fev. 2016.
- NÉMERY, A.; BRANGIER, E. Set of Guidelines for Persuasive Interfaces: Organization and Validation of the Criteria. **Journal of Usability Studies**, v. 9, n. 3, p. 24, 2014.
- NIELSEN, J. **Usability Inspection Methods**. New York: John Wiley & Son, 1994.
- NIELSEN, J. **Usability engineering**. Nachdr. ed. Amsterdam: Kaufmann, 2010.
- NIELSEN, J. **10 Heuristics for User Interface Design: Article by Jakob Nielsen**. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. Acesso em: 3 ago. 2019.
- NIELSEN, J.; LANDAUER, T. K. A mathematical model of the finding of usability problems. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '93. **Anais...** Em: THE SIGCHI CONFERENCE. Amsterdam, The Netherlands: ACM Press, 1993. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=169059.169166>. Acesso em: 2 jun. 2019
- NIELSEN, J.; MACK, R. L. (EDS.). **Usability inspection methods**. New York: Wiley, 1994.
- OZTEKIN, A.; KONG, Z. J.; UYSAL, O. Use-Learn: A novel checklist and usability evaluation method for eLearning systems by criticality metric analysis. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 40, n. 4, p. 455–469, jul. 2010.
- PIREVA, K.; IMRAN, A. S.; DALIPI, F. User behaviour analysis on LMS and MOOC. 2015 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e). **Anais...** Em: 2015 IEEE CONFERENCE ON E-LEARNING, E-MANAGEMENT AND E-SERVICES (IC3E). Melaka, Malaysia: IEEE, ago. 2015. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7403480/>. Acesso em: 4 jun. 2020
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Interaction design: beyond human-computer interaction**. New York, NY: J. Wiley & Sons, 2002.
- REEVES, T. C. et al. Usability and Instructional Design Heuristics for E-Learning Evaluation. p. 7, 2002. Disponível em: https://eric.ed.gov/?id=ED477084
- SANDIM JÚNIOR, D. G. **A Interação no Gerenciador de Conteúdo WordPress sob a perspectiva da Semiótica**. Belo Horizonte: Universidade FUMEC, 2017.
- SANDIM JÚNIOR, D. G. Usability and User Experience Evaluation of Learning Management Systems. DCC. **Anais...** Em: DCC. Lisbon: Unidcom, IADE, 22 maio 2019.
- SANDIM JÚNIOR, D. G.; HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, R.; ESTIMA, J. Systematic Mapping of Methods Used to Evaluate the Usability and UX of Learning Management Systems. Em: MARTINS, N.; BRANDÃO, D. (Eds.). **Advances in Design and Digital Communication II**. Springer Series in Design and Innovation. Cham: Springer International Publishing, 2021. v. 19p. 122–133.
- SCAPIN, D. L. Organizing human factors knowledge for the evaluation and design of interfaces. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 2, n. 3, p. 203–229, jan. 1990.
- SCAPIN, D. L.; BASTIEN, J. M. C. Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. **Behaviour & Information Technology**, v. 16, n. 4–5, p. 220–231, jan. 1997.
- SHACKEL, B. Usability – Context, framework, definition, design and evaluation. **Interacting with Computers**, v. 21, n. 5–6, p. 339–346, dez. 2009.
- SHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C. **Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction**. 4th ed ed. Boston: Pearson/Addison Wesley, 2004.
- TAKASHI NAKAMURA, W.; HARADA TEIXEIRA DE OLIVEIRA, E.; CONTE, T. Usability and User Experience Evaluation of Learning Management Systems – A Systematic Mapping Study: Proceedings of the 19th International Conference on Enterprise Information Systems. **Anais...** Em: 19TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS. Porto, Portugal: SCITEPRESS – Science and Technology Publications, 2017. Disponível em: <http://www.scitepress.org/DigitalLibrary/Link.aspx?doi=10.5220/0006363100970108>. Acesso em: 20 jun. 2020
- UNDERWOOD, T. **Topic modeling made just simple enough. The Stone and the Shell**, 7 abr. 2012. Disponível em: <https://tedunderwood.com/2012/04/07/topic-modeling-made-just-simple-enough/>. Acesso em: 9 maio. 2021
- W3C WEB ACCESSIBILITY INITIATIVE (WAI). **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview**. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>. Acesso em: 7 jan. 2019.
- ZAHARIAS, P.; KOUTSABASIS, P. Heuristic evaluation of elearning courses: a comparative analysis of two elearning heuristic sets. **Campus-Wide Information Systems**, v. 29, n. 1, p. 45–60, 30 dez. 2011.