



SEÇÃO: ARTIGOS

Leitura de gráficos de setores e compreensão multimodal: uma investigação psicolinguística de fatores *top-down* e *bottom-up*

Pie graphs reading and multimodal comprehension: a psycholinguistics investigation of top down and bottom-up factors

Erica dos Santos

Rodrigues¹

orcid.org/0000-0002-3524-5820

ericasr@puc-rio.br

Antonio João Carvalho

Ribeiro²

orcid.org/0000-0002-7689-0842

ajcarvalhoribeiro@gmail.com

Recebido em: 31/3/2020.

Aprovado em: 16/7/2020.

Publicado em: 21/12/2020.

Resumo: Este estudo insere-se no esforço que se tem empreendido para explorar as bases da compreensão multimodal, abordando, aqui, a interferência de variáveis *top-down* e *bottom-up* na compreensão de gráficos de setores (popularmente, gráficos de pizza). Sondou-se, especificamente, o papel do título (diretivo vs. não diretivo) e o da posição da legenda (à esquerda vs. à direita da pizza) durante a leitura de uma série de gráficos por um grupo de 40 estudantes universitários. Foram monitorados os movimentos oculares e as fixações do olhar dos participantes em um experimento de *eye tracking*, a partir do qual obtiveram-se dados significativos de custo de processamento ao integrar as informações visuais e do título. Os achados experimentais foram brevemente discutidos à luz de aspectos dos modelos teóricos de compreensão de gráficos (ACARTÜRK, 2010; PINKER, 1990) bem como de princípios cognitivos a observar na produção de gráficos (KOSSLYN, 2006).

Palavras-chave: Compreensão multimodal. Leitura de gráficos de setores. Rastreamento ocular.

Abstract: This study is part of a research project designed to investigate multimodal comprehension. In this paper we address the interference of top-down and bottom-up information in the comprehension of pie charts. Specifically, we analyse the role of the title (guiding vs. non-guiding) and the position of the legend (left vs. right of the pizza) during the reading of pie graphs by a group of 40 undergraduate students. The participants' eye movements and eye fixations were monitored in an eye tracking experiment in order to evaluate processing costs regarding the integration of linguistic and visual/graphic information. The experimental findings are briefly discussed in the light of aspects of the theoretical models of graph comprehension (ACARTÜRK, 2010; PINKER, 1990) as well as cognitive principles to be observed in the production of graphics (KOSSLYN, 2006).

Keywords: Multimodal comprehension. Pie graphs reading. Eye tracking.

Introdução

Gráficos são um gênero multimodal utilizado como instrumento para apresentar pictoricamente dados estatísticos e podem ser entendidos como objetos interdisciplinares na medida em que ocorrem em diferentes contextos e práticas sociais.

O aprendizado da leitura de gráficos se dá, em geral, na escola, em especial no caso dos gráficos mais usuais – como os gráficos de setores, ou, como são popularmente conhecidos, gráficos de pizza (em inglês, *pie charts*), de barras e de linhas –, e são abordados por pesquisadores de Educação Matemática, mais especificamente no campo do Letramento Estatístico.³



Artigo está licenciado sob forma de uma licença
[Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

¹ Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Fundação de Apoio à Escola Técnica (Faetec), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³ Para uma discussão sobre as habilidades associadas ao letramento estatístico, ver Gal (2002).

A Psicolinguística, como área que permite a integração de construtos da Linguística e da Psicologia Cognitiva, pode contribuir para o entendimento de como as pessoas, em tempo real, processam informação de natureza linguística e visual durante a leitura do gênero gráfico. Neste artigo, abordamos o efeito de fatores *top-down* e *bottom-up* durante a inspeção visual de gráficos. Iremos nos deter na análise dos gráficos de setores, usualmente conhecidos, em português, como gráficos de pizza. Investigamos, por meio da técnica de rastreamento ocular, o efeito do tipo do título e da posição da legenda na leitura/inspeção visual de gráficos de setores.

A pesquisa faz parte de um projeto mais amplo, intitulado "Compreensão multimodal e letramento estatístico: pesquisas em psicolinguística envolvendo rastreamento de movimentos oculares", que busca identificar os fatores que afetam o processo de leitura e de compreensão de um conjunto de gêneros multimodais, como gráficos, tabelas, diagramas etc. Trata-se de projeto de caráter translacional, em interface com a Educação Básica.

O texto está organizado da seguinte forma: na seção 1, fazemos um breve apanhado da história dos gráficos e um resumo dos princípios cognitivos/ recomendações para otimizar a produção de gráficos; nas seções 2 e 3, respectivamente, revemos aspectos da bibliografia que aqui interessam sobre "estrutura e processamento de gráficos" e "integração entre informação linguística e visual na leitura de gráficos"; na seção 4, passamos a descrever o experimento de *eye tracking* que foi realizado; e nas seções 5 e 6, respectivamente, analisamos os resultados que obtivemos e os discutimos à luz das hipóteses testadas e dos modelos teóricos revisitados. Nas considerações finais, indicamos caminhos futuros do estudo aqui apresentado e apontamos a relevância de pesquisas de caráter translacional sobre leitura de gráficos.

1 Gráficos: história, princípios cognitivos e recomendações

Dentro e fora da escola, é comum observar dificuldades manifestas de digerir informações

quantitativas na forma escrita. Afortunadamente, para muitos, a invenção dos gráficos – no quase intangível século das luzes, creditada por quaisquer meios de consulta a William Playfair (1759-1823) – veio facilitar a interpretação de dados estatísticos em geral, apresentando-os pictoricamente. Mal comparando, resulta tal qual o advento dos filmes de animação, que tornou interessantes incontáveis histórias que, no "papel", seriam menos, ou jamais, apreciadas. Além de inventor, esse escocês genial, personagem típico do Iluminismo europeu, foi engenheiro, economista, estatístico, tradutor e editor. No espectro de atividades obviamente não afinadas com a erudição e outras que merecem ainda menos luzes, foi comerciante falido, banqueiro "quebrado" e especulador de terras. Até mesmo, conforme recentemente aventado (BERKOWITZ, 2018), agente secreto que teria agido em favor da Inglaterra como o suposto mentor da emissão do dinheiro falso que, de fato, circulou na França, com o objetivo de exacerbar a inflação que o país vivia e, com isso, precipitar o colapso do governo revolucionário.

À parte os aspectos controversos que se têm recém-incorporado à biografia do Playfair ilustre, segue ele mundialmente reconhecido por ter inventado os três tipos de gráficos que se reputam básicos, a saber: gráfico de linha – retrato fácil de variações de natureza quantitativa em um período de tempo; gráfico de barras – o que melhor representa a distribuição de variáveis categóricas e qualitativas; e gráfico de setores (vulgarmente, gráfico de "pizza"), capaz, exclusivamente, de reunir, e, uma figura, frequências associadas a diferentes quantidades. Já na publicação inaugural, *The Commercial and Political Atlas*, Playfair (1786; e nas edições de 1801 a 1805) concebeu gráficos de linha, de barras e de círculos (precursores das "pizzas") que ilustram séries temporais e quantidades ao longo de eixos graduados, com títulos, rótulos, linhas de grade no plano de fundo, e manejo de cores que se veem nos gráficos atuais. Spence (2006, p. 2426) julga que Playfair demonstra "conhecimento intuitivo, mas claro, de psicologia da leitura de gráficos e que muitas de suas ideias antecipam os achados da psicologia

experimental"; e "que gráficos estatísticos poderiam auxiliar no processamento da informação, ao reduzirem a demanda por atenção, memória de trabalho e memória de longo prazo, embora ele não empregasse esses termos, que entraram em voga apenas no século XX".

Entretanto, a interpretação de dados estatísticos que se socorre do contraste de formas e cores entre si, inaugurada por Playfair, não advém de um passe de mágica. Como outros construtos culturais, pode-se dizer que a concepção e a possibilidade de compreender e utilizar gráficos associa-se a propriedades do aparato cognitivo humano. Nesse sentido, a virtude essencial do gênero – gráfico – é, antes, consequência, segundo Kosslyn (2006), de se ver aplicada na composição dos gráficos uma série de princípios que atendem a especificidades do sistema visual humano. "Somos criaturas visuais", dotadas da capacidade de distinguir as proporções dos "objetos" que nos cercam no mundo (KOSSLYN, 2006, p. 4-5). Sendo assim, a construção de gráficos, para ser bem-sucedida, deve contemplar, nas dimensões relativas dos componentes, a necessidade de nelas o leitor visualizar proporções que guardem coerência com as comparações ou as tendências que se quer exibir (KOSSLYN, 2006, p. 27).

