

ANÁLISE, ATRAVÉS DA TÉCNICA DE RASTREAMENTO OCULAR, DE INTERFACES DE FÓRUM VIRTUAL QUE FAVORECEM A APRENDIZAGEM ON-LINE

ANALYSIS, THROUGH THE EYE TRACKING TECHNIQUE, OF VIRTUAL FORUM INTERFACES FEATURES THAT RAISE ON-LINE LEARNING

ANÁLISIS, A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DE RASTREO OCULAR, DE INTERFACES DE FORO VIRTUAL QUE FAVORECE EL APRENDIZAJE ON-LINE

Eduardo S. Junqueira

<http://orcid.org/0000-0001-7961-5574>

Cátia Silva

<http://orcid.org/0000-0003-2452-5672>

Elisângela Teixeira

<http://orcid.org/0000-0003-3924-3985>

Andrei Bosco

<http://orcid.org/0000-0003-2334-1919>

Resumo: O artigo apresenta os resultados do mapeamento da interação de 30 alunos universitários ao utilizarem três distintas interfaces de fórum virtuais para estudar. A pesquisa utilizou o método do rastreamento ocular e entrevistas semi-estruturadas para documentar e analisar o processo de navegação dos alunos ao participarem e publicarem comentários nos fóruns. A análise dos dados indicou que interfaces de fórum virtual com design mais tradicional, intuitivo e minimalista, e com menor e mais racional disposição de elementos imagéticos, beneficia o aluno em situações de aprendizagem. Esse tipo de interface evita a frustração, perda de tempo e de foco na tarefa, permitindo o uso efetivo da atenção e memória do aluno na compreensão de conteúdos e resolução de problemas. Movimentos oculares indesejáveis dos alunos indicaram desorientação espacial e sobrecarga cognitiva causada por elementos clicáveis da interface dos fóruns, que foram prejudiciais à navegação dos alunos e, por isso, devem ser evitados, podendo levá-los a abandonar o fórum. Elementos imagéticos acessórios presentes na interface não interferiram negativamente com a tarefa dos

alunos, pois foram ignorados por eles durante a navegação nos fóruns, como comprovado pela ausência de fixação ocular. O uso de um fórum de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) padrão tradicional não indicou vantagens para a navegação e realização de atividades quando comparado, pelos alunos, a um fórum generalista de design intuitivo, consistente e minimalista.

Palavras-chave: Aprendizagem on-line. Navegação. Fórum virtual. Rastreamento Ocular.

Abstract: The article presents the results of mapped interaction of 30 university students using three different digital forum interfaces to study. The research utilized the eye tracking method and semi-structured interviews to document and analyze the students' browsing process as they participated in and published on the forums. Data analysis indicated that virtual forum interfaces with a more traditional, intuitive and minimalist design, and with a smaller and more rational array of imaging elements, benefit the student in learning situations. This type of interface avoids frustration, wasted time, and it increases focus on the task, allowing effective use of student attention and memory in understanding content and problem solving. Undesirable eye movements of the students indicated spatial disorientation and cognitive overload caused by clickable elements of the forum interface, which were detrimental to student navigation and therefore should be avoided and may lead them to leave the forum. Imaging elements accessories present in the interface did not interfere negatively with the students' task, as they were ignored by them during navigation in the forums, as evidenced by the absence of ocular fixation. The use of a traditional standard learning management system (LMS) forum did not indicate advantages for browsing and performing activities when compared to an intuitive, consistent and minimalist generalist designed forum.

Keywords: Online learning. Navigation. Virtual fórum. Eye Tracking.

Resumen: El artículo presenta los resultados de la interacción mapeada de 30 estudiantes universitarios que utilizan tres interfaces de foros digitales diferentes para estudiar. La investigación utilizó el método de seguimiento ocular y entrevistas semiestructuradas para documentar y analizar el proceso de navegación de los estudiantes a medida que participaban y publicaban en los foros. El análisis de los datos indicó que los foros virtuales interactúan con un diseño más tradicional, intuitivo y minimalista, y con una gama más pequeña y más racional de elementos de imagen, beneficiando al estudiante en situaciones de aprendizaje. Este tipo de interfaz evita la frustración, el tiempo perdido y aumenta el enfoque en la tarea, permitiendo el uso efectivo de la atención y la memoria del alumno para comprender el contenido y la resolución de problemas. Los movimientos oculares indeseables de los estudiantes indicaron desorientación espacial y sobrecarga cognitiva causada por elementos seleccionables de la interfaz del foro, que fueron perjudiciales para la navegación del estudiante y, por lo tanto, deben evitarse y pueden llevarlos a abandonar el foro. Los accesorios de elementos de imagen presentes en la interfaz no interfirieron negativamente con la tarea de los estudiantes, ya que fueron ignorados por ellos durante la navegación en los foros, como lo demuestra la ausencia de fijación ocular. El uso de un foro de ambiente virtual de aprendizaje estándar tradicional no indicaba ventajas para navegar y realizar actividades en comparación con un foro diseñado por un general intuitivo, coherente y minimalista.

Palabras-clave: Aprender en línea. Navegación. Foro virtual. Registro visual.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta os resultados mais recentes de um projeto de pesquisa desenvolvido há alguns anos e que busca compreender como os alunos navegam na internet nos seus momentos de estudo formal. Pesquisas indicaram que, ao contrário do que se poderia supor, navegar pelos múltiplos caminhos de ambientes hipermidiáticos, particularmente

aqueles mal estruturados, pode gerar erros, desgaste e frustração do aluno, afetando negativamente processos de aprendizagem (BRAGA, 2005; COSTA, 2005; SANTAELLA, 2004; LEÃO, 2001).

Data dos anos 1970 a invenção da primeira interface para desktop, criada por pesquisadores da Xerox PARC, popularizada anos depois por Steven Jobs e hoje presente em milhões de dispositivos digitais em todo o mundo (JOHNSON, 2001). Segundo Stemler (1997), interfaces com um bom design devem estimular o usuário visualmente, serem fáceis de ler e não exibir elementos que causem distração ou perturbação, pois os usuários tornam-se facilmente confusos e desorientados ao navegar em interfaces multimídia complexas. Entende-se a navegação como “o movimento virtual através de espaços cognitivos formados por informações” (AGNER; MORAES, 2003, s/p) que, segundo Padovani e Moura (2008), deve ser fácil, autoexplicativa e exigir o mínimo esforço do usuário. As autoras afirmam que

na navegação em hipermídia, a tomada de decisões é exacerbada, devido à flexibilidade desse tipo de sistema. A rede de nós interligados faz com que, concluída a consulta a um nó, o usuário necessite decidir que outro nó deseja consultar para prosseguir com a leitura. Essa constante tomada de decisões pode competir em recursos cognitivos com a tarefa de assimilação de conteúdos (p. 30).

O estudo do mencionado projeto de pesquisa (JUNQUEIRA, 2014) mapeou as trajetórias de navegação dos alunos da modalidade da educação a distância (EaD) pelo ambiente virtual de aprendizagem (AVA) e outras interfaces digitais da internet em momentos de estudo e apontou para a centralidade do fórum virtual como espaço de interação, trocas e aprendizagem. Os alunos participantes do estudo declararam que as interações nos fóruns contribuíram para a compreensão dos conteúdos curriculares e para a realização das atividades do curso. Indicaram, dessa forma, a ocorrência de ações, ao estudarem, que podem estar relacionadas a processos de aprendizagem colaborativa, baseada em trocas ativas entre os participantes a fim de solucionar dúvidas e problemas e construir conhecimentos (DILLENBOURG, 1999). Adveio daí, portanto, a necessidade de melhor compreender elementos da interface de fórum e as relações fórum-alunos-aprendizagem, pois se entende que eles podem contribuir ou prejudicar processos de aprendizagem dos alunos ao interagirem com o fórum e através dele.

