

Artigo Original

Técnica de rastreamento ocular revela estratégias de ações múltiplas e não lineares de navegação virtual de alunos de EaD no AVA e na internet

Eye tracking technique reveals strategies of multiple and nonlinear actions for virtual navigation of distance learning students on the LMS and on the internet

La técnica de seguimiento de ojos revela estrategias de acciones múltiples y no lineales para la navegación virtual de estudiantes de aprendizaje a distancia en cursos en línea y en internet

Eduardo Santos Junqueira¹

Resumo

Ao oferecer múltiplas trajetórias para acesso a variados conteúdos, os ambientes hipermediáticos criam novas possibilidades para o estudo e para a aprendizagem *on-line*. No entanto, pouco se sabe sobre trajetórias de navegação virtual e suas relações com a aprendizagem na educação a distância (EaD). Esta pesquisa documentou movimentos de navegação virtual, através da utilização da técnica de rastreamento ocular, de alunos de graduação na modalidade EaD, no momento em que estudavam no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) e na internet. Contatou-se que, ao navegar no AVA, em geral, os alunos não seguiram a sequência linear do ambiente e, especificamente nas páginas das Aulas, desprezaram alguns elementos imagéticos e hipertextuais por

¹ Ph.D.; Professor Associado - Instituto UFC Virtual; Coordenador do grupo LER (<https://grupos-de-pesquisa-ler.blogspot.com/>); Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira - FACED - Universidade Federal do Ceará (<p://www.virtual.ufc.br/portal/>). Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-7961-5574>

considerá-los dispensáveis à aprendizagem. Os dados analisados originaram duas categorias de navegação virtual: simples, em que os alunos se concentraram na navegação no AVA; e, complexas, na qual os alunos percorreram trilhas diversas e acessaram *web sites*, *blogs*, arquivos na rede e ampliaram os conteúdos disponibilizados no AVA. Isso gerou, em alguns casos, perda de foco na tarefa e dificuldades na compreensão de conceitos. Ressalta-se a ação autônoma do aluno de EaD ao formular e executar estratégias de navegação adequadas a seus objetivos de estudo, às características do AVA e aos materiais de estudo, visando realizar atividades programadas e de aprendizagem.

Palavras-chave: Navegação virtual. Rastreamento Ocular. Educação a Distância.

Abstract

By offering multiple paths for access to a variety of content, hypermedia environments create new possibilities for online study and learning. However, little is known about virtual navigation trajectories and their relationships with learning in distance education. This research documented virtual navigation movements, through the use of the eye tracking technique, of undergraduate students as they studied in the learning management environment (LMS) and in the internet. It was reported that, when navigating in the LMS, students generally did not follow the linear sequence of the system and, specifically in the Lesson pages, they neglected some imagery and hyper textual elements because they considered them expendable to learning. The data analyzed gave rise to two categories of virtual navigation: simple, in which students focus on the LMS navigation; and complex, in which the students crossed several tracks and accessed websites, blogs, files on the network and expanded the content made available in the LMS. This has led, in some cases, to a loss of focus on the task and difficulties in understanding concepts. The autonomous action of the students is emphasized as they formulated and executed navigational strategies adequate to their study objectives, to the characteristics of the LMS and the study materials, aiming to carry out programmed activities to learn.

Keywords: Virtual navigation. Eye Tracking. Distance Education.

Resumen

Al ofrecer múltiples trayectorias para acceder a variados contenidos, los ambientes hipermediáticos crean nuevas posibilidades para el estudio y el aprendizaje en línea. Sin embargo, poco se sabe sobre trayectorias de navegación virtual y sus relaciones con el aprendizaje en la educación a distancia. Esta investigación documentó movimientos de navegación virtual, a través de la utilización de la técnica de rastreo ocular, de alumnos de graduación en la modalidad a distancia, en el momento en que estudia en cursos en línea e Internet. En la mayoría de los casos, los alumnos no siguieron la secuencia lineal del ambiente y, específicamente en las páginas de las Clases, despreciaron algunos elementos imagéticos e hipertextuales por considerarlos dispensables al aprendizaje. Los datos analizados originaron dos categorías de navegación virtual: simples, en que los alumnos se concentran en la navegación en cursos en línea; y complejas, en la cual los alumnos recorrieron sendas diversas y accedieron a sitios web, blogs, archivos en la red y ampliar los contenidos disponibles en cursos en línea. Esto generó, en algunos casos, pérdida de foco en la tarea y dificultades en la comprensión de conceptos. Se resalta la acción autónoma del alumno al formular y ejecutar estrategias de navegación adecuadas a sus objetivos de estudio, a las características de cursos en línea ya los materiales de estudio, buscando realizar actividades programadas y aprender.

Palabras clave: Navegación virtual. Rastreo Ocular. Educación a distancia.

1. Introdução

Tem se popularizado, em cursos na modalidade à distância e em outras modalidades de ensino *on-line*, o desenvolvimento de projetos pedagógicos e o uso de suportes tecnológicos digitais alinhados aos novos paradigmas da educação, em particular o desenvolvimento de conteúdos e práticas que utilizam os recursos do hipertexto (GOMES, 2018; LANDOW, 1994) e da multimodalidade (FAIRCLOUGH, 2000; KRESS, 2003). A face mais visível dessas formulações está no design e na formatação de artefatos *on-line*

hipertextuais (agregando o uso de imagem, vídeo, áudio e *links*) disponíveis em redes digitais como a internet.

