
EYE TRACKING E REAÇÕES DA PUPILA EM ESTUDOS DE USER EXPERIENCE

Eye tracking and pupil reactions in user experience studies

**Suellen Elise Timm Barros (1), Heytor Diniz Teixeira (2), Cecilio Merlotti Rodas (3),
Silvana Aparecida Borsetti Gregorio Vidotti (4), Rachel Cristina Vesu Alves (5)**

(1) Universidade Estadual Paulista, Brasil, suellen.timm@unesp.br. (2) hd.teixeira@unesp.br.
(3) cecilio.rodas@unesp.br. (4) silvana.vidotti@unesp.br. (5) rachel.vesu@unesp.br



Resumo

Os constantes avanços tecnológicos direcionaram a sociedade para um consumo de informações cada vez mais intermediado pelas interfaces das Tecnologias de Informação e Comunicação, refletindo na relevância de estudos que investigam a experiência de interação entre humano-computador na Ciência da Informação. Este trabalho possui como objetivo geral realizar uma revisão bibliográfica sobre estudos de *eye tracking* e reações da pupila em estudos de *User Experience*. Possui uma abordagem quanti-qualitativa, sendo caracterizado sob o ponto de vista de seus objetivos como exploratório. O levantamento bibliográfico resultou em 100 artigos para análise, tendo seis deles sido selecionados ao final da triagem por incluírem a aplicação do instrumento *eye tracker*, estudarem as reações da pupila, e apresentarem métodos passíveis de uso ou adaptação para a Ciência da Informação. Percebeu-se que todos os estudos selecionados usaram o instrumento *eye tracker*, junto de outra medida de controle ambiental dos estudos, para a análise de sentimentos através das reações da pupila. Conclui-se que as metodologias utilizadas por outras áreas se caracterizam como possibilidades para o desenvolvimento de investigações dentro da Ciência da Informação.

Palavras-chave: Eye tracking; User experience; Reações da pupila; Análise de sentimentos

Abstract

The constant technological advances have directed society towards an information consumption increasingly mediated by Information and Communication Technologies interfaces, reflecting the relevance of studies that investigate the experience of human-computer interaction in Information Science. This article aims to perform a literature review on eye tracking studies and pupil reactions in User Experience studies. It has a quanti-qualitative approach, being characterized under the point of view of its objectives as exploratory. The bibliographical survey resulted in 100 articles for analysis, six of which were selected at the end of the selection because they included the application of the eye tracker instrument, studied pupil reactions, and presented methods that could be used or adapted for the Information Science. It was noticed that all the selected studies used the eye tracker instrument, along with another measure of environmental control of the studies, for the analysis of feelings through pupil reactions. It is concluded that the methodologies used by other areas are characterized as possibilities for the development of investigations within Information Science.

Keywords: Eye tracking; User experience; Pupil reactions; Sentiment analysis

1 Introdução

As últimas décadas foram cenários de significativos avanços tecnológicos capazes de transformar a dinâmica social, principalmente, no que se refere ao consumo de informações. No passado, por exemplo, o uso dos computadores delimitava-se aos espaços militares e governamentais (Araújo 2018), caracterizando o ambiente digital como um cenário distante da sociedade. Contudo, no decorrer dos anos e com o surgimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), o ambiente digital tornou-se parte da rotina e das relações sociais, tendo poder de influência para além de suas fronteiras.

Inserida em um contexto de constantes avanços, a sociedade encontra-se cada vez mais intermediada pelas interfaces das TIC, o que torna a experiência de interação entre humano-computador um tópico de grande relevância de investigação para a Ciência da Informação (CI), pois é “[...] preciso entender que os usuários são distintos em seu comportamento, cultura, história [...] e que essas diferenças podem influenciar na interação com as interfaces” (Rodas *et al* 2016 p. 38). Portanto, os estudos de *user experience* (UX) na CI procuram compreender o “[...] processo de interação entre indivíduos e o ambiente informacional digital, compreendendo assim a forma de percepções do usuário no acesso a um determinado ambiente informacional digital” (Ferreira *et al.* 2016, p. 326).

Diante da facilidade de uso, rapidez de resposta e por estar cada vez mais preciso em tentar entender a linguagem natural, a usabilidade do *Google* se torna um parâmetro para outros sistemas de informação. Por exemplo, os catálogos online de bibliotecas possuem ferramentas que viabilizam a construção de estratégias para buscas, como combinação de termos, trucagem, e o uso de operadores booleanos, que tornam a recuperação mais precisa. Porém, em contrapartida, estes elementos também podem ser vistos pelos usuários como aspectos dificultadores, tendo em vista a demanda de tempo para a elaboração de estratégias de busca.

Pesquisas com usuários buscam métodos para qualificar e quantificar a experiência, especialmente, com a popularização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Rodas (2017) destaca que antes da popularização das TIC na década de 1990, os usuários de tecnologia eram especialistas formados pelas empresas para isso, portanto, não era tão necessário desenvolver e avaliar a usabilidade das interfaces.

Com a popularização dos computadores pessoais e dispositivos móveis, pesquisas de UX buscam, então, estudar aspectos relacionados à usabilidade das interfaces. Segundo a ISO

9241-210 (*International Organization for Standardization*), pesquisas de interação humano-computador centradas no usuário buscam comportamentos, percepções, preferências e até mesmo emoções ao interagirem com um produto ou serviço. Entre as metodologias usadas em pesquisa de UX e em estudos interdisciplinares está a tecnologia de *eye tracking*, que permite o rastreamento ocular de maneira a compreender, mapear e avaliar a atenção visual.

