

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Natalia Fernandes

**Integração entre informação linguística e visual na leitura de
gráficos: evidências experimentais**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Letras/Estudos da
Linguagem pelo Programa de Pós-graduação em Estudos da
Linguagem, do Departamento de Letras da PUC-Rio.

Orientadora: Erica dos Santos Rodrigues

Rio de Janeiro
julho de 2025



Natalia Fernandes

**Integração entre informação linguística e visual na
leitura de gráficos: evidências experimentais**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Letras/Estudos da
Linguagem pelo Programa de Pós-graduação em Estudos da
Linguagem, do Departamento de Letras da PUC-Rio.

Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo:

Profa. Erica dos Santos Rodrigues

Orientadora

Departamento de Letras – PUC-Rio

Profa. Elisângela Nogueira Teixeira

UFC

Prof. Renê Alberto Moritz da Silva e Forster

UERJ

Rio de Janeiro, 25 de outubro de 2024.

Todos os direitos reservados. A reprodução, total ou parcial, do trabalho é proibida sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Natalia Fernandes

Graduou-se em Licenciatura em Letras - Português pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) em 2021. Atua como professora na rede privada de ensino. Suas áreas de interesse incluem: Pesquisa aplicada à área da leitura e da educação, Processamento e Aquisição da Linguagem, Psicolinguística e Rastreamento Ocular.

Ficha Catalográfica

Fernandes, Natalia

Integração entre informação linguística e visual na leitura de gráficos : evidências experimentais / Natalia Fernandes ; orientadora: Erica dos Santos Rodrigues. – 2025.

214 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Letras, 2025.

Inclui bibliografia

1. Letras – Teses. 2. Compreensão multimodal. 3. Constelação texto-gráfico. 4. Psicolinguística. 5. Letramento estatístico. 6. Rastreamento ocular. I. Rodrigues, Erica dos Santos. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Letras. III. Título.

CDD: 400

*Agradeço a Deus, que é meu tudo, minha força em
cada passo e meu refúgio em todos os momentos. Sem Ele,
nada disso seria possível.*

Agradecimentos

A Deus, que é meu tudo. Fonte da minha força, paz e esperança. Em cada passo desta caminhada, foi a Sua presença que me sustentou e guiou. Nada disso seria possível sem Ele.

À professora Erica Rodrigues, minha orientadora desde os tempos de PIBIC, meu mais sincero agradecimento. Obrigada por me apresentar à Psicolinguística, por acreditar no meu potencial e, mais uma vez, por caminhar comigo nesta etapa do mestrado. Sua dedicação, generosidade, paciência e carinho marcaram profundamente essa jornada. Sou grata por cada orientação, por cada tempo doado, por cada gesto que ultrapassou o papel acadêmico.

Aos professores que compuseram a banca, meu muito obrigada pelas contribuições valiosas. Em especial, ao professor Renê Foster, que ainda na graduação me ensinou a operar o rastreador ocular — conhecimento que foi essencial para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Johny Arriel e ao Marcelo, esposo da professora Erica, sou imensamente grata pelo suporte técnico e pela disponibilidade com os equipamentos ao longo do experimento.

Aos docentes que me ajudaram a encontrar participantes, meu sincero reconhecimento.

Ao CNPq e à PUC-Rio, pela concessão da bolsa, que foi fundamental para a realização deste trabalho. Ao LAPAL, pela estrutura, espaço e recursos colocados à disposição, minha gratidão.

A cada participante que aceitou contribuir com esta pesquisa e, além disso, me presenteou com palavras de incentivo: muito obrigada.

À minha família, meu porto seguro. Em especial à minha mãe, exemplo de coragem e entrega, que sempre fez tudo o que pôde para nos dar dignidade e esperança. Sua força me acompanha.

Ao meu cunhado João Junior, que sonhou com esse mestrado antes mesmo de mim e me apoiou com generosidade e atenção em momentos importantes.

Ao meu companheiro Frederico, pelo amor constante, pela presença firme, pelo apoio nos dias mais difíceis e pela calma em meio às turbulências. Obrigada por não soltar minha mão.

Aos amigos que me acolheram, incentivaram e compreenderam minha ausência em tantos momentos, meu muito obrigada. De forma especial, à Emanuelle, que esteve ao meu lado desde o primeiro dia e foi presença fundamental ao longo de toda essa trajetória.

A todos vocês, minha eterna gratidão.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Resumo

Fernandes, Natalia; Rodrigues, Erica dos Santos. **Integração entre informação linguística e visual na leitura de gráficos: evidências experimentais**. Rio de Janeiro, 2025. 214p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Letras, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Esta dissertação investigou a compreensão multimodal de constelações texto-gráfico, em que gráficos representam, ilustram ou complementam conteúdos textuais. A pesquisa, inserida na Psicolinguística e na Psicologia Cognitiva, baseia-se na concepção de Letramento Estatístico de Gal (2002), na teoria de compreensão de gráficos de Pinker (1980), e em estudos sobre integração texto-gráfico, como os de Acartürk (2009), Rodrigues (2020), Almeida (2019) e Schnotz (2014). Participaram alunos de graduação e pós-graduação, maiores de 18 anos, falantes nativos de português brasileiro. Buscou-se identificar fatores que representam custo na integração entre informação linguística e visual. Dois experimentos foram conduzidos, manipulando fatores *bottom-up* e *top-down*. O primeiro utilizou uma tarefa *off-line* de seleção de imagem, focalizando a relação entre a natureza da variável no eixo horizontal do gráfico (contínua ou discreta) e o tipo de frase no título (frase de tendência ou pontual), investigando como esses fatores influenciam a escolha do gráfico (linha ou colunas). A hipótese previa preferência por gráficos de colunas na condição congruente DP (variável discreta + frase pontual) e por gráficos de linha na condição CT (contínua + tendência), e ausência de preferência nas incongruentes (DT e CP). Os resultados mostraram preferência clara por colunas apenas em DP. Em CT, houve tendência por gráficos de linha, sem significância estatística. Supõe-se que algumas variáveis contínuas no eixo x podem ter sido percebidas como categorias, influenciando a escolha dos participantes. O número reduzido de pontos (três) pode ter favorecido essa leitura. Em CP, as médias para colunas e linha ficaram muito próximas, indicando competição. Em DT, observou-se preferência significativa por colunas, o que não era esperado. Nessa condição, o verbo “variar” foi usado em todas as frases. Embora remeta a ideia de

tendência, pode também expressar diferenças pontuais. Assim, com eixo x discreto, os participantes pareceram adotar essa segunda leitura, revelando o impacto da informação visual na interpretação linguística. O segundo experimento empregou rastreamento ocular (*eye tracking*) para examinar se a presença, no texto, de uma frase que explicita informação do gráfico (“frase-crítica”) afeta a leitura e compreensão multimodal. O gráfico era apresentado ao lado do texto (à direita ou esquerda), com duas áreas de interesse (texto e gráfico). As variáveis dependentes incluíram medidas oculares (como número e duração de fixações, percentual de visitas) e taxa de acerto em perguntas de compreensão. Esperava-se que a frase crítica facilitasse a integração verbal-visual. Houve diferença significativa entre áreas para tempo total e número de fixações, com valores mais altos no texto, mas não para a duração média ou proporção de visitas, sugerindo que o resultado se deve ao maior volume textual. A taxa de acerto foi alta, com diferença significativa em perguntas focadas apenas no gráfico: a condição sem frase crítica teve desempenho superior, sugerindo inspeção mais completa do gráfico quando não havia direcionamento. Também foi observada maior atenção à área à esquerda, independentemente de ser texto ou gráfico, possivelmente devido à direcionalidade da leitura ocidental. Os resultados apontam para a complexa interação entre informações *bottom-up* e *top-down* na compreensão de constelações texto-gráfico.

PALAVRAS-CHAVE

Compreensão multimodal. Constelação texto-gráfico. Psicolinguística. Letramento Estatístico. Rastreamento ocular. Integração entre informação linguística e visual. Leitura de gráficos de colunas e de linha.

Abstract

Fernandes, Natalia; Rodrigues, Erica dos Santos (Advisor). **Integration between linguistic and visual information in graph reading: experimental evidence.** Rio de Janeiro, 2024. 214p. Master's Thesis - Departamento de Letras, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This dissertation investigated the multimodal comprehension of graph–text constellations, in which graphs represent, illustrate, or complement textual content. The research, situated within Psycholinguistics and Cognitive Psychology, is grounded in Gal’s (2002) concept of Statistical Literacy, Pinker’s (1980) theory of graph comprehension, and studies on graph–text integration such as those by Acartürk (2009), Rodrigues (2020), Almeida (2019), and Schnotz (2014). Participants included undergraduate and graduate students over the age of 18 who were native speakers of Brazilian Portuguese. The study aimed to identify factors that impose cognitive cost in the integration of linguistic and visual information. Two experiments were conducted, manipulating both bottom-up and top-down factors. The first experiment employed an offline image selection task focusing on the relationship between the nature of the variable on the graph's horizontal axis (continuous or discrete) and the type of sentence used in the title (trend or specific-point), investigating how these factors influence the choice between line and bar graphs. The hypothesis predicted a preference for bar graphs in the congruent DP condition (discrete variable + specific-point sentence) and for line graphs in the CT condition (continuous + trend), with no clear preference expected in the incongruent conditions (DT and CP). Results showed a clear preference for bar graphs only in the DP condition. In CT, there was a trend toward line graphs, though not statistically significant. It is assumed that some continuous variables on the x-axis may have been perceived as categories, influencing participants’ choices. The small number of points (three) may have contributed to this interpretation. In CP, the mean scores for bar and line graphs were very close, indicating competition. In DT, a significant preference for bar graphs was found, which was unexpected. In this

condition, the verb “vary” was used in all sentences. Although it suggests a trend, it can also refer to specific differences. Thus, with a discrete x-axis, participants seemed to adopt the latter interpretation, highlighting the impact of visual information on linguistic interpretation. The second experiment employed eye tracking to examine whether the presence of a sentence in the text that explicitly referenced the graph (“critical sentence”) would affect reading behavior and multimodal comprehension. The graph was displayed beside the text (on the right or left), with two defined areas of interest (text and graph). Dependent variables included eye-tracking metrics (such as number and duration of fixations, percentage of visits) and accuracy rates on comprehension questions. It was expected that the critical sentence would facilitate graph–text integration. A significant difference was found between the two areas in terms of total fixation time and number of fixations, with higher values for the text area, but no significant differences were found in mean fixation duration or proportion of visits—suggesting that the effect may be due to the greater amount of textual material. Accuracy was high overall, with a significant difference in questions that focused solely on the graph: the no-critical-sentence condition showed better performance, suggesting a more thorough inspection of the graph when there was no verbal cue. Greater attention was also observed on the left-hand side of the screen, regardless of whether it displayed the text or the graph, possibly due to the left-to-right orientation of reading in Western cultures. These findings point to the complex interaction between bottom-up and top-down information in the comprehension of graph–text constellations.

Keywords

Multimodal comprehension. Graph-text constellations. Psycholinguistics. Statistical Literacy. Eye-tracking. Integration of visual and linguistic information. Bar and line graphs reading.

Sumário

1. Introdução	20
2. O gênero gráfico	26
2.1. Estrutura dos gráficos	28
3. A teoria de compreensão de gráficos de Pinker (1990)	33
4. O conceito de letramento estatístico e a interpretação de gráficos em uma perspectiva pedagógica	38
4.1. Letramento Estatístico	32
4.2. A noção de compreensão gráfica e o conceito de <i>Graph Sense</i> - uma perspectiva aplicada à Educação Matemática	36
5. Compreensão de textos multimodais – integração entre informação linguística e visual na leitura de constelações texto-gráfico	41
5.1. Teoria de Codificação Dual	41
5.2. Modelo de representação proposicional	43
5.3. Modelos de integração entre texto e imagem	45
6. Integração entre informação linguística e visual na leitura de gráficos	50
6.1. O modelo de arquitetura cognitiva proposto por Acartürk	52
7. Estudos sobre compreensão/interpretação de gráficos	55
8. Experimentos	73
8.1. Experimento 1	73
8.2. Experimento 2	86
9. Considerações finais	108
10. Referências bibliográficas	111
 Apêndice A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - Atividade de leitura presencial com o uso do <i>Google Forms</i>	 150
Apêndice B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - Atividade de leitura com captura de dados oculares	154
Apêndice C – Questionário do participante -Experimento 1	158
Apêndice D – Questionário do participante -Experimento 2	160

Apêndice E – Lista de frases e gráficos para o experimento 1 separadas por sujeito	163
Apêndice F – Afirmativas utilizadas no Experimento 2 para verificar a compreensão	180
Apêndice G – Textos multimodais do Experimento 2	181
ANEXO I - Parecer final da Câmara de Ética	197
ANEXO II- Respostas do questionário dos participantes – Experimento 1	198
ANEXO III– Respostas do questionário dos participantes – Experimento 2	208

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

RST - Rhetorical Structure Theory

CS - conceptual structure- estrutura conceptual

SR - spatial representation – representação espacial

TCD - Teoria da Codificação Dual

SpS - spatial structure- estrutura espacial

AOI - area of interest (área de interesse)

LAPAL - Laboratório de Psicolinguística e Aquisição da Linguagem

MITI - Modelo de Integração de Texto e Imagem

CÓDIGOS DAS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

CT: contínuo; frase de tendência

CP: contínuo; frase de diferença pontual

DP: discreto; frase de diferença pontual

DT: discreto; frase de tendência

SFC: sem frase-crítica

FC: frase-crítica

GD: gráfico à direita

GE gráfico à esquerda

Lista de figuras

Figura 1: Placa 4, Atlas Comercial e Político. Balanço de trocas contra Inglaterra entre 1700 e 1780. (Playfair, 1786 *apud* Spence, 2006, p. 2427).

27

Figura 2: Evolução da densidade demográfica. Fonte: CENSO Demográfico 2022: população residente, área territorial e densidade demográfica. In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, [2023].

31

Figura 3: Esquema para compreensão de gráficos proposto por Pinker (p. 104, 1990).

35

Figura 4: Modelo de Letramento Estatístico. Retirado de Gal (2002, p.4).

39

Figura 5. Complexidade do gráfico/exibição: progressão sugerida para introdução de tipos de gráficos (inclui leitura e construção de gráficos). Fonte: Friel, Curcio e Bright, p. 147, 2001.

43

Figura 6. Concepção de representação mental pictórica (Pylyshyn, 2003).

49

Figura 7. Concepção de representação proposicional (Pylyshyn, 2003).

49

Figura 8: Representação esquemática da arquitetura de processamento modular com interação entre linguagem e visão (reproduzida de Almeida, 2019).

51

Figura 9: Modelo de Integração de Texto e Imagem (MITI). Fonte: SHNOTZ, 2014, p.83.

53

Figura 10: A arquitetura computacional para a compreensão multimodal de constelações texto-gráficas. Fonte: Acartürk, 2009, p.74.