Dessa forma, buscou-se compreender como os alunos navegam nos fóruns virtuais e quais elementos do design e da funcionalidade dessas interfaces digitais podem contribuir para a melhoria ou podem prejudicar a aprendizagem. Avançar a compreensão sobre a navegação do aluno nos fóruns é importante não apenas para orientar diversas ações para o aprimoramento da aprendizagem no campo da educação a distância (EaD) – onde os fóruns são maciçamente utilizados (BATISTA; GOBARA, 2007; BLAKE; SCANLON, 2012) – mas também no campo da educação em geral, que tem se hibridizado à medida que a internet e as ações dos usuários na rede se incorporam de modo cada vez mais definiti-

vo às suas práticas cotidianas, particularmente do caso dos estudantes da educação dita presencial.

O objetivo do estudo aqui relatado foi identificar elementos da navegação do aluno e do design das interfaces que favoreçam a aprendizagem no contexto das interações em fóruns virtuais. O estudo documentou o processo de navegação dos alunos em três diferentes interfaces de fóruns, selecionadas a partir dos princípios da avaliação heurística de Nielsen e Molich (1990), identificando percursos de uso dos fóruns pelos alunos por meio do estudo da trajetória ocular dos participantes durante a navegação virtual. A pergunta norteadora da investigação realizada foi: como e quais elementos presentes na navegação dos alunos e no design dos fóruns virtuais interferem positiva ou negativamente durante a interação e a aprendizagem?

2 PROCESSOS INTERATIVOS EM INTERFACES DIGITAIS

Interfaces digitais referem-se a fronteiras que definem formas de comunicação entre dadas entidades, particularmente na mediação entre o usuário e o computador (JOHNSON, 2001) e demandam constante ação dos designers para facilitar as interações e trocas comunicativas que se processam através das interfaces. A interface projetada para atividades educacionais baseia-se em elementos que abrangem desde princípios de comunicação visual até os pedagógicos/andragógicos para o design de telas. Os vários elementos com os quais o aluno entrará em contato (interfaces gráfica, textual, social etc.) necessitam respeitar critérios de qualidade de IHC (interação humano-computador), que são: usabilidade (facilidade e satisfação no uso da interface), comunicabilidade (intuitividade nas intenções de design e lógica do sistema), acessibilidade (remoção de barreiras para uso da interface) (BARBOSA; SILVA, 2010).

Tais critérios devem estar em conformidade, por sua vez, com a filosofia educacional adotada:

Toda prática pedagógica/andragógica intencional possui um design instrucional subjacente. No aprendizado eletrônico, o design de interface traz à tona as funções internas do design instrucional, não apenas as exprimindo visualmente, mas também as traduzindo em modalidades cognitivas (mediante linguagens, hipertextos, metáforas, mapas conceituais, realidade virtual) e sensoriais (por meio de cores, formas, texturas, sons). (FILATRO, 2008, p. 85)

A aprendizagem significativa e colaborativa só se torna viável quando se garante a interatividade. Assim sendo, no aprendizado eletrônico deve haver o cuidadoso planejamento da interação que ocorre tanto do aluno com seu material de estudo quanto de sua interação com os outros atores do processo de ensino-aprendizagem. Em ambientes virtuais de aprendizagem, por exemplo, tal se concretiza a partir da interação com as interfaces de comunicação (dentre elas, o fórum de discussão, uma interface de comunicação assíncro-

na). Ferramentas comunicacionais são as que conferem visibilidade ao trabalho desenvolvido, seja de forma individual ou coletiva, subsidiando a construção e troca de ideias. No que diz respeito especificamente a fóruns de discussão, decisões sobre a arquitetura da informação, as divisões organizacionais, as permissões de usuários e a moderação refletem opções de design de interface e, sobretudo, do modelo de aprendizado eletrônico adotado (informacional, colaborativo, imersivo, etc.).

Os processos de interação usuário-interface (aluno-fórum) demandam investigação e conhecimento porque, segundo Primo (2011), os contextos sociais e temporais conferem às relações construídas uma contínua transformação no caso das interações mútuas, que são, por isso, passíveis de constante transformação em seu processo, tendo em vista que os atores envolvidos vivem uma relação dinâmica; o autor ainda afirma que:

[...] os processos de interação mútua caracterizam-se por sua construção dinâmica, contínua e contextualizada. (...) As ações interdependentes desenvolvidas entre os interagentes, coordenadas a partir da historicidade do relacionamento, não são previsíveis, pois são criadas apenas durante o curso da interação. (PRIMO, 2011, p. 116)

Primo (2011) afirma que o software pode ampliar ou reduzir as possibilidades comunicacionais que aí se processam, por exemplo, fornecendo um menu de ícones que reforçam a expressão de elementos menos objetivos (sorrisos, aplausos, etc.), bem como indicando possibilidades e limites para trocas (um campo aberto para digitação, pequeno ou grande, sinaliza os limites das mensagens passíveis de serem trocadas) e um sistema automatizado de classificação de mensagens (por data, por assunto, etc.) também pode ter impacto positivo em trocas, particularmente se elas acontecem por um longo período de tempo (por exemplo, durante o desenvolvimento de um projeto com duração de vários meses). O autor cita, por exemplo, o recurso de inclusão de citações diretas de mensagens anteriores, permitido em algumas interfaces de fóruns virtuais, como um facilitador da interconexão das ideias em discussão, melhorando sua contextualização (PRIMO, 2011).

As ações interativas entre usuário e interface substanciam o processo de navegação virtual, sendo este influenciado pelo design da hipermídia, conforme apontado por Teixeira (2005, p.1):

[...] quando navegamos na internet, estamos continuamente a fazer escolhas. Nós escolhemos uma ligação em vez de outra, não só com base em nosso objetivo de chegar a um ponto atrás dele, mas também com base na maneira como link foi exibido na interface do designer. Em um ambiente de abundância de informação, que sofrem com a falta de atenção, um projeto de interface que capta a atenção do usuário é fundamental para o seu sucesso.

A navegação virtual compreende, portanto, o movimento relativamente aberto e pouco previsível dos usuários através das interfaces da hipermídia. Essas, articuladas pre-

viamente pelos designers e vivenciadas pelos usuários, são formadas por elementos do design, dotadas de funcionalidades computacionais diversas e são compreendidas e manipuladas em função das experiências culturais dos usuários e de seus objetivos. A navegação ocorre em geral a partir da busca de informações e de alvos pelo usuário, não se restringindo a uma mera ação mecânica ou reativa. Toda interação, como processo de comunicação, é intencional.

A navegação virtual, seja na internet ou em ambientes fechados, como um website onde existem diversas rotas de acesso e diversas seções e conteúdo, pode gerar desorientação espacial do navegante (PADOVANI; MOURA, 2008) e ocasionar sobrecarga cognitiva (DESTEFANO; LEFREVE, 2007), pois demanda esforço adicional do aluno para processar diversas informações e realizar múltiplas tarefas, levando o usuário a perder o foco da navegação e, por vezes, da ação-fim almejada. Estudos relatam uma relação direta entre interfaces que resultaram de um projeto ruim de navegação e prejuízos reais aos usuários, como desistência de compra em websites comerciais e baixo índice de localização da informação desejada em websites generalistas (AGNER; MORAES, 2003; PADOVANI; MOURA, 2008). São ocorrências indesejáveis e prejudiciais à aprendizagem, tendo-se em vista que há tempos os alunos, particularmente aqueles envolvidos em cursos online a distância, buscam, ativamente, conteúdos associados aos seus estudos para além daqueles disponibilizados pela instituição de ensino (JUNQUEIRA, 2010).

Para evitar esses problemas, segundo Nielsen e Molich (1990), as interfaces deveriam auxiliar o usuário em três aspectos da navegação: saber onde está, de onde veio e para onde poderá se movimentar pelo espaço virtual. O sistema de navegação de uma hipermídia genérica inclui os seguintes elementos, que devem funcionar de maneira integrada: áreas clicáveis, mecanismos de ajuda na identificação dessas áreas, indicadores de localização, ferramentas de auxílio à navegação, ferramentas de auxílio à retonavegação e feedback (PADOVANI; MOURA, 2008).