Sepúlveda e Araújo (2012) ressaltam os estudos com usuários como um tema frequentemente pesquisado pela Ciência da Informação e destacam a importância dos profissionais da informação estudarem e aplicarem os estudos também na prática profissional. Um dos métodos que permite uma análise aprofundada da experiência do usuário (*User Experience*) é o estudo das reações da pupila, porque a pupila dos olhos é a característica-chave usada para calcular a direção do olhar e reflete diretamente o sistema nervoso. Assim, diante da relevância do *User Experience* para o desenvolvimento de estudos na Ciência da Informação que investigam o uso da informação, quão frequente é o uso da tecnologia de *eye tracking* com foco nas reações da pupila em pesquisas que buscam compreender a experiência do usuário na área da Ciência da Informação?

Portanto, este trabalho realizou uma revisão bibliográfica sobre estudos de *eye tracking* e reações da pupila em estudos de *user experience* tendo como objetivo geral contribuir com as pesquisas em Ciência da Informação com o foco em *user experience*. Os objetivos específicos foram: (a) identificar pesquisas/artigos sobre *eye tracking* que possuam dados sobre reações da pupila nas bases *Web of Science*, *Scopus*, *Pubmed* e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS); (b) verificar se os dados encontrados sobre as reações da pupila estão relacionados a análise de sentimentos; (c) destacar os métodos utilizados nos artigos; e (d) baseado nos trabalhos encontrados, discutir a possibilidade de reutilização dos métodos de outras áreas em pesquisas da Ciência da Informação.

2 Eye tracking em pesquisas de UX

O *eye tracking* é uma das tecnologias utilizadas nas pesquisas de UX, pois “[...] registra os movimentos oculares de um indivíduo, principalmente com a finalidade de determinar anormalidades ou a interação diante de estímulos ou tarefas previamente definidas” (Roa-Martínez e Vidotti 2020 não paginado). Logo, o *eye tracking* possibilita

[...] detectar onde os usuários olham em um determinado momento, quanto tempo eles olham para algo, e o caminho que seus olhos seguem. O *eye tracking* tem sido utilizado em inúmeros campos, incluindo os fatores

humanos, de psicologia cognitiva, marketing, e o amplo campo de interação humano-computador. Na pesquisa de *user experience*, o *eye tracking* auxilia os pesquisadores a entender a experiência completa dos usuários, mesmo aquela em que eles não conseguem descrever. (Schall e Bergstrom 2014 p. 3 tradução nossa)

Os dados registrados pelo *eye tracking* incluem duas variáveis: as sacadas e fixações. As sacadas são o trajeto percorrido pelo olhar entre duas fixações, que duram entre 10 e 100 milissegundos. O número, amplitude, duração, sacadas regressivas e mudanças bruscas de direção são as métricas relacionadas às sacadas. Já as fixações são o ponto que o usuário fixa o olhar para extrair informações e permanece com os olhos parados de 100 a 500 milissegundos (Roa-Martínez e Vidotti 2020 não paginado).

As métricas das fixações incluem: a duração, o número total, número por área de interesse, densidade espacial, fixações repetidas sobre o objetivo na área de interesse, tempo para a primeira fixação, porcentagem de participantes que fixaram na área de interesse e fixações sobre o objetivo dividido pelo número total de fixações (Roa-Martínez e Vidotti 2020 não paginado). O Quadro 1 resume os movimentos, medidas e significados do comportamento ocular:

Quadro 1 - Movimentos e medidas do comportamento do olhar (*Gaze Behavior*)

Movimentos	Medidas	Significado
Quando eles olham?	Tempo de fixação, latência	Importância, relevância, prioridade
Onde eles olham?	Local de fixação, distribuição espacial	Informação, relevância
Por quanto tempo eles olham?	Duração da fixação, tempo total da fixação	Interesse, familiaridade, habilidade, processamento, usabilidade
Frequência que eles olham?	Contagem da fixação e visitas	Valor semântico, processo de busca
Direções e padrões do olhar?	Direção da sacada, amplitude, similaridade da varredura	Busca visual, dificuldade da tarefa, design da interface

Fonte: Traduzido de Tobii Pro (2020)

Os rastreadores oculares emitem uma luz infravermelha que determina a localização do olhar baseado na posição da pupila. A tecnologia de rastreamento ocular captura apenas o que é chamado de visão fóvea que, na maioria dos casos, coincide com a atenção do usuário (Bojko 2013). O dispositivo *eye tracker*, então, é responsável por gravar e registrar o

comportamento ocular. Já o *software* que acompanha o *eye tracking* gera as "[...] visualizações como mapas de calor e de olhar, vídeos de mapa de olhar e gráficos estatísticos" (Vidotti *et al.* 2016 p. 187).

Figura 1 - Mapa de calor e vídeo de fixações gerados pelo *Eye Tracking*



Fonte: Bojko (2013 p. 195 e 211)

Vidotti *et al.* (2016) explicam que as pesquisas do comportamento do olhar podem ser qualitativas ou quantitativas e, preferencialmente, combinando métricas diversificadas. Assim, a pesquisa qualitativa tem por objetivo "[...] compreender as percepções, as dificuldades e as expectativas dos usuários", enquanto a quantitativa possibilita, por meio de dados estatísticos, precisar numericamente problemas de usabilidade (Vidotti *et al.* 2016 p. 188).

Bojko (2013) destaca que qualquer pessoa pode observar o que o usuário faz ou escuta, porém é necessária uma tecnologia especializada para observar o que o usuário vê. Rodas (2017 p. 78) corrobora ao declarar que a relevância dos estudos de movimento ocular "[...] se deve ao fato de que o olhar de um indivíduo está diretamente relacionado com a sua atenção, o que faz com que seja possível compreender, em parte, o processo cognitivo das pessoas".