57

Figura 11: “Duas amostras de constelações texto-gráficas do “Censo de Aves Aquáticas na Lagoa Bolinas, Condado de Marin, CA”, pela Divisão de Ecologia de Zonas Úmidas, Observatório de Aves de Point Reyes (PRBO) Ciência da Conservação (reproduzidas com base nos originais). O gráfico e o parágrafo na figura foram colocados lado a lado para fins de demonstração. Consulte o relatório do censo para os originais: <http://www.prbo.org/cms/366>, acessado em 25 de setembro de 2009. Cada constelação inclui um gráfico de tendência populacional que retrata o número de aves invernantes na lagoa e declarações verbais sobre a tendência populacional.” (Acartürk, 2009, p.67)

59

Figura 12: Exemplos de estímulos de gráfico de barra e de linha usados no Experimento 1 (Zacks e Tversky, 1999).	61
Figura 13: Exemplos de estímulos de gráfico de barra e de linha usados no Experimento 2 (Zacks e Tversky, 1999).	62
Figura 14: Esquema de distribuição das sentenças-alvo nas condições. Fonte: Acartürk (2009, p. 102).	65
Figura 15: Exemplo de estímulos (Shah e Freedman, 2011). Os gráficos apresentam as mesmas informações sobre tempo de leitura de palavras familiares, pouco familiares e não familiares para crianças com baixa, média e alta habilidade de leitura.	71
Figura 16: Gráfico com incongruência no eixo y (reproduzido de Okan, Galesic e Garcia-Ratamero, 2016).	74
Figura 17: Gráfico com incongruência entre a pergunta de múltipla escolha e informação do título e rótulo do eixo y (reproduzido de Okan, Galesic e Garcia-Ratamero, 2016).	75
Figura 18: ilustra os movimentos iniciais dos olhos de um membro de cada grupo. (Harsh, Joseph et al., 2019).	77
Figura 19: Uma comparação das ações autorrelatadas e reais dos participantes na interpretação de gráficos por grupos de especialistas. Os caminhos à esquerda do pontilhado representam os três primeiros passos na interpretação de gráficos, conforme descrito pelos participantes durante as entrevistas. Os caminhos à direita da linha pontilhada representam os três primeiros AOIs dos membros do grupo vistos medidos com o rastreador ocular para as tarefas do experimento. As caixas sombreadas em cinza claro representam o alinhamento em ordem entre ações previstas e reais, enquanto as caixas sombreadas em cinza escuro indicam uma falta de alinhamento. (tradução nossa, Harsh, Joseph et al., 2019).	78
Figura 20: Exemplos das condições dos experimentos com gráficos de linha.	81
Figura 21: Integração de informação linguística e visual. Reproduzido de Rodrigues (2020).	84
Figura 22: Condição CC – resposta-alvo gráfico de linha.	86
Figura 23: Condição CD – resposta-alvo gráfico de colunas.	86
Figura 24: Condições experimentais do experimento de Fernandes (2021).	87
Figura 25: Imagem de um dos estímulos na condição CT - dado contínuo; frase de tendência.	94
Figura 26: Imagem de um dos estímulos na condição DT - dado discreto; frase de tendência.	94
Figura 27: Imagem de um dos estímulos na condição CP - dado contínuo; frase de diferença pontual.	95

Figura 28: Imagem de um dos estímulos na condição DP - dado discreto; frase de diferença pontual. 95

Figura 29: Página do Formulário *Google Forms* com exemplo de um item experimental. 101

Figura 30: Média das escolhas do tipo de gráfico por condição com erro padrão. 102

Figura 31: O funcionamento de um rastreador ocular. Fonte: imagem do site <https://www.tobii.com/>, com tradução dos elementos visuais realizada pelo autor. 114

Figura 32: Exemplo da delimitação das áreas de interesse dos itens experimentais. 119

Figura 33: Exemplo de como as perguntas de compreensão eram apresentadas no experimento. 119

Figura 34: Item experimental com frase-crítica; gráfico posicionado à esquerda. 121

Figura 35: Item experimental com frase-crítica; gráfico posicionado à direita. 121

Figura 36: Item experimental sem frase-crítica; gráfico posicionado à esquerda. 122

Figura 37: Item experimental sem frase-crítica; gráfico posicionado à direita. 122

Figura 38: Tela inicial com as instruções do Experimento 2 apresentadas aos participantes. 124

Figura 39: Média da Duração Total das Fixações (em milissegundos) por AOI e condição experimental. 126

Figura 40: Média do número total de fixações por AOI e condição experimental. 128

Figura 41: Duração média das fixações por condição na área do título. 130

Figura 42: Duração média das fixações na área do texto nas condições com e sem frase crítica. Gráfico gerado com auxílio do modelo ChatGPT (OpenAI, 2025). 131

Figura 43: Duração média das fixações na área do gráfico nas condições com e sem frase crítica. Gráfico gerado com auxílio do modelo ChatGPT (OpenAI, 2025). 131

Figura 44: Gráfico representando as médias do número de visitas por condição na área do título e do texto. 133

Figura 45: Média do percentual de visitas por AOI e condição experimental. 134

Figura 46: Proporção de visitas (%) em cada área de interesse (título, texto, gráfico) em função da posição do gráfico e da presença de frase crítica.

Lista de tabelas

Tabela 1 – Comportamentos e habilidades associados ao Graph Sense	42
Tabela 2 - Distribuição dos títulos nas quatro condições experimentais segundo o delineamento em quadrado latino	97
Tabela 3 – Número total de escolhas de gráfico de colunas ou de linha por condição.	101
Tabela 4: Resultado do teste de Wilcoxon para o contraste entre gráfico de coluna e de linha por condição experimental.	103
Tabela 5: Resultado do teste de Friedman para o número de escolhas por gráfico de colunas nas quatro condições experimentais.	103
Tabela 6 - Resultados de comparação entre as condições do experimento 1 do teste de Conover's Post Hoc – escolha por gráfico de colunas.	104
Tabela 7: Resultado do teste de Friedman para o número de escolhas por gráfico de linha nas quatro condições experimentais.	104
Tabela 8 - Resultados de comparação entre as condições do experimento 1 do teste de Conover's Post Hoc – escolha por gráficos de linha.	105
Tabela 9 - Estatísticas descritivas da média da duração total das fixações (TDF) por área de interesse (AOI) e condição experimental (com frase crítica -FC vs. sem frase crítica - SFC).	125
Tabela 10 - Resultado do teste t de Student para a média da duração total das fixações por área de interesse	126
Tabela 11: Estatísticas descritivas da média do número total das fixações (NTF) por área de interesse (AOI) e condição experimental (com frase crítica -FC vs. sem frase crítica - SFC).	127
Tabela 12 - Resultado do teste t de Student para a média do número total de fixações por área de interesse.	128
Tabela 13 - Estatísticas descritivas da duração média das fixações (ADF) por área de interesse e condição experimental.	129
Tabela 14 - Teste t pareado de Student para a área de interesse "Título".	129
Tabela 15 - Teste de Wilcoxon para as áreas de interesse Texto e Gráfico.	130
Tabela 16 - Estatísticas descritivas do número de visitas por área de interesse e condição experimental.	132

Tabela 17 - Teste Wilcoxon para o número de visitas nas áreas “Título” e “Texto”. 132

Tabela 18 - Resultados do Teste de Wilcoxon (signed-rank) para o número de visitas à área do gráfico. 133

Tabela 19 - Estatísticas descritivas da média do percentual de visitas por área de interesse (AOI) e condição experimental (com frase crítica – FC vs. sem frase crítica – SFC). 134

Tabela 20 - Resultados do teste-t para a média do percentual de visitas por área de interesse (AOI). 135

Tabela 21 - Estatísticas descritivas das respostas às afirmativas A1 e A2 por condição experimental (FC vs. SFC). 135

Tabela 22 - Resultados do teste de Wilcoxon para as respostas às afirmativas A1 e A2. 136

Tabela 23: Estatísticas descritivas do percentual de visitas por AOI e condição experimental, de acordo com a posição do gráfico (GD = gráfico à direita; GE = gráfico à esquerda). 137

Tabela 24: Resultados do Teste-T para a proporção de visitas por AOI em função da posição do gráfico e da presença de frase crítica. 138

Introdução

A disseminação das novas tecnologias impulsiona cada vez mais a criação de textos que não se restringem à modalidade escrita da linguagem, gerando, assim, os chamados textos multimodais. Textos multimodais são aqueles que aliam o material linguístico e o visual, como ilustrações, gráficos, tabelas, representações esquemáticas, para gerar significados. Gráficos de colunas e de linha são o material visual que terá foco juntamente com o material linguístico neste trabalho.

Visto que os dados estatísticos expressos em gráficos são utilizados constantemente em jornais, televisão, internet e livros, para expressar informações visualmente, esse conhecimento específico, portanto, se configura como parte importante do conhecimento dos indivíduos. O letramento estatístico é a capacidade responsável por interpretar, avaliar criticamente e comunicar informações e mensagens estatísticas, as quais são fundamentais a qualquer indivíduo. Nesse sentido, numa sociedade democrática, em que se deseja transparência nas informações, ser capaz de interpretar informação estatística por conta própria é crucial para o exercício da cidadania.

Do ponto de vista da Psicologia Cognitiva, a preocupação tem sido em caracterizar as representações mentais e os processos cognitivos envolvidos na compreensão de gêneros multimodais, e como se dá a integração entre informações de módulos semióticos distintos - o verbal e o visual. No caso especificamente dos gráficos, as pesquisas buscam identificar elementos estruturais que compõem os gráficos, e especificar as etapas envolvidas na compreensão dos diferentes tipos de gráficos, bem como o que pode representar demanda ao processamento.

No Brasil, em um levantamento no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, (realizado em agosto de 2024, disponível em <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/>), utilizando o termo “gráfico” como palavra-chave de busca e o filtro "Linguística, Letras e Artes" para Grande área, foram encontradas 211 referências. Em seguida, foi selecionado em "Áreas de Conhecimento", as opções "Letras" (108), “Linguística” (18), “Linguística

Aplicada” (2) e “Língua Portuguesa” (1), refinando a busca para 129 referências. Após a análise dos títulos das 129 referências, foram eliminados todos os trabalhos que não se referiam diretamente ao gênero gráfico (por exemplo, títulos em que gráfico era usado como modificador de acentuação gráfica, artes visuais e gráficas, design gráfico, romance gráfico).

O resultado final desta seleção indicou que apenas três trabalhos na área de Letras e Linguística (duas teses e uma dissertação)¹ apresentavam, em seus títulos, o gênero gráfico como objeto de estudo. Desses, apenas uma das teses segue uma abordagem cognitiva. Os dois outros estudos enquadram-se nas áreas da Linguística Aplicada e da Linguística Sistêmico Funcional. A dissertação orienta-se por uma abordagem sócio-histórica e multissemiótica de ensino de Língua Portuguesa baseada na perspectiva bakhtiniana, articulada à perspectiva sociocognitiva e dos multiletramentos para a leitura e produção escrita. A segunda tese é guiada por uma orientação funcionalista, especificamente, a Teoria da Estrutura Retórica (*Rhetorical Structure Theory* – RST), proposta por Mann e Thompson (1988), e busca uma articulação com o trabalho de Kress e van Leeuwen (1998), na abordagem dos recursos semióticos da multimodalidade.

A tese de doutorado de Fragoso (2015) é, pois, o único trabalho em português que busca abordar o tema numa abordagem cognitiva, na perspectiva da Psicologia Cognitiva e da Psicolinguística, e tem como objetivo examinar o processo de integração entre informação linguística e visual na compreensão multimodal. Esse trabalho dialoga com a área de Letramento Estatístico e, em termos metodológicos, envolve pesquisa experimental, com uso de rastreador ocular.

O tema dos gráficos e a maneira como ocorre a integração entre o material verbal e visual também são focos desta pesquisa, que visa ampliar os estudos nessa

¹ FRAGOSO, Luane da Costa Pinto Lins. Integração de informação linguística e a gráfica na compreensão multimodal de gráficos – Uma avaliação psicolinguística' 10/05/2015 219 f. Doutorado em Estudos da linguagem Instituição de Ensino: Pontifícia Universidade Católica do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro Biblioteca Depositária: Biblioteca Central Da PUC-Rio; SANTOS, Felipe Alves dos. Leitura e produção de gráficos estatístico-matemáticos no ensino de língua portuguesa' 31/03/2022 164 f. Mestrado em Linguística Aplicada Instituição de Ensino: Universidade De Taubaté, Taubaté Biblioteca Depositária: Departamento de Ciências Sociais e Letras; e BERGAMINI, Carmen Starling. Retextualização do gênero gráfico: uma análise à luz da Teoria da Estrutura Retórica (RST)' 29/11/2018 [Número de páginas indefinido]. f. Doutorado em Estudos Lingüísticos Instituição de Ensino: Universidade Federal De Minas Gerais, Belo Horizonte Biblioteca Depositária: [Informação não disponível].

área. O trabalho possui natureza experimental e baseia-se, assim como Fragoso (2015), nos fundamentos teóricos e metodológicos da Psicologia Cognitiva e da Psicolinguística. A investigação também dialoga com aportes da Educação Matemática, da Aprendizagem Multimídia e do Letramento Estatístico, concentrando-se na compreensão de representações visuais gráficas e nos processos envolvidos na integração entre linguagem e elementos gráficos.

No estudo desenvolvido nesta dissertação, exploramos mais diretamente como informações de natureza *bottom-up* e *top-down* impactam o processo de compreensão multimodal de constelações texto-gráfico, termo que tomamos emprestado de Acartürk (2009) para designar composições que envolvem material linguístico e gráfico.

No que tange aos fatores *bottom-up*, buscamos examinar aspectos ligados ao formato, organização visual de dois tipos de gráficos. Investigamos como são processadas informações representadas em gráficos de colunas e de linhas, entendendo que cada tipo apresenta uma estrutura particular e privilegia a expressão de variáveis de determinada natureza. Em relação aos fatores *top-down*, exploramos o impacto de conhecimento de mundo ativado por informação linguística codificada em títulos e/ou textos e como este se combina a conhecimento de base estatística, associado ao nível de letramento dos leitores.

Questões de pesquisa

As questões gerais de pesquisa que norteiam o presente estudo são apresentadas a seguir:

- Quais são as representações e operações cognitivas envolvidas na leitura e compreensão de gráficos?;
- Como se dá a comunicação entre os módulos linguístico e visual durante a leitura e compreensão de constelações texto-gráfico?;
- Que fatores afetam o processo de integração entre informações dos dois módulos e influenciam a compreensão do conteúdo apresentado?;
- O nível de informação linguística (como a presença de dados numéricos e referências ao gráfico no texto) afeta a compreensão do gráfico?;
- De que maneira a presença ou ausência de referências explícitas ao gráfico influencia o processo de integração entre texto e imagem e impacta a compreensão?;

- Os participantes conseguem identificar as informações relevantes representadas nos gráficos e extrair delas sentidos ou conclusões coerentes com os dados apresentados?

Objetivo geral e objetivos específicos

O objetivo geral da pesquisa é investigar a forma como se dá a integração entre o material verbal e visual a partir de testes que envolvem a leitura de gráficos.

A pesquisa apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Verificar influência de propriedades visuais, de natureza *bottom-up* no processo de extração e compreensão de informações de gráficos de colunas e de linhas;
- Avaliar papel de informação de natureza *top-down*, títulos e frases no texto que explicitem ou orientem a leitura do gráfico, no direcionamento da atenção durante a inspeção visual do gráfico e na compreensão durante a leitura;
- Verificar se há relações entre os dados oculares — especialmente aqueles que indicam rotas de leitura entre gráfico e texto — e o desempenho dos participantes em perguntas de compreensão sobre o conteúdo apresentado;
- Especificar principais fontes de dificuldade no processo de integração entre informação linguística e visual, e como essas dificuldades impactam a compreensão de constelações texto-gráfico.

Para isso, conduzimos dois experimentos: um estudo inicial com tarefa de escolha forçada de seleção de imagem, em que se manipulou o tipo de frase apresentada no título (indicando tendência ou comparação pontual) e a natureza do dado representado no eixo x do gráfico (contínuo ou discreto), de modo a verificar a influência desses fatores na escolha entre gráficos de colunas e de linha; e um segundo estudo, fazendo uso da técnica de rastreamento ocular, em que os participantes analisavam constelações texto-gráfico, com texto posicionado ao lado do gráfico, e se investigou o efeito da presença ou ausência, no texto, de uma frase crítica sobre os padrões de movimentos oculares e o desempenho em tarefas de compreensão.