Padovani e Moura (2008), com base em estudos prévios, sistematizaram as seguintes categorias de navegação virtual realizadas pelo usuário: browsing, scanning, skimming, exploring, searching e wandering. Essas categorias descrevem movimentos de navegação em hipermídia, que são, na verdade, estratégias de navegação utilizadas pelo internauta para acessar um link, voltar à página anterior, realizar uma busca com um objetivo específico, ou mesmo navegar de forma aleatória, sem um objetivo claro. Os seguintes movimentos compreendem:

- browsing – visitação de um conjunto de nós inter-relacionados através da ativação de links;
- scanning – cobertura de uma área extensa sem profundidade a fim de localizar algo;
- searching – busca focada de um nó-alvo preestabelecido;
- exploring – busca por informações existentes na rede ou sistema;

- *skimming* – cobertura de uma área extensa a fim de mapeá-la de forma rápida e superficial
- *wandering* – navegação aleatória, desestruturada sem objetivo pré-definido.

O processo de navegação abarca um desempenho motor e processos cognitivos do usuário. Os processos cognitivos incluem os elementos de percepção (a construção mental de um modelo de representação mediado por experiências prévias e a percepção atual), a atenção ou foco no uso da interface para se atingir os fins almejados, e o uso da memória para a retenção das informações processadas ao longo da navegação e fácil retomada das mesmas, caso necessário. Estudo clássico de Dickens (1990) levantou o problema da desorientação espacial do usuário ao navegar. Isso ocorre devido a uma quebra da correspondência entre a representação física do mundo, a visão do usuário do mundo e sua representação mental do ambiente em que navega, ou seja, o design da interface deve reproduzir essa lógica inerente ao modo de compreensão e de ação do usuário, sob risco de, ao desrespeitá-la, gerar desgaste e ruptura no processo de navegação (PADOVANI; MOURA, 2008). Em geral isso envolve uma perda do senso de localização do usuário dentro da interface, um comprometimento da eficiência da busca pelo que se deseja encontrar (um botão, uma página), o engajamento em uma tarefa desnecessária para o fim almejado, dentre outros fatores indesejáveis.

Outro problema geralmente associado à navegação e ao design de interfaces é o da sobrecarga cognitiva do usuário (DESTEFANO; LEFREVE, 2007) que pode ocorrer devido ao mau encadeamento de processos subjacentes à realização de tarefas meio e tarefas fins para se atingir um objetivo ao navegar. Envolve a sobreposição de tarefas navegacionais, informacionais e de gerenciamento necessárias ao longo do processo de navegação e estão associadas à perda de atenção, desvios desnecessários ou indesejados e ao desgaste da capacidade cognitiva. Por isso, busca-se simplificar processos e tornar a navegação intuitiva e fluida, permitindo que o esforço cognitivo possa estar totalmente direcionado à ação fim do usuário.

A desorientação espacial e a sobrecarga cognitiva são ainda mais negativas e indesejáveis em processos de aprendizagem que ocorrem em interfaces digitais, pois se deve buscar condições ideais favoráveis a que o aluno mantenha seu foco e atenção na compreensão de novos conteúdos ou na resolução de problemas que gerem novos conhecimentos, sem distrações desnecessárias causadas pelo design da interface. Espera-se que as interfaces digitais – incluindo os fóruns virtuais – criem condições favoráveis para incentivar e facilitar esses resultados desejáveis, ou seja, mais e melhores aprendizagens.

3 METODOLOGIA

Para este estudo, qualitativo e de caráter experimental, a coleta de dados consistiu da documentação, através da técnica do rastreamento ocular da navegação virtual realizada por 30 estudantes universitários, com faixa etária entre 20 e 30 anos de idade, cur-

sistas da licenciatura de Letras-Português de uma universidade pública, em três interfaces de fóruns distintas, e de entrevistas semiestruturadas. Foram conduzidos pré-testes para ajustes da metodologia. A metodologia baseou-se em princípios do Design Instrucional, em particular os pressupostos teóricos e metodológicos das áreas de Interação Humano Computador e Usabilidade (HARRIS, 2018; LAZAR; FENG; HOCHHEISER 2017; BARBOSA; SILVA, 2010), e da pesquisa qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 2003).

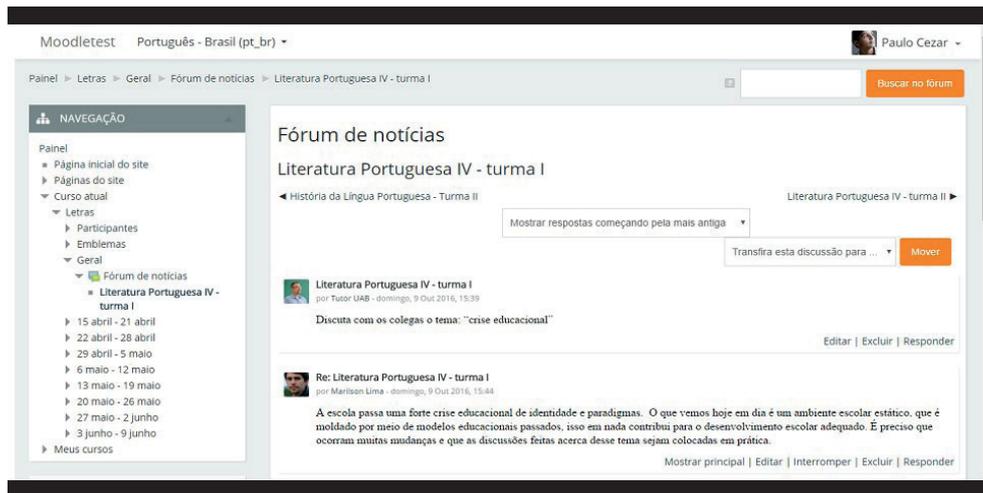
Para a montagem do experimento, foram selecionados três tipos de interfaces de fórum virtual para desktop, integrantes de um sistema hipermídia, considerando-se seus formatos distintos e contrastantes e considerando-se qualidades ergonômicas e princípios da avaliação das heurísticas de usabilidade (NIELSEN; MOLICH, 1990): o primeiro modelo de interface (ver Figura 1) utilizado para a coleta de dados foi o *TinyIB*, que possui design similar ao famoso *4chan*, representante do estilo *image board*, não voltado à aprendizagem formal da EaD, e que desconsiderava alguns princípios ergonômicos e de usabilidade propostos por Nielsen e Molich (1990). O segundo modelo utilizou o Moodle (ver Figura 2) e seguiu o tipo mais difundido de ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), como Blackboard e TelEduc. E, por fim, o terceiro modelo (ver Figura 3) utilizou o Discourse, que possuía um design com características de fóruns genéricos mais atuais, utilizando botões típicos de redes sociais, e caracteriza-se por uma estética e design minimalistas. Foram conduzidos pré-testes para refinamento e adequação dos procedimentos de coleta de acordo com os objetivos da pesquisa e os procedimentos usuais do rastreamento ocular.

Figura 1: Imagem de tela área principal da interface de fórum virtual TinyIB utilizada no experimento.



FONTE: Os autores, 2017.

Figura 2: Imagem de tela área principal da interface de fórum virtual dentro do AVA Moodle utilizada no experimento.



FONTE: Os autores, 2017.

Figura 3: Imagem de tela área principal da interface de fórum virtual Discourse utilizada no experimento.



FONTE: Os autores, 2017.