2.1 Pupilometria

A tecnologia de rastreamento ocular é de suma importância para relevar questões psicológicas do comportamento humano, verificando como estímulos afetam a emoção dos usuários (Baharom *et al.* 2019). Há estudos com *eye tracking*, nos quais as informações sobre a localização e o tamanho da pupila são utilizadas. Assim, o estudo sobre o comportamento de dilatação e contração da pupila, chamado de pupilometria, pode ser

Timm Barros, S. E., et al. "Eye tracking e reações da pupila em estudos de User Experience". *Brazilian Journal of Information Science: Research trends*, vol.15, publicação contínua, 2021, e02113, doi:10.36311/1981-1640.2021.v15.e02113

realizado com alguns dos sistemas de *eye tracking*, sendo que alguns aparelhos até mesmo possibilitam sincronizar os dados de rastreamento ocular (*gaze*) com os do comportamento da pupila para facilitar a visualização.

Isso porque a pupila dos olhos é a característica-chave usada para calcular a direção do olhar, mas também reflete diretamente o sistema nervoso. Segundo Schall e Bergstrom (2014 p. 89 tradução nossa), "[...] a dilatação da pupila é uma resposta autonômica simpática do sistema nervoso que pode fornecer índices de atenção, interesse ou emoção e está correlacionada com a carga de trabalho mental e emocional".

Aparentemente, estudos sobre a pupila podem ser desafiadores para pesquisadores, especialmente, os iniciantes, porém autores como Marshall (2000), Bojko (2013), Tullis e Albert (2013), e Schall e Bergstrom (2014) sugerem como coletar e analisar dados provenientes de estudos de pupilometria de maneira a garantir a qualidade e precisão na pesquisa. As medidas que podem ser observadas através do movimento da pupila são:

Quadro 2 - Movimentos e medidas da pupila

Movimentos	Medidas	Significado
Dilatação, diâmetro	% de mudança, dilatação máxima, latência ao pico	Carga cognitiva, estimulação, vigilância, alerta, ansiedade, tomada de decisão, atenção seletiva (aberta, oculta), memória, saliência
Contração, diâmetro	% de mudança	Atenção seletiva, relaxamento dos acima
Dinâmica, oscilação	Frequência, Transformada de Fourier (decompõe sinal em componentes seno e cosseno), onduleta ou ondaleta, recorrência cruzada não-linear	Carga cognitiva, outras relacionadas à dilatação

Fonte: Traduzido de Tobii Pro (2020)

A resposta da pupila é um correlato fisiológico da atividade cognitiva, já que a mesma se dilata quando o usuário olha para um ponto que estimula a cognição (Marshall 2000). Com isso, o autor aponta dois temas recorrentes que surgem a partir das pesquisas de pupilometria: "[...] a pupila se dilata como resultado de um processamento cognitivo eficaz; e o grau de dilatação varia com o grau de dificuldade da tarefa" (Marshall 2000 não paginado). Bojko (2013) explica que o diâmetro da pupila inclusive é a medida usada comumente em estudos

que buscam rastrear a carga mental do usuário ao desempenhar alguma tarefa. A pesquisadora exemplifica que a medida é frequentemente usada para avaliar ambientes que exigem altas performances cognitivas em que um erro pode acarretar riscos significativos, como no campo da saúde e do transporte.

Além do esforço mental ou cognitivo, o nível de luminosidade do ambiente e o afeto ou emoção também podem influenciar a dilatação ou contração da pupila. Inclusive a dilatação da pupila causada pela luz é de uma magnitude maior, do que a referente ao processamento cognitivo ou emocional (Bojko 2013). Por isso, pesquisas de pupilometria costumam se preocupar em diminuir a interferência de questões como a variação de luminosidade para não afetarem os resultados, por exemplo, trocando pesquisas ao ar livre por estudos em laboratório.

No caso de estímulos ou tarefas complexas, essas tendem a, proporcionalmente, aumentar a duração média da fixação e também do tamanho da pupila. A principal diferença entre as duas medidas está na granularidade diagnóstica:

A duração média de fixação pode ajudar a avaliar áreas específicas de um estímulo, enquanto o diâmetro da pupila é mais uma medida global, de estímulo/nível de tarefa. O diâmetro da pupila pode ser usado para avaliar um estímulo visual como um todo e no contexto de exigências adicionais impostas ao usuário por fatores não relacionados ao estímulo (por exemplo, ruído e pressão de tempo) que estão em jogo durante a tarefa. (Bojko 2013 p. 136).

A dilatação da pupila está relacionada a um significativo número de diferenças mentais e emocionais, o que pode aparentar ser desafiador precisar o que indicam as mudanças pupilares. Sobre essa questão, Schall e Bergstrom (2014) argumentam que a pupila pode apontar aspectos que usuários inconscientemente experimentam como fadiga, medo, ansiedade, dificuldade da tarefa, tensão, depressão e inclusive preconceitos raciais, porém o contexto e a combinação com outros métodos de pesquisa de UX são essenciais para que o estudo seja mais preciso e completo. Tullis e Albert (2013) concordam e enfatizam a relevância do método, especialmente, em situações em que o foco do estudo é o nível de concentração ou emocional.

2 Metodologia

Este estudo, de acordo com a sua natureza, pode ser definido como uma pesquisa básica. Sob o ponto de vista de seus objetivos é caracterizado como uma pesquisa

exploratória, que tem a finalidade de proporcionar mais informações sobre o assunto investigado (Prodanov e Freitas 2013 p. 51). De acordo com os procedimentos técnicos, é definido como uma pesquisa bibliográfica, ou seja, quando é construído por meio de material que já foi publicado (Prodanov e Freitas 2013 p. 54). Segundo sua abordagem, é visto como uma pesquisa quanti-qualitativa.

Para esta revisão bibliográfica foi desenvolvida uma *string* de busca¹ com os seguintes termos: “*pupil dilation*”, “*sentiment analysis*”, “*user experience*”, e “*eye tracking*”. A definição desses termos foi baseada nos objetivos geral e específicos desta pesquisa. Desse modo, a *string* utilizada para as pesquisas nas bases de dados foi: “*pupil dilation*” AND “*sentiment analysis*” OR “*user experience*” AND “*eye tracking*”. As bases foram *Web of Science*, *Scopus*, *Pubmed* e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). A escolha das duas últimas bases foi motivada por serem de acesso aberto e possuírem em seu acervo trabalhos de várias áreas do conhecimento, como psicologia, medicina, dentre outras.