As hipóteses que orientam a pesquisa são as seguintes:

Experimento 1:

No processamento multimodal de gráficos, a congruência entre a informação linguística do título e a natureza do dado representado no eixo x afeta significativamente a escolha do tipo de gráfico. Ou seja, quando o título e o tipo de dado são compatíveis, há maior probabilidade de escolha de um tipo específico de gráfico - títulos que expressam tendências combinados a dados contínuos devem favorecer a escolha de gráficos de linha, e títulos que indicam comparações pontuais combinados a dados discretos no eixo x devem favorecer a escolha de gráficos de colunas. Nas condições incongruentes, espera-se uma competição entre as duas fontes de informação. Nessas condições avalia-se o peso de cada fator no processo de seleção

Experimento 2:

Em constelações texto-gráfico, a presença de conteúdo informacional no texto que remeta diretamente ao gráfico facilita o estabelecimento de correspondências entre entidades linguísticas e visuais, reduzindo o esforço cognitivo envolvido no processo de compreensão multimodal. Logo, a expectativa é que textos com referência explícita a conteúdo expresso no gráfico promovam maior integração entre os modos verbal e visual, refletindo-se tanto nos padrões de atenção visual quanto no desempenho em tarefa de compreensão.

Organização do trabalho

A dissertação está organizada da seguinte forma: no próximo capítulo (cap. 2) apresenta-se o gênero gráfico, com destaque para suas principais características e definições, além de uma descrição de sua estrutura. No capítulo 3, descreve-se a teoria de compreensão de gráficos de Pinker (1990), abordando como os gráficos são processados cognitivamente. No capítulo 4, discute-se o letramento estatístico e a interpretação de gráficos sob uma perspectiva pedagógica, incluindo a noção de *Graph Sense* aplicada à Educação Matemática. No capítulo 5, apresentam-se diferentes modelos de compreensão de textos multimodais, com ênfase na integração entre informação linguística e visual em constelações texto-gráfico. O capítulo 6 trata especificamente da integração entre linguagem e imagem, com foco no modelo de arquitetura cognitiva proposto por Acartürk (2009), além de apresentar contribuições teóricas relevantes sobre a integração texto-imagem em contextos multimodais, com base nos trabalhos de Schnotz (2014), Almeida (2019)

e Rodrigues (2020). No capítulo 7, são discutidos estudos empíricos sobre compreensão e interpretação de gráficos, com destaque para resultados relevantes da literatura recente. O capítulo 8 descreve os dois experimentos conduzidos nesta pesquisa: o primeiro, aplicado por meio do *Google Forms*; e o segundo, utilizando a técnica de rastreamento ocular. O capítulo 9 apresenta as considerações finais e as limitações do estudo. Por fim, o capítulo 10 reúne as referências bibliográficas utilizadas ao longo do trabalho.

Com isso, esta dissertação pretende contribuir para a ampliação do conhecimento sobre os processos cognitivos envolvidos na leitura de constelações texto-gráfico, oferecendo evidências empíricas sobre a integração entre linguagem verbal e representação visual na construção de sentido. Ao adotar uma abordagem experimental ancorada na Psicologia Cognitiva e na Psicolinguística, espera-se que os resultados obtidos possam subsidiar futuras investigações sobre leitura multimodal, além de fornecer aportes teóricos e metodológicos relevantes para práticas pedagógicas voltadas ao letramento gráfico e estatístico.

O gênero gráfico

O gênero textual é uma categoria fundamental para a compreensão da produção e interpretação dos textos em diferentes contextos comunicativos. Segundo o linguista Luiz Antônio Marcuschi (1998), um gênero textual pode ser definido como um tipo de texto que se caracteriza por um conjunto de propriedades linguísticas e estruturais que são convencionadas e esperadas pelos interlocutores em uma determinada comunidade discursiva. Marcuschi enfatiza que os gêneros textuais não são apenas formas fixas, mas são dinâmicos e adaptáveis, refletindo e moldando práticas sociais específicas.

Marcuschi (1998) propõe que os gêneros textuais devem ser entendidos como instâncias de uso da linguagem que servem a propósitos comunicativos específicos. Eles são organizados de acordo com convenções que ajudam os interlocutores a reconhecer o tipo de discurso que está sendo utilizado e a compreender suas funções sociais. A análise dos gêneros textuais, portanto, envolve a identificação das estruturas e das funções que os textos assumem em diferentes contextos de produção e recepção.

Complementando essa perspectiva, Magda Soares (1999) amplia a discussão sobre gêneros textuais ao focar na sua importância para a prática pedagógica. Soares argumenta que a compreensão dos gêneros textuais é essencial para o ensino da leitura e da escrita, pois permite que os alunos reconheçam e produzam textos que atendam às expectativas comunicativas e contextuais. Ela defende que a educação deve ajudar os estudantes a desenvolver uma competência textual que não se limite à gramática ou à estrutura superficial dos textos, mas que inclua a capacidade de usar e interpretar diferentes gêneros de maneira eficaz.

A abordagem de Soares reforça a ideia de que a análise dos gêneros textuais deve considerar não apenas suas características formais, mas também suas funções sociais e comunicativas. Em sala de aula, isso se traduz na necessidade de explorar

uma variedade de gêneros e contextos para que os alunos possam compreender e participar ativamente das práticas discursivas que encontraram em seu cotidiano.

Assim, tanto Marcuschi quanto Soares destacam que os gêneros textuais são construções sociais que desempenham papéis cruciais na comunicação e na educação. Entender e ensinar os gêneros textuais é fundamental para que os indivíduos possam navegar efetivamente em diferentes contextos comunicativos e acadêmicos.

A criação do gênero textual gráfico, em particular, pode ser atribuída ao engenheiro e economista escocês William Playfair (1759-1823). Playfair é frequentemente reconhecido como o pioneiro na criação e popularização dos gráficos modernos. No final do século XVIII, especificamente em 1786, Playfair publicou o livro *"The Commercial and Political Atlas"*, onde introduziu gráficos de barras e gráficos de linhas para representar dados econômicos e comerciais. Como podemos analisar no gráfico abaixo, as placas do Atlas contêm todos os elementos que consideramos naturais nos gráficos atuais de séries temporais: eixos graduados e rotulados, linhas de grade, um título, rótulos, linhas indicando alterações nos dados ao longo do tempo, cor para categorizar as diferentes séries temporais e quantidades acumuladas, etc.

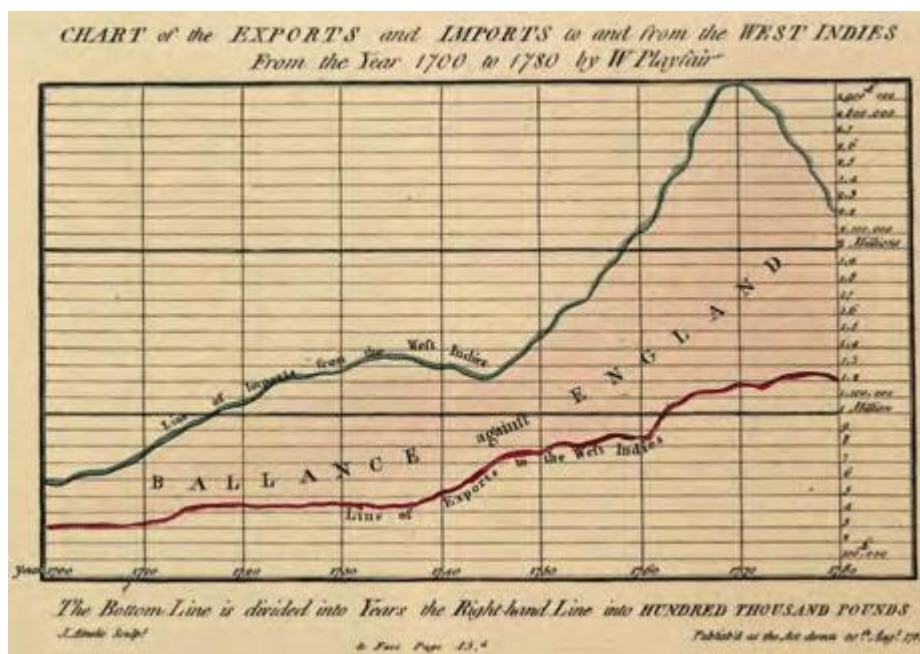


Figura 1: Placa 4, Atlas Comercial e Político. Balanço de trocas contra Inglaterra entre 1700 e 1780. (Playfair, 1786 *apud* Spence, 2006, p. 2427).

Nesse sentido, conforme aponta Spence (2006), o trabalho de Playfair foi inovador porque trouxe uma nova abordagem para a apresentação de dados,

permitindo que informações complexas fossem compreendidas de forma mais clara e rápida. Ele foi um dos primeiros a adotar um método sistemático para a criação de gráficos, contribuindo significativamente para a evolução da visualização de dados.

O gênero gráfico, assim como os outros gêneros textuais, pode ser analisado a partir de várias perspectivas, como cognitiva, semiótica, educacional, histórica, entre outras. Cada uma oferecendo uma compreensão única sobre sua função, estrutura e implicação. Nesta dissertação, como apresentado na Introdução, iremos abordar o gênero gráfico seguindo uma abordagem cognitiva, buscando examinar mais diretamente como se dá a integração entre informação linguística e visual no processamento de textos envolvendo gráficos de colunas e de linhas. Para isso, entendemos ser importante uma caracterização da estrutura dos gráficos, o que introduzimos na próxima subseção.

2.1.

Estrutura dos gráficos

Stephen M. Kosslyn, renomado psicólogo cognitivo e professor conhecido por seu trabalho no campo da percepção visual e da cognição, em seu livro, *Graph Design for the Eye and Mind* (2006), apresenta de maneira detalhada como construir gráficos que sejam claros e eficientes. O psicólogo defende que uma imagem só vale mais que mil palavras se o espectador conseguir decifrá-la. Isso porque a imagem precisa estar nítida, precisa ter tamanho adequado e precisa ter seu conteúdo expresso de maneira organizada para ser compreendida. Especificamente sobre gráficos, ele ressalta a dificuldade de expressar as informações sobre números e suas relações de forma adequada e compreensível. O autor atribui a falta de clareza ao fato de que os gráficos são projetados sem considerar os princípios da percepção e cognição humanas. Para criar um bom gráfico, Kosslyn defende que é necessário considerar oito princípios, são eles: Princípio da Relevância, do Conhecimento Apropriado, da Saliência, da Discriminabilidade, da Organização Perceptual, da Compatibilidade, das Mudanças Informativas, das Limitações de Capacidade.

O Princípio da Relevância refere-se à quantidade de informação apresentada. Segundo o autor, ao construir um gráfico, é preciso decidir claramente qual mensagem se deseja transmitir. Isso é fundamental, porque os leitores esperam ver apenas as informações relevantes. Se você apresentar poucas informações, os leitores ficarão confusos, e se apresentar informações demais, eles ficarão sobrecarregados com detalhes desnecessários.

O Princípio do Conhecimento Apropriado diz respeito à necessidade de se conhecer os elementos dos gráficos e também de considerar o perfil do público para o qual o gráfico foi construído. O gráfico só será compreendido se estiver no nível apropriado para os leitores que se deseja alcançar, tanto em relação ao tipo de apresentação quanto à informação específica expressa.

Já o Princípio da Saliência descreve como a nossa atenção é atraída por diferenças perceptíveis e características visuais marcantes, que ajudam a destacar as informações mais importantes em uma apresentação.

O Princípio da Discriminabilidade, por sua vez, trata da necessidade de apresentar as informações de modo que elas sejam distinguíveis entre si, para que o público possa identificá-las e diferenciá-las facilmente.

O Princípio da Organização Perceptual concerne à forma como os seres humanos percebem as informações e aplicam estratégias para facilitar a compreensão e memorização.

O Princípio da Compatibilidade refere-se à correspondência entre forma e significado. O autor cita, por exemplo, o trabalho de Stroop (1935), no qual foi feito um experimento em que os participantes tinham que nomear a cor da tinta em que as palavras estavam escritas, ignorando o conteúdo das palavras. Com os resultados do experimento, Stroop chegou à conclusão de que, por a leitura ser um processo automático e dominante – para as pessoas já alfabetizadas - o mesmo interfere na capacidade de realizar tarefas controladas e conflitantes, gerando o conhecido efeito Stroop.

O Princípio das Mudanças Informativas, por sua vez, diz respeito à expectativa do leitor de que mudanças visuais sejam significativas e que as mudanças sejam comunicadas visualmente.

Por fim, o Princípio das Limitações de Capacidade que diz respeito à limitada capacidade biológica humana de reter e processar informações. Como aponta o autor, porque nossa capacidade de manter informações na mente é

limitada, um gráfico não deve exigir que o leitor retenha mais do que quatro grupos perceptuais ao mesmo tempo. Ainda, o autor reafirma que o objetivo de representar graficamente informações é facilitar o processamento das mesmas, e para isso, é essencial escolher a representação mais adequada para o tipo de informação a ser transmitida. Caso a escolha do gráfico não seja apropriada, isso implicará em mais trabalho de processamento para o leitor e provavelmente a mensagem não será transmitida.

Quanto a estrutura dos gráficos, ainda de acordo com Kosslyn (2006), todos os gráficos são criados a partir de uma estrutura básica composta a partir de três componentes: o esqueleto (*framework*), o conteúdo (*content*) e os rótulos (*labels*). O esqueleto nos mostra que tipos de medições estão sendo usadas e o que está sendo medido. Considerando um gráfico de estrutura em L, o conteúdo são as linhas, barras ou colunas e outras marcas que revelam relações entre os elementos representados pelo esqueleto. Esses elementos ficam plotados na área do gráfico, expressando um valor que vai relacionar o eixo x (linha horizontal) e o eixo y (linha vertical), por exemplo. Cada eixo possui uma variável representada. No eixo y , é representada uma variável dependente, que indica o que está sendo medido, como massa muscular, profundidade, etc. Já no eixo x , são representadas variáveis independentes, que indicam o tipo de medição que está sendo feita, como países, times de futebol, variação temporal, etc. Nesse sentido, no exemplo da figura a seguir (figura 2), vemos um gráfico do IBGE, de estrutura em L, representando a evolução da densidade demográfica do Brasil de 1940 a 2022. Nesse gráfico, a variável dependente é o número de habitantes por km^2 e a variável independente é a informação temporal. No gráfico, portanto, é possível observar como o número de habitantes por cada ano marcado no eixo x . Vale destacar que a mesma informação poderia ser representada em um gráfico de linha se a intenção fosse indicar uma tendência, a evolução crescente dos números ao longo dos anos.

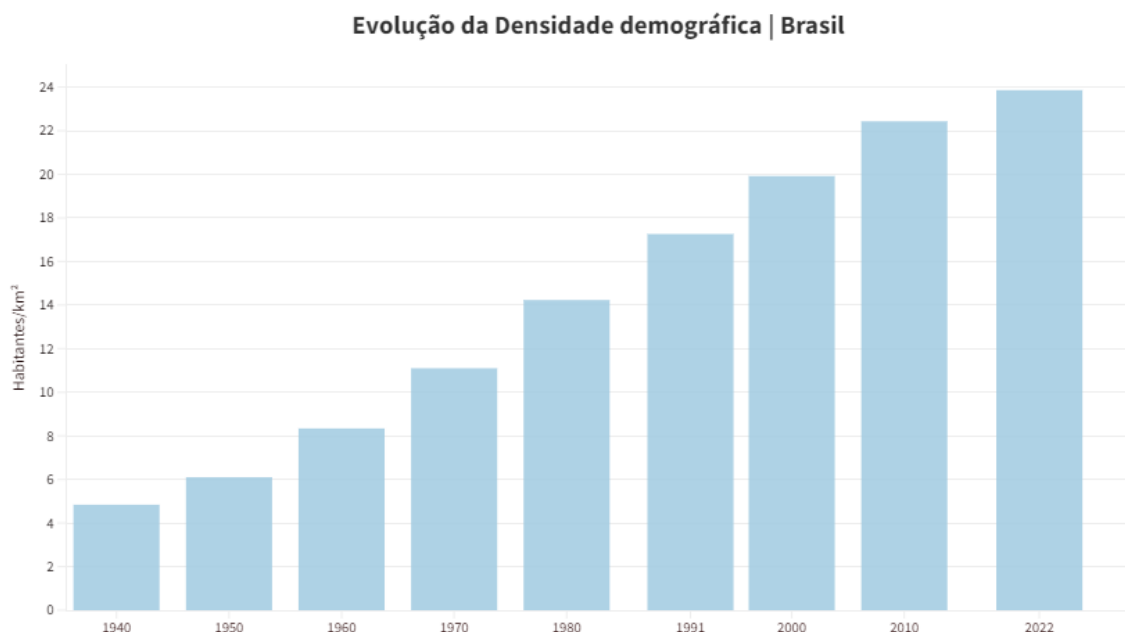


Figura 2: Evolução da densidade demográfica. Fonte: CENSO Demográfico 2022: população residente, área territorial e densidade demográfica. In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, [2023].