Ao abordar a especificidade dos conteúdos encontrados na internet, Manovich (2001) os classifica como um banco de dados, sendo um “conjunto estruturado de dados organizados para busca rápida” (p. 218) que permite “visualizar, navegar, pesquisar e armazenar informações” (p. 219) e que armazena textos, imagens, gráficos, *links* e objetos multimídia (som e vídeo) permitindo “mudanças, atualizações, alterações, interações” (p. 221). Trata-se, segundo o autor, de uma coleção de itens e, não, de uma narrativa já estabelecida. Advém disso, a possibilidade de que cada usuário/leitor construa sua própria navegação, pois, o acesso a essa coleção de itens pode ocorrer de forma aleatória, instável, inclusive nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), que possuem áreas e seções diversas. Padovani e Moura explicam que

a navegação em hipermídia é singular, face à enorme flexibilidade de acesso que tal sistema informacional proporciona. Sistema esse que permite, mas também exige, que o usuário escolha a cada momento como e com que informações disponíveis no ambiente desejam interagir (PADOVANI e MOURA, 2008, p.9).

Agner e Moraes (2017) consideram que procurar informações em *sites* se configura em uma experiência frustrante ao usuário, podendo levar à desistência da tarefa por causa de fatores inerentes à hipermídia. Pesquisadores brasileiros e estrangeiros têm desenvolvido diversos estudos buscando compreender os novos elementos e as dificuldades associadas à leitura digital (COSCARELLI; RIBEIRO, 2019). Essas características dos ambientes hipermidiáticos originam a indagação sobre como o aluno da EaD navega em ambas as estruturas – a internet e o AVA – em seus momentos de estudo. Torna-se clara a necessidade de se conhecer a navegação virtual do aluno de EaD e analisar suas escolhas, os percursos da navegação trilhados e as informações e conteúdos acessados nos momentos de estudo.

O presente estudo gerou conhecimento acerca dos modos de navegação e de interação dos alunos da modalidade EaD, no contexto da

aprendizagem, utilizando a metodologia de documentação de rastreamento do olhar (*eye tracking* no original em inglês). Foram documentadas as ações de navegação, leitura e interação dos alunos no AVA utilizado por eles e, também, na internet durante atividades das disciplinas cursadas. Entrevistas com os participantes foram conduzidas após cada atividade de navegação e estudo, a fim de se compreender as ações documentadas. Os dados coletados foram analisados para a identificação das ações de navegação virtual dos alunos.

2. Internet e navegação virtual

A internet é constituída por um conjunto caótico de redes, nós, *links* contendo todos os tipos e formas de informação que podem ser acessados em uma vasta combinação de trajetórias delineadas pelos usuários.

Segundo Lemke:

há muitas trajetórias possíveis, ou travessias, por meio da web de um hipertexto. Significando num tempo e texto escala grande, em comparação com a escala típica de unidades ligadas (por exemplo, um número ou uma página) torna-se uma criação de utilizador / leitor que é muito menos previsível para o criador do que no caso de um livro impresso cujo narrativa ou argumento tem uma única sequência convencional (LEMKE, 2002, p. 300).

Braga também explica que "o hipertexto é completamente diferente de impressão, uma vez que só oferece ao leitor os *bits* e pedaços de informação, permitindo potenciais trajetórias de *loop* sem uma narrativa ou eixo argumentativo que relatou tudo deles em uma sequência" (2005, p. 147). Isso significa que o usuário "navega através dos nós da rede de uma forma totalmente imprevisível, muitas vezes até para si mesma" (LEÃO, 2001, p. 57). Apesar desta natureza caótica, os autores apontam para o fato de que o processo de navegação pode ser influenciado pela hipermídia, conforme destacado por Teixeira:

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 o *link* foi exibido na interface pelo designer. Em um ambiente de abundância de informação, sofreremos com a falta de atenção. Um projeto de interface que capta a atenção do usuário é fundamental para o seu sucesso (TEIXEIRA, 2005, p.1).

A navegação virtual implica, portanto, o movimento dos usuários através do espaço construído de nós e outros tipos de conexões, como os *links* (ULBRICHT apud PADOVANI, MOURA, 2008). Isso é necessário para se procurar informações e se construir o conhecimento, não se restringindo a uma mera ação mecânica. Santaella (2004) afirma que ações do navegador atual incorporam as seguintes características:

- contemplação: o seu comportamento está relacionado a uma ação silenciosa e linear, em que pode o acesso e leitura solitária de livros, pinturas e mapas;
- movimento: o seu comportamento está relacionado com a fragmentação associada aos contextos dos meios de comunicação, a leitura é rápida e a linguagem é efêmera e híbrida por natureza;
- envolvimento: seu comportamento está relacionado a viver em um estado de alerta, ficar conectado através de nós do ciberespaço.

Ainda segundo a autora (SANTAELLA, 2004), a navegação é baseada em um caminho que é construído pela interação entre o usuário e os materiais no ciberespaço, incluindo os nós de palavras, imagens, pessoas e outros. Isso constitui um processo de navegação que é exploratório e cocriativo.

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*². Essas categorias descrevem movimentos de navegação em hipermídia,

² Como a tradução desses termos para o português é imprecisa, pouco usual e poderia ocasionar confusão conceitual, optou-se por sua utilização em inglês ao longo do artigo.

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 interrelacionados 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.

Segundo Gall e Hannafin (1994), a navegação pode se tornar problemática em sistemas hipertextuais: com o aumento do número de opções também aumenta a possibilidade de confusão e desorientação (LOCATIS, LETOUMEAU e BANVARD, 1989). Conklin descreveu a desorientação como “a falta de noção sobre sua localização atual em relação ao restante da rede ou como a incapacidade de encontrar um ponto da rede mesmo sabendo de sua existência. Outros caracterizaram esse fenômeno como estar 'perdido no ciberespaço'” (CONKLIN, 1987, p. 21, tradução nossa).

No contexto dos processos de aprendizagem vivenciados pelos alunos de EaD, desafios adicionais na navegação incluem a grande quantidade de informações disponíveis em tópicos e temas semelhantes acessíveis através de múltiplas vias; uma definição sobre o ritmo e o estilo de navegação ao longo do processo de aprendizagem; a criação de um posicionamento pessoal em relação de conhecimento; a construção de conhecimento e saberes com base em necessidades e objetivos pessoais; e a construção crítica de conhecimento baseado em diversas ideias e pontos de vistas disponíveis no ciberespaço.