A pesquisa foi realizada entre 17 e 22 de dezembro de 2020. Como resultado, obteve-se 100 artigos para análise. Segue abaixo, os dados detalhados.

Tabela 1 – Número de artigos recuperados nas bases de dados

<i>Web of Science</i>	<i>Scopus</i>	Pubmed	BVS
73	10	16	1

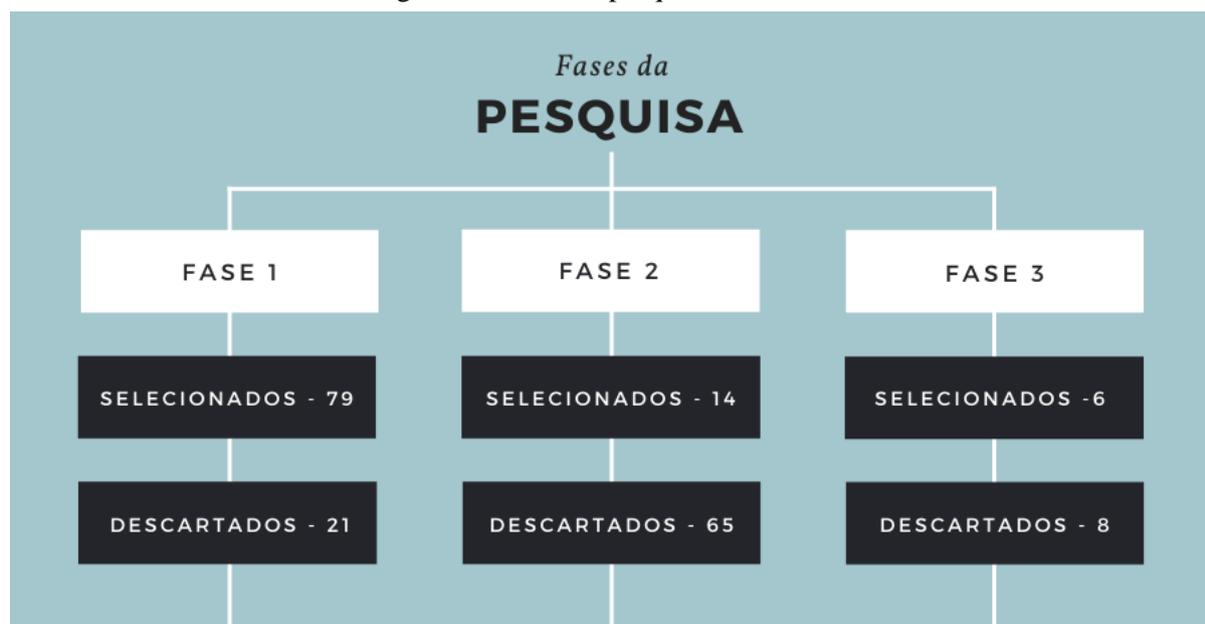
Fonte: Os autores (2021)

Os dados da Tabela 1 foram tabulados em planilha eletrônica para o processo de triagem dos artigos. Esse processo subdividiu-se em três (3) fases, cada uma com seus critérios de inclusão e exclusão.

¹ A *string* de busca pode ser entendida como uma estratégia de pesquisa, construída por operadores booleanos e termos de busca, e que visa, através da sua utilização em uma base de dados, responder - parcialmente ou integralmente - aos objetivos de uma investigação, por meio de uma revisão da literatura.

Timm Barros, S. E., et al. “Eye tracking e reações da pupila em estudos de User Experience”. *Brazilian Journal of Information Science: Research trends*, vol.15, publicação contínua, 2021, e02113, doi:10.36311/1981-1640.2021.v15.e02113

Figura 2 – Fases da pesquisa e resultados



Fonte: Os autores (2021)

Na primeira fase, que aconteceu entre os dias 5 e 15 de janeiro de 2021, os artigos selecionados para a etapa seguinte foram os que possuíam, ao menos, um dos termos da *string* de busca em um ou mais dos seguintes campos: título, resumo e palavras-chave. Como resultado, vinte e um (21) trabalhos foram descartados por não se enquadrarem nos critérios e setenta e nove (79) artigos passaram para a segunda fase da triagem.

A segunda fase da triagem, realizada entre os dias 18 e 25 de janeiro de 2021, possui os seguintes critérios de inclusão e de exclusão, sendo eles: **(1) Critérios de inclusão:** (a) estudo com aplicação do instrumento *eye tracker*; (b) estudo sobre a dilatação da pupila (reações da pupila); (c) métodos passíveis de uso ou adaptação para a CI, ou seja, em trabalhos que investigam a interação humano-computador; **(2) Critérios de exclusão:** (a) estudo unicamente conceitual, sem aplicação do instrumento *eye tracker*; (b) estudo com métodos não passíveis de uso ou adaptação para a CI.