O que nomeia cada variável do gráfico são os rótulos (*labels*). No exemplo acima, o rótulo do eixo y é “Habitantes/km²” e se houvesse um rótulo para o eixo x , provavelmente seria “Anos”. O próprio título do gráfico também é considerado um rótulo segundo Kosslyn. Ainda, os gráficos podem apresentar componentes opcionais, como linhas internas de grade, legendas explicativas e imagens de fundo sobre o tema do gráfico.

Como mencionado no final da seção anterior, cada tipo de gráfico possui sua própria linguagem que se associa a esses componentes estruturais básicos descritos por Kosslyn (Friel, Curcio e Bright, 2001, p.126). E, conforme Rodrigues, Frágoso e Ribeiro (2018) o tipo de gráfico escolhido para representar um dado específico deve ser adequado para a informação que se deseja expressar. Os gráficos de colunas, por exemplo, representam diferentes categorias e quantidades por meio de colunas específicas. Do ponto de vista cognitivo, facilitam a comparação entre quantidades. Os gráficos de linha, por sua vez, estabelecem correspondência entre elementos dos eixos x e y , e as linhas ligam os pontos de correspondência. Esse tipo de gráfico é útil na representação de tendências ao longo de uma dimensão temporal. Já os gráficos de setores (chamados em português de gráficos de pizza e, em inglês, de gráficos de torta – *pie charts*) são a forma mais comum de representar

a divisão de um todo em partes. Os valores numéricos correspondentes às partes do todo devem corresponder a frações de 360° (os setores do gráfico).

Concluída a parte sobre a construção dos gráficos a partir dos oito princípios e também da análise da estrutura dos gráficos de Kosslyn (2006), o próximo passo é compreender como se dá a compreensão dos gráficos.

A teoria de compreensão de gráficos de Pinker (1990)

O psicólogo e linguista Steven Pinker propôs na década de 90 uma teoria de compreensão de gráficos. De acordo com o pesquisador, a cognição humana gosta de processar informações quantitativas em forma gráfica, pois os formatos gráficos apresentam informações de uma forma mais fácil de as pessoas interpretarem. Para explicar essa preferência cognitiva, Pinker propõe uma teoria acerca da percepção de gráficos, que apresenta o que o leitor sabe quando sabe ler um gráfico e quais as operações cognitivas estão envolvidas no processamento real de leitura de gráficos.

Baseado em Bertin (1967), Pinker determina que o leitor deve fazer três coisas: (1) Identificar, por meio de rótulos alfanuméricos, os referentes conceituais ou do mundo real sobre os quais o gráfico está transmitindo informações (Bertin chama isso de identificação externa); (2) Identificar as dimensões relevantes de variação no conteúdo pictórico do gráfico e determinar quais dimensões visuais correspondem a qual variável conceitual ou escala (identificação interna); e (3) Usar os níveis particulares de cada dimensão visual para tirar conclusões sobre os níveis particulares de cada escala conceitual (percepção de correspondência).

Em resumo, o leitor deve inicialmente formar uma representação mental dos objetos presentes no gráfico. Em seguida, é necessário recordar ou inferir quais elementos visuais correspondem às escalas matemáticas que o gráfico busca transmitir. Essas duas formas de conhecimento estão integradas em dois tipos de representação mental: a descrição visual, que traduz as marcas representadas em relação às suas dimensões físicas, e o esquema gráfico, que explica como essas dimensões físicas se relacionam com as escalas matemáticas adequadas.

Esse conceito, localizado após a etapa de descrição visual, desempenha três funções fundamentais: (i) especificar como traduzir a informação contida na descrição visual em uma mensagem conceitual; (ii) indicar como interpretar uma

pergunta conceitual e acessar as partes relevantes da descrição visual para respondê-la; e (iii) reconhecer o tipo de gráfico que está sendo visualizado no momento. Conforme descrito por Pinker (1990, p. 95), o esquema é uma "representação de memória que incorpora conhecimento em algum domínio, consistindo em uma descrição com parâmetros para informações ainda desconhecidas". Dessa forma, o esquema gráfico permite que as informações necessárias sejam extraídas do gráfico de maneira eficiente.

Ao fazer uso da descrição visual e do esquema gráfico é possível extrair diversos tipos de informações de um gráfico específico. Isso inclui, por exemplo, a taxa de variação de valores em uma determinada escala, as diferenças entre os valores de duas entidades em uma escala, o valor exato de uma escala em comparação com outro dado, entre outras informações.

Segundo Pinker, a informação contida em um gráfico é percebida pelo sistema nervoso através de dois padrões de intensidade na retina: o arranjo visual e a descrição visual. O arranjo visual refere-se a uma representação inicial e difusa que capta a informação em um formato pictórico, sendo processada de maneira rudimentar e não servindo como base para a compreensão do gráfico. A descrição visual, por sua vez, diz respeito à descrição estrutural que representa o gráfico, que inclui a identificação dos elementos constituintes e suas relações. O processo de codificação visual, portanto, é caracterizado pelo mecanismo que cria uma descrição visual a partir desse arranjo visual padrão.

A informação presente no arranjo visual é considerada insuficiente para a compreensão do significado de um gráfico. Portanto, é necessário um formato representacional que possa se conectar de maneira eficaz com as representações armazenadas na memória, integrando o conhecimento sobre o que as marcas visuais do gráfico representam. Dessa forma, a representação que interage com o conhecimento prévio sobre gráficos deve ser mais abstrata do que o arranjo visual em si.

O processo de compreensão de gráfico elaborado por Pinker (1990) é exposto na figura 3.

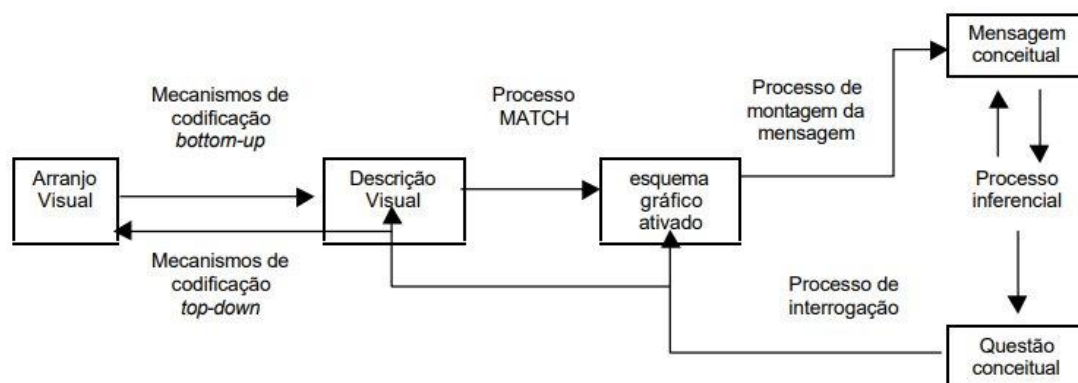


Figura 3: Esquema para compreensão de gráficos proposto por Pinker (p. 104, 1990).

Ou seja, a primeira etapa refere-se à percepção dos estímulos visuais, a partir de mecanismos de codificação *bottom-up* (elementos como cor, proporção, presença de legenda e de rótulos de dados), cujo *output* será uma representação mental chamada de descrição visual (neste momento há interação com o conhecimento prévio). A segunda etapa diz respeito ao processo de identificação do tipo do gráfico (de colunas, de barras, de linhas, de setores, etc.) e consequente ativação do esquema gráfico, permitindo ao leitor identificar o tipo de medição e o que está sendo medido. Por fim, na terceira etapa, realiza-se a montagem de uma mensagem conceitual, que corresponde ao que o leitor de fato extraiu do gráfico. Nessa fase, ocorre o processo inferencial, que se refere ao processo de dedução de conclusões a partir de dados ou informações disponíveis no gráfico e também na memória do leitor, o qual resulta na questão conceitual (tipo de informação que o leitor deseja obter/extrair do gráfico).

Na seção "Restringindo a descrição visual" do texto de 1990, Pinker discute as limitações da matriz visual para extração e processamento de informações de um gráfico. Pinker propõe quatro princípios que restringem as descrições visuais, são eles: a indispensabilidade do espaço, as leis de agrupamento da Gestalt, a representação da magnitude e o sistema de coordenadas.

No que diz respeito à essencialidade do espaço, a localização de um objeto tem um status perceptivo distinto em relação a suas características, como cor, leveza, textura ou forma. Segundo ele, as restrições da descrição visual auxiliam a identificar o que pode ser considerado uma variável. As propriedades desse princípio, traduzidas por Cazorla (2002), são: (a) numerosidade perceptual, (b) propriedades de configuração, (c) discriminação e linearidade e (d) atenção seletiva.

O segundo princípio são as leis de agrupamento de Gestalt. Essas leis definem como as variáveis identificadas no primeiro princípio relacionam-se umas às outras de forma coerente nas descrições visuais. As leis de agrupamento são: lei de proximidade - utilizadas para identificar quais elementos perceptuais distintos serão percebidos como parte de uma única configuração; lei de similaridade – utilizada para identificar quais elementos são similares em relação a suas dimensões visuais; lei da boa forma – relacionada ao reconhecimento da continuação dos elementos, facilitando o agrupamento entre eles.

Quanto ao princípio da representação de magnitude, este está associado à limitação da capacidade de memória. Como mencionado anteriormente, o ideal é que a representação não tenha mais do que quatro grupos perceptuais ao mesmo tempo. Além disso, esse princípio está relacionado ao tipo de elemento a ser representado, visto que alguns são mais fáceis do que outros.

O último princípio diz respeito ao sistema de coordenadas, que se refere a como um objeto é representado mentalmente. Isso, por sua vez, está relacionado à adequação de um conjunto de variáveis a serem representadas em diferentes dimensões.

Além dos princípios de restrição das descrições visuais, Pinker propõe dois fatores de restrições de processamento das descrições visuais, que estão relacionados à extensão das descrições, são eles:

1. Capacidade de processamento – diz respeito às restrições de capacidade cognitiva de processamento de descrições visuais. De acordo com a literatura de modelos cognitivos de processamento da mente humana (Anderson, Bower, 1973; Newell, Simon, 1973, *apud* Pinker 1990), somos capazes de manter de quatro a nove nós ativos de uma vez na memória imediata.
2. Probabilidade de codificação padrão e automatismo - qualquer predicado no repertório visual de um indivíduo pode ser incorporado à descrição visual em resposta a processos cognitivos de nível superior, que avaliam se o predicado está relacionado a uma variável específica. No entanto, antes que esses processos *top-down* entrem em ação, vários predicados já serão agregados à descrição visual, alguns "simplesmente notados" com maior probabilidade de serem codificados do que outros. Predicados frequentemente codificados têm uma alta probabilidade de codificação

padrão, enquanto outros dependem de fatores como familiaridade e importância aprendida.

Conforme destacado por Pinker, com base em estudos anteriores, a alta probabilidade de codificação dos predicados torna o processo de associação entre um padrão e uma categoria cada vez mais automático. Quando um indivíduo frequentemente associa um padrão a uma categoria específica, essa classificação passa a ocorrer de maneira automática, sem a necessidade de atenção consciente ou esforço de processamento. Experimentos que aplicaram essa ideia ao aprendizado de padrões visuais confirmam que, à medida que os padrões se tornam mais familiares, o reconhecimento torna-se rápido, isento de erros e relativamente insensível a outras demandas de atenção.

4

O conceito de letramento estatístico e a interpretação de gráficos em uma perspectiva pedagógica

Neste capítulo faremos uma breve apresentação do conceito de Letramento Estatístico, conforme introduzido por Gal (2002). Busca-se indicar as habilidades, conhecimentos e atitudes necessários para que se alcance um nível esperado de Letramento Estatístico, que permita ao indivíduo compreender de forma crítica informações e mensagens estatísticas. Nesta mesma seção, abordaremos, a partir de uma perspectiva pedagógica.

4.1.

Letramento Estatístico

Neste trabalho, assume-se a definição de Letramento Estatístico de Gal (2002). Segundo o autor, esse tipo de letramento é a capacidade que possibilita um indivíduo interpretar, avaliar criticamente e comunicar informações e mensagens estatísticas, as quais são fundamentais a qualquer cidadão.

Gal desenvolve uma concepção de alfabetização estatística, que diz respeito ao que se espera dos adultos, composta por duas habilidades interrelacionadas:

“(a) a capacidade das pessoas de interpretar e avaliar criticamente informações estatísticas, dados relacionados, argumentos ou fenômenos estocásticos, que podem ser encontrados em diversos contextos quando relevante (b) sua capacidade de discutir ou comunicar suas reações a tais informações estatísticas, como sua compreensão do significado da informação, suas opiniões sobre as implicações da informação, ou suas preocupações sobre a aceitabilidade de determinadas conclusões.” (GAL, 2002, p.3, tradução nossa.)

Essas habilidades dependem de outros 5 elementos cognitivos: habilidades de letramento, conhecimento estatístico, conhecimento matemático, conhecimento de contexto e questões críticas. E também um componente disposicional composto por dois elementos: postura crítica, crenças e atitudes, como ilustrado na figura abaixo:

A model of statistical literacy.

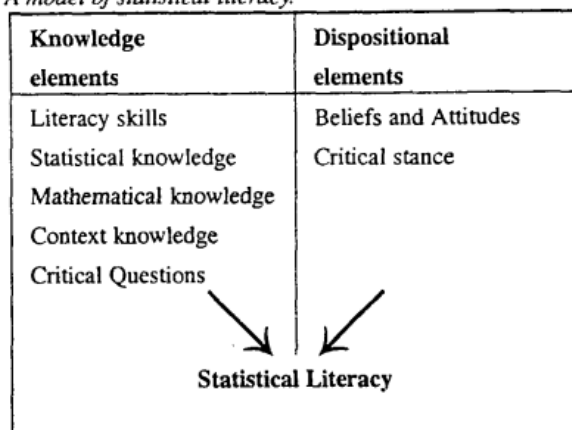


Figura 4: Modelo de Letramento Estatístico. Retirado de Gal (2002, p.4).

Esses componentes não devem ser entendidos de maneira separada, mas como um conjunto de conhecimentos que juntos vão possibilitar “um comportamento estatisticamente alfabetizado” (GAL, 2002, p.4). Isso porque a interpretação da informação estatística requer outros conhecimentos de base, como:

- “1. Saber por que os dados são necessários e como os dados podem ser produzidos
2. Familiaridade com termos básicos e ideias relacionadas à estatística descritiva
3. Familiaridade com termos básicos e ideias relacionadas a exibições gráficas e tabulares
4. Compreender noções básicas de probabilidade
5. Saber como as conclusões ou inferências estatísticas são alcançadas” (Cinco partes da base de conhecimento estatístico. GAL, 2002, p.10, tradução nossa.)

Dispondo de todas essas competências, o indivíduo, portanto, será capaz de compreender e analisar de forma crítica textos que estiverem inseridos em um determinado contexto e possuírem dados estatísticos.

Isto posto, pode-se entender o Letramento Estatístico como o produto final da alfabetização estatística.

4.2.

A noção de compreensão gráfica e o conceito de *Graph Sense* - uma perspectiva aplicada à Educação Matemática

Nesta subseção, abordaremos a interpretação de gráficos sob uma perspectiva pedagógica. Apresentaremos, de forma sintética, estudos na área de

Educação Matemática, em especial trabalhos conduzidos por Curcio ao final dos anos 80 (Curcio, 1987; Curcio, 1989) e por Curcio e colaboradores nos anos 2000 (Friel, Curcio e Bright, 2001).