Kosslyn (2006) imbrica os princípios de funcionamento do sistema visual humano e três (3) conjuntos de recomendações que reúnem os oito (8) princípios que se devem ter em conta ao produzir gráficos, enumerados a seguir. O primeiro conjunto de recomendações, "Conectar-se com o público-alvo", cinde-se em dois princípios: Princípio da Relevância e Princípio do Conhecimento Apropriado; o segundo conjunto de recomendações, "Dirigir e manter a atenção sobre o gráfico", reparte-se em três princípios: Princípio da Saliência, Princípio da Discriminação e Princípio da Organização Perceptual; e o terceiro conjunto de recomendações, "Promover a compreensão e memorização das informações veiculadas no gráfico", divide-se em outros três princípios: Princípio da Compatibilidade, Princípio das Alterações Informativas e Princípio das Limi-

tações de Capacidade (KOSSLYN, 2006, p. 5-20).

A obediência ao Princípio da Relevância deve-se traduzir em prover o gráfico de informações indispensáveis à interpretação do que se pretende apresentar e evitar excessos que sobrecarreguem o leitor. Seguir o Princípio do Conhecimento Apropriado equivale a utilizar conceitos, símbolos e jargão ao alcance do leitor, só realçando detalhes técnicos se o público-alvo do gráfico tiver domínio do tópico nele abordado. O Princípio da Saliência assenta-se no fato, a ser explorado na composição do gráfico, de que a atenção do leitor é atraída por contrastes. O Princípio da Discriminação estipula que propriedades diferentes devam se refletir no gráfico de modo suficiente a garantir que assim sejam percebidas pelo leitor, por exemplo, no caso do contraste entre figuras e planos de fundo. O Princípio da Organização Perceptual funda-se nas diferenças que separam o sistema visual humano das câmeras fotográficas, que capturam imagens através de uma lente objetiva: o olho humano funciona como se "visse através de várias lentes objetivas", dependendo do parâmetro em questão, por exemplo, discriminando, sem especial atenção, apenas inclinações superiores a 30° entre linhas e densidades entre essas de, ao menos 2 para 1. Além disso, recorrendo a gradientes de textura e angulação, é possível ter a ilusão de tridimensionalidade de objetos que estão desenhados em superfícies planas. E valores em dimensões diferentes – como altura e largura, tonalidade e saturação – podem afetar-se mutuamente e, apenas com esforço, o leitor poderá chegar a processá-los individualmente. Por fim, reza o Princípio da Compatibilidade que a aparência deve ser compatível com o que ela simboliza ou ao menos oferecer uma pista da realidade retratada: uma quantidade maior de uma qualidade, como altura ou área, deve representar uma quantidade maior do que uma quantidade menor da mesma qualidade. Ainda assim, algumas dimensões mostram-se distorcidas, por exemplo, área e volume, à medida que aumentam, são progressivamente subestimadas e, apesar da mesma extensão, linhas verticais aparentem ser mais longas do

que horizontais. Devem-se observar, ainda, convenções estabelecidas em diferentes culturas, por exemplo, evitando violá-las ao associar, no ocidente, vermelho a "siga" e verde a "pare". O Princípio das Alterações Informativas sustenta-se na convicção do leitor, que espera que alterações nas propriedades carreguem alterações na informação, por exemplo: alterações na cor ou textura devem veicular informação. Finalmente, O Princípio das Limitações de Capacidade está baseado nos limites naturais da capacidade de reter e processar informação na memória de trabalho humana, evitando demandas em demasia, por exemplo, excesso de operações para processar mentalmente a representação gráfica.

2 Estrutura e processamento de gráficos

É possível afirmar que os gráficos apresentam uma gramática própria. De acordo com Kosslyn (2006), os gráficos possuem uma estrutura básica constituída de três elementos principais: o esqueleto (*framework*), o conteúdo (*content*) e os rótulos (*labels*).³ Cada tipo de gráfico, contudo, apresenta também particularidades, relacionadas ao tipo de dado que é representado (FRIEL; CURCIO; BRIGHT, 2001; RODRIGUES; FRAGOSO; RIBEIRO, 2018). Assim, por exemplo, enquanto os gráficos de barras representam diferentes categorias e quantidades por meio de barras específicas, os de linha estabelecem correspondências entre elementos dos eixos X e Y, com as linhas desempenhando o papel de ligar esses pontos de correspondência. Os de setores, diretamente investigados em nosso estudo, buscam representar a divisão de um todo em partes; nesse tipo de gráfico, os valores numéricos relativos às partes do todo devem corresponder a frações de 360°.

O processamento de gráficos pode ser descrito em termos da teoria de compreensão de gráficos de Pinker (1990). De acordo com essa proposta, várias etapas estão envolvidas na leitura de um gráfico: inicialmente, a partir de mecanismos de codificação *bottom-up*, há a construção de uma

representação mental visual em um formato pictórico relativamente não processado; em seguida, ocorre a construção de uma representação já mais estruturada, chamada de descrição visual, que codifica as marcas do gráfico em termos de sua dimensão físico-estrutural. Após essa etapa, se dá o processo de reconhecimento do tipo de gráfico, a partir da ativação de um esquema gráfico (*graph schema*). É com base nessa informação que o leitor poderá identificar o tipo de gráfico que está lendo e dar início à extração das informações necessárias à compreensão dos dados representados. Ocorre, então, a montagem de uma mensagem conceitual. É importante observar que, na compreensão de gráficos, também podem atuar processos inferenciais, que operam sobre a mensagem conceitual permitindo ao leitor deduzir informações que não estão diretamente representadas no gráfico (PINKER, 1990).

Em nosso estudo, um dos aspectos investigados está associado às expectativas do leitor quanto ao esquema gráfico de gráficos de setores. Examinamos o quanto a mudança na posição da legenda poderia provocar impacto na leitura desse gênero. Conforme veremos na seção relativa às hipóteses de trabalho, acreditamos que uma ruptura em relação a esse aspecto *bottom-up* poderia instanciar um estranhamento em relação ao *layout* mais comumente utilizado, gerando um maior custo de processamento.

Para examinar a leitura de gráficos, é necessário considerar também o papel de informação linguística e de como se dá a articulação de modos semióticos distintos – visual e verbal – no processamento desse gênero. Segundo pesquisas contemporâneas em compreensão multimodal de gráfico, a compreensão da constelação texto-gráfico requer, do leitor, a construção de ligações referenciais entre as entidades gráficas e linguísticas, por meio do conhecimento do esquema gráfico (ACARTÜRK; CAGILTAY; ALACAM, 2008; ACARTÜRK, 2010; ACARTÜRK; HABEL, 2012). Na próxima seção abordaremos este ponto.

³ O autor ressalva, contudo, à p. 125, que, nos gráficos que expressam proporções, como é o caso do gráfico de barras empilhadas, pode faltar o *framework*, de modo assimilar ao que se observa para os gráficos de setores. Uma possibilidade aventada por nós é considerar que a circunferência e as divisões internas dos gráficos de setores desempenhariam o papel de *framework*.

3 Integração entre informação linguística e visual na leitura de gráficos

No processo de compreensão multimodal de constelações texto-gráfico, é necessário estabelecer correspondências entre as entidades linguísticas e as entidades gráficas. Segundo Acartürk e Habel (2012), assim como ocorre com a linguagem, os elementos do gráfico permitem fazer referência a objetos e classes de objetos, estados, processo e eventos e é possível, nesse sentido, determinar uma espécie de estrutura proposicional que pode ser apreendida dos gráficos, com a presença de predicadores e argumentos. Assim, por exemplo, em um gráfico de linha, as linhas diagonais corresponderiam a predicadores, de modo similar aos verbos de uma sentença. Outros elementos do gráfico corresponderiam aos argumentos, por exemplo, a informação projetada no eixo x e no eixo y.⁴

O pertinente desta abordagem, em nosso

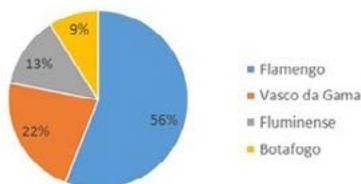
caso, é que, ao se propor uma estrutura proposicional como *output* do processamento visual dos elementos do gráfico, passa-se a ter um tipo de representação mental que é compatível com a representação resultante do processamento linguístico e isso viabiliza o processo de integração dos dois tipos de informação que são provenientes de módulos distintos.