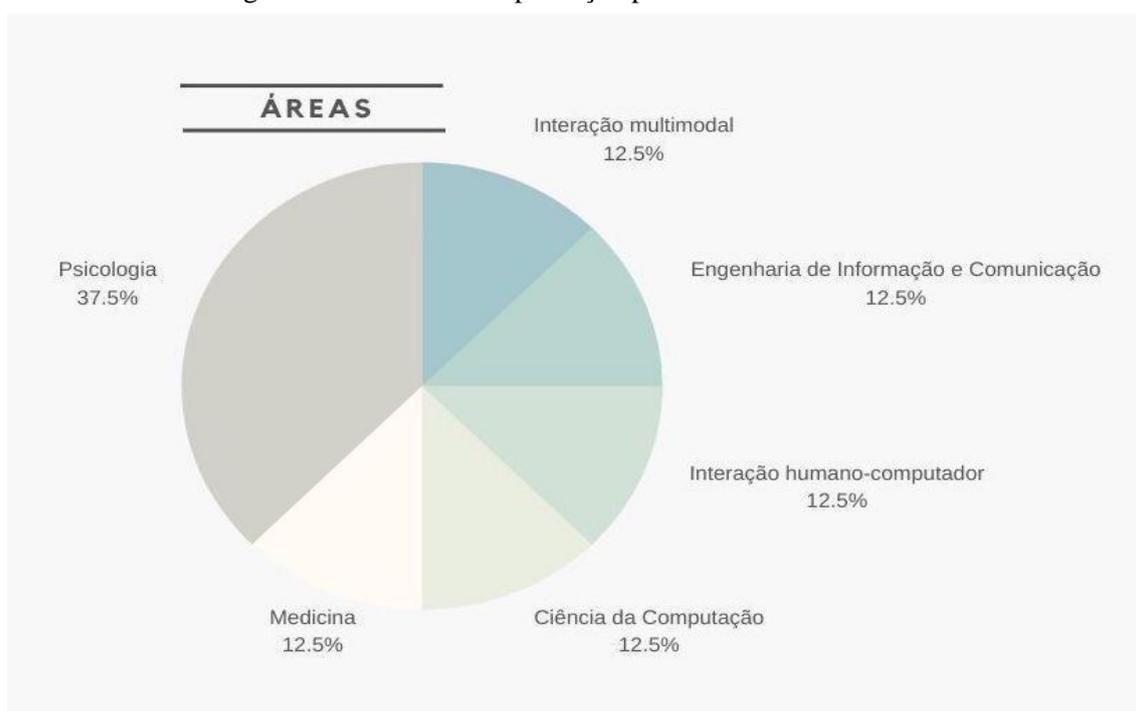
Nessa etapa, foi realizada a leitura dos resumos. Como resultado, quatorze (14) artigos foram selecionados para a última fase e sessenta e cinco (65) trabalhos foram descartados. A próxima seção, conforme estabelecido em um dos objetivos específicos, destaca os métodos utilizados nos trabalhos e discute a possibilidade de utilização em pesquisas no âmbito da Ciência da Informação.

3 Resultados: discussão dos métodos utilizados nas pesquisas

Na terceira e última etapa da triagem desta pesquisa, que aconteceu entre os dias 26 e 31 de janeiro de 2021, foi realizada a leitura das seguintes seções dos trabalhos: introdução, objetivos, metodologia e conclusão. Deste modo, foram selecionados os trabalhos que buscaram em seus estudos realizar uma análise de sentimentos por meio da aplicação da tecnologia de *eye tracking*. Portanto, nesta fase, foram descartados os artigos científicos que não cumpriram com este critério de inclusão. E como resultado, do total de quatorze (14) documentos analisados, oito (8) trabalhos foram descartados e seis (6) trabalhos foram selecionados.

É importante ressaltar que não foi o objetivo do presente artigo discutir os dados resultantes das pesquisas, tampouco analisar a qualidade ou contestar a sua validação. Entretanto, com o intuito de destacar as áreas do conhecimento que produziram os trabalhos selecionados na última etapa da triagem, a imagem a seguir apresenta o percentual das produções por área.

Figura 3 – Percentual de produção por área do conhecimento



Fontes: Os autores (2021)

Observa-se que há uma diversificada presença de áreas do conhecimento que estudam a temática investigada neste artigo, com o destaque para a área da Psicologia, com 37,5% do total da produção, sendo a área que mais produziu artigos; em seguida, encontram-se

empatadas as demais áreas, sendo elas a Medicina, a Ciência da Computação, a Interação humano-computador, a Engenharia de Informação e Comunicação, e a Interação multimodal, com 12,5% cada uma. Ademais, destaca-se a ausência de estudos desenvolvidos pela Ciência da Informação, o que reforça a relevância deste debate para os estudos da CI com o foco no uso da informação, pois “[...] o acesso à informação não depende unicamente de sua disponibilização no ambiente digital, mas deve haver também uma preocupação com a forma como ela é apresentada” (Rodas *et al.* 2016 p. 40).

Devido a questões éticas relacionadas ao acesso restrito dos trabalhos, optou-se por ocultar os dados de título, de autoria, e os dados resultantes das pesquisas. Somente foram destacadas, de maneira a não ferir os direitos de acesso, as informações de relevância para as discussões deste trabalho. Assim, no Quadro 3 são destacadas as principais partes dos métodos dos trabalhos de *eye tracking* que estudam as reações da pupila em estudos de *User Experience*, e que buscam realizar uma análise de sentimentos, utilizando o instrumento *eye tracker*, além de outros instrumentos necessários para os procedimentos da pesquisa.