3. Métodos de pesquisa e coleta de dados

A técnica de rastreamento ocular foi criada há mais de um século, mas somente na década de 1970 foram desenvolvidos processos automatizados, que permitiram a documentação e processamento de sacadas oculares, ou seja, um movimento do olho de um ponto a outro. Isso inaugurou a chamada terceira era de investigação, o movimento dos olhos (RAYNER, 1988), e gerou uma nomenclatura de ações documentadas pela referida técnica que se universalizou e que perdura.

A sacada é definida por um movimento rápido dos olhos, geralmente duradoura em torno de 8 e 12 caracteres, que configura saltos de pequenas distâncias, mas com grande velocidade. A fixação se refere a um breve intervalo de tempo, com duração de cerca de 250 milésimos de segundo, onde o olho está em pausa em determinado local, a que corresponde uma ação do cérebro, que processa a informação visual. A regressão é um movimento de retorno dos olhos a um ponto já observado e pode indicar falta de compreensão, confusão, perturbação (BEYMER, ORTON, RUSSELL, 2007). O uso da técnica de rastreamento ocular tem recebido grande atenção na área de estudos de usabilidade e interação humano-computador.

Hoje, os rastreadores oculares têm alta resolução temporal e permitem, através da análise de software, o fracionamento dos tempos de rastreamento em vários componentes. Outro destaque é o fato de que os participantes possam atuar com maior facilidade durante as coletas, um fato importante na aquisição e interpretação de dados sobre várias tarefas, que exigem longos períodos de tempo de máquina. A técnica é, portanto, muito eficaz para a investigação da navegação virtual, permitindo o registro acurado dos pontos na tela do computador realmente visualizados pelo aluno ao navegar, um elemento-chave para a documentação e compreensão do comportamento dos discentes de EaD³. Estudo recente na área utilizou a técnica de rastreamento e permitiu analisar como alunos de EaD visualizam a imagem do professor em vídeos institucionais. Concluiu que essa atenção visual dos alunos era um

3 Para uma abordagem mais detalhada da técnica e sua aplicação em estudos na área da educação, ver: 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 Distância*. In: *Educação a Distância*. Interação entre sujeitos, plataformas e recursos. 1 ed. Cuiabá : EdUFMT, 2016, p. 211-234.

indicador de satisfação ao assistirem ao vídeo e, que a fixação do olhar deles sobre a imagem do professor esteve positivamente relacionada à redução da sobrecarga cognitiva para tópicos temáticos considerados difíceis e ao aumento da satisfação em estudar tais tópicos, dentre outros (WANG, ANTONENKO, DAWSON, 2020).

O presente estudo se centrou na análise das sequências da navegação virtual dos alunos a partir do fórum de discussão e fora do AVA. O equipamento de rastreamento documentou os movimentos oculares do aluno sobre a tela do computador, assim como os saltos, fixações e regressões dos olhos em partes da tela. Foi possível rastrear cada movimento feito pelo aluno, cada olhar, cada clique do *mouse*, permitindo analisar os movimentos de navegação de forma precisa, abarcando a complexidade das ações empreendidas pelos participantes do estudo.

3.1. Participantes e procedimentos de coleta

Participaram do estudo nove alunos de EaD dos cursos de Matemática e Letras/Português de um polo da Universidade Aberta do Brasil em parceria com a Universidade Federal do Ceará. A coleta dos dados teve a duração de dois semestres letivos.

No laboratório, os alunos foram convidados a navegar como se estivessem em momento de estudo, sendo solicitado apenas que os alunos comesçassem suas navegações a partir do fórum de discussão de uma das disciplinas estudadas no AVA, no momento da coleta. Os alunos também podiam utilizar quaisquer outros meios de estudo, como cadernos, livros e outros materiais de pesquisa. Os alunos permaneciam por no mínimo 10 minutos navegando, da forma que lhes fosse mais adequada, como se estivessem em suas casas estudando para diversas disciplinas. Eram realizados pelo menos quatro turnos de documentação da navegação de 10 minutos cada. Nos dois primeiros turnos, o aluno permanecia sozinho no laboratório enquanto o equipamento documentava a navegação. Nos outros dois turnos o pesquisador acompanhava, presencialmente, as ações de navegação e tomava notas sobre as ações realizadas. Após terem sido concluídos os quatro turnos, o pesquisador entrevistava o aluno, procurando compreender as ações de navegação

realizadas nos quatro turnos. Foi realizada a transcrição das entrevistas gravadas em áudio, nas quais, os alunos explicavam seus movimentos detalhadamente. Os depoimentos foram considerados e analisados, o que agregou precisão à análise das trajetórias de navegação.

Nenhuma pesquisa conduzida com indivíduos está isenta da influência do pesquisador, no entanto, embora, por vezes, o pesquisador estivesse presente no laboratório, acredita-se que os alunos ficaram à vontade, navegando, inclusive, em redes sociais.

4. Resultados

Os resultados da análise da documentação da navegação virtual, gerados pelo rastreador ocular, indicaram particularidades no percurso e nos modos de navegação dos alunos no contexto de atividades de aprendizagem: a navegação dos alunos abrangeu ações genuínas no AVA e múltiplas ações fora do ambiente, resultado de escolhas estratégicas e conscientes dos alunos ao longo do processo, visando atingir suas metas ao estudar.