Vejam, a seguir, como poderíamos analisar os elementos da constelação texto-gráfico de setores, por nós investigada. Em nosso estudo, conforme dito na introdução, além da posição da legenda (à direita vs. à esquerda da pizza) também examinamos o papel de informação *top-down* presente no título. Para isso, consideramos dois tipos de títulos: título diretivo, que já aponta para uma fração do gráfico (*A maior torcida carioca de futebol é a do Flamengo*) e título não diretivo (*As torcidas dos grandes times cariocas de futebol*), que faz referência a todas as porções do gráfico (Figura 1):

Figura 1 – Exemplos de constelações texto-gráfico de setores nas quatro condições experimentais

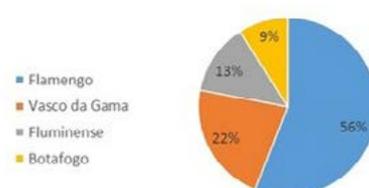
Título diretivo/ legenda à direita

A maior torcida carioca de futebol é a do Flamengo



Título diretivo/ legenda à esquerda

A maior torcida carioca de futebol é a do Flamengo



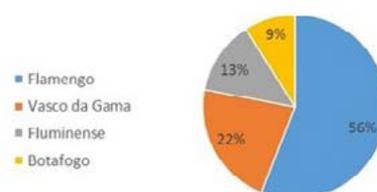
Título não diretivo/ legenda à direita

As torcidas dos grandes times cariocas de futebol



Título não diretivo/ legenda à esquerda

As torcidas dos grandes times cariocas de futebol



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

⁴ Para um detalhamento desta proposta, com exemplificação para gráficos de linha, ver Rodrigues, Fragoso e Ribeiro (2018).

O título diretivo apresenta uma proposição completa, envolvendo um predicador e um argumento. O predicador corresponde à sequência linguística "maior torcida carioca de futebol" e o argumento é "(torcida) do Flamengo". O leitor deverá mapear essa informação no texto. Primeiro, deverá identificar na legenda a cor correspondente ao argumento – *Flamengo* – e, depois, identificar no gráfico a maior porção, correspondente ao predicador – *maior torcida carioca de futebol*.

O título não diretivo apresenta apenas a informação correspondente ao predicador, expressa pela sequência linguística "Maiores torcidas de futebol cariocas". O processo de integração, nesse caso, exige que o leitor busque os argumentos (times de futebol) na legenda e observe o gráfico para identificar como estão distribuídos.

A integração título-gráfico nos dois exemplos corresponde a processos distintos, os quais devem, por conseguinte, estar associados a padrões oculares diferentes no processo de escaneamento da legenda e do gráfico de setores.

4 Experimento

A pesquisa foi conduzida a partir da realização de um experimento de rastreamento ocular (*eye tracking*), cujo instrumento (*eyetracker*) nos permitiu capturar on-line os movimentos e fixações oculares dos participantes, isto é, durante o processo de inspeção visual dos estímulos (os gráficos).

Foram consideradas variáveis independentes: 1) *tipo de título*, sendo título diretivo o que enfatiza uma das fatias da pizza (por exemplo: A maior torcida carioca de futebol é a do Flamengo) e, em oposição, título não diretivo o que não se refere a qualquer setor do gráfico (por exemplo: As torcidas dos grandes times cariocas de futebol); e 2) *posição da legenda*: do lado esquerdo da pizza vs. do lado direito da pizza.

O cruzamento dessas duas variáveis independentes (cada uma delas apresentando dois níveis) deu origem a quatro condições experimentais: a)

título diretivo/ legenda à esquerda (DE); b) título diretivo/ legenda à direita (DD); c) título não diretivo / legenda à esquerda (NDE); e d) título não diretivo / legenda à direita (NDD) (ver Figura 1, na seção 3).

Foram consideradas variáveis dependentes as seguintes métricas oculares: número de fixações (*number of fixations*), duração média da fixação (*fixation duration mean*), duração total da fixação (*total fixation duration*), número de visitas (*number of visits*), além de duração média da visita (*visit duration mean*), duração total da visita (*total visit duration*), e o tempo até a primeira fixação (*time to first fixation*).⁵

4.1 Hipóteses e predições

H₁: As informações *top-down* fornecidas pelo título, diretivo vs. não diretivo, afetam o processo de integração de frases e gráficos. Especificamente, se títulos diretivos têm uma estrutura mais complexa – com consequente impacto para sua manutenção na memória de trabalho – as áreas de interesse nas condições com esse tipo de título devem receber maior número de visitas do que aquelas cujos títulos forem não diretivos. Isso se explicaria pela necessidade de confirmar as informações do título após o mapeamento inicial entre a sentença e o conjunto legenda-pizza. Por outro lado, se títulos não diretivos induzem a inspeção geral da pizza e a análise detalhada dos rótulos da legenda, esperam-se valores mais altos, em número e duração, para visitas e fixações nessas áreas.

H₂: As informações *bottom-up* referentes à posição da legenda afetam a recuperação do esquema do gráfico. A posição do lado esquerdo, incomum em gráficos de setores, por ser menos esperada, criaria uma espécie de efeito-surpresa, aumentando o custo de processamento da inspeção visual do gráfico. Esse efeito deve ser expresso em termos de mais visitas ao título e maior número de visitas, fixações e duração das fixações sobre a legenda e a pizza. E o tempo até a primeira fixação na legenda deve ser breve quando a legenda estiver à esquerda da pizza, ainda pelo estranhamento causado pela localização.

⁵ Os termos em inglês referem-se aos parâmetros medidos no Tobii Studio, que traduzimos em Português Brasileiro (PB).

4.2 Metodologia

4.2.1 Participantes

Participaram voluntariamente⁶ 40 estudantes de graduação e pós-graduação da PUC-Rio, de ambos os sexos e com idade média de 22 anos. Todos apresentavam visão normal ou corrigida ao valor normal.

4.2.2 Materiais

Dezesseis itens experimentais – ou seja, gráficos de setores – foram apresentados a cada um dos participantes, sendo quatro estímulos por condição. A esses fizemos entremear, aleatoriamente, 16 itens distrativos (gráficos de barras e linhas). E foram distribuídas aleatoriamente, também, as posições dos rótulos das legendas, evitando que a primeira correspondesse, sempre, à maior fatia da pizza.

4.2.3 Equipamento e procedimentos

Enquanto examinavam os gráficos, direcionando a atenção a cada um dos seus componentes, chamados de áreas de interesse, os participantes do experimento tiveram os movimentos e a posição dos olhos registrados e gravados por meio de um Tobii Pro X3-120 *eyetracker*. A técnica – *eye tracking* ou rastreamento de movimentos oculares –, não invasiva, com base no reflexo corneano (da luz sobre a membrana anterior transparente do globo ocular), permite registrar e gravar movimentos e fixações do olhar sobre objetos do mundo real, imagens ou textos. Os participantes foram previamente informados de que, logo após inspecionar os gráficos, responderiam a algumas perguntas a respeito do conteúdo que abordaram. À calibração individual do *eyetracker* em cinco pontos da tela do equipamento seguiu-se um breve treinamento que consistiu na visualização de três estímulos (gráficos), oferecido aos participantes, para que pudessem se familiarizar com os procedimentos.

5 Análise dos resultados

Para investigar a influência do *tipo de título* e da *posição da legenda* na leitura dos gráficos de setores, delimitamos três áreas de interesse no Tobii Studio: o título, a legenda e a pizza. Os parâmetros analisados foram as seguintes: número de visitas (*number of visits*), tempo total de duração das visitas (*total visit duration*), duração média de cada visita (*visit duration mean*), número de fixações (*number of fixations*), duração total das fixações (Total fixation duration), duração média das fixações (*fixation duration mean*) e tempo até a primeira fixação (*time to first fixation*).⁷

Foi realizada uma ANOVA com medidas repetidas de todos os resultados. Nesta seção, reportamos, exclusivamente, os resultados cuja análise estatística mostrou-se significativa. E, para tornar mais didática a apresentação, organizamos os resultados em dois blocos: um dedicado aos resultados referentes a fixações (5.1) e outro, aos resultados das visitas (5.2)

5.1 Fixação

Fixação é uma medida correspondente a períodos parcialmente estacionários do olhar e refere-se a um conjunto de miradas (gazes) que ocorrem em um ponto próximo. Juntamente com as sacadas, movimentos rápidos do olhar, as fixações são os principais parâmetros considerados em estudos de rastreamento ocular. Durante as sacadas, a visão é praticamente suprimida e não há propriamente captação de informação visual importante; já as fixações sinalizam períodos em que a atenção visual está direcionada para um dado ponto, sendo possível estabelecer uma relação entre atenção visual e processos cognitivos. As sacadas ocorrem entre três e quatro vezes por segundo e têm duração entre 10 e 100 milissegundos (ms) (RICHARDSON; SPIVEY, 2004); as fixações, por sua vez, têm uma duração média entre 200 e 300 ms, podendo haver variação, dependendo da tarefa em que o indivíduo está engajado (RAYNER; CASTELHANO, 2007).⁸

⁶ Todos os participantes, antes da realização do experimento, foram informados sobre os procedimentos e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

⁷ Os termos em inglês referem-se aos parâmetros medidos no Tobii Studio, que traduzimos em PB.