Quadro 3 - Métodos usados em estudos de UX que realizam análise de sentimentos

Estudo	Área	Métodos	Tópico investigado	Conclusão
1	Psicologia Ciência da Computação Estudos de interação humano-computador	(a) Participantes: 40 participantes (13 mulheres, 27 homens) com média de 25 anos. (b) Materiais: <i>Tobii X2-60 eye tracker</i> , <i>Logitech 1080 pixel Web Camera</i> , <i>mouse</i> , <i>keyboard</i> , 15,6 monitor at 1366 X 768 <i>pixels resolution</i> , <i>Dell Latitude E5530 notebook</i> , <i>Windows 7 operating system</i> , <i>Mozilla Firefox Quantum 59.0.2 web browser</i> . (c) Detalhes do procedimento: Há dois tipos de influência para cada <i>site</i> (<i>Google</i> , <i>Wikipedia</i> , <i>National Express</i> , <i>BBC</i>): a primeira, uma interação sem interrupções; a segunda, uma operação simulada, com falhas como mau funcionamento do <i>mouse</i> , <i>pop-ups</i> , tempo esgotado da internet. Em ordem aleatória, os participantes foram apresentados às quatro tarefas que seriam realizadas em dois tipos de influência. Em seguida que executaram todas, foi solicitado uma classificação de cada tarefa em uma escala de cinco pontos, indicando o nível de frustração que sentiram durante a realização da tarefa. Para ajudá-los a se lembrar de suas experiências, foi apresentado um vídeo deles durante a interação. Depois de realizarem a avaliação, foi feita uma entrevista, onde o objetivo do estudo foi apresentado.	Frustração	De acordo com os autores, a frustração ocorre de maneira frequente durante uma interação, contudo, é difícil de prevê-la devido aos diferentes cenários que podem gerá-la. Sendo ela um fator crítico para o desempenho e a experiência do usuário (UX), foi proposta uma abordagem para identificar a atenção focal dos usuários através da resposta da pupila. Dessa forma, a resposta pupilar foi usada como um indicador do fator de frustração. Os autores acreditam que os resultados obtidos indicam que a abordagem proposta por eles oferece um método viável para discriminar entre tarefas normais e as que geram frustração.
2	Medicina	(a) Participantes: 202 participantes (103 mulheres, 99 homens) entre 18-49 anos, de uma área rural. (b) Materiais: <i>Tobii TX300 eye tracker</i> , computador portátil (<i>Asus G750JX-T4191H</i> com <i>Intel Core i7-4700HQ</i> e 8GB de RAM), <i>Tobii Studio 3.3.2</i> para controle de experimentos, monitor TFT de 23	Reações emocionais positivas e negativas relacionados ao bem-estar	Os autores declaram que os resultados dos diâmetros da pupila são implicações para um índice das reações emocionais evocadas durante o teste. Além disso, este pode ser um método para testar a

		<p>polegadas, equipado com <i>Tobii TX300</i>.</p> <p>(c) Detalhes do procedimento: Sala de testes com iluminação artificial, sem luz natural para ter condições estáveis durante o experimento. O tempo de exposição a um estímulo foi determinado pelo participante, que fez uma verbalização das emoções que sentiu. O material utilizado para o estímulo constituiu-se de 12 placas com visualizações monocromáticas e coloridas de interiores arquitetônicos hipotéticos. O efeito das características do espaço arquitetônico nas respostas emocionais e nas reações da pupila foi analisado por meio do teste <i>Kruskal-Wallis</i>.</p>		emoção ligada aos projetos antes da implementação.
3	Psicologia	<p>(a) Participantes: 66 participantes (36 mulheres, 30 homens).</p> <p>(b) Materiais: tela <i>Samsung</i> 42 polegadas (1.920 × 1.080 pixels), mesa de altura ajustável, sistema de <i>eye tracker</i> (<i>faceLAB 5</i>, <i>SeeingMachines</i>, Canberra, Austrália).</p> <p>(c) Detalhes do procedimento: Os participantes realizaram o experimento sob três condições, variando entre os assuntos: (1) jogo ativo (os participantes controlavam a altitude de um pássaro digital variando a velocidade de seus pedais a fim de pegar letras voando através da tela); (2) observação de um jogo (eles observavam uma repetição do jogo de outro participante); e (3) nenhum jogo (tela em branco).</p>	Não especificado	Os autores declaram que o principal resultado do estudo é que medir as mudanças do diâmetro da pupila constitui um método adequado para detectar as respostas emocionais positivas dos jogadores. Somente a condição de jogo 1 mostrou evidências de dilatações estatisticamente significativas da pupila - indicando excitação emocional - em resposta a eventos de jogo. Isto sugere que a reação dos alunos pode refletir o sentimento positivo de dominar uma tarefa desafiadora.
4	Engenharia de Informação e Comunicação	<p>(a) Participantes: sete homens, entre 21 e 24 anos.</p> <p>(b) Materiais: monitor LCD 19 polegadas, <i>eye tracker</i> (nac: EMR-ACTUS) colocado sob o monitor.</p> <p>(c) Detalhes do procedimento: (1) Estímulo: Para evocar</p>	Não especificado	Os autores declaram que foram analisadas as reações tanto dos movimentos dos olhos quanto das mudanças no diâmetro das pupilas

		as emoções do espectador, foi utilizado um conjunto de imagens do International Affective Picture System (IAPS). Sessenta e sete imagens foram selecionadas para a experiência. Para reduzir os efeitos da cor, todas as imagens foram convertidas em imagens em escala de cinza; (2) Projeto experimental: Cada imagem foi exibida por 3 segundos. Total de 201 respostas oculares. Todas as fotos foram avaliadas por cada participante, seguindo a sessão final, utilizando uma escala de nove pontos que variam entre "Pleasant" e "Unpleasant".		em resposta às imagens evocadoras de emoções. Os resultados sugerem que ambos os índices aumentaram quando imagens classificadas como "desagradáveis" foram exibidas.
5	Interação multimodal	(a) Participantes: 24 participantes (10 mulheres, 14 homens) de 24 a 42 anos de idade. (b) Materiais: <i>eye tracker Tobii TX-300</i> , câmera de vídeo, fonte de luz infravermelha. (c) Detalhes do procedimento: Foi informado aos sujeitos que eles estavam prestes a ouvir duas histórias diferentes e imediatamente após ouvir cada uma delas, eles seriam solicitados a avaliar a valentia e a excitação em uma escala. Os participantes indicam sentir-se felizes ou infelizes (ou seja, neutros), ou calmos ou animados. Portanto, dois cenários são administrados em duas experiências. Em cada cenário, uma única história é vocalizada por uma voz feminina salva em formato de som padrão (<i>Windows WMV</i>). Cada história é projetada para conter quatro partes: (1) Música; (2) Introdução com sentimento de neutralidade; (3) História desdobrável (na experiência 1, esta parte tem um forte sentimento negativo, enquanto na experiência 2 esta parte tem um sentimento neutro); (4) Música. Durante a experiência, a entrada visual foi restrita a uma tela cinza em branco.	Não especificado	De acordo com os autores, houve captura de mudanças na pupila enquanto as histórias eram entregues verbalmente. Dessa forma, os cenários auditivos devem ser bem projetados, com grande ênfase nas emoções. Além disso, quando o conteúdo da história é negativamente estimulante, a dilatação pupilar é significativamente maior em comparação com a história que tem um conteúdo neutro.
6	Psicologia	(a) Participantes: 72 participantes entre crianças de 6 a	Não especificado	Segundo os autores, ao utilizar um