Curcio aplicou ao gráfico a ‘Teoria do Esquema de compreensão do discurso geral’ (Curcio, 1987). De acordo com essa perspectiva, o gráfico pode ser visto como um tipo de texto no qual o conhecimento prévio sobre o tópico, o conteúdo matemático e a forma gráfica podem influenciar a capacidade de compreender as relações matemáticas expressas nos gráficos. O autor chegou a essa conclusão a partir de um estudo sobre interpretação de gráficos realizado com alunos de quarta série (n=204) e de sétima série (n=185). Os dois grupos foram submetidos a um inventário de conhecimento prévio, um teste de gráficos e a Testes de Realização em Leitura e Matemática da Science Research Associates (SRA), durante quatro sessões. Os preditores únicos de compreensão de gráficos para a quarta série incluíram desempenho em leitura, desempenho em matemática e conhecimento prévio sobre o tópico, conteúdo matemático e forma do gráfico. Os preditores únicos para a sétima série foram os mesmos, exceto que o conhecimento prévio sobre o tópico e a forma gráfica não foram incluídos. Segundo os autores, esses resultados sugerem que as crianças devem ser envolvidas em atividades de criação de gráficos para construir e expandir os esquemas relevantes necessários para a compreensão.

Curcio (1989) define três níveis de compreensão gráfica: *leitura dos dados*, *leitura entre os dados* e *leitura além dos dados*. O primeiro nível seria o nível elementar, com ele o indivíduo deve ser capaz de localizar e extrair informações que estão explícitas no gráfico. No segundo nível, *ler entre os dados*, o leitor deve ser capaz de interpretar e integrar as informações apresentadas no gráfico. Ainda, deve ser capaz de identificar tendências e utilizar conhecimentos prévios sobre o assunto do gráfico e conhecimentos matemáticos. Por fim, no terceiro nível, *leitura além dos dados*, o indivíduo deve ser capaz de fazer inferências e chegar a conclusões futuras com base nas informações do gráfico e em seu conhecimento prévio sobre o assunto. Este seria o nível mais avançado, o qual exige que o leitor interprete as informações que não estão explícitas no gráfico.

Em um trabalho seguinte, Friel, Curcio e Bright (2001) definiram a compreensão gráfica como as habilidades dos leitores que os permitem derivar

significados a partir dos gráficos criados por terceiros ou pelos próprios leitores. Ademais, eles declaram que a compreensão depende de quatro fatores fundamentais, são eles: *os propósitos do uso dos gráficos, as características da tarefa, as características da disciplina e as características do leitor*.

Segundo os autores, os gráficos comumente têm duas funções: análise e comunicação. Quando utilizados para análise, espera-se que o leitor compreenda os dados e explore estes mesmos dados em diferentes tipos de gráficos. Desta forma, o leitor deve ser capaz de identificar as características importantes ou incomuns nos dados. Os autores pontuam que essa função deveria ser explorada no contexto escolar, solicitando a construção de gráficos pelos alunos e não somente a análise de dados em gráficos prontos do material didático.

Quanto a função de comunicação, refere-se aos gráficos destinados a transmitir informações sobre números e relações entre números. Os gráficos devem ser capazes de forçar o leitor a ver a informação que o designer queria transmitir. Esses gráficos geralmente apresentam estatísticas resumidas, são mais simples na forma e no conteúdo e geralmente, por serem utilizados nos meios de comunicação, são utilizados para dar sentido às informações que estão presentes nos textos que os acompanham e também aos outros a eles relacionados.

O segundo fator, *as características da tarefa*, refere-se ao papel desempenhado pela percepção visual na análise de gráficos. Segundo os autores, há três processos mentais envolvidos na percepção. O primeiro diz respeito à decodificação visual dos gráficos. O segundo refere-se às representações mentais que permitem identificar os fazer inferências sobre as propriedades que não estão explícitas no gráfico. Já o terceiro processo compreende a capacidade de integrar a compreensão prévia sobre o assunto do gráfico com as representações mentais, para gerar uma resposta apropriada à tarefa.

O terceiro fator, *as características da disciplina*, refere-se à complexidade da estatística, que envolve a coleta de dados, a descrição e a apresentação de dados e a interpretação a partir dos dados. Soma-se a isso algumas ferramentas e conceitos, que podem afetar a compreensão dos gráficos, como a dispersão e a variação dentro de um conjunto de dados, o tipo de dados, o tamanho do conjunto de dados e a forma como eles podem ser apresentados.

Por último, *as características do leitor*. Esse fator pode desempenhar papel tão importante quanto a variação nas propriedades do próprio gráfico na

compreensão. Nesse fator estão envolvidas questões cognitivas, outros conhecimentos relacionados com a compreensão dos dados, como a experiência pessoal de cada indivíduo com o assunto, o nível do conhecimento matemático e numérico.

Com base nesses fatores relacionados à compreensão gráfica, os autores definiram um construto denominado *Graph Sense*, para propor uma progressão para o desenvolvimento sequencial de tipos tradicionais de gráficos para as crianças de 5 anos até 14 anos (corresponde ao *Kindergarten* (K2) até *Grade 8*). A seguir, apresento uma tradução da tabela sobre as habilidades associadas ao *Graph Sense* construída pelos autores.

Tabela 1 – Comportamentos e habilidades associados ao *Graph Sense*

Habilidades	Foco de atenção
1. Reconhecer os componentes dos gráficos, as inter-relações entre estes componentes e o efeito destes componentes na apresentação da informação em gráficos	Os gráficos são usados para tornar visíveis informações quantitativas e categóricas em vários níveis de detalhe. A redução de dados envolve passar de tabelas e gráficos que exibem dados brutos para aqueles que apresentam dados agrupados.
2. Falar a linguagem de gráficos específicos ao raciocinar sobre informações exibidas em forma gráfica	Através da sua linguagem relacionada com a comunicação de ideias estatísticas (Gal, 1993), os alunos conscientizam-se dos componentes estruturais de um gráfico e das suas interações com a informação contextual. Cada tipo de gráfico possui sua própria linguagem, ou seja, os componentes estruturais identificados e suas inter-relações que podem ser utilizadas para discutir os dados apresentados.
3. Compreender as relações entre uma tabela, um gráfico e os dados a serem analisados	Os leitores de gráficos precisam estar cientes das tarefas simbólicas e espaciais e das maneiras pelas quais as tabelas e os gráficos ajudam a resolver essas tarefas.
4. Responder a diferentes níveis de questões associadas à compreensão de gráficos ou, mais geralmente, interpretar informações exibidas em gráficos	Os três níveis de questionamento envolvem extrair dados de um gráfico, interpolar e encontrar relações nos dados conforme mostrado em um gráfico, e extrapolar a partir dos dados e interpretar as relações identificadas em um gráfico.
5. Reconhecer quando um gráfico é mais útil que outro com base nas tarefas de julgamento envolvidas e no(s) tipo(s) de dados representados	Tomar decisões sobre qual gráfico é mais útil para representar um conjunto de dados inclui a consideração tanto da natureza dos dados (Landwehr & Watkins, 1986, <i>apud</i> FRIEL; CURCIO; BRIGHT, 2001) quanto dos propósitos da análise (Graham, 1987, <i>apud</i> FRIEL; CURCIO; BRIGHT, 2001). Alguns formatos de gráfico são mais apropriados para tipos específicos de dados e finalidades específicas do que outros.

6. Estar ciente da sua relação com o contexto do gráfico, com o objetivo de interpretação para dar sentido ao que é apresentado pelos dados no gráfico e evitar a personalização dos dados	Embora o contexto possa ajudar os alunos a utilizar o conhecimento prévio, esse conhecimento prévio também pode causar interpretações erradas da informação no gráfico. A personalização do contexto pode trazer várias interpretações dos objetivos de uma tarefa e uma série de estratégias, aumentar o número de elementos aos quais se deve atender e, possivelmente, fornecer um tipo diferente de abstração que pode desviar a atenção do contexto e dos objetivos originais de aprendizagem (Janvier, 1981, <i>apud</i> FRIEL; CURCIO; BRIGHT, 2001). Assim, compreender as restrições impostas por um contexto é um fator importante para fazer uma interpretação sensata (Mooney, 1999, <i>apud</i> FRIEL; CURCIO; BRIGHT, 2001).
--	--

Fonte: Friel, Curcio e Bright, p. 146, 2001, tradução nossa.

Com base nos fatores fundamentais descritos anteriormente e nas habilidades apresentadas na tabela, os autores propõem uma progressão no ensino de tipos de gráficos, abordando tanto a leitura quanto a construção. Essa progressão é fundamental para ajudar os alunos a desenvolver habilidades de interpretação e criação de representações gráficas de dados.

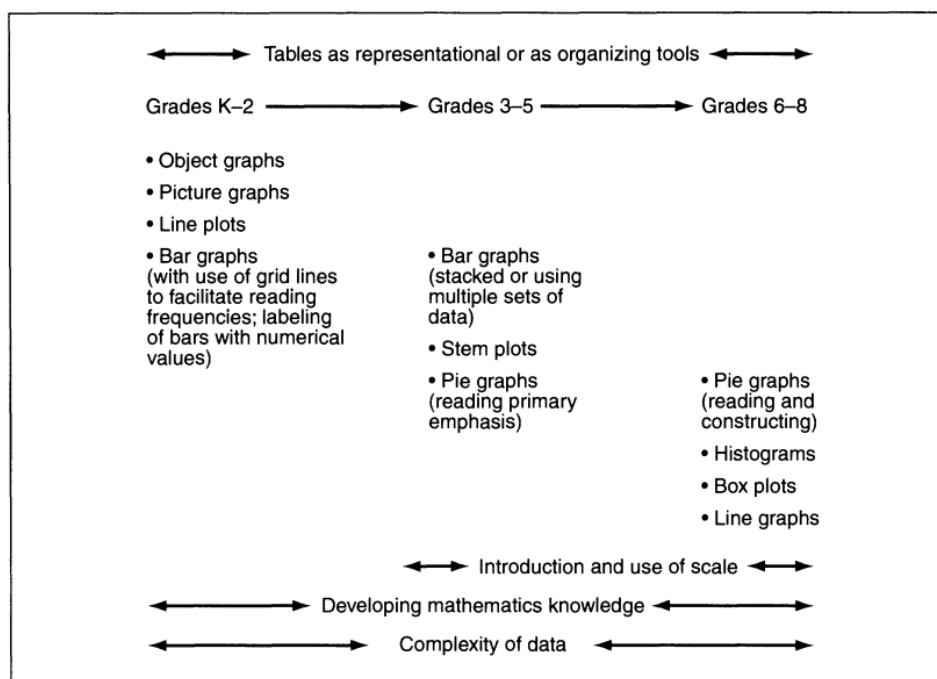


Figura 5. Complexidade do gráfico/exibição: progressão sugerida para introdução de tipos de gráficos (inclui leitura e construção de gráficos). Fonte: Friel, Curcio e Bright, p. 147, 2001.

Inicialmente, os alunos devem ser apresentados a gráficos simples, como gráficos de linha que representam quantidades sem utilizar o eixo Y, de colunas com

uso de linhas de grade, de figuras e objetos. O objetivo é introduzir os conceitos básicos de representação de dados, como categorias e frequências. Nesta fase, a leitura se concentra na identificação de informações simples, enquanto a construção envolve a criação a partir de conjuntos de dados pequenos e claros.

Em seguida, a progressão avança para os gráficos de colunas que utilizam vários conjuntos de dados, diagramas e gráficos de setores. O foco dessa etapa é explorar a relação entre duas variáveis. Quanto aos gráficos de setores, estes permitem trabalhar proporções e distribuições.

A próxima etapa envolve a leitura e construção de gráficos de setores, histogramas, diagrama de caixa, e gráficos de linha. O objetivo nessa fase é analisar a correlação entre duas variáveis, permitindo que os alunos identifiquem padrões e tendências durante a leitura, e trabalhem com dados mais complexos na construção, refletindo sobre as relações entre as variáveis. A leitura dos gráficos de linha, por sua vez, envolve a interpretação de tendências e variações, enquanto a construção introduz a coleta de dados ao longo de períodos.

Essa abordagem progressiva visa construir uma base sólida nas habilidades gráficas, aumentando gradualmente a complexidade para que os alunos se tornem proficientes na leitura e construção de gráficos, desenvolvendo um entendimento mais profundo dos dados e de suas representações visuais.

5

Compreensão de textos multimodais – integração entre informação linguística e visual

Na leitura de textos multimodais que envolvem textos e imagens uma questão central diz respeito à natureza das representações produzidas pelo processamento visual e do processamento linguístico e de como se dá essa integração. Para pensar a integração, é necessário, antes de mais nada, considerar se as diferentes modalidades semióticas teriam representações distintas.

Nesse sentido, iremos abordar inicialmente duas propostas sobre a natureza das representações resultantes do processamento visual: uma que considera que o *output* do processamento visual teria uma natureza imagética, distinta da natureza das representações resultantes do processamento linguístico - a Teoria de Codificação Dual (TCD), de Paivio (1986) - e outra que irá assumir que o *output* do processamento visual seria uma representação abstrata, proposicional, similar à representação resultante do processamento linguístico - a proposta de Pylyshyn (1978; 1981; 1984; 2003).

Na sequência, iremos apresentar dois modelos que buscam explicar como se dá a integração entre informação linguística e visual - os modelos de Almeida et al. (2019) e de Schnotz (2014). Esses modelos servirão de base para a discussão posterior voltada para a integração texto-gráfico.

5.1. Teoria de Codificação Dual

A teoria da codificação dual, proposta por Paivio (1986), sugere a existência de um canal duplo de processamento distintos - processamento visual de ilustrações, animações, vídeo ou texto na tela; e processamento auditivo de narração ou sons não verbais. Neste modelo, o processamento visual resulta em

representações imagéticas, que são diferentes das representações proposicionais (composta por predicador e argumentos) geradas pelo processamento linguístico.

Ambos possuem uma capacidade limitada e possibilitam uma codificação dupla da informação, já que um conceito representado por uma imagem pode ser convertido em um rótulo verbal e vice-versa, devido à interconexão entre os sistemas. Além disso, eles podem funcionar de maneira complementar. Esses achados foram generalizados, levando à conclusão de que a integração de texto e imagem é um fator que facilita a aprendizagem. Paivio (1991) também constatou que os sistemas de representação verbal e não verbal, quando analisados separadamente, permitem que palavras evoquem imagens e vice-versa. Embora atuem de forma independente, existem conexões referenciais entre eles, assim como entre as representações dentro de cada sistema (Clark & Paivio, 1989). As representações mentais são ativadas tanto por estímulos linguísticos e visuais quanto por associações referenciais indiretas, o que torna mais fácil recordar informações armazenadas em ambos os sistemas em comparação com informações de um único sistema.

A teoria da codificação dual (TCD) possui perspectivas estruturais e funcionais. A perspectiva estrutural aborda a natureza multimodal das representações de código duplo e suas complexas interconexões. Por outro lado, a perspectiva funcional destaca os diversos papéis adaptativos atribuídos aos sistemas de codificação dual (Paivio, 2007). A função comunicativa da linguagem é um aspecto fundamental desta teoria, definindo a linguagem humana como "um sistema de comunicação biológico especializado para a transmissão de informações significativas entre pessoas por meio de signos linguísticos" (Paivio & Begg, 1981, p. 14).

De acordo com Paivio (2007), a TCD é baseada na ideia de que o pensamento envolve dois subsistemas cognitivos distintos: um verbal, que lida diretamente com a linguagem, e um não verbal, que se ocupa de objetos e eventos não linguísticos. A TCD é classificada como uma teoria multimodal, pois ambos os sistemas são compostos por unidades representacionais de modalidades específicas e estruturas que refletem características perceptuais e comportamentais de "palavras e coisas", ao invés de meras abstrações. Essas representações estão conectadas à entrada sensorial e aos sistemas de resposta.