Os fóruns das três interfaces continuam conteúdos autênticos do campo de estudo de Letras-Português, regularmente abordados nas disciplinas introdutórias do curso de licenciatura. A tarefa do aluno era participar do fórum, ou seja, ler o conteúdo de cada fórum contendo a atividade do fórum e postagens já realizadas pelo tutor e por outros alunos, e publicar o seu próprio comentário sobre a temática em debate em cada fórum. Nesse aspecto, considerou-se que a tarefa era de baixa complexidade, pois os conteúdos abordados no fórum eram elementares para os alunos participantes, que foram informados que seu conhecimento sobre os conteúdos não seria avaliado no experimento. O foco, portanto, incidiu sobre o processo de navegação nas interfaces e a mecânica da participação no fórum. Dessa forma, a tarefa incluía quatro ações principais: navegar pela interface do fórum, ler o conteúdo textual disponibilizado, escrever e publicar seu próprio comentário. Cada aluno realizou três ciclos de navegação para a coleta de dados, ou seja, visualizou e interagiu três vezes com cada uma das três interfaces utilizadas no estudo, o que totalizou nove tarefas realizadas nos fóruns, sempre com conteúdos

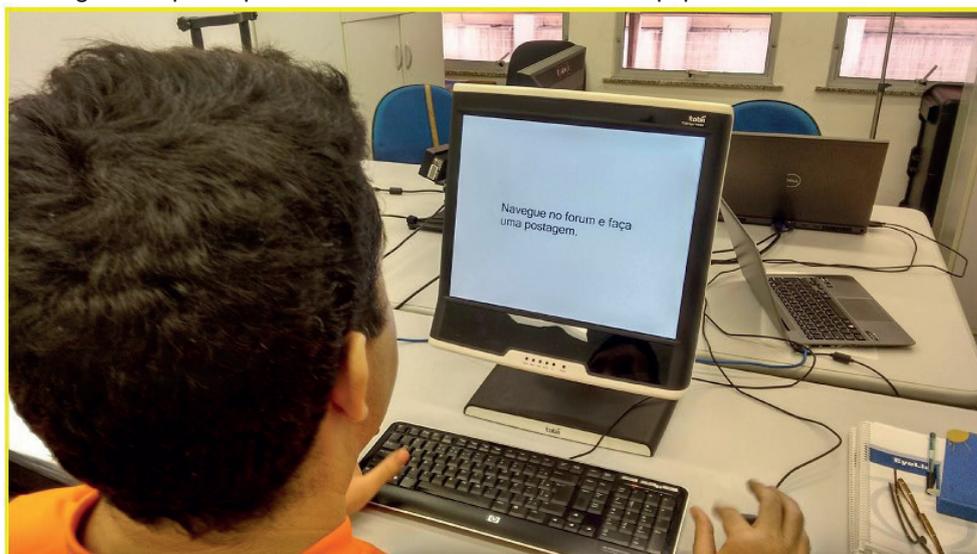
distintos, inéditos e autênticos. Dessa forma, no ciclo 1 o aluno navegou por cada uma das 3 interfaces para realizar a tarefa, assim como nos ciclos 2 e 3 de coleta de dados.

A coleta de dados incluiu também a realização de duas entrevistas semiestruturadas com cada um dos participantes. As entrevistas seguiram um roteiro de avaliação das experiências do aluno em cada interface segundo princípios de usabilidade (LAZAR; FENG; HOCHHEISER, 2017). Após o segundo e o terceiro ciclos de navegação, foi exibido ao aluno participante, na tela do computador, a sua própria navegação virtual registrada em formato de vídeo pelo aparelho de rastreamento ocular. O entrevistador solicitou então que o aluno falasse sobre suas ações exibidas na tela e que avaliasse cada uma das três interfaces utilizadas. O conteúdo dessas duas entrevistas foi gravado em áudio. Todos os dados foram coletados no mesmo laboratório, utilizando-se o mesmo equipamento de rastreamento ocular localizado no campus da universidade.

3.1. RASTREAMENTO OCULAR

A técnica de rastreamento ocular empregada neste estudo consiste em monitorar a posição relativa dos olhos durante tarefas que envolvem a visualização de estímulos visuais, sejam eles imagens, objetos ou textos escritos. A forma de rastreamento ocular utilizada foi a do rastreamento por vídeo, baseado na detecção da pupila e da córnea dos olhos, através da emissão de luz infravermelha posicionada na parte inferior da tela do computador desktop, embutida no equipamento de coleta. Devido as características do equipamento, não foi necessário imobilizar a cabeça dos participantes para a coleta dos dados, gerando menos interferência nas ações dos mesmos e permitindo uma experiência mais natural no laboratório de testes (ver Figura 4).

Figura 4: Imagem de participante no laboratório utilizando o equipamento de rastreamento ocular.



FONTE: Os autores, 2017.

Através da documentação dos movimentos oculares do usuário, pode-se obter dados confiáveis sobre ações dos usuários em diversas situações, pois é possível, segundo Rayner (1998), registrar movimentos oculares de 20 a 40 milésimos de segundos que são denominados sacadas, movimentos rápidos em que o olho se movimenta de um ponto a outro, sem parar em pontos intermediários. Rayner (1998) explica que, além das sacadas, nossos olhos realizam outro tipo de movimento, denominado fixação, que dura em média entre 150 a 400 milésimos de segundos, tempo que permite que o indivíduo processe a informação visual e construa sentidos sobre o que vê. Segundo Scheiter e Van Gog (2009, p. 1211, tradução nossa),

o rastreamento ocular pode fornecer dados referentes aos processos perceptivos e cognitivos subjacentes a uma variedade de tarefas em um nível muito mais refinado do que, por exemplo, os relatos verbais [dos participantes] poderiam.

A documentação desse estudo registrou fixações e sacadas dos olhos dos participantes em diversos pontos da tela do computador ao realizarem as referidas tarefas nos fóruns virtuais das três interfaces de fórum virtual. O uso desse método de pesquisa em estudos da área da educação é raro, tendo sido identificados relatos de grupos de alguns pesquisadores na Europa e nos Estados Unidos¹.

Os estudos sobre os movimentos oculares com o uso da técnica do rastreamento ocular na área da educação têm se voltado particularmente para a investigação de possíveis ganhos de aprendizagem de alunos com investigações baseadas em simulações de cenários, ferramentas e conteúdos (textuais, imagéticos) através do design de experimentos de perspectiva marcadamente cognitivista. Outros estudos, de certa forma associados à aprendizagem, têm sido desenvolvidos na área do processamento de leitura, tendo consolidado um forte campo de estudo da área da Linguística e que se aproxima do campo da educação ao elucidar elementos centrais dos processos de aprendizagem e da compreensão da língua (CHUANG; LIU, 2012; PRETORIUS; BILJON, 2010; OEHL; PFISTER, 2009). Mayer (2010) concluiu que a técnica do rastreamento ocular oferece trilhas de investigação para a testagem de aspectos da teoria da aprendizagem multimídia, particularmente no que se refere à percepção dos usuários sobre a aprendizagem, permitindo uma compreensão mais ampliada sobre como as pessoas pensam e aprendem com base em imagens gráficas.

Na etapa de análise, os dados sobre a navegação de 15 alunos escolhidos aleatoriamente – 50% do universo dos participantes – foram organizados e categorizados em planilhas automatizadas que levaram em consideração fatores como os tempos de navegação despendidos por cada aluno em cada interface e as médias de tempo de todos os participantes, a ocorrência de sacadas e de fixações – que indicavam dificuldades encon-

¹ Alguns desses estudos, bem como um detalhamento da metodologia do rastreamento ocular, foram detalhados em: JUNQUEIRA, Eduardo S.; TEIXEIRA, Elisângela.; SILVA, Zilmara. A trajetória ocular durante a aprendizagem on-line: o uso do eye tracking para investigar percursos de navegação virtual na Educação a

tradas pelo aluno ao navegar e interagir com cada uma das três interfaces e pontos mais ou menos visualizados de cada interface ao longo da realização da tarefa.