⁸ Para uma discussão sobre como são definidas sacadas e fixações, ver Forster (2017), texto que faz uma apresentação detalhada da técnica de rastreamento ocular, com foco em sua utilização em pesquisas psicolinguísticas.

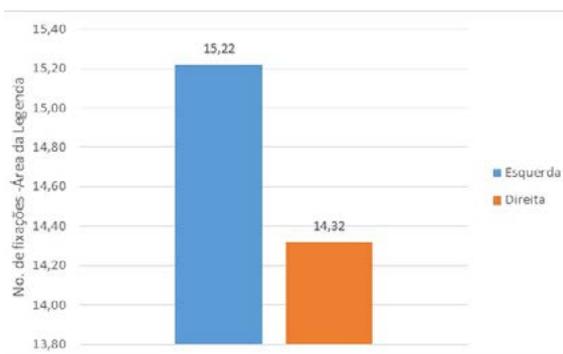
5.1.1 Número e duração das fixações na área do título

Embora tenham sido observados maior número de fixações e duração das fixações sobre a região dos títulos diretivos do que sobre a dos não diretivos, não é possível perder de vista a possibilidade de que tais diferenças se devam à maior extensão, em número de caracteres, dos títulos diretivos. Conseqüentemente, não reportamos os resultados das medidas das fixações na área do título. Contudo, isso não foi impedimento à análise do impacto de cada tipo de título nas medidas de fixação e de visitas nas outras áreas do gráfico, a saber, sobre as regiões da legenda e da pizza.

5.1.2 Número e duração das fixações na área da legenda

Observou-se um efeito marginalmente significativo da variável posição da legenda sobre o número de fixações: as legendas à esquerda receberam maior número de fixações do que as posicionadas à direita ($F(1,39) = 3,72$ $p < 0,061189$). E não se observou efeito da variável tipo de título ou efeito de interação.

Gráfico 1 – Número de fixações na área da legenda em função da posição, à esquerda vs. direita da pizza



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

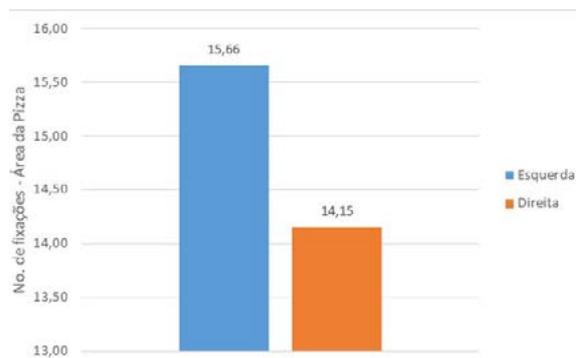
Finalmente, não verificaram resultados estatisticamente significativos em relação à duração média e duração total das fixações sobre a área da legenda.

5.1.3 Número e duração das fixações na área da pizza

Foram identificadas diferenças estatisticamente significativas em relação ao número de fixações e à duração total de fixações na área da pizza: efei-

to principal da posição da legenda ($F(1,39) = 9,56$ $p < 0,003660$), com maior número de fixações quando a legenda aparece à esquerda (ver gráfico 2) e efeito de interação entre legenda e título ($F(1,39) = 8,34$ $p < 0,006292$).

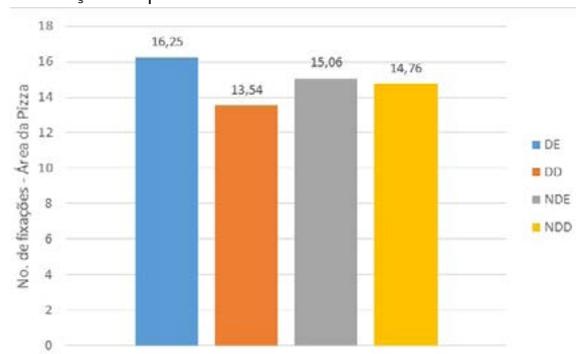
Gráfico 2 – Número de fixações na área da pizza em função da posição relativa da legenda: esquerda vs. direita



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Como se pode notar no Gráfico 3, o efeito da legenda parece ter sido particularmente puxado pela condição título diretivo/ legenda à esquerda da pizza, que exibe valores mais altos para o parâmetro número de fixações (16,25). Na comparação entre pares, mostraram-se significativos os contrastes entre [DD] vs. [DE]: $t(39) = 4,38$ $p < 0,0001$; [DD] vs. [NDD]: $t(39) = 2,00$ $p < 0,0530$; [DE] vs. [NDE]: $t(39) = 2,18$ $p < 0,0355$

Gráfico 3 – Número de fixações na área da pizza por condição experimental

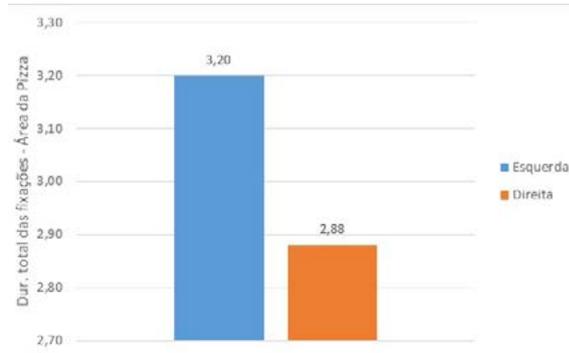


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Em relação à duração total das fixações na área da pizza, correspondendo ao que foi observado em relação ao número de fixações, verificou-se efeito principal da posição da legenda ($F(1,39) = 7,25$ $p < 0,010386$), com maior duração das fixações

quando se tinha a legenda posicionada à esquerda da pizza (ver Gráfico 4) e um efeito de interação entre título e legenda ($F(1,39) = 12,5$ $p < 0,001075$).

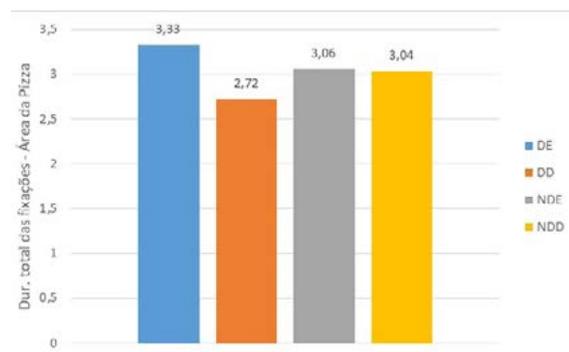
Gráfico 4 – Duração total das fixações na área da pizza em função da posição relativa da legenda (esquerda vs. direita)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

No Gráfico 5, abaixo, observa-se que a condição título diretivo/ legenda à esquerda também se destaca em relação às demais condições no que tange a duração total das fixações. A comparação entre pares identificar os seguintes contrastes significativos: [DD] vs. [DE]: $t(39) = 4,86$ $p < 0,0001$; [DD] vs. [NDD]: $t(39) = 2,49$ $p < 0,0170$

Gráfico 5 – Duração total das fixações na área da pizza por condição experimental



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

5.1.4 Tempo até a primeira fixação

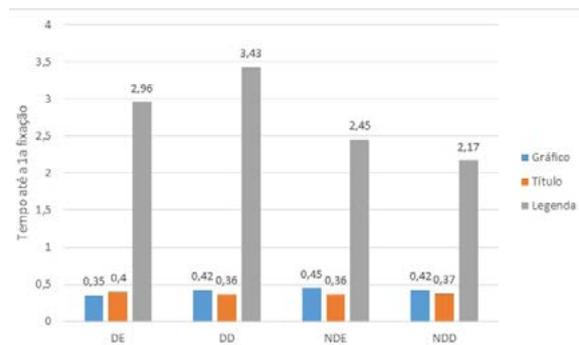
A medida indica o tempo que o participante despende até fixar uma dada área de interesse, cuja relevância é mostrar se, entre as condições,

há diferenças em relação ao tempo que o participante emprega até fixar, pela primeira vez, alguma das três áreas de interesse.

O Gráfico 6, a seguir, ilustra, para cada condição, quanto tempo foi gasto para fixar pela primeira vez cada uma das áreas de interesse. Como se pode notar, não parece haver diferença relevante nas áreas da pizza e do título.