		<p>12 anos, acompanhadas por um adulto em duas lojas LEGO.</p> <p>(b) Materiais: dois tablets <i>Microsoft Surface Windows 8</i>, um binóculo de 30-Hz de baixo custo (100 US\$) <i>eye tracker</i>.</p> <p>(c) Detalhes do procedimento: A criança foi colocada sentada confortavelmente a uma distância de 40 cm do suporte e 20 cm acima da mesa. A sessão começou pedindo à criança para posicionar uma cabeça de figura LEGO na tela dentro de uma caixa, movendo sua própria cabeça. As crianças conduziam o processo de construção sozinhas e só recebiam assistência de adultos se não conseguissem continuar por conta própria. A sessão durou entre 15 e 20 minutos.</p>		<p>rastreador de 30-Hz de baixo custo, é possível registrar o tempo de visualização e as métricas de dilatação da pupila, e foi sugerido que isto poderia potencialmente fornecer dados que refletissem as mudanças nos estados cognitivos ou emocionais e o esforço, tanto ao longo da tarefa como evocados por regressão entre as etapas da tarefa.</p>
--	--	--	--	---

Fonte: Os autores (2021)

As informações do Quadro 3 revelam que todos os estudos se utilizaram do instrumento *eye tracker* para o desenvolvimento dos seus experimentos. Contudo, para a realização de uma análise mais precisa e consistente das reações da pupila, foram seguidas algumas questões, como o controle da luz do ambiente em que o experimento ocorreu, o uso de luz infravermelha, a ausência de luz natural e o controle da cor de objetos digitais (imagens). O uso destes procedimentos tem o intuito de obter condições estáveis e controladas durante todo o experimento, para que a interação dos participantes no estudo possa gerar dados de qualidade, isto é, dados mais precisos e relevantes que contribuam para os estudos de *User Experience*.

Observa-se ainda que, além do instrumento *eye tracker* e das técnicas mencionadas anteriormente, um conjunto de outros dispositivos tecnológicos e aparatos diversificados também foram utilizados nas pesquisas, devido à necessidade de combinar outras ferramentas e metodologias em estudos sobre as reações da pupila. Observou-se também que, em cinco dos seis trabalhos destacados, a interação humano-computador aconteceu diante de uma interface.

Dito isso, para o desenvolvimento dos procedimentos das pesquisas, notou-se em alguns trabalhos que houve uma estratégia de aplicação dividida em fases, o que pode possibilitar aos pesquisadores um maior controle dos fatores e dos aspectos que podem influenciar na qualidade dos dados, resultados dos experimentos. Além disso, constatou-se que a idade dos participantes era entre 6 e 49 anos, sendo que, por motivos éticos, os menores de idade estavam acompanhados pelos seus pais ou responsáveis durante a realização dos estudos.

No que se refere ao tópico (sentimento) analisado neste trabalho, notou-se que apenas um dos artigos especificou o sentimento que seria investigado em seu estudo. Tendo os demais artigos focados em obter dados sobre as reações negativas ou positivas dos participantes, de acordo com suas respectivas percepções durante suas interações nos experimentos.

Portanto, dentre as conclusões apresentadas, destaca-se que em cenários onde o participante possuía controle das tarefas que realizava e se sentia desafiado, houve maior aumento do diâmetro da pupila que, neste caso, estava relacionado a um sentimento positivo. Ademais, outros estudos relacionaram o maior aumento do diâmetro da pupila a influências negativas e desagradáveis as quais os participantes foram submetidos.

Após a análise das informações destacadas no Quadro 3, acredita-se que os métodos utilizados nos artigos possuem potencial para uso dentro de pesquisas da Ciência da Informação.

4 Conclusões

Há muitos anos, os fatores e os aspectos que podem influenciar o uso da informação são investigados pela área da Ciência da Informação. Quando se considera o contexto contemporâneo do acesso e do uso da informação, onde as Tecnologias de Informação e Comunicação são ferramentas amplamente utilizadas pela sociedade, a tecnologia de *eye tracking* torna-se um importante aparato para a construção de pesquisas em *User Experience*, que buscam o aprimoramento das experiências dos usuários nas interações entre humano-computador.

Entretanto, verificou-se que esta tecnologia tem seu uso limitado na Ciência da Informação. O *eye tracker*, apesar de ser um instrumento útil para o desenvolvimento de pesquisas de *User Experience*, possui fatores desafiadores que podem ser impeditivos para os pesquisadores como, por exemplo, o alto custo do equipamento (tanto para a sua compra, quanto para o seu aluguel) além da demanda de tempo destinado para os treinamentos de aprendizagem de uso da ferramenta, da aplicação de testes e análise dos resultados.

Assim, através deste artigo, percebe-se que os pesquisadores e as universidades que não possuem o instrumento *eye tracker* têm a alternativa de, através do acesso aos dados e às metodologias de outros trabalhos realizados pelas demais áreas do conhecimento, desenvolverem seus estudos de *User Experience*. Após as análises realizadas na seção anterior, evidenciou-se que a utilização da tecnologia *eye tracking* é fundamental para o desenvolvimento de estudos que buscam investigar a reação da pupila no contexto de estudos de *User Experience*. Acredita-se que os procedimentos de controle ambiental, utilizados para a produção de condições estáveis durante o procedimento, foram relevantes para a qualidade na produção dos dados resultantes dos experimentos, e podem ser reutilizados ou adaptados para o âmbito da Ciência da Informação.