Seguindo-se as proposições de Padovani e Moura (2008), foi elaborado o registro sequencial da navegação de usuários e foi realizada a identificação de padrões que caracterizaram a navegação dos participantes. Foram mapeados também elementos específicos de cada interface – em particular as áreas clicáveis – e a interação ou não dos participantes com esses elementos, tais como os botões, caixas e menus.

4 RESULTADOS

O mapeamento das trajetórias de navegação nas três interfaces, realizado através do rastreamento ocular, e as medidas de tempo dos participantes para a realização das tarefas no fórum indicou que uma interface com design mais tradicional, intuitivo e minimalista, e com menor e mais racional disposição de elementos visuais beneficia o aluno em situações de aprendizagem. Nesses aspectos, as performances de navegação dos participantes se assemelharam nas interfaces do fórum do Moodle, um AVA bastante tradicional, e no do Discourse, um fórum generalista aberto da internet. Enquanto no Moodle e no Discourse os alunos levaram até 21 segundos, em média, para que encontrassem o botão “Responder” do fórum, no *TinyIB* foram despendidos mais de 2 minutos (ver Quadro 1). Além de sua localização atípica na tela, o botão correspondente no *TinyIB* não aparecia em destaque na interface, sendo sua localização um desafio considerável aos participantes.

Tanto no Moodle quanto no Discourse ocorreram mais fixações e menos sacadas, indicando um maior domínio do aluno no uso da interface e um maior foco na tarefa. Já no *TinyIB*, o número de sacadas foi alto, indicando desorientação e perda de localização do aluno na interface ao tentar realizar a tarefa. Em alguns casos, essa desorientação causada pelo design da interface *TinyIB* levou o aluno a desistir da tarefa. Em todas as interfaces, a trajetória do olhar indicou uma ação pragmática do aluno: localizar o conteúdo do fórum e participar com a escrita e publicação de um comentário, utilizando, para isso, as funcionalidades disponibilizadas pelas interfaces. Dessa forma, a navegação orientou-se pela tarefa a ser realizada. Diferiu de um estilo mais recreacional, quando pode adquirir caráter mais exploratório com trajetória do olhar que se distribui aleatoriamente por diversos pontos da interface sem indicar uma ação direcionada a algum alvo específico.

Os problemas do *TinyIB* apontados pelos alunos não se limitam à presença de um excesso de elementos imagéticos e clicáveis na interface (ver figura 1) mas, especificamente, à inutilidade desses elementos para a realização da tarefa e ao estudo on-line em geral. Isso ficou evidente quando, nas entrevistas, os participantes compararam o *TinyIB* ao Moodle (ver figura 2) que, segundo eles, também possui muitos elementos imagéticos

Distância. In: Educação a Distância. Interação entre sujeitos, plataformas e recursos. 1 ed. Cuiaba: EdUFMT, 2016, p. 211-234.

e clicáveis, como um grande menu lateral esquerdo e botões destacados na cor laranja. Ainda que os participantes não tenham utilizado esses elementos da interface do Moodle para realizar a tarefa, eles afirmaram que apreciaram sua presença na interface porque reconheceram sua utilidade para outras tarefas no contexto do estudo online. Enquanto no caso do *TinyIB* elementos clicáveis não relacionados à tarefa perturbaram a sua realização da tarefa pelos alunos, tendo sido visualizados por eles durante a navegação, isso não ocorreu ao utilizarem o Moodle: não ocorreu visualização ou perturbação.

Quadro 1. Tempo médio dos participantes para encontrar o botão “Responder” em cada uma das três interfaces utilizadas cada uma das três interfaces utilizadas no estudo.

Interface	Tempo Médio até encontrar o botão de resposta
TinyIB	00:02:18
Moodle	00:00:21
Discourse	00:00:11

FONTE: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

A seguir serão apresentados resultados mais detalhados da experiência de navegação dos participantes em cada uma das três interfaces utilizadas no estudo.

4.1 OS PROBLEMAS DA INTERFACE *TinyIB* PARA A APRENDIZAGEM

A interface, dentre as três utilizadas no estudo, foi a que gerou maiores dúvidas no quesito de navegabilidade, pois poucos foram os participantes que compreenderam a lógica da disposição dos elementos imagéticos e clicáveis e dos hiperlinks apresentados na tela para realizar a tarefa. O problema foi ocasionado pelo design heterogêneo e pouco intuitivo da interface, que possui baixa consistência e não segue o padrão de uma parcela significativa dos fóruns virtuais em uso corrente, contrariando alguns princípios de ergonomia e de usabilidade e ocasionando baixo controle do usuário sobre a interface (GALL; HANNAFIN, 1994). Por isso, muitos participantes não conseguiram navegar com facilidade e disso resultou em um tempo excessivo despendido pelo aluno e, em alguns casos, a desistência do aluno.

O aluno 1, por exemplo, despendeu 00:03:47 de tempo ao realizar a tarefa nesta interface. Para realizar tarefa semelhante no Moodle ele despendeu 00:00:51, algo muito próximo do que ocorreu no Discourse, onde despendeu 00:01:00. Mesmo no caso de alunos que conseguiram finalizar a tarefa no *TinyIB* pelo menos uma vez durante as três atividades, verificou-se que a compreensão sobre a lógica de funcionamento e de navegação na interface era precária, pois muitos não conseguiram repetir o procedimento. Isso significa que, além de demandar mais tempo para a realização da tarefa, a interface demandou um esforço cognitivo muito maior nos níveis da atenção e da memória para o seu uso. Documentou-se,

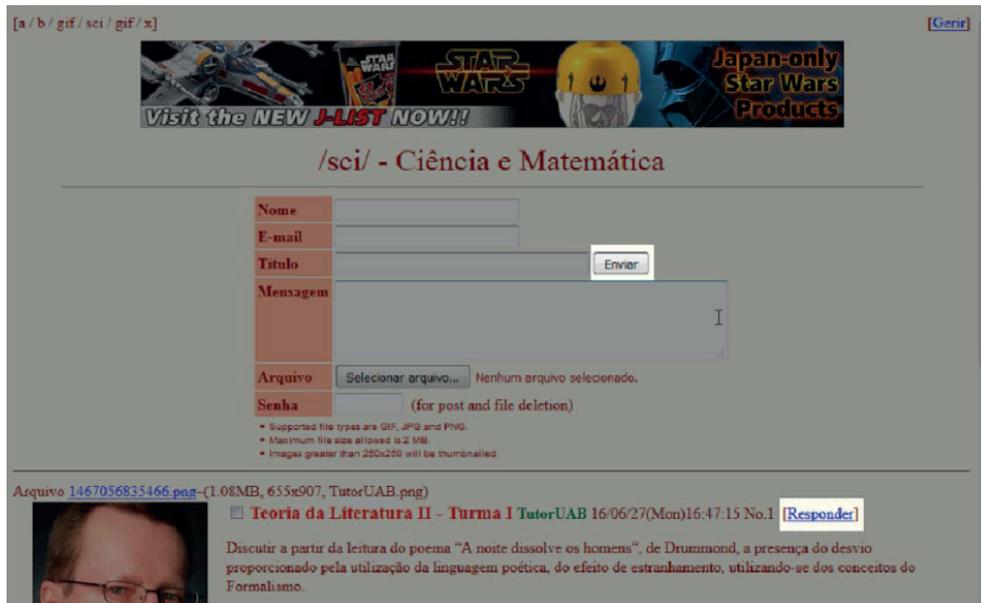
assim, a ocorrência de sobrecarga cognitiva do usuário – ocorrência indesejável e prejudicial aos processos de aprendizagem nesses espaços em momentos de estudo do aluno.