Quanto ao tempo até a primeira fixação na legenda, nas duas condições em que o título é não diretivo, a primeira fixação na legenda ocorreu mais cedo do que nas condições em que o título é diretivo: revelando efeito principal da variável tipo de título na área da legenda ($F(1,39) = 68,9$ $p < 0,000001$) e também efeito de interação entre tipo de título e posição da legenda ($F(1,39) = 17,8$ $p < 0,000141$).

Gráfico 6 – Tempo até a 1ª fixação nas três áreas de interesse por condição experimental



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Esses resultados são congruentes com a ideia de que os títulos não diretivos levariam a uma inspeção precoce da área da legenda para identificar cada porção da pizza; já no título diretivo a informação relevante é dada nele, o que torna a legenda, em certo sentido, menos necessária, e pode fazer com que esta seja examinada mais tardiamente do que nos títulos não diretivos.⁹

Quanto às comparações entre pares, foram significativos os contrastes entre diretivo com legenda à direita vs. não diretivo com legenda à direita ($t(39) = 9,39$ $p < 0,0001$) e para diretivo com legenda à esquerda vs. não diretivo com legenda à esquerda ($t(39) = 3,61$ $p < 0,0009$). Em relação a um efeito da

⁹ Contudo, não se pode desconsiderar a possibilidade de que os títulos não diretivos tenham levado à inspeção da legenda mais precocemente do que os diretivos apenas em razão do menor número de caracteres lidos (menos naqueles) até que os participantes fixassem, pela primeira vez, o olhar sobre a área da legenda.

posição de legenda, este foi significativo para os títulos diretivos ($t(39) = 2,99$ $p < 0,0048$), com as legendas à esquerda tendo sofrido primeira fixação mais cedo (3,0s) do que as legendas à direita (3,4).

5.2 Visita

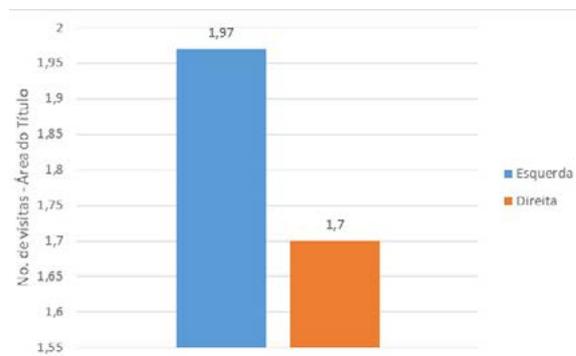
"Visita é a medida do intervalo temporal entre a primeira fixação em uma dada área de interesse e o término da última fixação nessa mesma área (antes de deixá-la)" (USER'S MANUAL TOBII STUDIO VERSION 3.4.5, 01/2016, tradução nossa).¹⁰ Uma visita pode consistir em uma fixação ou mais, dependendo do tamanho, do conteúdo da região, do propósito da inspeção visual etc. Parâmetros oculares relacionados às visitas foram significativos em todas as áreas de interesse.

5.2.1 Número de visitas na área do título

Em relação ao título, consideramos apenas os resultados relativos ao número de visitas, pois, conforme justificamos na seção anterior (5.1) sobre as fixações, a duração média e a duração total de fixações no título não foram alvo de análise em função da diferença que há, necessariamente, entre o número de caracteres nos dois tipos de título. O número de visitas é uma medida menos sensível a essa diferença, pois, como explicado acima, diz respeito ao número de vezes que o olhar visitou uma dada área. Assim, por exemplo, se o participante leu o título e não mais retornou a essa área, tem-se uma visita; mas, se leu o título, foi para o gráfico e/ou para a legenda, e retornou ao título, seriam contabilizadas duas visitas.

Em relação, pois, a esse parâmetro, houve efeito principal apenas da posição da legenda ($F(1,39) = 18,8$ $p < 0,000098$). Como ilustra o gráfico abaixo, os valores foram mais altos quando as legendas estavam posicionadas à esquerda do gráfico de setores. Ou seja, os participantes visitaram mais os títulos nos estímulos em que a legenda estava posicionada à esquerda do gráfico. Não houve efeito do tipo de título nem interação entre as variáveis.

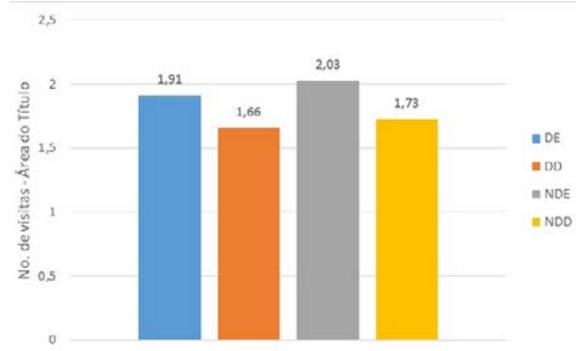
Gráfico 7 – Número de visitas na área do título do gráfico em função da posição da legenda: esquerda vs. direita da pizza



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na comparação entre pares, verificou-se efeito significativo da posição da legenda em relação a ambos os tipos de títulos: [DD] vs. [IDE]: $t(39) = 2,41$ $p < 0,0207$; [NDD] vs. [NDE]: $t(39) = 3,26$ $p < 0,0023$, conforme indicado no Gráfico 8, a seguir.

Gráfico 8 – Número de visitas na área do título por condição experimental



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

5.2.2 Número de visitas na área da legenda

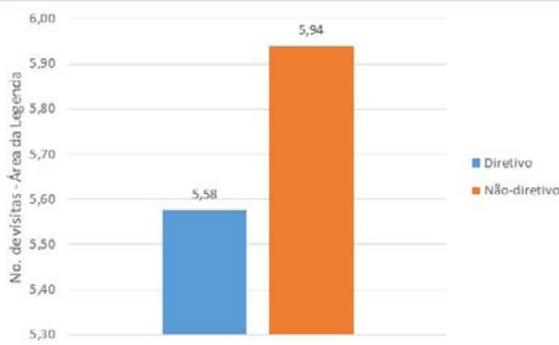
Na área da legenda, verificamos apenas efeitos relativos ao número de visitas; não houve efeitos relativos à duração. Revelou-se significativa a diferença entre títulos diretivos e não diretivos ($F(1,39) = 6,84$ $p < 0,012583$), e um efeito próximo do significativo da posição da legenda ($F(1,39) = 3,94$ $p < 0,054086$), mas não mostrou interação entre ambas as variáveis independentes.

Como se vê no Gráfico 9, a seguir, quando os

¹⁰ Do original: A visit is defined as the time interval between the first fixation on the active AOI and the end of the last fixation within the same active AOI where there have been no fixations outside the AOI.

títulos eram não diretivos o número de visitas na área da legenda foi maior do que quando os títulos eram diretivos. Esse resultado é congruente com o verificado para número de fixações na área da legenda.

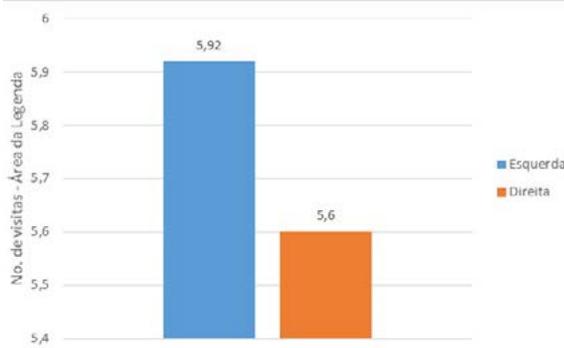
Gráfico 9 – Número de visitas na área da legenda em função do tipo de título: diretivo vs. não diretivo.



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

O Gráfico 10 ilustra o número de visitas na área da legenda posicionada à direita e à esquerda. Congruente com os resultados relativos às fixações, o número de visitas na área da legenda foi maior quando esta estava posicionada à esquerda da pizza.

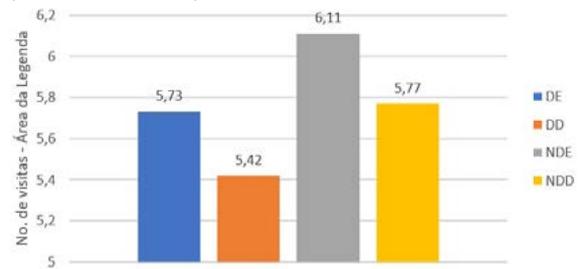
Gráfico 10 – Número de visitas na área da legenda em função da posição: à esquerda vs. direita da pizza



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na comparação entre pares, apenas o contraste entre título diretivo / legenda à direita vs. título não diretivo / legenda à direita revelou-se estatisticamente significativo ([DD] vs. [NDD]: $t(39)=2,12$ $p < 0,0406$). O Gráfico 11, abaixo, apresenta os valores referentes a cada condição.