Constatou-se que as pesquisas em que os participantes possuíam controle das ações durante o estudo e que se sentiram desafiados resultaram em um sentimento positivo durante o experimento, ou seja, nesses estudos obteve-se uma maior dilatação da pupila dos participantes da pesquisa. Portanto, acredita-se que, no contexto da Ciência da Informação,

esse sentimento positivo pode ser relacionado com a autonomia e o domínio dos usuários durante a interação com a interface de um sistema de informação e na sua capacidade em realizar tarefas que resultem na recuperação de informações relevantes. Dessa forma, ressalta-se a importância do desenvolvimento de interfaces que buscam proporcionar aos usuários maior autonomia e independência durante suas interações de busca.

Portanto, conclui-se que para o desenvolvimento dos estudos da Ciência da Informação que possuem o foco em aprimorar a experiência dos usuários durante a interação humano-computador, as metodologias desenvolvidas e utilizadas por outras áreas do conhecimento, como a Psicologia, que utilizam a tecnologia *eye tracking* para a análise de sentimentos em estudos de *User Experience*, caracterizam-se como possibilidades viáveis para a Ciência da Informação desenvolver suas investigações.

Acredita-se que o desenvolvimento de estudos de *User Experience* da Ciência da Informação, que investigam o uso da informação e que podem vir a contribuir para a construção de melhores interfaces para os ambientes digitais, não melhoram somente a experiência de pesquisa e navegação dos usuários, mas, potencialmente, os índices de encontrabilidade e recuperação de informações.

Referências

- Araújo, C. A. A. *O que é ciência da informação*. KMA, 2018.
- Baharom, N. H., et al. “Positive emotion recognition through eye tracking technology”, *Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 13, no. 1, 2019, pp. 143-152, no. special, <https://jamt.utem.edu.my/jamt/article/view/5683/3857>. Acessado 10 fev. 2021.
- Bojko, A. *Eye tracking the user experience a practical guide to research*. Rosenfeld, 2013.
- Ferreira, A. M. J. F. C., et al. *Anais do 6º Seminário em Ciência da Informação: fenômenos emergentes na Ciência da Informação*, Universidade Estadual de Londrina, 2016.
- International Organization for Standardization. *ISO 690:2010(EN): Information and documentation – Guidelines for bibliographic references and citations to information resources*, <https://www.iso.org/ui/#iso:std:iso:690:ed-3:v1:en>. Acessado 15 abr. 2021.
- Marshall, S. P. “Method and apparatus for eye tracking and monitoring pupil dilation to evaluate cognitive activity”, *Current assignee: eye tracking LLC*, San Diego State University Research Foundation, Patent Number: 6,090,051, Publication date: 3 Mar. 1999, Priority date: 18 Jul 2000, <https://patents.google.com/patent/US6090051A/en>. Acessado 10 fev. 2021.
- Prodanov, C. C. and Freitas, E. C. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Feevale, 2013.
- Roa-Martínez, S. M. and Vidotti, S. A. B. G. “Eye tracking y usabilidad em ambientes informacionales digitales: revisión teórica y propuesta de procedimiento de evaluación”, *Transinformação*, vol. 32, Epub fev. 2020, doi: 10.1590/1678-9865202032e190067. Acessado 10 fev. 2021.
- Rodas, C. M., et al. “Interface de busca do Google e Yahoo: a experiência do usuário sob o olhar do eye tracking”, *Inf. & Soc.: Est.*, vol. 26, no. 2, maio/ago. 2016, pp. 37-50, <https://core.ac.uk/download/pdf/296778038.pdf>. Acessado 20 abr. 2021.
- Rodas, C. M. *Padrão de comportamento na busca de informação em mecanismo de busca: um enfoque com a tecnologia de eye tracking*, 2017. Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Tese de Doutorado.
- Sepúlveda, M. I. M. and Araújo, C. A. A. “Realização de estudos de usuários na prática profissional bibliotecária: um estudo de caso do sistema de bibliotecas da UFMG”, *Revista ACB*, vol. 17, no. 2, set. 2012, pp. 269-287, <https://revista.acbsc.org.br/racb/article/view/842/pdf>. Acessado 15 abr. 2021.
- Schall, A. and Bergstrom, J. R. *Eye tracking in user experience design*. Elsevier, 2014.
- Timm Barros, S. E., et al. “Eye tracking e reações da pupila em estudos de User Experience”. *Brazilian Journal of Information Science: Research trends*, vol.15, publicação contínua, 2021, e02113, doi:10.36311/1981-1640.2021.v15.e02113

Tobii Pro. *Webinar: the power of the pupil*, 2020, <https://www.tobiipro.com/news-events/events/webinar-the-power-of-the-pupil/webinar-recording/>. Acessado 10 jan. 2021.

Tullis, T. and Albert, B. *Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. 2. ed. Elsevier, 2013.

Vidotti, S. A. B. G., et al. “Arquitetura da informação e o eye tracking: o que o olhar e os dados revelam”. *Informação & Tecnologia*, vol. 3, no. 1, jan./jun. 2016, pp. 181-202, doi: 10.22478/ufpb.1981-0695.2018v13n2.42941. Acessado 10 fev. 2021.

Copyright: © 2021 Timm Barros, S. E., Teixeira, H. D., Rodas, C. M., Vidotti, S. A. B. G. and Alves, R. C. V. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons CC Attribution-ShareAlike (CC BY-SA), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, under the identical terms, and provided the original author and source are credited.

Received: 2021/05/17

Accepted: 2021/06/26