A cada nova sessão de estudos, a maioria dos alunos iniciou sua navegação pelo fórum de discussões do AVA, como lhe era solicitado pelo pesquisador. Ao navegar pelos fóruns, os alunos, em geral, se detinham, prioritariamente, nas postagens dos colegas (ver Figura 1), contemplando também, por vezes, conteúdos publicados pela tutoria. Em seguida, partiam para a consulta de mensagens em suas caixas de entrada, além de realizar outros movimentos de navegação, como pesquisas na internet e busca por materiais extras. Em geral, somente após realizar essas ações, eles navegavam pelas aulas (os conteúdos disciplinares produzidos pelo professor e publicados em formato HTML no AVA). Esse movimento foi documentado mesmo quando a ação inicial no fórum não havia sido solicitada pelo pesquisador, demonstrando a centralidade do fórum de discussões nas ações de navegação dos alunos no AVA ao estudarem.

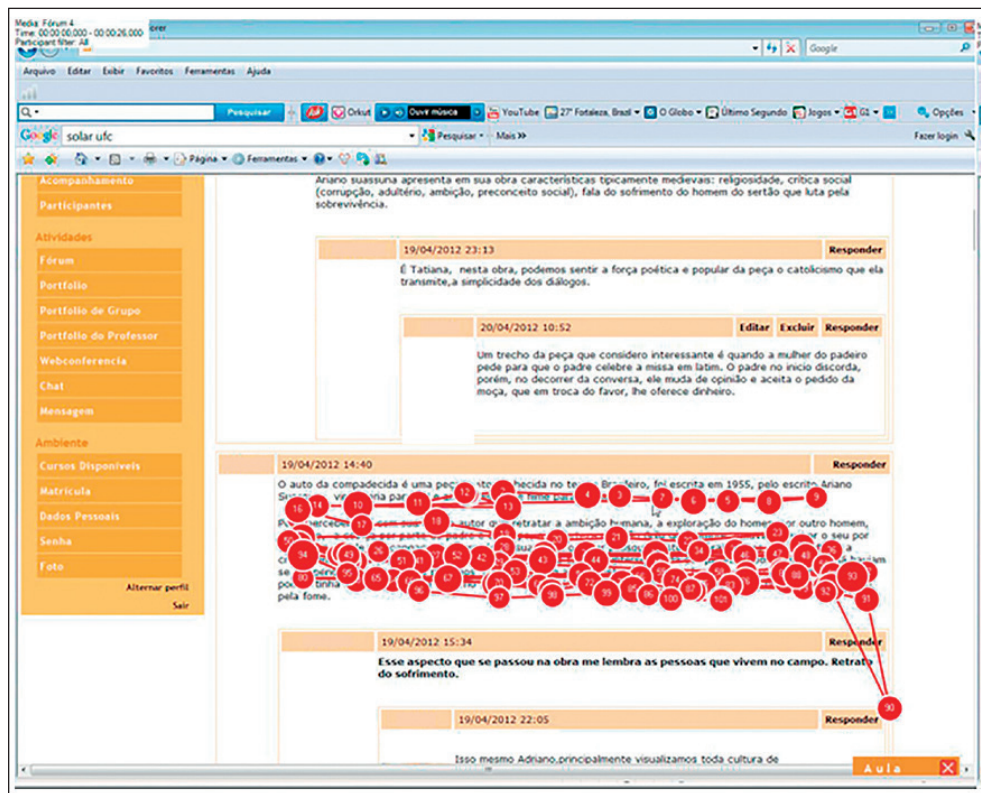


Figura 1: Imagem de fixações oculares nos conteúdos postados por alunos no fórum do AVA, revelando a atenção dos participantes dedicada a esses conteúdos.

Dessa forma, uma ação recorrente de navegação dos alunos participantes desse estudo compreendeu a seguinte sequência: acesso ao AVA para iniciar ou dar continuidade a alguma atividade das disciplinas do curso; e navegação pelo fórum de discussões ou pelas seções das atividades das disciplinas. Após acessar o fórum e verificar as postagens de colegas, o aluno, caso sentisse necessidade, acessava a aula correspondente e, após acessar o material, navegava para fora do AVA e realizava buscas na internet. Em diversos casos, a navegação fora do AVA foi realizada para acessar arquivos recebidos de colegas ou armazenados previamente na rede ou em dispositivos físicos. Durante a coleta dos dados no laboratório, alguns alunos interromperam a atividade de navegação no computador para consultar materiais impressos de estudo como livros, apostilas e cadernos contendo anotações feitas à mão (ver Figura 2).



Figura 2. Alunos consultavam livros e outros materiais impressos ao navegarem para realizar atividades do curso.

Fonte: O autor.

Dessa forma, o acesso às aulas, ou seja, aos conteúdos formais disponibilizados pelo professor, era intermitente e, geralmente, dependente da atividade de aprendizagem a ser realizada pelo aluno e dos debates em processo no fórum. Na maioria das ações documentadas, a navegação nas aulas direcionou-se a partes específicas dos materiais, aquelas

que interessavam ao aluno naquele instante para a realização de uma atividade da disciplina (uma publicação no fórum, um trabalho escrito etc.). Dessa forma, a navegação era personalizada e não linear, ou seja, não seguia a sequência do AVA ou das aulas (dos conteúdos preparados pelo professor), flexionando a tradicional centralidade docente e institucional nos processos formais de ensino.

Ainda sobre a navegação dos alunos no fórum, ela incluiu ações de resposta aos comentários de colegas e da troca de materiais *on-line*. A interação entre os alunos mostrou-se muito importante no processo de aprendizagem deles, pois, em geral, a navegação realizada pelos alunos fora do AVA surgia após o acesso aos comentários de colegas de turma no fórum. Os alunos respondiam a algum comentário ou seguiam para uma pesquisa nas aulas ou mesmo fora do AVA, como mencionado, em busca de sanar dúvidas sobre algum conteúdo, termo ou expressão conceitual, ou problemas citados pelos colegas. Ao sanar essas dúvidas, realizavam a publicação de um comentário no fórum. Percebeu-se, dessa forma, que os comentários de alunos mais experientes ou mais assíduos operavam como deflagradores de novas ações de navegação dos demais alunos da turma, dentro e fora do AVA, no caso das atividades do fórum de discussões.