Gráfico 11 – Número de visitas na área da legenda por condição experimental

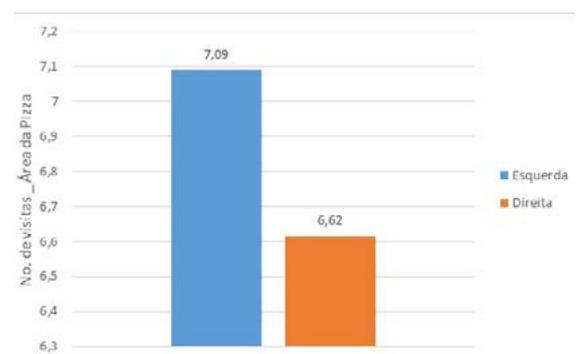


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

5.2.3 Número e duração das visitas na área da pizza

No exame da área da pizza, foram verificados efeitos estatisticamente significativos no número, na duração média e na duração total das visitas. Em relação ao número de visitas, verificou-se efeito principal da posição da legenda ($F(1,39) = 13,2$ $p < 0,000812$), com a posição à esquerda associada ao maior número de visitas na área da pizza, como mostra o Gráfico 12, abaixo. Aqui não se verificou efeito do tipo de título ou efeito de interação.

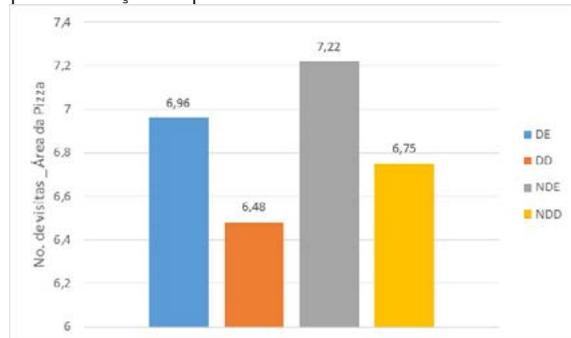
Gráfico 12 – Número de visitas na área da pizza em função da posição relativa da legenda: esquerda vs. direita



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na comparação entre pares, revelaram-se significativos os contrastes [DD] vs. [DE]: $t(39) = 2,77$ $p < 0,0086$ e [NDD] vs. [NDE]: $t(39) = 2,41$ $p < 0,0209$. Ou seja, tanto em presença de títulos diretivos quanto de não diretivos, a legenda à esquerda levou a mais visitas à pizza do que a legenda à direita. O Gráfico 13 abaixo traz os valores referentes a cada condição experimental.

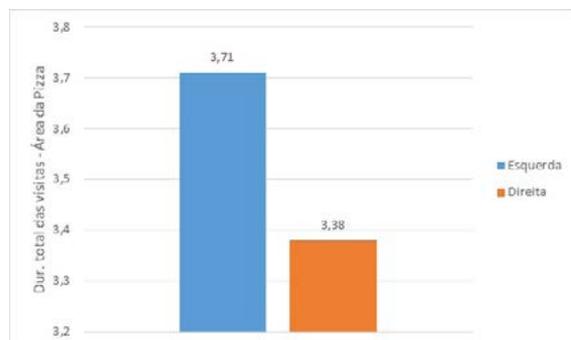
Gráfico 13 – Número de visitas na área do gráfico por condição experimental



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Quanto ao parâmetro duração total das visitas, aqui se verificou efeito principal da variável *posição da legenda* ($F(1,39) = 5,08$ $p < 0,029882$), com tempos totais de visita mais longos na pizza quando a legenda estava à sua esquerda, conforme se vê no gráfico 14, a seguir.

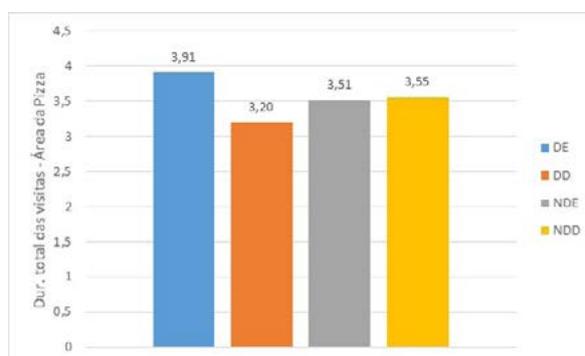
Gráfico 14 – Duração total das visitas na área do gráfico em função da posição da legenda (esquerda vs. direita)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Também houve efeito de interação tipo de título e posição da legenda ($F(1,39) = 9,38$ $p < 0,003972$). O Gráfico 15 apresenta a duração total das visitas em cada condição experimental.

Gráfico 15 – Duração total das visitas na área do gráfico por condição experimental

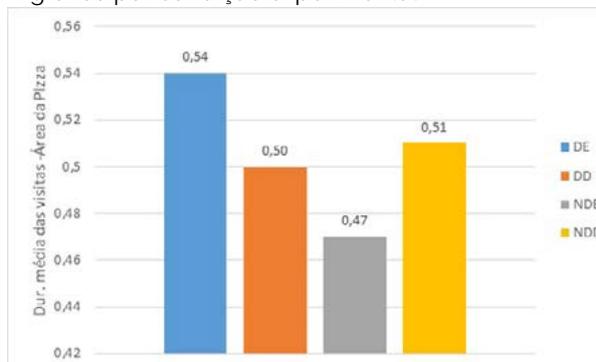


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A análise entre pares revelou efeitos significativos para os contrastes [DD] vs. [DE]: $t(39) = 3,99$ $p < 0,0003$, e [DE] vs. [NDE]: $t(39) = 2,27$ $p < 0,0290$.

Para duração média das visitas na área do gráfico, foi verificado efeito significativo apenas para a interação entre tipo de título e posição da legenda ($F(1,39) = 4,54$ $p < 0,039469$). A única comparação entre pares com resultado significativo foi para o contraste entre [DE] vs. [NDE] = $t(39) = 4,07$ $p < 0,0002$. O Gráfico 16 a seguir apresenta os valores de cada condição para essa medida ocular. Como se pode observar tanto nesse último gráfico como no anterior, a condição com título diretivo e legenda à esquerda foi a que apresentou valor mais alto para duração (total e média) das visitas.

Gráfico 16 – Duração média das visitas na área do gráfico por condição experimental



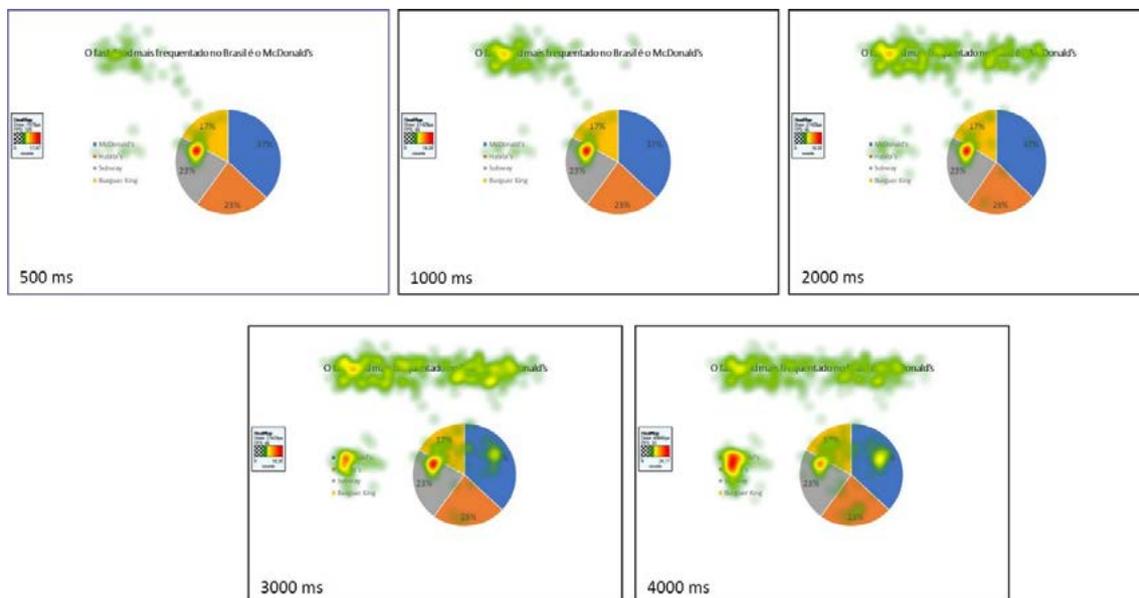
Fonte: elaborado pelos autores (2020).