Ao analisarem sua experiência com a interface, os alunos afirmaram que: “por ser feia, dá preguiça de ler e escrever. O design não causa ânimo para o usuário” (aluno 2); “a estrutura é complicada e desesperadora” (aluno 3); “a aparência é amadora, é bagunçado, não se consegue entender a conexão entre os comentários das pessoas, não consegui visualizar bem a resposta [de participantes no fórum] (aluno 4)”. Segundo o aluno 2, “a dificuldade foi de direcionamento, eu não consegui me direcionar. Eu consegui entender do que se tratava, mas não consegui dar minha contribuição. Apesar de ter encontrado espaços para colocar meu nome, meu e-mail e colocar minha mensagem, mas eu não achei em nenhum momento algum ícone que eu pudesse enviar aquilo que eu propus”. Foram registrados outros comentários semelhantes, em que os alunos criticavam o excesso de elementos visuais na interface e seu estilo visual antigo e reclamavam da dificuldade para compreender a mecânica da interface, ou seja, a possível lógica que organizaria a apresentação das informações dispostas na tela e as formas de como interagir corretamente com botões, caixas e imagens a fim de realizar a tarefa com sucesso.

A análise da documentação do rastreamento ocular identificou os elementos da interface que causaram distúrbios durante a navegação, ou seja, pontos da interface onde ocorreram fixações e sacadas atípicas. A figura 5 apresenta a interface com destaques sobre dois botões do fórum que geraram dúvidas para os participantes. Ao invés de clicar no segundo botão, denominado “responder”, a maioria clicou no botão localizado mais no alto da tela, denominado “enviar”, com relativo maior destaque. Além de não permitir escrever o comentário no fórum, como desejado pelos participantes, ao clicar no botão “enviar” o participante era direcionado a uma segunda tela onde deveria digitar seus dados para criar uma nova área de debates, não diretamente relacionada ao fórum em questão. O procedimento correto seria clicar sempre no botão “responder” para escrever e publicar o comentário e, assim, concluir a tarefa.

Na figura 6 pode-se visualizar a prevalência da fixação ocular dos usuários próxima ao botão “enviar” pela cor vermelha. É importante assinalar também que alguns elementos estranhos e acessórios presentes na interface não causaram problemas à navegação dos participantes, porque não foram visualizados durante a realização da tarefa. Na imagem figura 5 se verifica que o anúncio comercial na porção superior da tela e a fotografia em tamanho grande do tutor, destacadas na interface, não receberam fixações importantes. Isso indica que esses elementos foram em geral ignorados e não perturbaram o foco dos alunos na tarefa. No entanto, alguns deles mencionaram a presença do anúncio publicitário como um elemento incômodo e indesejável. Mais importante, porém, foi a disponibilização e localização, na tela, de elementos clicáveis diretamente relacionados à realização da tarefa. Esses causaram perda de tempo, erros, frustração e levaram, em muitos casos, à desistência do aluno.

Figura 5.: O botão “Enviar” ocasionou erros dos alunos durante a navegação e possui mais destaque do que o hiperlink “Responder”, que foi pouco visualizado.



FONTE: Os autores, 2017.

Figura 6.: As maiores áreas de fixação do olhar dos alunos assinaladas na cor vermelho evidenciam que o anúncio publicitário no alto da página e a foto do tutor em baixo à esquerda não foram visualizadas e não causaram perturbação durante a navegação.

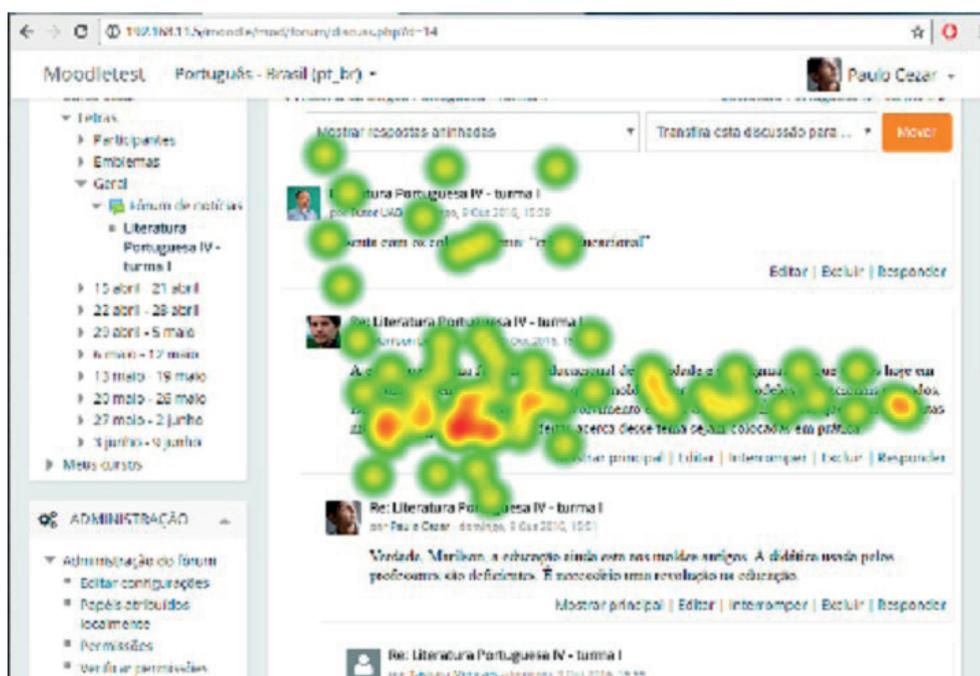


FONTE: Os autores.

4.2 AS QUALIDADES DAS INTERFACES MOODLE E DISCOURSE PARA A APRENDIZAGEM

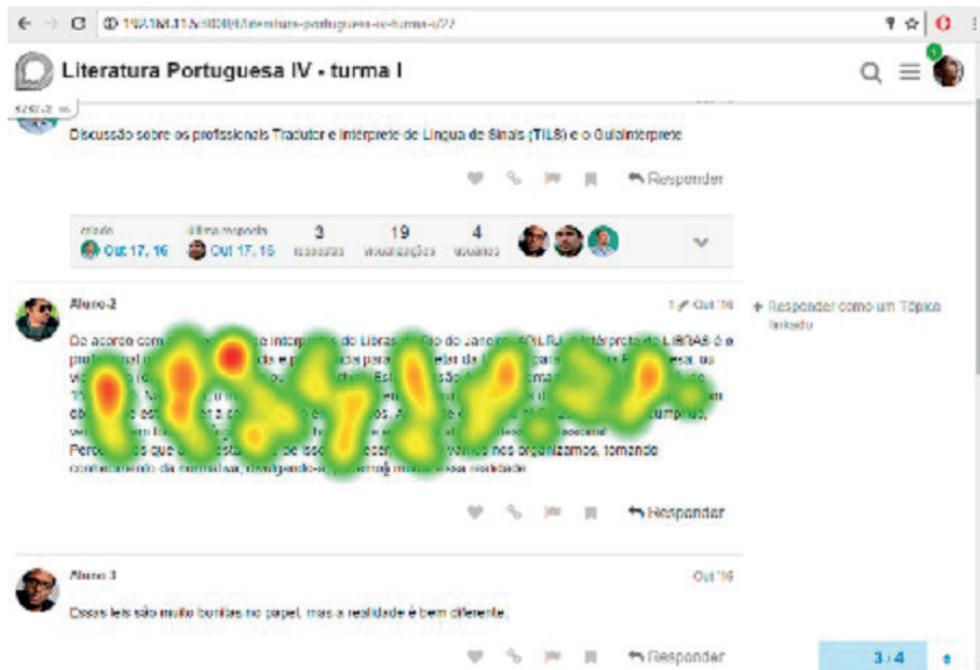
Nas interfaces Moodle e Discourse o rastreamento ocular revelou que a navegação da maioria dos participantes foi realizada de maneira previsível e sem problemas. Ou seja, observou-se, através dos registros da movimentação ocular, que os alunos seguiram o fluxo de navegação da página: eles leram os conteúdos do fórum e clicaram nos botões adequados para escrever e para publicar o seu comentário no fórum. No caso do Moodle, muitos alunos visualizaram tanto o menu lateral esquerdo quanto botões na cor laranja da interface, ambos desnecessários para a realização da tarefa. No entanto, isso ocorreu somente no primeiro ciclo de realização das tarefas. Ao acessar o Moodle pela segunda vez, os alunos desprezaram esses dois elementos desnecessários à realização da tarefa, que foi concluída a contento (ver Figura 7). Um comportamento semelhante foi observado para a interface Discourse, no que se refere aos botões existentes, semelhantes aos das redes sociais do menu superior, mas que também não eram necessários à realização da tarefa (ver Figura 8).