A documentação e a análise das ações de navegação com o rastreamento ocular permitiu identificar e agrupar os movimentos de navegação mais recorrentes entre os alunos em duas categorias. A primeira categoria se refere a um tipo de navegação menos complexa, onde os alunos se restringiam a realizar uma navegação no AVA, acessavam conteúdos publicados e publicavam comentários no fórum, o que, por vezes, incluía uma navegação mais prolongada pelos conteúdos das aulas. A segunda categoria se refere a uma navegação mais complexa, onde os alunos, além de acessarem os comentários publicados nos fóruns e os materiais de estudo das aulas, exploravam também ambientes externos ao AVA, buscando informações adicionais em *blogs*, *websites* diversos e arquivos de texto, muitas vezes contidas em arquivos anexados a mensagens de *e-mail* compartilhadas por colegas de curso. Essas ações de navegação mais complexa também incluíam, no caso de alguns alunos, o acesso de *web links* inseridos nas próprias aulas e que estendiam a navegação a

espaços localizados fora do AVA por indicação do professor. Todos esses movimentos constituíam uma ruptura da navegação linear no AVA.

Através da análise das respostas dos participantes às entrevistas realizadas, verificou-se que os alunos saíam do AVA quando consideravam que o conteúdo das aulas não era suficiente para a compreensão de conceitos e resolução de problemas apresentados na disciplina cursada. Alguns depoimentos indicaram a importância desse tipo de navegação fora do AVA para alguns alunos. Eles afirmaram que esse movimento de navegação os ajudava muito na compreensão dos conteúdos das aulas. Mas a saída do AVA também gerou dificuldades para alguns alunos, que mencionaram problemas como a perda de concentração e do foco na atividade em desenvolvimento ao acessarem muitos *links* na internet. Compreende-se, dessa maneira, que, ainda que a navegação fora do AVA tenha sido positiva para muitos alunos em situações diversas, um conteúdo que suprisse melhor as necessidades de estudo do aluno dentro do AVA poderia reduzir algumas perturbações ao processo de aprendizagem do aluno.

4.1. Estratégias de navegação

Utilizando-se como referência as categorias teóricas de Padovani e Moura (2008), foram identificadas várias estratégias de navegação dos alunos ao estudarem. Elas assim se denominam por configurarem modos próprios performados pelos alunos ao navegarem, de modo a suprirem dificuldades de compreensão conceitual e resolução de problemas, ganhar tempo, realizar atividades, atingir metas. A estratégia de *browsing*, por exemplo, era realizada quando o aluno acessava um *link* a partir da aula no AVA ou fora dela. Isso foi identificado, por exemplo, quando o aluno acessava o AVA e, antes de se engajar em alguma atividade específica, verificava as novidades surgidas desde o último acesso. Para isso, navegavam rapidamente pelas diversas seções do ambiente, checando a caixa de entrada de mensagens, as novas postagens no fórum e as notas enviadas pelo tutor.

A estratégia de *searching* ocorreu, frequentemente, quando o aluno sabia da necessidade de obter mais informações e, por isso, saía do AVA

e acessava a internet para buscá-las. Esse movimento, em geral, era deflagrado por uma dúvida que, por sua vez, surgia ao navegar pelo fórum ou pelos conteúdos da aula. O aluno, então, procurava e acessava conteúdos relacionados na internet para saber mais sobre um tópico curricular, um conceito etc. (ver figura 3). A ação de *scanning* também ocorreu, com frequência, quando os alunos realizavam varreduras sobre uma página ou arquivo encontrado, examinando sua adequação às necessidades do momento de estudos (ver figura 4). Dessa forma, ao invés de se engajarem em uma exploração detalhada do material, limitavam-se, inicialmente, a conhecer os principais elementos do conteúdo exibido na tela. Assim, evitavam perder tempo e avançavam com a atividade de pesquisa para resolver os problemas encontrados ao estudarem.



Figura 3. Visualização ocular através do efeito de heat map mostra que, após realizar o searching, aluno acessa conteúdo, na internet, relacionado ao tópico de estudo.



Figura 4. Rastreamento da sequência de fixações oculares mostra que, ao navegar fora do AVA para aprofundar informações sobre temas estudados, os alunos escaneavam a informação textual, desconsiderando imagens não relacionadas aos temas de interesse, assim como ocorria no AVA.

Quando identificavam que o material era de interesse para a tarefa a ser realizada, os alunos iniciavam, então, uma ação de *skimming*, ou seja, uma navegação mais detalhada para conhecer o material de estudos ou comentários nos fóruns. O *scanning* também foi realizado muito frequentemente nos fóruns do AVA, para identificar novos comentários disponíveis, intervenções da tutoria etc. Raramente ocorria uma navegação linear, de cima para baixo, do começo para o fim, por exemplo, nos fóruns. O aluno determinava o percurso da navegação, independentemente da estrutura e do fluxo de ações programadas no AVA, buscando encontrar aquilo que lhe era de interesse no momento.

A estratégia de *wandering* foi identificada com menor frequência na internet e ocorria quando o aluno navegava de forma bastante aleatória, acessando variados *web links* e visualizando brevemente partes dos textos disponibilizados na tela. Isso ocorria, geralmente, quando o aluno estava articulando a próxima ação de navegação, ao preparar uma

resposta para uma atividade programada da disciplina, ou antes da escrita de comentário do fórum no AVA. Não se configurava, portanto, como uma ação principal de navegação ao estudar.