Paivio (2007) introduz os termos "*logogen*" e "*imagen*" para distinguir entre as unidades representacionais verbais e não verbais que estão associadas a suas imagens correspondentes. O conceito de *logogen* foi inicialmente apresentado por John Morion em 1969 como uma representação verbal. Os *logogens* podem assumir diferentes modalidades na teoria (visual, auditiva, motora) e são ativados em diversos fenômenos linguísticos, como reconhecimento, memória e produção. Eles refletem a organização interna e o tamanho variável das unidades da linguagem quando percebidas e produzidas, formando estruturas hierárquicas sequenciais, nas quais unidades maiores se compõem de combinações de unidades menores. É importante destacar que os *logogens* não têm significado a menos que estejam conectados a outras representações verbais e não verbais; seu significado é contextual e depende do reconhecimento e da disponibilidade em contextos apropriados.

O termo "*imagen*" foi utilizado pela primeira vez por Paivio (1978) para se referir às unidades representacionais que geram imagens mentais conscientes quando ativadas. Essas imagens também são utilizadas em reconhecimento perceptual, memória e outros processos cognitivos relacionados a objetos não verbais, apresentando modalidades distintas. A estrutura hierárquica das imagens na TCD acomoda diferentes níveis e conjuntos de objetos e cenas. Imagens visuais e táteis são organizadas de forma hierárquica e síncrona, significando que todas as partes estão disponíveis para processamento simultaneamente, mas não acessíveis de uma vez. Pode-se focar em partes das imagens mentais, explorando padrões disponíveis, o que não limita o processo sequencialmente, permitindo acesso em qualquer ordem. Em contraste, as unidades linguísticas são organizadas sequencialmente, o que limita seu processamento verbal na compreensão auditiva, leitura e fala.

As imagens possuem propriedades análogas, enquanto as representações linguísticas são arbitrárias. As imagens mantêm uma relação não arbitrária com objetos perceptuais, ao passo que a arbitrariedade é uma característica das unidades linguísticas.

A relevância dessas considerações para a pesquisa em questão reside na possibilidade de se contemplar uma representação de ordem mais abstrata, que permitiria integrar os resultados do processamento nos módulos linguístico e visual.

No desenvolvimento deste trabalho, essa questão será abordada. Será proposta uma explicação alternativa para a interface entre linguagem e visão, que não requer a postulação de módulos híbridos. De acordo com essa explicação alternativa, representações de ordem proposicional poderiam ser geradas tanto pelo processamento de uma sentença quanto pelo processamento de uma imagem, seguindo a proposta de Pylyshyn sobre percepção e representação de estímulos visuais.

5.2. Modelo de representação proposicional

A experiência de imaginar algo é similar à de ver, o que levanta questões sobre como representamos mentalmente essas imagens. Existem duas teorias principais: a teoria das representações pictóricas, que afirma que as imagens mentais se assemelham a objetos reais e a teoria da representação proposicional, defendida por Pylyshyn, que considera as imagens mentais como descrições abstratas representadas por símbolos, não sendo necessariamente parecidas com os objetos.

Na figura 6, temos uma ilustração da teoria das representações pictóricas em que a imagem mental que um gato forma ao observar o canto da parede se assemelha à imagem real do objeto, quase como uma fotografia. No entanto, Pylyshyn contesta a noção de que as representações mentais sejam analógicas, argumentando que a correspondência entre as operações no mundo e as operações mentais é apenas parcial; ou seja, apenas certos aspectos de algumas operações físicas têm correspondências.

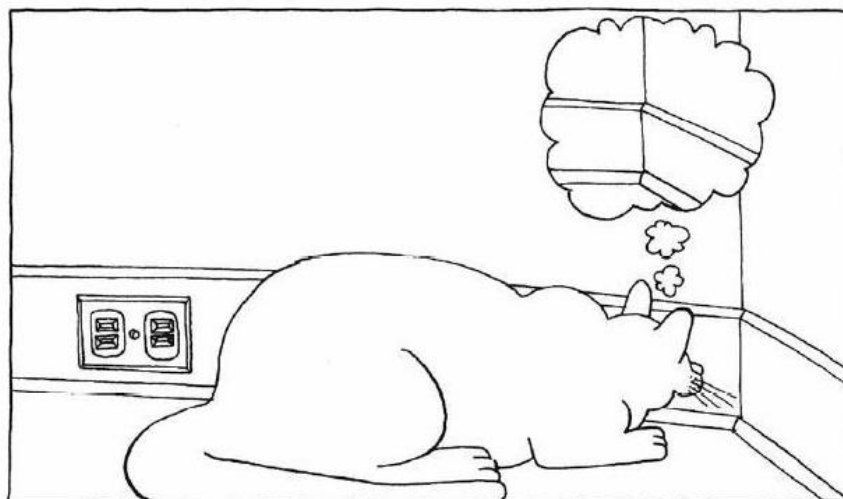


Figura 6. Concepção de representação mental pictórica (Pylyshyn, 2003).

Pylyshyn argumenta que a percepção visual é independente de influências cognitivas, funcionando como um sistema autônomo. Ele distingue dois estágios de processamento: um pré-perceptivo, onde crenças e expectativas influenciam a seleção de estímulos, e um pós-perceptivo, onde decisões sobre a categoria e função do estímulo são feitas.

Em sua abordagem, Pylyshyn rejeita a ideia de que imagens mentais são analógicas, propondo que elas são representações proposicionais que se referem a conceitos e entidades de maneira mais abstrata. Ele também introduz a "hipótese nula", sugerindo que os processos mentais associados às imagens não são diferentes de outros processos cognitivos.

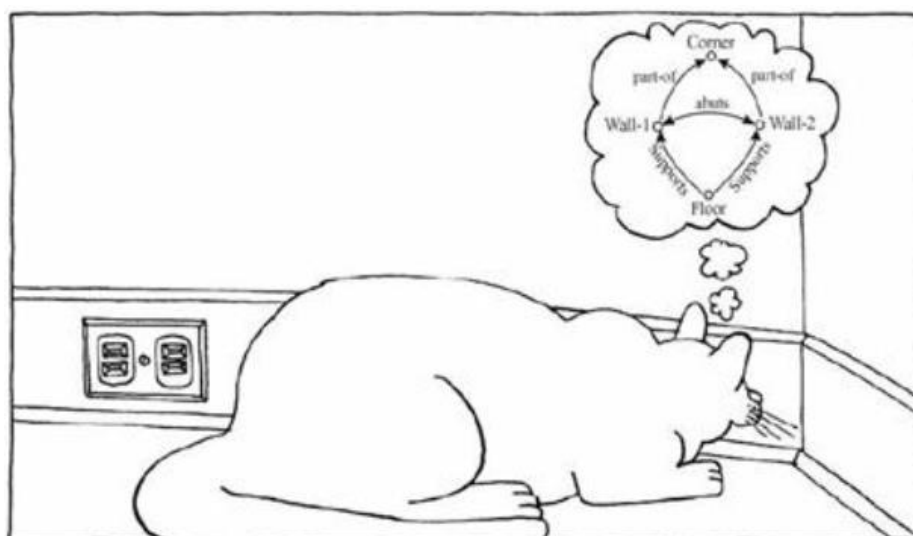


Figura 7. Concepção de representação proposicional (Pylyshyn, 2003).

Diferentemente da figura 6, a figura 7 ilustra um exemplo da representação proposicional proposta por Pylyshyn, que retrata o mundo real através de símbolos e proposições. Nesse caso, a imagem mental não se assemelha ao objeto analisado, sendo, portanto, mais abstrata. Segundo o autor, a informação é armazenada como uma descrição estrutural, que pode ser caracterizada por padrões e abstrações variáveis com base nos conceitos disponíveis.

Assim, este trabalho segue os princípios de Pylyshyn, considerando as representações mentais como proposicionais e abstratas, em contraste com a visão de Paivio, que as vê como verbais e imagéticas. Iremos detalhar este ponto na seção seguinte.

5.3. Modelos de integração entre texto e imagem

Nesta seção apresentaremos duas propostas que buscam caracterizar como se daria o processo de integração entre texto e imagem no processo de compreensão multimodal: as propostas de Almeida *et al.* (2019) e de Schnotz (2014). Essas propostas assumem a existência de dois sistemas de *input* autônomos – um sistema linguístico, que processa informação verbal, e um sistema visual, que processa informação de natureza imagética. Os *inputs* de natureza linguística e visual são processados nesses sistemas em paralelo, de modo independente. Esses trabalhos estão em conformidade com a teoria de Pylyshyn (2007), que propõe que o produto final do processamento no módulo visual teria uma natureza proposicional. Uma proposição é composta pela relação de predicados e argumentos, que estariam presentes na base de representações de natureza visual e também linguísticas.

Almeida et al. (2019), baseados em estudos da ciência cognitiva, consideram que há um certo consenso de que as informações provenientes de sistemas computacionais distintos precisam ser integradas em algum nível de processamento e que essa integração precisa ter um código representacional comum. Os autores propõem um modelo em que a codificação das informações, num estado inicial, ocorre de maneira encapsulada de acordo as especificidades de decodificação de cada registro sensorial. Cada sistema modular possui uma arquitetura cognitiva que será sensível às propriedades formais da informação que computa.

A figura 8 a seguir apresenta o modelo de Almeida et al. (2019). Os autores assumem que há dois sistemas de input principais autônomos - o sistema visual e o de input linguístico - que alimentam um sistema conceitual central, o qual, por sua vez, atualiza dinamicamente as representações acessadas no buffer conceitual de curto prazo (*conceptual short term buffer* - CSTB). Argumentos e predicados são os blocos básicos das representações linguísticas e também das visuais. O *buffer* conceitual integra relações de predicado-argumento computadas a partir de ambos os sistemas, baseando-se no conhecimento dos sistemas de entrada sobre objetos e disposições de cenas, no fluxo visual, e no léxico e na gramática, no fluxo linguístico.

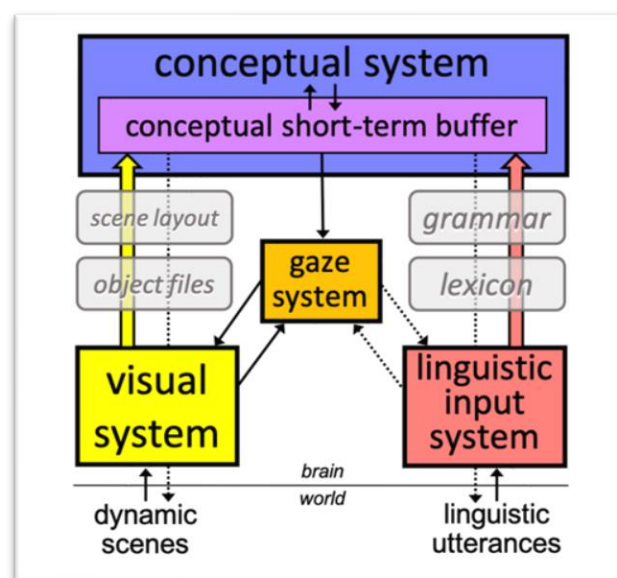


Figura 8: Representação esquemática da arquitetura de processamento modular com interação entre linguagem e visão (reproduzida de Almeida, 2019).

O modelo acima permite explicar os resultados do estudo em que manipulou cenas e sentenças dinâmicas realistas com o objetivo de compreender a interação entre representações linguísticas e visuais em situações do mundo real, utilizando o rastreador ocular. Participaram do estudo 38 alunos da Universidade de Concórdia (32 mulheres), com idade média de 22 anos (DP=03). Os autores monitoraram os movimentos oculares dos participantes enquanto estes assistiam a vídeos de cenas cotidianas e ouviam frases que descreviam as cenas. Dois tipos de verbos foram utilizados nas representações linguísticas: os verbos causativos (ex. quebrar) e os verbos perceptivos/psicológicos (ex. examinar). Também foi uma variável independente do estudo a ação/movimento do agente no evento em

desenvolvimento. As cenas retratavam eventos em que os agentes se moviam em direção a um objeto-alvo (sempre o referente do substantivo-complemento do verbo), afastavam-se dele ou permaneciam neutros realizando uma atividade específica (como cozinhar). Os resultados indicaram efeitos do movimento do agente, mas restrições semânticas fracas dos verbos: os verbos causativos atraem mais atenção para os possíveis referentes de seus complementos gramaticais do que os verbos de percepção, mas isso foi observado apenas quando o agente se move em direção ao objeto-alvo. Crucialmente, não foram encontrados movimentos oculares antecipatórios dirigidos pelo verbo em direção ao objeto-alvo, ao contrário de estudos que utilizam cenas não naturalísticas e estáticas. Segundo os autores, os resultados do experimento sugerem que a atenção visual e o processamento linguístico podem ser computados de forma independente e em paralelo, na construção de representações dinâmicas de eventos. Essa aparente dissociação dos processos linguísticos e visuais durante os primeiros momentos da percepção linguística e visual da cena pode ser mais uma indicação de que os dois sistemas são modulares, em vez de interativos, e que a interação ocorreria numa fase posterior.

Para Schnotz (2014), a compreensão multimídia pode fazer uso de múltiplas modalidades sensoriais combinadas com diferentes formas de representação. A arquitetura do modelo de compreensão é composta de registros sensoriais específicos de modalidade, memória de trabalho e memória de longo prazo. O autor considera dois níveis de processamento: um estágio inicial, mais superficial (inclui análises de recursos não-verbais visuais ou acústicos) e estágio secundário, no qual há um processamento mais profundo.

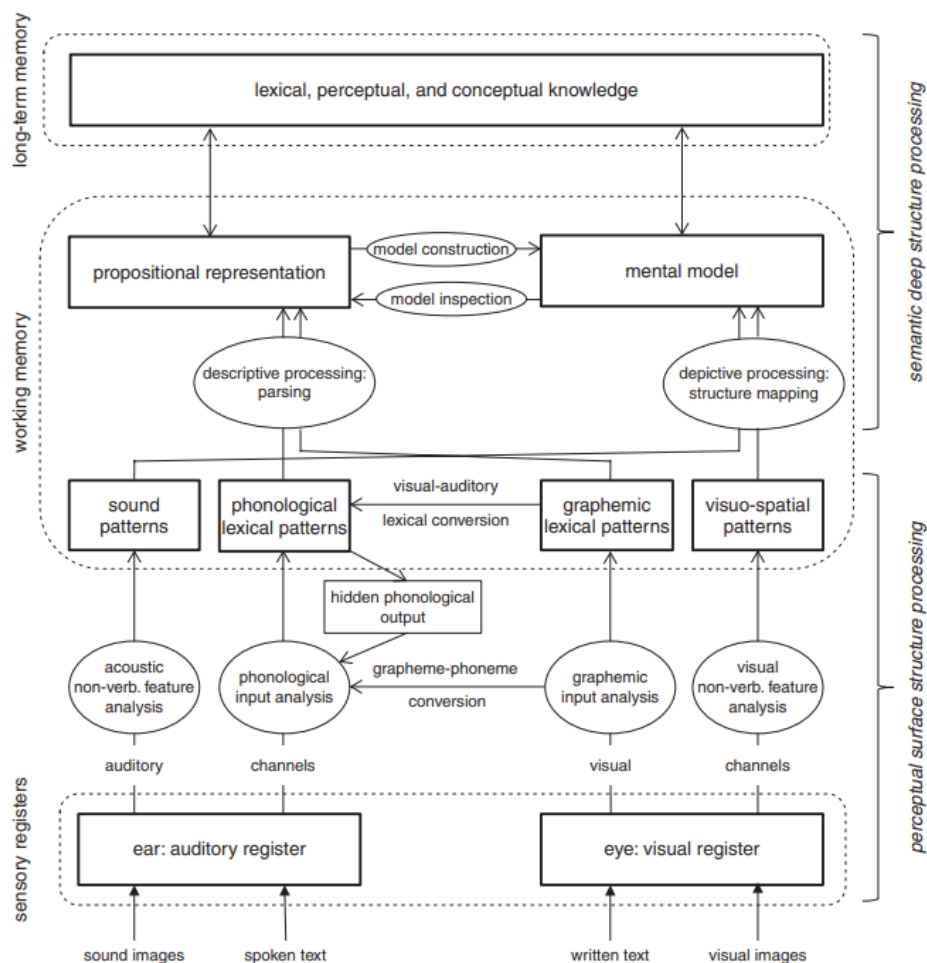


Figura 9: Modelo de Integração de Texto e Imagem (MITI). Fonte: SHNOTZ, 2014, p.83.