5.3 Scanpath

Uma última análise que julgamos relevante apresentar diz respeito ao *scanpath*, ou seja, à trajetória dos movimentos oculares dos participantes no processo de inspeção dos gráficos. Nossa intenção foi examinar se havia uma rota preferencial na inspeção do gráfico e se essa rota sofreria alteração em função da posição da legenda, fator que apresentou resultados significativos nas medidas examinadas. Para isso, analisamos os primeiros 4000ms. Verificamos que, em todas

as condições experimentais, o olhar parte da região central da tela, onde estava, na tela anterior, uma cruz de fixação e segue para a leitura do título, dirige-se para a pizza e então para a análise da legenda.¹¹ A figura a seguir apresenta uma fotografia dos movimentos oculares de um participante aos 500ms da visualização, 1000ms, 2000ms, 3000ms e 4000ms. Os matizes mais fortes do vermelho indicam as áreas que estão recebendo maior número de fixações no curso temporal examinado.

Figura 2 – Mapa de color (*heatmap*) de um participante, correspondente a momentos iniciais de inspeção visual de um estímulo experimental (500ms, 1000ms, 3000ms, 3000ms, 3000ms)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

6 Síntese e discussão dos resultados

No estudo realizado, as duas variáveis independentes investigadas foram *tipo de título* e *posição da legenda*. Efeitos dessas duas variáveis foram examinados nas três áreas de interesse delimitadas – título, legenda e pizza. Para uma visão condensada dos resultados apresentados na seção anterior, ver tabela disponível no Apêndice.

Nossa primeira hipótese de trabalho afirmava que o tipo de informação veiculada no título (informação *top-down*) afetaria o processo de

integração de frases e gráficos, tendo sido consideradas duas possibilidades de resultados – (i) a de que, na inspeção do conjunto legenda-pizza, a manutenção de representação mental correspondente aos títulos diretos, compostos por sentenças completas (*O esporte mais praticado no Brasil é o futebol*), sobrecarregaria a memória de trabalho e, portanto, as áreas de interesse de constelações texto-gráfico com esse tipo de título receberiam um maior número de visitas do que aquelas cujos títulos fossem não diretos.

¹¹ Entre cada uma das telas com estímulos gráficos, o participante via uma tela com uma cruz centralizada sobre o fundo branco, objetivando direcionar o olhar de todos os observadores para o mesmo ponto de partida, de acordo com o padrão adotado em estudos de rastreamento de movimentos oculares.

Esse maior número de visitas seria justificado por uma necessidade de verificar/confirmar as informações após o mapeamento inicial entre a sentença e o conjunto legenda-pizza; e (ii) a de que títulos não diretivos, por conterem apenas informação relativa ao que seria o predicador de uma proposição (*Gêneros musicais mais populares no Brasil*), induziriam uma inspeção mais detalhada do conjunto legenda-pizza na busca de informação relativa aos argumentos da proposição, que, no caso, estaria listada nas legendas (*farró, sertanejo, MPB, samba*). Essa particularidade exigiria do leitor, no seu processo de compreensão multimodal, que as áreas da legenda e da pizza passassem por uma inspeção mais detalhada, com valores mais altos, em número e duração, para visitas e fixações nessas áreas.

Os resultados obtidos são congruentes com as predições que decorrem da hipótese de trabalho e sugerem maior complexidade do processamento de constelações texto-gráfico com títulos não-diretivos. Os efeitos desse tipo de título foram verificados na área da legenda, tendo esta recebido mais visitas quando o título era não-diretivo. Além disso, também foi verificado, para o parâmetro "tempo até a primeira fixação", que esses títulos induzem um direcionamento mais precoce do olhar para as legendas.

De acordo com a segunda hipótese do estudo, as informações *bottom-up* referentes à posição da legenda afetariam a recuperação do esquema do gráfico. E, por ser incomum na experiência prévia (ao menos) dos leitores nativos do português do Brasil, ao aparecer à esquerda da pizza, causando surpresa, o posicionamento da legenda aumentaria o custo de processamento do gráfico. Portanto, seria lícito esperar que a legenda à esquerda da pizza estivesse associada a: mais visitas ao título; maior número de visitas e de fixações e duração das fixações sobre a legenda e a pizza; e abreviar o tempo até a primeira fixação na própria legenda.

A legenda, embora não seja um componente obrigatório – dado que a informação pode vir representada no interior do próprio gráfico (no interior das fatias da pizza, no caso dos gráficos de setores) –, é bastante usual em representações

desse tipo e é possível afirmar que sua utilização está em conformidade com o segundo conjunto de princípios cognitivos/ recomendações de Kosslyn (2006): Saliência, Discriminação e Organização Perceptual, os quais estão voltados à manutenção da atenção do leitor sobre o gráfico. Conforme ele indica (2006, p. 7-8): "os componentes de um gráfico devem estar organizados de modo a facilitar a nossa visão das relações entre esses elementos". E as legendas, certamente, quando congruentes com a informação visual dos gráficos (Huestegge; Philipp, 2011), podem ser um elemento que contribui para a apreensão dessas relações. Contudo, a exibição da legenda à esquerda da pizza contraria princípios que Kosslyn reúne em um terceiro conjunto: "Promover a compreensão e memorização da informação", em que se preconiza que, "para comunicar com efetividade, o gráfico deve ser compreendido de relance e, posteriormente, recordado sem esforço" (KOSSLYN, 2006, p. 14). Ao posicionar a legenda à esquerda da pizza, contraria-se o Princípio da Compatibilidade, em sua recomendação da observância às convenções estabelecidas, evitando violá-las (KOSSLYN, 2006, p. 16). E, ainda, a surpresa da localização potencialmente violaria o Princípio da Princípio das Limitações de Capacidade, demandando, além do estritamente necessário, a capacidade da memória de trabalho do leitor (KOSSLYN, 2006, p. 17).

A par da identificação de princípios cognitivos que se desdobram em recomendações na produção de gráficos, de fundamental importância é o conceito de "esquema gráfico" (PINKER, 1990) na busca para entender como processamos gráficos. Esse tipo de conhecimento de natureza esquemática gera expectativas em relação à estrutura do objeto que está sendo processado, permitindo, inclusive, a antecipação dos componentes e do modo como esses estão organizados. Recuperando o que foi revisto na seção 2, segundo Pinker, logo após a etapa de codificação visual, tem-se o processo de ativação dos esquemas gráficos. No experimento que conduzimos, buscamos justamente avaliar se alterações em relação a um aspecto particular do esquema associado

ao gráfico de setores poderia impactar o seu processamento. As nossas predições já indicavam que a posição de legendas à esquerda da pizza, incomum em gráficos de setores, criaria um efeito-surpresa, aumentando o custo de processamento da inspeção visual do gráfico.

Ancoramos as nossas predições em estudos prévios que sugerem que rupturas em relação a *layouts* familiares poderiam interferir no processo de compreensão. Então, quando a legenda estava à esquerda da pizza, esperávamos valores mais altos tanto no número de visitas ao título quanto no número de visitas, fixações e duração das fixações sobre a legenda e a pizza. Também prevíamos diferenças no tempo até a primeira fixação, com fixações ocorrendo mais precocemente sobre a própria legenda à esquerda da pizza.

Os resultados obtidos foram congruentes com as predições dessa segunda hipótese de trabalho. Foi obtido efeito principal da posição da legenda, nas 3 áreas de interesse, para todas as medidas de movimento ocular analisadas (número de fixações, duração total das fixações, duração média da fixação, tempo até a primeira fixação, número de visitas, duração da visita). As legendas posicionadas à esquerda do gráfico são menos prototípicas, criando a necessidade de ajustar a descrição visual construída inicialmente ao esquema familiar do gráfico de setores.

Considerações finais

Este trabalho insere-se em uma agenda mais ampla de pesquisas sobre compreensão de gêneros multimodais. Nossos estudos, de base psicolinguística, têm um horizonte translacional, no sentido de objetivarmos mapear o que pode representar custo na compreensão do gênero gráfico de modo a prover elementos para se pensar o desenvolvimento de letramento estatístico.

Neste artigo, exploramos o impacto de variáveis *top-down* (tipo de título) e *bottom-up* (posição da legenda) no processamento de constelações texto-gráfico de setores.