Uma ocorrência de particular interesse sobre a navegação dos alunos, nos conteúdos das aulas, foi revelado de forma muito específica pelo mapeamento da movimentação ocular dos alunos dos cursos de Letras e de Matemática. Ao navegarem, os alunos de Letras ignoraram diversas imagens inseridas nas aulas. Seus olhos nunca se fixaram sobre essas imagens durante a navegação, tendo sido o texto escrito o alvo de sua atenção e foco (ver Figura 5). O mesmo ocorreu para conteúdos acessados por eles na internet (ver Figura 4). Nas entrevistas, constatou-se que esse fato foi gerado pela compreensão dos alunos de que se tratavam de imagens acessórias, meramente ilustrativas, e que não contribuíam para a compreensão dos conteúdos estudados. No caso dos alunos de Matemática ocorreu o oposto. As imagens contidas nas aulas foram visualizadas – ocorreu fixação dos olhos sobre elas na tela do computador, conforme indicou o mapeamento ocular (ver Figura 6). E, de maneira inversa aos estudantes de Letras, os alunos de Matemática afirmaram que visualizaram tais imagens porque elas eram fundamentais à compreensão dos conteúdos estudados. Esse comportamento é similar a ações documentadas em estudos similares e é explicado por Stemler ao afirmar que

alunos que não compreendem informações através de textos frequentemente irão compreendê-la se for apresentada ou agregada em formatos visuais (MERRILL, 1983). Tópicos difíceis muitas vezes se tornam mais fáceis de serem compreendidos quando agregados a elemento gráficos (GROPPER, 1983 apud STEMLER, 1997, p. 9, tradução nossa).

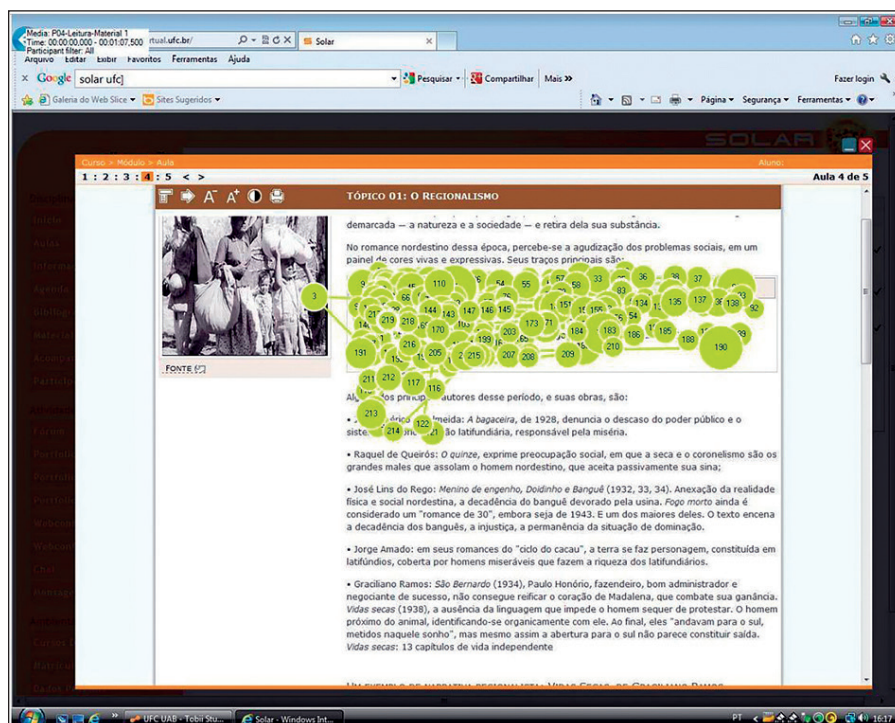


Figura 5 - Rastreamento da sequência de fixações dos olhos revela que a imagem não foi visualizada pelos alunos de Letras durante a navegação na aula.

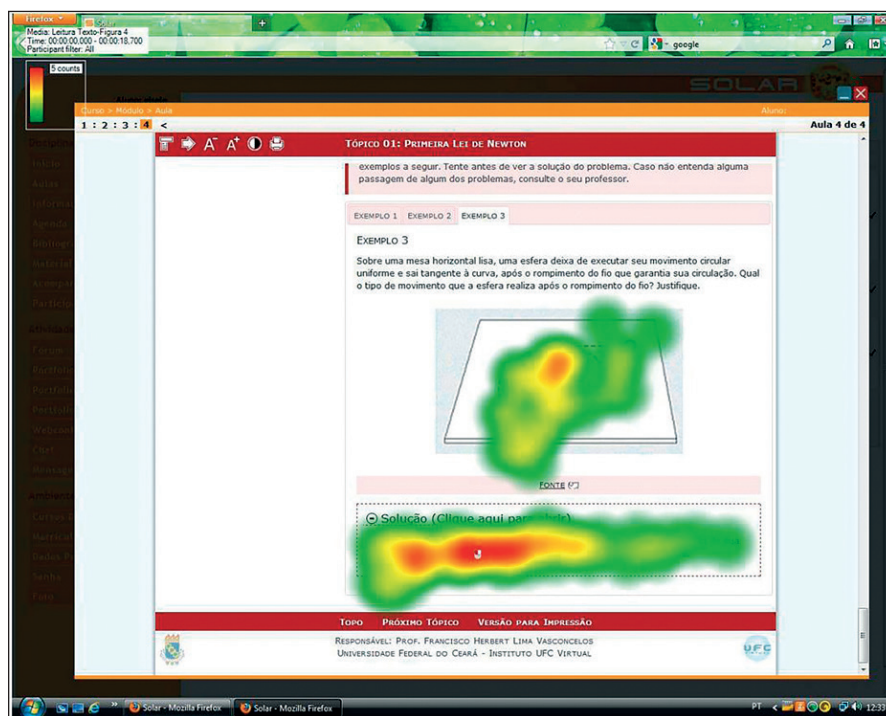


Figura 6. Mapeamento com o uso do mapa de calor revela que os alunos observavam figuras diretamente relacionadas à compreensão do tema estudado no AVA.

No caso dos alunos de Letras é importante ressaltar que as imagens tampouco perturbaram a navegação e o processo de estudo dos alunos, pois foram ignoradas, ou seja, não foram visualizadas.