Essa ideia de arquitetura cognitiva parte do pressuposto de que a articulação do texto e imagens não deve ser feita de maneira aleatória. Nesse sentido, o autor, baseado no Modelo de Integração de Texto e Imagem (MITI) (representado na figura 9), elencou quatro efeitos de interferência na combinação: sequenciamento, redundância verbal entre modalidades, mapeamento estrutural e economia cognitiva. O sequenciamento se refere ao impacto da posição da imagem dentro do texto. Estudos mostraram que é melhor apresentar uma imagem antes de um texto correspondente do que depois (Kulhavy, Stock e Caterino, 1994, *apud* Schnotz, p.91, 2014), pois a imagem provavelmente interferirá no modelo mental construído anteriormente com base no texto. E, portanto, a interferência seria evitada quando a imagem fosse apresentada antes do texto. O efeito de redundância verbal entre modalidades refere-se à apresentação de imagens, simultaneamente, com texto escrito e texto falado. Segundo o MITI, indivíduos aprendem melhor com imagens combinadas com apenas texto falado ou apenas escrito. Isso acontece porque,

mesmo que o mesmo texto seja apresentado de forma auditiva, é difícil para os alunos ignorarem um texto escrito apresentado simultaneamente. Além disso, há um problema de sincronização entre ouvir e ler. Quanto ao mapeamento de estrutura, este se refere à escolha adequada da imagem para cada tipo de tarefa, pois esse fator pode interferir na compreensão e na construção de um modelo mental. E o quarto efeito, economia cognitiva, diz respeito aos custos cognitivos na compreensão das representações. No caso de compreensão de múltiplos textos e imagens, os benefícios e os custos de processar uma fonte de informação dependem da facilidade ou dificuldade de utilização dos canais sensoriais e representacionais correspondentes. Quando mais representações sobre um tópico são processadas, é possível que o benefício adicional para a compreensão não compense os custos cognitivos adicionais. Se os benefícios do processamento de uma fonte de informação adicional forem menores do que os custos necessários, o aprendiz seguirá o princípio da economia cognitiva e não se envolverá no processamento cognitivo adicional. Em vez disso, a pessoa considerará apenas algumas representações e ignorará as outras.

Integração entre informação linguística e visual na leitura de gráficos

Este capítulo apresenta o conceito de "constelação texto-gráfico" proposto por Acartürk (2009), que busca desenvolver uma arquitetura computacional para a compreensão integrada de textos e gráficos. O autor amplia as abordagens de Kosslyn (1989) e Pinker (1990), que se concentraram na percepção de gráficos sem considerar sua estrutura.

Acartürk argumenta que a compreensão multimodal de constelações texto-gráfico requer a construção de correspondências entre entidades linguísticas, gráficas e de domínio. Seu foco são os gráficos de linha, para os quais ele propõe um arcabouço teórico que inclui entidades linguísticas, visando uma compreensão mais abrangente.

Tomando como base a proposta de modularidade representacional de Jackendoff (1996, 2002), Acartürk investiga como a interação entre linguagem e gráficos pode ser otimizada.

A teoria da modularidade representacional, proposta por Ray Jackendoff (1996), apresenta uma visão inovadora sobre a organização da mente e o processamento de diferentes tipos de informações. Segundo Jackendoff, a mente humana é composta por módulos distintos que operam de maneira autônoma, mas também interagem entre si, desafiando a visão tradicional de uma cognição homogênea. Ele sustenta que a modularidade é uma característica essencial da forma como o conhecimento é representado.

Cada módulo é responsável por um tipo específico de informação, como linguagem, percepção ou conhecimento espacial, permitindo um processamento cognitivo mais eficiente. Entretanto, a interdependência entre os módulos é fundamental, Jackendoff ressalta que a cognição resulta da interação dinâmica de

múltiplas representações. Essa interação é crucial para a nossa compreensão do mundo.

Além disso, Jackendoff propõe que a mente codifica informações em formatos distintos, que ele chama de “linguagens da mente”. Cada módulo pertence a um domínio específico e é encapsulado informacionalmente, conforme sugerido por Fodor (1983). Contudo, os módulos de Jackendoff diferem dos de Fodor, pois são definidos pelas representações que processam, e não apenas pelas funções de entrada e saída de informação. Isso implica a possibilidade de existência de módulos híbridos, como um módulo sintático-fonológico ou um módulo semântico-sintático, que integram informações de diferentes níveis de codificação.

Jackendoff enfatiza a necessidade de uma teoria da comunicação intermodular para descrever como os módulos interagem, especialmente entre os da linguagem e da visão. Ele argumenta que cada nível de representação possui suas próprias informações, e que os módulos de interface comunicam aspectos específicos dessas informações para os níveis subsequentes. Portanto, os módulos representacionais não são completamente isolados, eles recebem informações através de módulos de interface e são influenciados por outras partes da mente.

A teoria de Jackendoff estabelece uma interface entre estruturas conceituais e espaciais, fundamentais para a interação entre sistemas linguísticos e visuais.

A estrutura conceitual é uma forma de codificação do significado linguístico que é independente da língua em que esse significado é expressado. Ela é composta por características primitivas e funções, permitindo uma representação algébrica dos conceitos. Essa estrutura considera que os itens lexicais possuem decomposições que incorporam diversas distinções não sensoriais, incluindo aspectos como relações taxonômicas e predicados sociais. Além disso, ela é essencial para entender significados de maneira mais abstrata e detalhada.

A representação espacial, por sua vez, é responsável pela codificação de objetos e suas configurações no espaço. Diferente das imagens, que são restritas a um ponto de vista específico, as representações espaciais oferecem uma visão mais abrangente e podem incorporar informações de diferentes modalidades sensoriais.

A interface entre a estrutura conceitual e a representação espacial atua como um elo de ligação fundamental entre os sistemas linguístico e visual. Essa interface permite a comunicação entre os dois níveis, compartilhando a noção básica de um

objeto físico, que é representado como uma unidade geométrica na representação espacial e como um tipo de constituinte algébrico na estrutura conceitual.

Isso significa que, enquanto a estrutura conceitual organiza o significado em termos de características e funções, a representação espacial fornece um contexto visual que ajuda a entender esses conceitos de maneira mais dinâmica e prática. Ambas compartilham elementos como a noção de lugar e caminho, fundamentais para a compreensão semântica. Assim, a interface possibilita que os dados de uma área influenciem e integrem a outra, criando um sistema cognitivo mais coeso e eficaz.

Acartürk considera que a correspondência entre essas entidades é a base comum para representações multimodais, propondo uma arquitetura cognitiva que descreve os processos de compreensão resultantes da interação entre os módulos linguístico e gráfico.

6.1. O modelo de arquitetura cognitiva proposto por Acartürk

Acartürk apresenta o processamento específico de modalidade de entidades linguísticas e gráficas em um diagrama de fluxo de informação (figura 10).

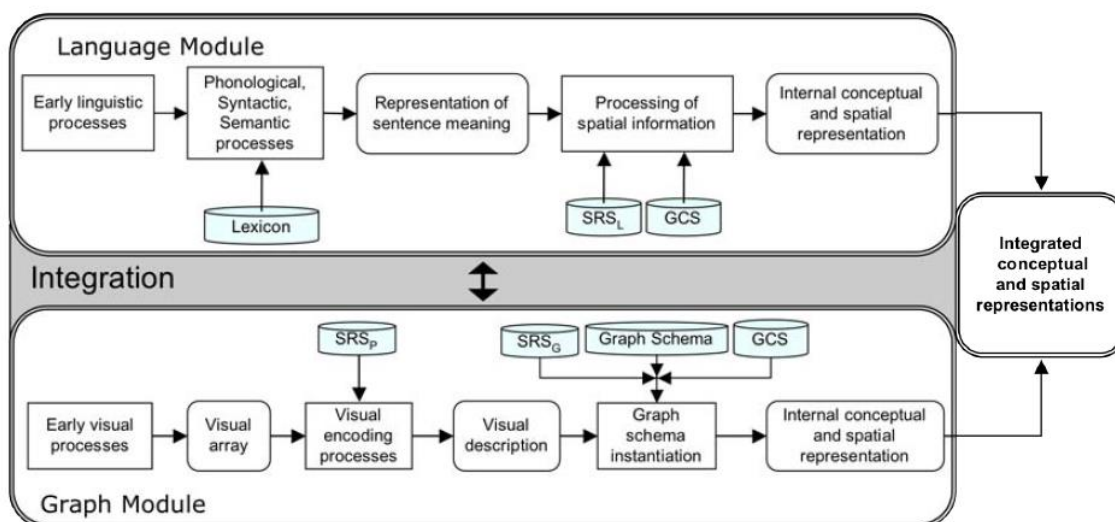


Figura 10: A arquitetura computacional para a compreensão multimodal de constelações texto-gráficas. Fonte: Acartürk, 2009, p.74.

No diagrama acima, os processadores específicos de modalidade são representados por retângulos, as representações por retângulos curvados, e as fontes

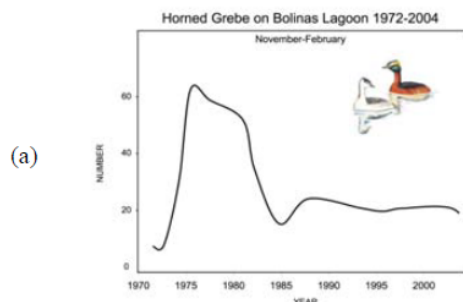
de conhecimento por formas cilíndricas. Os processadores estão agrupados em dois módulos principais: o módulo de linguagem e o módulo gráfico. As setas indicam o fluxo de informação. O termo "integração" refere-se ao fluxo de informações provenientes das duas representações, resultando em representações conceituais e espaciais integradas. Na área entre os módulos de linguagem e gráfico, o fluxo de informação é mostrado com uma seta bidirecional. As representações conceituais e espaciais integradas—ou simplesmente representações integradas—também são ilustradas por um retângulo curvado.

O módulo de linguagem converte as informações geradas por representações linguísticas externas (ou seja, palavras, frases e sentenças) em representações conceituais e espaciais internas. O termo "processos linguísticos iniciais" refere-se a processos pré-morfológicos que ocorrem nas fases iniciais da compreensão da linguagem. Os processos fonológicos, sintáticos e semânticos são regidos por um conjunto de regras e restrições — frequentemente denominado gramática — além de processos de recuperação de memória e raciocínio que utilizam conhecimento sobre o mundo.

O módulo do gráfico, por sua vez, proposto por Acartürk é uma adaptação mais elaborada da arquitetura da compreensão gráfica de Pinker (1990). O módulo envolve processos de codificação visual que convertem informações visuais em representações internas. As representações integradas resultantes unem elementos linguísticos e gráficos, criando uma base conceitual comum para a compreensão em constelações texto-gráfico. No modelo de arquitetura cognitiva de Acartürk, assume-se que a interação ocorre no nível conceitual. A compreensão de constelações texto-gráfico requer uma articulação entre modos semióticos distintos, ou seja, entre as informações linguísticas e visuais. Para isso, os leitores devem estabelecer correspondências entre as entidades gráficas e linguísticas, utilizando seu conhecimento do esquema gráfico (Acartürk et al., 2008; Acartürk, 2009; Acartürk & Habel, 2012). Baseando-se na hipótese da modularidade representacional (Jackendoff, 1996, 2002), as ligações referenciais entre essas entidades são estabelecidas por meio desse esquema, refletindo-se nas estruturas conceituais e espaciais.

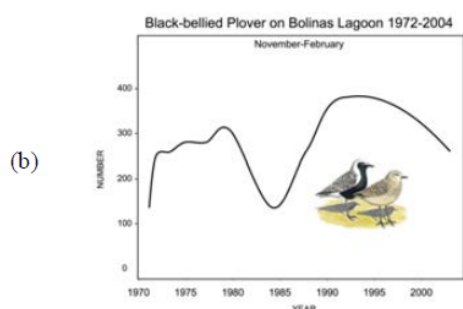
Esse processo envolve a construção de ligações referenciais, permitindo que expressões linguística, como frases que indicam tendência, como “O aumento da

taxa...”, se conectem a dados gráficos, facilitando a correferência e a coerência do texto.



Bolinas Lagoon Population Trends

From a peak of about 60 wintering birds in 1976, numbers have declined to about 20 birds currently.



Bolinas Lagoon Population Trends

The Black-bellied Plover population has peaked twice in the past 35 years on Bolinas Lagoon. In 1980, the population peaked at 300 birds. After a drop to 120 in 1985, the population rebounded to 400 in 1995. Over the past ten years, the population has been decreasing. In 2005, there were about 260 Black-bellied Plovers on the lagoon.

Figura 11: “Duas amostras de constelações texto-gráficas do “Censo de Aves Aquáticas na Lagoa Bolinas, Condado de Marin, CA”, pela Divisão de Ecologia de Zonas Úmidas, Observatório de Aves de Point Reyes (PRBO) Ciência da Conservação (reproduzidas com base nos originais). O gráfico e o parágrafo na figura foram colocados lado a lado para fins de demonstração. Consulte o relatório do censo para os originais: <http://www.prbo.org/cms/366>, acessado em 25 de setembro de 2009. Cada constelação inclui um gráfico de tendência populacional que retrata o número de aves invernantes na lagoa e declarações verbais sobre a tendência populacional.” (Acartürk, 2009, p.67, tradução da autora.)

O exemplo da figura 11, apresentado por Acartürk ilustra essa dinâmica. Vemos que a palavra “*PEAK*” pode referir-se tanto ao pico visualizado no gráfico quanto ao conceito de pico no contexto discursivo. Outro exemplo é o uso do verbo “*declined*” na frase “*From a peak of about 60 wintering birds in 1976, numbers have declined to about 20 birds currently*”, que indica uma diminuição de valores ao longo do tempo, que podem ser representados graficamente.

O léxico, portanto, atua como um mapa entre palavras e seus significados, conectando estrutura conceitual (CS) e estrutura espacial (SpS). As expressões linguísticas, como substantivos de forma (pico), verbos de mudança espacial (diminuiu), portanto, ajudam a estruturar essa relação, introduzindo modificações que clarificam a direção e o valor da mudança.

Estudos sobre compreensão/interpretação de gráficos

Neste capítulo, serão apresentados alguns estudos realizados no Brasil e no exterior que têm os gráficos como foco de investigação. Os trabalhos foram selecionados em função de sua relevância na literatura sobre gráficos e/ou relação com os aspectos envolvidos na compreensão multimodal de constelações texto-gráfico examinados na presente dissertação. Como será explanado, os textos enfocam aspectos de natureza *bottom-up*, particularmente aqueles associados aos estímulos visuais dos componentes dos gráficos, e/ou fatores de natureza *top-down*, relacionados a conhecimento sobre representações gráficas ou mesmo familiaridade com gráficos particulares, conhecimento de mundo associado ao conteúdo representado pelo gráfico ou acionado a partir de material linguístico, entre outros.

Conforme comentado no capítulo introdutório, são poucos os estudos brasileiros voltados para a investigação de constelações texto-gráfico a partir de uma abordagem cognitiva ou psicolinguística. Há trabalhos na área da Linguística Aplicada e da Linguística Sistêmico Funcional. Assim, nesta seção, daremos destaque aos poucos estudos nacionais que se ocupam da integração entre texto e gráfico buscando explorar os fatores que podem afetar esse processo e que podem representar custo cognitivo para o leitor. Optamos por comentar esses estudos na última parte desta seção, dando destaque para os experimentos por mim conduzidos no âmbito de trabalhos de Iniciação Científica, os quais são particularmente relevantes para o primeiro experimento desta dissertação.