Figura 7.: Ao navegar no Moodle, alunos ignoram botões na cor laranja e o menu lateral. O foco do olhar fixou-se na leitura do conteúdo do fórum.



FONTE: Os autores, 2017.

Figura 8.: Na interface Discourse, o olhar fixou-se na leitura do texto e na atividade, desprezando os elementos imagéticos clicáveis do menu superior na caixa de cor cinza, desnecessário à realização da tarefa.



FONTE: Os autores, 2017.

Ao avaliar o Moodle, o aluno 5 disse que a interface era mais organizada e comum, tendo padrão visual e modo de operação típicos de fóruns voltados à educação, sem a estranha caixa de cadastro de usuário exibida no topo da página do *TinyIB*. Segundo ele, “apareceu a mensagem perfeitamente, claramente, ‘Enviar mensagem’, então esse eu não tive muita dificuldade, eu me senti à vontade”. Apesar de este aluno considerar o menu lateral do Moodle pouco atrativo, ele afirmou saber que isso poderia ajudá-lo a se situar no ambiente virtual em outras tarefas e o considerou a opção mais adequada para atividades de aprendizagem, ainda que não houvesse necessidade de utilizá-lo para a tarefa realizada no experimento. Segundo ele, o Moodle “têm mais informações, mas apesar disso a gente não se perde do foco principal que é a discussão”. Sobre a interface Discourse, o aluno 6 comentou que “percebi que não têm muito uma mistura de ícones, né? Ele é bem objetivo. Têm os textos e logo lhe aparece o espaço pra você dar a sua resposta. [O botão] tava no local que eu esperaria, estava logo abaixo da discussão. Aí ocorreu tudo muito bem nesse. Não teve nenhuma dificuldade”.

Comentários de outros participantes destacaram os aspectos positivos semelhantes, indicando a necessidade de o design indicar com clareza e objetividade o caminho, através da interação, para a realização da tarefa e de auxiliar com a tarefa, seja exibindo os textos a serem comentados com clareza na tela, seja permitindo revisar o comentário escrito antes ou após publicá-lo. Caracteriza-se, dessa forma, a demanda do aluno para que a interface facilite e auxilie-o no processo de realização da tarefa, contribuindo assim para a aprendizagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados permitem melhor compreender como e quais aspectos de interfaces de fórum virtual podem contribuir ou prejudicar algumas atividades de aprendizagem on-line dos alunos no que se refere ao acesso aos conteúdos e a trocas comunicacionais. Ao utilizar-se os três tipos de interface nos experimentos conduzidos neste estudo, verificou-se que elementos ergonômicos, de usabilidade e estéticos, se incorretamente aplicados, podem gerar danos à aprendizagem dos alunos, levando-os até mesmo a desistirem da atividade de estudo. São elementos indesejáveis a serem evitados. Dessa forma, recomenda-se que interfaces digitais para tais fins sigam minimamente os padrões ergonômicos e de usabilidade universais estipulados, evitando-se o uso de interfaces que, ainda que populares dentre alguns segmentos de usuários em usos recreacionais, a exemplo do *TinyIB* e outras, não se adequem ao contexto do estudo formal.

É importante ressaltar, porém, que alguns resultados do presente estudo tensionam com achados e recomendações de estudos anteriores relacionados, particularmente ao elemento da Coerência da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Mayer (2009), bem como sobre aspectos visuais de interfaces e AVAs no contexto da EaD (FERNANDES, 2010; ROCHA; BARANAUSKAS, 2003). Acredita-se, segundo esses estudos, que a customização das funcionalidades do AVA representam ganhos no processo de aprendizagem dos alunos por esse tipo de ambiente virtual possuir forte diretividade. Isso permitiria maior engajamento do aluno (sentimento de que está manipulando diretamente os objetos de interesse) e pouca distância entre o pensamento do aluno e os requisitos físicos do sistema em uso (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003.). Ainda que o presente estudo tenha se limitado a examinar o uso específico do fórum virtual, os resultados indicaram que esses ganhos não foram significativos na comparação entre o Moodle, um AVA, e o Discourse, um não-AVA, quando utilizados para tarefas semelhantes pelos mesmos alunos. Essa constatação ficou evidenciada nos registros das ações através do rastreamento ocular – trajetórias e tempos semelhantes – e também pelos depoimentos dos alunos. Essa ocorrência, que tensiona com resultados de mencionados estudos conduzidos nos anos 2000, pode ser resultado dos novos hábitos de navegação dos alunos, hoje envolvidos em uma vivência ubíqua da internet que lhes permite navegar com familiaridade por interfaces diversas produzidas a partir de padrões universais de usabilidade web.

Proposta por Mayer (2009), a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia estabeleceu diversos princípios para o desenvolvimento de conteúdos e produtos multimídia e que consideram a melhoria da atividade cognitiva do aprendiz para facilitar a aprendizagem dos conteúdos apresentados no formato multimídia. A teoria baseia-se em uma tríade que procura reduzir o processamento cognitivo estranho, indesejado, gerir o processamento cognitivo essencial e fomentar o processamento generativo (MAYER, 2009). Sobre o princípio da redução do processamento cognitivo indesejado, maléfico à aprendizagem, o pesquisador desenvolveu o princípio da coerência, segundo o qual as pessoas aprendem melhor quando se excluem palavras, imagens e sons que não estão diretamente relacionados aos conteúdos

multimídia. Evita-se, assim, sobrecarregar os canais da percepção do aluno. Ocorrência similar foi identificada em estudos que utilizaram a técnica do rastreamento ocular para mapear processos de leitura on-line. Ao inserir uma imagem junto ao texto a ser lido, fosse ela relacionada ao texto ou não, pesquisadores constataram que ocorriam regressões do olhar, indicando a necessidade de releitura para compreensão do texto, um fator indesejável atribuído à imagem. O mesmo efeito negativo ocorreu quando pesquisadores substituíram a imagem por um anúncio publicitário (BEYMER; ORTON; RUSSELL, 2007).

No que se refere a esse ao princípio da Coerência, a presença de alguns elementos estranhos e acessórios não relacionados diretamente ao uso da interface para a realização da tarefa no presente estudo não constituiu danos ao processo e não foram a causa da sobrecarga cognitiva identificada no uso do *TinyIB*. No caso do Moodle e do Discourse isso foi evitado devido a uma ação deliberada dos alunos, que desviaram seu olhar e atenção desses elementos imagéticos acessórios, ao constatarem que não seriam necessários à tarefa, a fim de manterem o foco na atividade. A ausência de fixação ocular nos elementos mencionados indicou ausência de atividade cognitiva relacionada aos mesmos, sem o comprometimento dos desejados benefícios para a aprendizagem. O principal problema nesse aspecto identificado nesse estudo foi gerado por botões e áreas clicáveis que estavam diretamente relacionadas à tarefa a ser realizada pelo aluno e que ocasionaram excessivas fixações e sacadas, indicando dificuldades para operar a interface com os fins desejados e perda de tempo para concluir a atividade. Essas ocorrências interferem com as ações dos alunos ao acessarem conteúdos online e ao se engajarem com trocas comunicacionais e, por isso, devem ser evitadas. Como afirmam Padovani e Moura (2008, p. 17), “quanto maior a interatividade, mais profundos serão a imersão e o envolvimento do leitor, influenciando sua concentração, sua atenção, interpretação e compreensão da informação” (p. 17). Espera-se que no futuro estudos semelhantes possam aprofundar os resultados aqui apresentados e, se possível, indiquem o papel de outros elementos e outras ações dos alunos engajados em tarefas semelhantes no contexto da navegação virtual e da aprendizagem formal.