No que se refere às estratégias de navegação propostas por Padovani e Moura (2008), os resultados do estudo indicam sua pertinência, também, no contexto de alunos da modalidade da EaD. A classificação das autoras ofereceu uma base conceitual que orientou a análise dos dados obtidos, o que levou à comprovação de que os movimentos de navegação genéricos para ambientes de redes digitais são pertinentes aos alunos de EaD e que compõem um sistema maior e mais complexo de navegação, onde os alunos se utilizam das diversas táticas apontadas para chegar a um objetivo: a realização de tarefas e o aprendizado.

No que se refere ao desenho didático de cursos, planejamento de atividades discentes no AVA e desenvolvimento dos conteúdos de aulas para EaD, destaca-se o fato de que a navegação, na maior parte das vezes e para a maioria dos alunos, não ocorreu de forma linear e sequencial, conforme a estrutura do AVA e das aulas faria supor. Ao contrário, os alunos construíram seus próprios percursos de navegação, no AVA e fora do ambiente, conforme seus interesses (desenvolver e concluir atividades) e necessidades (compreender conceitos, dirimir dúvidas, colaborar com colegas etc.).

A proatividade dos alunos nas ações documentadas e analisadas nesse estudo se delineou de maneira clara e positiva, pois os alunos ignoraram conteúdos postados pelo professor (imagens, *web links*) quanto julgavam que eram desnecessários à sua aprendizagem. O oposto também ocorreu: realizavam o acesso fora do AVA ao julgarem que os novos materiais seriam úteis à aprendizagem, ainda que pudessem demandar maior tempo e energia para se concluir uma tarefa. As ações de navegação indicaram uma atitude pragmática, independente e consciente desses alunos de EaD ao estudarem.

Esse tipo de comportamento de navegação dos alunos encontra correlação com pesquisas na área da leitura *on-line* desenvolvida por alguns pesquisadores. McNabb relata que

na leitura *on-line*, as escolhas e o propósito do leitor, e não as do autor, determinam a sequência da leitura. Estratégias convencionais de leitura que são efetivas para a leitura de um bloco de texto – ou o que Landow (1992) chama de *lexia* – não necessariamente se aplica para a leitura de hipertextos. Leitores de hipertexto continuamente devem tomar decisões sobre em qual *link* clicar e porque devem fazer isso e eles são forçados a fazer associações entre *lexias* e criar suas próprias narrativas nesse processo. (MCNABB, 2006, p. 76, tradução nossa)

Estudos realizados há mais de duas décadas já indicavam os benefícios de estratégias autônomas e da proatividade da navegação virtual de alunos. Jonassen e Grabinger, também, tratando de conteúdos hipertextuais, afirmam que “a aprendizagem significativa através do hipertexto somente ocorrerá se ele permitir a construção ativa do conhecimento” (JONASSEN E GRABINGER, 1993, p. 15, tradução nossa). Trata-se de ações já descritas por pesquisadores acerca do uso dos hipertextos, como relatado por Gall e Hannafin:

o controle do aprendiz [ao navegar pelos hipertextos] depende, fundamentalmente, da natureza das decisões a serem tomadas. De acordo com Chung e Reigeluth (1992), as decisões de controle do aprendiz podem ser direcionadas aos conteúdos das lições, sequências, ritmo, apresentação dos conteúdos, estratégias, processamento e aconselhamento [...] Em geral, o hipertextos suportam quatro funções de controle do aluno: buscar [*searching*], navegar [*browsing*], coletar e conectar. (GALL e HANNAFIN, 1994, p. 218)

5. Considerações finais

O uso pioneiro da técnica de rastreamento ocular para documentar e mapear as ações de estudo de alunos do EaD permitiu avançar o conhecimento sobre o comportamento dos aprendizes ao navegarem pelo AVA e na internet. Revelaram-se, por meio da técnica mencionada,

percursos não lineares e pouco previsíveis dos alunos em seus momentos de estudo que, em geral, resultaram em benefícios para sua aprendizagem, pois se configuraram como estratégias para buscar informações necessárias e agregar conhecimento às atividades desenvolvidas por eles, ao longo das disciplinas cursadas. Exercendo uma atitude proativa e pragmática, eles escolheram o que acessar e o que ignorar – particularmente nos fóruns, nas aulas e na internet – e o fizeram buscando manter o foco na tarefa e economizar tempo dedicado ao estudo, visto que possuem muitas outras atividades no trabalho e com suas famílias.

Concluiu-se, a partir da análise das navegações e de depoimentos de alunos, que o AVA não abrange e nem sedia as diversas ações de aprendizagem do aluno da EaD. Muitos alunos participantes desse estudo recorriam a materiais adicionais – em formatos digital e impresso, muitas vezes compartilhados e indicados pelos colegas de turma. Valendo-se na natureza flexível e múltipla dos ambientes e conteúdos hipermidiáticos, os alunos utilizaram *links* e fontes extras de pesquisa como uma alternativa importante para seus estudos. Isso lhes auxiliou no aprendizado. Recomenda-se que esse uso, porém, ocorra com moderação, pois o excesso de *links* e conteúdos pode causar desorientação e perda de foco nos conceitos estudados.

Constatou-se, também, que o fórum de discussão desempenhou um papel importante em todas as navegações analisadas, funcionando como principal ponto de entrada no AVA, como espaço de trocas e de interação entre os alunos, e como elemento motivador para pesquisas e estudo aprofundado de tópicos das disciplinas cursadas, independentemente da estrutura formal do AVA e dos conteúdos curriculares disponibilizado nas aulas.