Nossos resultados foram congruentes com o efeito dos fatores investigados. Ficou evidenciado maior custo de processamento de constelações

texto-gráfico de setores com títulos não-diretivos, os quais requerem uma inspeção da legenda para a extração do conteúdo proposicional. O posicionamento da legenda à esquerda, por sua vez, representou uma quebra com princípios de base cognitiva, conforme proposto por Kosslyn (2006), e ruptura em relação ao esquema gráfico ativado no processo de compreensão de gráficos (PINKER, 1990), o que também representou custo, como revelado pelas medidas oculares examinadas.

Algumas considerações sobre os resultados e possíveis desdobramentos da pesquisa são necessárias. Em primeiro lugar, é importante fazer referência ao tipo de tarefa do participante no experimento. Conforme dito na seção de metodologia, o participante era informado de que deveria examinar as constelações texto-gráfico de setores para depois responder a perguntas de compreensão; certamente essa tarefa implica um mapeamento mais completo das imagens. Em uma tarefa distinta, por exemplo, de verificação de compatibilidade entre o título e o gráfico, é possível que o processo de inspeção visual fosse diferente. Este ponto é relevante, pois, conforme tem apontado a literatura concernente a estratégias de leitura, a depender do objetivo da leitura processos distintos de escaneamento do texto ocorrem (SNOW, 2002) – o que nos parece poder ser transposto para a compreensão de gêneros multimodais. Um outro aspecto, a ser verificado em estudos futuros, diz respeito a um possível efeito de familiaridade do leitor com o conteúdo apresentado na constelação texto-gráfico – por exemplo, em que medida o conhecimento prévio quanto ao assunto de um título não diretivo induz ou não a uma inspeção mais ou menos detalhada da legenda e do gráfico.

Em relação a fatores de natureza *bottom-up*, aspectos associados à compatibilidade espacial entre informação presente na legenda e na área do gráfico também carecem de exploração. Em nosso estudo, a ordem dos itens na legenda e sua relação com as porções da pizza foi apenas controlada (cuidamos para que não fosse mostrada invariavelmente na primeira posição a informação sobre o maior setor da pizza, mas nos

parece que este pode ser um aspecto importante a se considerar. Em estudos com outros tipos de gráficos, como os conduzidos por Huestegge e Philpp (2011), foi verificado que compatibilidade entre dados e legenda provocou uma redução no tempo necessário para entender os gráficos, bem como no tempo necessário para recuperar da memória informações relevantes do gráfico.

Por fim, no que tange à questão da integração entre informação linguística e visual, entendida de forma mais ampla, também compõe nossa agenda de pesquisas examinar o processo de compreensão multimodal de gráficos enquadrados em textos científicos e em textos jornalísticos, considerando diferentes objetivos de leitura. No momento atual, em que números e gráficos invadem todas as mídias, nunca foi tão importante elucidar o papel das variáveis que interferem no seu processamento e avaliar em que medida os indivíduos têm instrumentos para analisá-los e chegar, com sucesso, à sua compreensão.

Referências

- ACARTÜRK, Cengiz. *Multimodal comprehension of graph-text constellations: An information processing perspective*. 2010. (Doctoral Dissertation). Hamburg: University of Hamburg, 2010.
- ACARTÜRK, Cengiz; HABEL, Christopher; CAGILTAY, Kursat. ALACAM, Özge. Multimodal comprehension of language: graphs with and without annotations. *Journal of Eye Movement Research*, Is. I., v.1, n. 3, p.1-15, 2008. <https://doi.org/10.16910/jemr.1.3.2>
- ACARTÜRK, Cengiz; HABEL, Christopher. Eye tracking in multimodal comprehension of graphs. In: COX, R.; DIEGO, J. P. S. (ed.). *Proceedings of the Workshop on Technology-Enhanced Diagrams Research*. Canterbury, UK: CEUR, 2012. v. 887, p. 11-25.
- Berkowitz, Bruce D. *Playfair: The True Story of the British Secret Agent Who Changed How We See the World*. Fairfax, VA: George Mason University Press, 2018.
- BORINE, Monica Silvia. Consciência, emoção e cognição: o efeito do priming afetivo subliminar em tarefas de atenção. *Ciências & Cognição*, Is. I., v. 11, p. 67-79, 2007.
- FIELD, John. *Psycholinguistics: The Key Concepts*. Londres: Routledge, 2004.
- FRIEL, Susan; CURCIO, Frances R.; BRIGHT, George W. Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, Is. I., v. 32, n. 2, p.124-158, 2001. DOI: <https://doi.org/10.2307/749671>
- FORSTER, Renê. Aspectos da utilização do rastreamento ocular na pesquisa psicolinguística. *DELTA* [online], Is. I., v. 33, n. 2, São Paulo, p. 609-644, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-445095461720767529>
- GAL, Iddo. Adult's statistical literacy: meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, Is. I., v. 70, n. 1, p. 1-25, 2002.
- HUESTEGGE, Lynn; PHILIPP, Andrea M. Effects of spatial compatibility on integration processes in graph comprehension. *Attention, Perception, & Psychophysics*, Is. I., v. 73, n. 6, p.1903-1915, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3758/s13414-011-0155-1>
- KOSSLYN, Stephen Michael. *Graph design for the eye and mind*. Nova York: Oxford University Press, 2006.
- PINKER, Steven. A theory of graph comprehension. In: FRIEDLE, R. (ed.). *Artificial intelligence and the future of testing*. Norwood: Ablex, 1990. p.73-126.
- RODRIGUES, Erica dos Santos; FRAGOSO, Luane da Costa Pinto Lins; RIBEIRO, Antonio João Carvalho. Compreensão multimodal e rastreamento ocular na leitura de gráficos. In: MAIA, M. (org.). *Psicolinguística e educação*. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2018. p. 133-172.
- SNOW, C. *Reading for Understanding: Toward an R&D Program in Reading Comprehension*. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2002.
- SPENCE, I. William Playfair and the psychology of graphs. *Proceedings of the American Statistical Association, Section on Statistical Graphics*. Alexandria VA: American Statistical Association, 2006. p. 2426-2436.
- User's manual Tobii Studio Version 3.4.5, 01/2016. Disponível em: <https://www.tobii.com/siteassets/tobii-pro/user-manuals/tobii-pro-studio-user-manual.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2019.

Apêndice

VARIÁVEIS INDEPENDENTES	ÁREAS DE INTERESSE	FIXAÇÕES				VISITAS		
		Número de fixações	Duração média das fixações	Duração total das fixações	Tempo até a primeira fixação	Número de visitas	Duração média das visitas	Duração total das visitas
Tipo de título (diretivo vs. não-diretivo)	Título							
	Legenda				$F(1,39) = 68,9$ $p < 0,000001$, com fixação nas legendas acontecendo mais cedo nos títulos não-diretivos	$F(1,39) = 6,84$ $p < 0,012583$, com maior no. de visitas à área da legenda, quando o título era não-diretivo		
Posição da Legenda (esquerda vs. direita)	Pizza							
	Título					$F(1,39) = 18,8$ $p < 0,000098$, com maior no de visitas ao título qdo a leg. estava à esquerda		
	Legenda	Marginalmente significativo $F(1,39) = 3,72$ $p < 0,061189$, com maior número de fixações para leg à esquerda				$F(1,39) = 3,94$ $p < 0,054086$, com maior número de visitas nas legendas à esquerda.		
	Pizza	$F(1,39) = 9,56$ $p < 0,003660$, com maior no de fixações no gráfico quando a leg estava à esquerda		$F(1,39) = 7,25$ $p < 0,010386$		$F(1,39) = 13,2$ $p < 0,000812$, com maior número de visitas na área do gráfico com as legendas à esquerda		$F(1,39) = 5,08$ $p < 0,029882$, com tempos totais de visitas mais longos no gráfico com leg. à esquerda
Efeito de interação do tipo de título e da posição da legenda	Título							
	Legenda				$F(1,39) = 17,8$ $p < 0,000141$			
	Pizza	$F(1,39) = 8,34$ $p < 0,006292$.		$F(1,39) = 12,5$ $p < 0,001075$			$F(1,39) = 4,54$ $p < 0,039469$	$F(1,39) = 9,38$ $p < 0,003972$

Erica dos Santos Rodrigues

Doutora em Letras pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), no Rio de Janeiro, RJ, Brasil; professora da mesma instituição. Bolsista PQ2_CNPq 311422/2019-5.

Antonio João Carvalho Ribeiro

Doutor em Linguística pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no Rio de Janeiro, RJ, Brasil; professor I de Língua Portuguesa da Fundação de Apoio à Escola Técnica (Faetec) (aposentado), no Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Endereço para correspondência

Erica dos Santos Rodrigues

PUC-Rio/Departamento de Letras

Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea, Ed. Padre Leonel Franca - 3º andar 22451900

Rio de Janeiro, RJ, Brasil