AGRADECIMENTO

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento parcial do referido estudo, e aos alunos de graduação e de pós-graduação da Universidade Federal do Ceará que contribuíram com a pesquisa aqui relatada.

REFERÊNCIAS

- AGNER, L., .; MORAES, A.. **Navegação e arquitetura de informação na web: a perspectiva do usuário.** Boletim Técnico do Senai. v . 29, n. 1, s/p, jan.-abril, 2003. Disponível em: <<http://www.bts.senac.br/index.php/bts/article/view/529>>. Acesso em: 24 set. 2018.
- BARBOSA, S. D. J., .; SIL V A, B. S.. **Interação Humano-Computador.** Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2010.
- BA TISTA, E.; GOBARA, S.. **O fórum on-line e a interação em um curso a distância.** RENOTE, v . 5, n. 1, p. 1-9, jun, 201 1. Disponível em: <<https://seer .ufrgs.br/renote/article/viewFile/14248/8162>>. Acesso em: 24 set. 2018.
- BRAGA, D. B.. **A comunicação interativa em ambiente hipermídia: as vantagens da hipermodalidade para o aprendizado em meio digital.** In: MARCUSCHI, L. A. e XA VIER, A. C. Hipertexto e gêneros digitais. Rio de Janeiro: Lucerna, 2005.
- BEYMER, D.; OR TON, P .Z.; RUSSELL, D.M.. **An Eye T racking Study of How Pictures Influence Online Reading.** In: Baranauskas C., Palanque P., Abascal J., Barbosa S.D.J. (eds) Human-Computer Interaction – INTERACT2007. INTERACT 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol 4663. Berlin: Springer, 2007. Disponível em: <https://link.springer .com/chapter/10.1007/978-3-540-74800-7_41>. Acesso em: 24 set. 2018.
- BLAKE, C.; SCANLON, E.. **Analysing collaborative processes and interaction patterns in online discussions.** Proceedings of the 8th International Conference of Networked Learning. Lancaster: Lancaster University , p. 10-17, 2012.
- CHUANG, H.; LIU, H. **Effects of different multimedia presentations on viewers' information-processing activities measured by eye-tracking rechnology.** The Journal of Science Education and T echnology , v . 21, p. 276–286, 2012. Unique contributions of eye-tracking research to the study of learning with graphics. Learning and instruction, 20. Santa Barbara, p. 167-171, 2010. Disponível em: <<http://www.csuchico.edu/~nschwartz/Mayer%202010%20Eye-tracking%20research.pdf>>. Acesso em: 10 de fev . 2015.
- COST A, R. C.. **Leitura e escrita de hipertextos: implicações didático-pedagógicas e curriculares.** In: FREIT AS, Maria T eresa A.; COST A, Roberto C. Leitura e escrita de adolescentes na internet e na escola. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.
- DESTEFANO, D.; LEFEVRE, J.. **Cognitive load in hypertext reading: a review.** Computers in Human Behavior, v . 23, n. 3, p. 1616–1641, maio, 2007. Disponível em: <<https://www .sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563205000658>>. Acesso em: 24 set. 2018.
- DILLENBOURG, P. (1999) What do you mean by collaborative learning?. In: P. DILLENBOURG, P. (Ed) **Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches.** Oxford: Elsevier, 1999.
- FERNANDES, G.. **Interface humano-computador: Prática pedagógica para ambientes virtuais.** Teresina: EDUFPI, 2010.
- FILATRO, A. **Design instrucional na prática.** Ed. Pearson/Prentice-Hall, 2008.

GALL, J., .; HANNAFIN, M. (1994). **A framework for the study of hypertext**. Instructional Science, v . 22, n. 3, p. 207-232, maio, 1994. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00892243>>. Acesso em: 24 set. 2018.

HARRIS, P. **What is userinterface design?** New York: The Rosen Publishing Group., 2018.

JUNQUEIRA, E.. **O Uso do Rastreamento Ocular para Mapear a Navegação On-Line de Estudantes Brasileiros em um Processo de Aprendizagem**. TicEduca, Lisboa, Aprendizagem Online, Lisboa: Instituto da Educação da Universidade de Lisboa, p. 1168-1174, 2014.

_____. **Conteúdos hipermodais para fins de aprendizagem: usos em contexto pelos alunos**. Educação em Revista (UFMG. Impresso), v . 26, n. 3, p. 371-386, dez., 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982010000300019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 24 set. 2018.

JOHNSON, S.. **Cultura da interface: Como o computador transforma nossa maneira de criar e comunicar** . Rio de Janeiro: Zahar, 1997.

LAZAR, J.; FENG, J.; HOCHHEISER, H.. **Research methods in Human-Computer Interaction**. Cambridge: Morgan Kaufmann Publishers, 2017.

LEÃO, L.. **O labirinto da hipermídia**. São Paulo: Iluminuras, 2001.

MAYER, R.. **Multimedia Learning**. New York: Cambridge University Press, 2009.

_____. **Unique contributions of eye-tracking research to the study of learning with graphics**. Learning and instruction, 20. Santa Barbara, p. 167-171, 2010. Disponível em: <<http://www.csuchico.edu/~nschwartz/Mayer%202010%20Eye-tracking%20research.pdf>>. Acesso em: 10 de fev. 2015.

NIELSEN, J.; MOLICH, R.. **Heuristic evaluation of user interfaces**. CHI '90 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, p. 249-256, Seattle, Washington, USA, abril, 1990.

OEHL, M.; PFISTER, H.; GILGE, A. **Global text processing in CSCL with learning protocols: A coding scheme for eye movement analyses**. International Perspectives in the Learning Sciences: Creating a learning world. Proceedings of the Eighth International Conference for the Learning Sciences, v. 3, p. 103-104, 2008.

PADOVANI, S.; MOURA, D.. **Navegação em hipermídia**. Uma abordagem centrada no usuário. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

PRETORIUS, M.; VAN BILJON, J. **Learning management systems: ICT skills, usability and learnability**. Interactive Technology and Smart Education. Vol. 7, n. 1, 2010, p. 30-43. Disponível em: <www.emeraldinsight.com/1741-5659.htm>. Acesso em: 26 de fev . 2015.

PRIMO, A.. **Interação mediada por computador: comunicação, cibercultura, cognição**. 3ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

Análise, através da técnica de Rastreamento Ocular...

RAYNER, K.. Eye movements in Reading and Information Processing: 20 years of research. **Psychological Bulletin**, V. 124, n. 3, p. 372-422, nov, 1998. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9849112>>. Acesso em: 24 set. 2018.

ROCHA, H. V ; BARANAUSKAS, M. C.. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. Campinas: NIED, 2003.

SANTAELLA, L.. **Navegar no ciberespaço**. O perfil cognitivo do leitor imersivo. São Paulo; Paulus, 2004.

SCHEITER, K.; VAN GOG, T . (2009). **Using Eye Tracking in Applied Research to Study and Stimulate the Processing of Information from Multi-representational Sources**,. Appl. Cognit. Psychol., v. 23, n. 9, p. 1209–1214, dez., 2009. Disponível em: <<http://psycnet.apa.org/record/2009-23064-001>>. Acesso em: 24 set. 2018.

STEMLER, L. K.. **Educational Characteristics of Multimedia: A Literature Review**. JI. of Educational Multimedia and Hypermedia, v. 3, n. 3-4, p. 339- 359, out., 1997. Disponível em: <http://pesona.mmu.edu.my/~neomai/MME2011/articles/Multimedia_design.pdf>. Acesso em: 24 set. 2018.