Agradecimentos

A coleta dos dados para esse estudo serviu-se da infraestrutura e do apoio técnico da equipe do Laboratório de Sistemas Complexos, do Departamento de Física, da Universidade Federal do Ceará. As ações de coleta e de análise de dados contaram, também, com o apoio do bacharelando Rômulo Barbosa, bolsista de iniciação científica do projeto

pela Universidade Federal do Ceará. Esse estudo contou com financiamento parcial do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Pesquisa (CNPq).

Referências

AGNER, L.; MORAES, A. Navegação e arquitetura de informação na web: a perspectiva do usuário. *Boletim Técnico do SENAC*, v. 29, n. 1. 2017. Disponível em <<http://www.bts.senac.br/index.php/bts/article/view/529>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

BEYMER, D., ORTON, P. Z., e RUSSELL, D.M. (Eds.). An eye tracking study of how pictures influence online reading. *INTERACT 2007*, LNCS 4663, Part II. 2007. p.456–460.

BRAGA, D. B. A comunicação interativa em ambiente hipermídia: as vantagens da hipermodalidade para o aprendizado em meio digital. In: MARCUSCHI, L. A. e XAVIER, A. (Orgs.). *Hipertexto e gêneros digitais*. Rio de Janeiro: Lucerna, 2005.

CAPES. *Catálogo da Universidade Aberta do Brasil*, 2012. Disponível em: <<http://www.uab.capes.gov.br/images/stories/downloads/Catalogo/apresentao.pdf>>. Acesso: 02 ago. 2017.

CONKLIN, J. Hypertext: An introduction and survey. *IEEE Computer*, v. 20, n. 9, p.17-41, 1987.

COSCARELLI, C., RIBEIRO, A. E. Editorial. *Revista Texto Digital*, v. 1, n. 2. 2019. Acesso em: 05 fev. 2020. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/textodigital/article/view/70979/42348>>

FAIRCLOUGH, N. Multiliteracies and language. Orders of discourse and intertextuality. In: COPE, B., KALANTZIS, M. (Orgs.). *Multiliteracies. Literacy learning and the design of social futures*. London: Routledge, 2000.

GALL, J. E., HANNAFIN, M. J. A framework for the study of hypertext. *Instructional Science*, v. 22, p.207-232, 1994.

GOMES, L. F. *Hipertexto revisado*. Novas perspectivas para pesquisa e ensino. Maceió: EDUFAL Imprensa Oficial Graciliano Ramos, 2018.

JACOB, R. J. K., & KARN, K. S. Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. In: HYONA, J. RADACH, R., DEUBEL, H. (Eds.) *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research*. Amsterdam: Elsevier Science, 2003.

JONASSEN, D. H., GRABINGER, R. S. Applications of hypertext: Technologies for higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, v. 4, n. 2, p.12-42, 1993.

KRESS, G. *Literacy in the new media age*. New York: Routledge, 2003.

LANDOW, G. P. (Org.) . *Hypertext / text / theory*. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1994.

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

LEMKE, J. *Travels in hypermodality*. *Visual Communication*. v. 1, n. 3. p. 299–325, 2002.

LOCATIS, C., LETOURNEAU, G., BANVARD, R. Hypermedia and instruction. *Educational Technology Research and Design*, v. 37, n. 4, p.65-77, 1989.

LUKE, A., CARRINGTON, V. Globalisation, literacy, curriculum practice. In: FISHER, R., BROOKS, G., LEWIS, M. (Eds.), *Raising standards in literacy*. London: Routledge/Falmer, 2002.

LEUTHOLD, S. SCHMUTZ, P., BARGAS-AVILA. J. A., TUCH, A. N., OPWIS, K. Vertical versus dynamic menus on the world wide web: Eye tracking study measuring the influence of menu design and task complexity on user performance and subjective preference. *Computers in Human Behavior*, v. 27, p.459–472, 2011.

MCNABB, M. (2006) Navigating the maze of hypertext. As students rush to online reading, let's make sure they can find their way around hypertexts. *Educational Leadership*. v. 63. n. 4, p.76-79, 2006.

MANOVICH, L. *The language of new media*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2001.

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

PATTERSON, N.G. Hypertext and the changing roles of readers. *English Journal*, v. 90, n. 2, p.74-80, 2000.

PRETORIUS, M.C., BILJON, J.V., KOCK, E.D. Added value of eye tracking in usability studies : Expert and non-expert participants. *Ifip International Federation for Information Processing*, v. 332, p.110-121, 2010.

RAYNER, K. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, v. 124, n. 3, p.372-422, 1998.

READENCE, J. E., BEAN, T. W., & BALDWIN, S. *Content area literacy*. An integrated approach. Dubuque, IA: Kendall/Hunt, 1995.

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

STEMLER, L. K. Educational characteristics of multimedia: A literature review. *Jl. of Educational Multimedia and Hypermedia*, v. 6, n. 3/4, p.339-359, 1997.

SANTOS, E. *Leitura de textos eletrônicos em inglês/LE: um estudo exploratório via rastreamento ocular*. Universidade Federal do Ceará. Dissertação (Mestrado). 2014.

TEIXEIRA, L. H. P. Design de interface: Usabilidade e processos de comunicação na infoera. *VII Jornada Multidisciplinar: Humanidades em Comunicação*. FAAC/UNESP-BAURU, 2005.

WANG, J. ANTONENKO, P. DAWSON, K. Does visual attention to the instructor in online video affect learning and learner perceptions? An eye-tracking analysis. *Computers & Education*. v. 146, Março, 2020.

COMO CITAR ESTE ARTIGO

ABNT: JUNQUEIRA, E. S. Técnica de rastreamento ocular revela estratégias de ações múltiplas e não lineares de navegação virtual de alunos de EaD no AVA e na internet. Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância, V19, n.1.2020. doi:<http://dx.doi.org/10.17143/rbaad.v19i1.304>

Autor Correspondente

Eduardo Santos Junqueira
E-mail: eduardoj@virtual.ufc.br

Recebido: 13/08/18**Aceito: 25/01/20****Publicado: 12/05/20**