Dentre os estudos internacionais voltados à investigação da cognição envolvida na leitura de gráficos, o trabalho de Zacks e Tversky (1999) se destaca por explorar como convenções gráficas influenciam a forma como os dados são interpretados em tarefas *off-line*. Um aspecto importante a ser levado em conta na avaliação do desempenho na leitura de gráficos é o tipo de tarefa. A pesquisa de Zacks e Tversky (1999), envolvendo tarefas *off-line*, como respostas a perguntas

interpretativas e desenhos, investigou as convenções conhecidas como “Barra/Linha”. Essas convenções sugerem que as pessoas tendem a interpretar informações apresentadas em colunas como oriundas de variáveis discretas, enquanto as informações em linhas são vistas como derivadas de variáveis contínuas. Isso deve se refletir na forma como descrevem as relações representadas. Para testar essa hipótese, os autores conduziram três experimentos.

No primeiro, 69 alunos de graduação da Universidade de Stanford participaram. Os estímulos eram compostos por gráficos desprovidos de rótulos, mas com 2 pontos, um mais alto e outro mais baixo. O ponto de dados a esquerda foi identificado como "A" e o da direita identificado como "B". Um fator crítico foi manipulado: os participantes viram, em folhas de papel, uma versão do gráfico desenhada como um gráfico de colunas ou como um gráfico de linha (ver exemplo na Figura 12). Abaixo de cada gráfico estava a instrução: "Descreva em uma frase o que é mostrado no gráfico acima:" (tradução nossa).

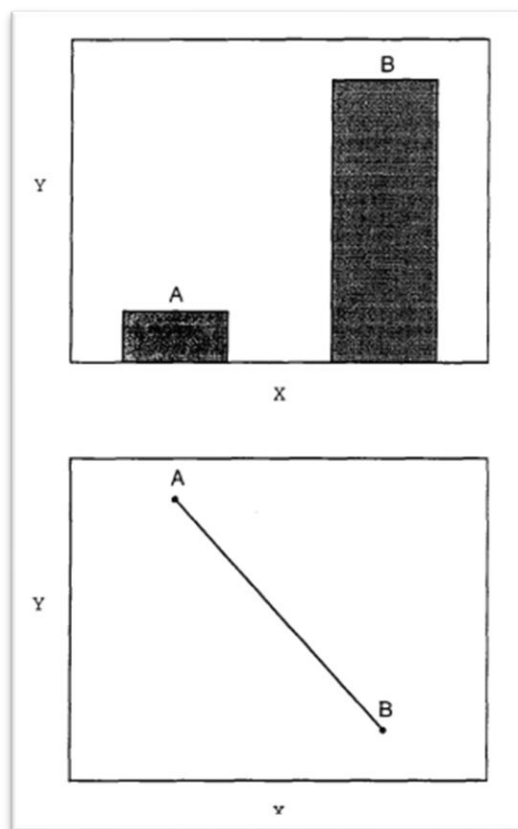


Figura 12: Exemplos de estímulos de gráfico de barra e de linha usados no Experimento 1 (Zacks e Tversky, 1999).

As respostas foram classificadas como uma comparação – quando na descrição eram utilizados termos como “mais”/ “menos”, “mais alto”/ “mais

baixo”, “maior”/ “menor”, “mais forte”/ “mais fraco”, referindo-se a dados discretos. Ou como uma descrição de tendência – quando usaram termos como “função”, “relação”, “correlação”, “varia”, “tendência”, referindo-se às mudanças contínuas nas variáveis. Os pesquisadores concluíram que, em 59 das 69 respostas, os gráficos de barra foram descritos como comparação discreta e os de linha foram descritos como tendência. Para ilustrar, um exemplo de resposta de comparação discreta foi "A é uma quantidade maior de Y do que B". Um exemplo de descrição de tendência foi “"À medida que x aumenta no valor, y aumenta".

No experimento 2, por sua vez, foram acrescentados ao estímulo traços do mundo real, a fim de verificar se as descrições dos dados, em cada tipo de gráfico, se mantinham. Nesse sentido, o título do eixo y passou a expressar “altura” (variável contínua - podem assumir um número infinito de valores entre quaisquer dois outros) e os rótulos do eixo x, apresentavam informações de gênero (variável discreta) ou idade (variável contínua). Neste experimento, participaram 106 alunos da mesma instituição, os quais foram expostos a gráficos semelhantes ao experimento 1, mas com as alterações dos rótulos (ver Figura 13). Os participantes descreveram as interações que viram retratadas nos gráficos de barra preferencialmente como comparações entre dados discretos: “A altura do homem é maior do que a da mulher”, por exemplo. E as interações que viram retratadas nos gráficos de linha, como tendências: “O gráfico mostra uma correlação positiva entre os aumentos de idade e altura de uma criança entre as idades de 10 e 12 anos.", por exemplo.

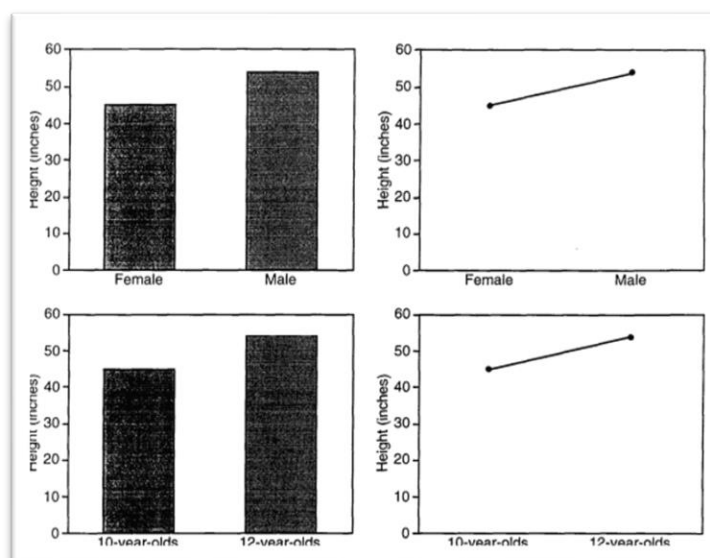


Figura 13: Exemplos de estímulos de gráfico de barra e de linha usados no Experimento 2 (Zacks e Tversky, 1999).

E, por fim, o experimento 3 buscava identificar se os participantes eram sensíveis a essas convenções. Para isso, 99 alunos da Universidade desenharam um gráfico com base em uma descrição de um padrão de dados (iguais ao do experimento 2) junto com uma moldura para um gráfico. Os resultados do experimento 3 refletem o experimento 2, pois, dada uma descrição discreta, os participantes tendiam a desenhar gráficos de colunas; dada uma descrição contínua, eles tendiam a desenhar gráficos de linha.

Além dos estudos que enfatizam os efeitos do formato gráfico sobre a interpretação de dados — como o de Zacks e Tversky (1999), que evidenciou a força das convenções visuais de barra e linha na ativação de diferentes inferências cognitivas —, é importante considerar abordagens que investigam a integração entre componentes linguísticos e gráficos, especialmente em contextos que simulam mais de perto a complexidade de materiais multimodais reais. Nessa perspectiva, destaca-se a dissertação de Acartürk (2009) que representa uma contribuição significativa para o estudo da integração entre estímulos visuais e linguísticos, bem como para a compreensão multimodal. Em sua pesquisa, Acartürk conduziu cinco experimentos que investigaram como a quantidade de sentenças-alvo, a complexidade sintática e a ordem temporal entre o texto e o gráfico influenciam os padrões de fixação visual e a construção de sentido em arranjos multimodais. Esses efeitos foram analisados principalmente por meio de rastreamento ocular (*gaze shifts* e regressões) durante a leitura de constelações texto-gráfico. Complementarmente, foram utilizados métodos como análise de recordações e relatórios subjetivos dos usuários, evidenciando como os leitores integram informações provenientes de diferentes modalidades para construir interpretações coerentes, mostrando ainda que alterações em uma modalidade podem impactar significativamente a compreensão da outra.

Para ilustrar a técnica empregada, detalharemos o primeiro estudo, que serviu como ponto de partida para o Experimento 2 desta dissertação (descrito no Capítulo 8, seção 8.2). Os demais estudos serão brevemente reportados. O primeiro estudo teve como objetivo principal investigar como ocorre a integração de informações oriundas de elementos linguísticos e gráficos em constelações texto-gráfico, considerando diferentes condições experimentais relacionadas às

sentenças-alvo e aos gráficos apresentados. A hipótese de trabalho era que o aumento do número de sentenças-alvo aumentaria proporcionalmente o número de deslocamentos oculares (gaze shifts) para o gráfico, refletindo maior esforço de integração entre texto e imagem. Esperava-se também que os gráficos, enquanto representações visuais mais diretas, favorecessem a retenção de informações em relação às sentenças textuais. Isso porque os gráficos, por serem visualmente estruturados, condensados e diretamente associados às variações quantitativas ao longo do tempo, tendem a facilitar o reconhecimento de padrões visuais, como aumentos, diminuições ou flutuações, exigindo menor esforço de decodificação em comparação com a leitura linear das sentenças. Além disso, no experimento, os gráficos estavam organizados de maneira consistente com os conteúdos abordados nas sentenças-alvo, permitindo que os participantes estabelecessem correspondências diretas entre as informações visuais e textuais. Dessa forma, esperava-se que os gráficos funcionassem como um suporte mais eficiente para a retenção da informação, especialmente diante do aumento progressivo do número de sentenças-alvo, que poderia sobrecarregar o processamento textual.

Os estímulos consistiam em gráficos acompanhados de texto, e as variáveis manipuladas incluíam as propriedades visuais dos gráficos de linha e o número de sentenças-alvo no texto. Cada texto incluía três tipos de sentenças: (a) sentenças pré-alvo, que eram irrelevantes para a informação do gráfico; (b) sentenças-alvo, que variavam de 1 a 4, dependendo da condição experimental; e (c) sentenças pós-alvo, que seguiam as sentenças-alvo e também não eram relevantes para a compreensão do gráfico.

Foram definidas quatro condições para as frases alvo (TC1, TC2, TC3 e TC4)²: (TC1) uma única frase alvo; (TC2) a frase da TC1, acrescida de uma segunda frase alvo; (TC3) uma terceira frase alvo adicionada às anteriores; e (TC4) a inclusão de quatro frases alvo. No que diz respeito aos gráficos, três condições

² No experimento, a letra T indica uma *target sentence* (sentença-alvo), ou seja, uma sentença que contém informação diretamente relacionada ao gráfico apresentado. As siglas TC1, TC2, TC3 e TC4 referem-se às diferentes condições experimentais, que variam de acordo com o número de sentenças-alvo incluídas no texto: TC1 (1 sentença-alvo), TC2 (2 sentenças-alvo), TC3 (3 sentenças-alvo) e TC4 (4 sentenças-alvo).

foram estabelecidas (GC1, GC2 e GC3)³: (a) GC1, gráficos com linha curva representando aumento ou diminuição; (b) GC2, gráficos com uma curva flutuante contendo 1 ou 2 picos; e (c) GC3, constelações de curvas que indicavam aumento ou diminuição. Abaixo uma representação esquemática da distribuição das sentenças-alvo nas condições de sentenças-alvo TC-1, TC-2, TC-3 e TC-4.

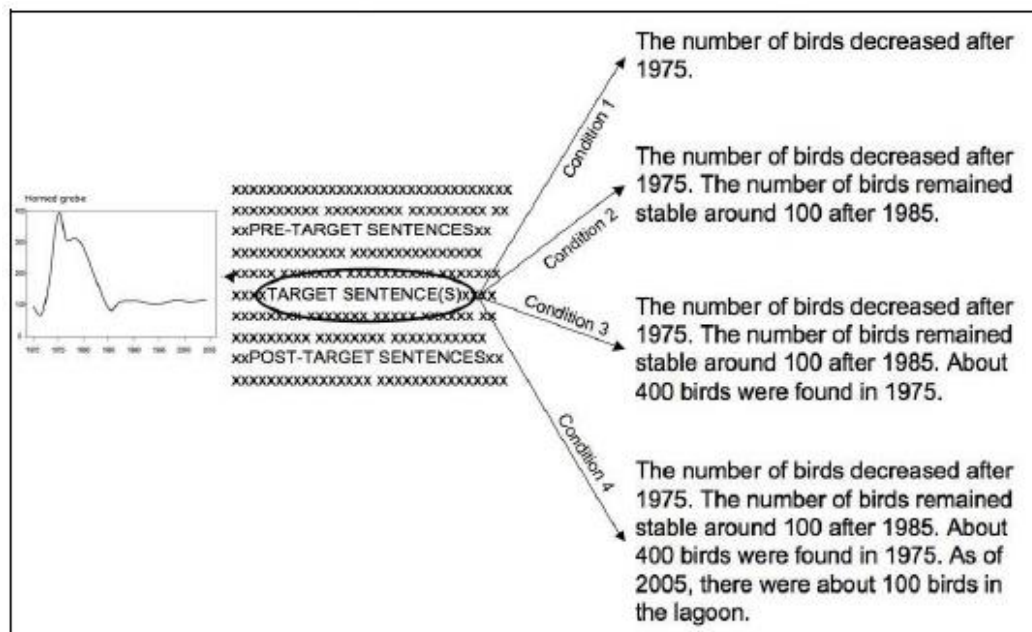


Figura 14: Esquema de distribuição das sentenças-alvo nas condições. Fonte: Acartürk (2009, p. 102).

Participaram do experimento 36 indivíduos, com uma média de idade de aproximadamente 23,3 anos, em sessões individuais. Eles foram instruídos sobre a tarefa a ser realizada e informados sobre o material utilizado. Os participantes foram solicitados a interpretar os gráficos apresentados na sessão introdutória e a relatar quaisquer dificuldades na interpretação dos estímulos. Após a apresentação de cada gráfico, uma pergunta de múltipla escolha precisava ser respondida, sem limite de tempo, e a sessão durou cerca de 20 a 25 minutos. Todos os participantes se consideravam aptos para ler gráficos.

Os resultados mais significativos referem-se à alternância das fixações. Os dados sugerem que, à medida que o número de frases alvo aumenta, ocorre uma maior alternância de fixações entre as áreas do texto e do gráfico, corroborando a

³ A letra G indica o tipo de gráfico utilizado nas condições experimentais. As siglas GC1, GC2 e GC3 correspondem a diferentes condições gráficas: GC1 refere-se a gráficos com uma única linha curva representando aumento ou diminuição; GC2, a gráficos com uma curva flutuante contendo um ou dois picos; e GC3, a constelações de curvas simultâneas que indicam padrões de aumento ou diminuição.

hipótese de que o aumento da quantidade de informação textual demanda maior esforço de integração com os elementos gráficos.

O segundo experimento teve como objetivo examinar o impacto da complexidade sintática nas sentenças-alvo, mantendo os mesmos materiais gráficos do experimento anterior. Para isso, foi utilizada a estrutura coordenada com afixação suspensa⁴ (*suspended affixation*) como construção sintática. Trata-se de uma construção em que afixos gramaticais — como marca de tempo, pessoa ou modo — são omitidos nos primeiros constituintes coordenados e expressos apenas no último, encerrando a cadeia e conferindo-lhe sentido completo. Essa estrutura cria dependência sintática entre os elementos e tende a aumentar a carga de processamento cognitivo. A principal manipulação textual, portanto, consistiu na reformulação das sentenças-alvo para essa estrutura mais exigente do ponto de vista cognitivo. A hipótese era que sentenças mais complexas resultariam em maior carga cognitiva, o que se refletiria em aumento tanto dos deslocamentos oculares ao gráfico (*gaze shifts*) quanto das regressões oculares ao gráfico (voltas do olhar ao gráfico para reprocessamento), indicando maior dificuldade cognitiva na integração multimodal). Supunha-se ainda que essa complexidade interferiria na capacidade de retenção das informações e dificultaria o estabelecimento de relações referenciais claras entre o texto e o gráfico.

Foram recrutados 25 participantes (média de idade: 22,2 anos), e o procedimento seguiu o mesmo protocolo do experimento anterior. As sentenças-alvo foram reestruturadas para apresentar afixação suspensa, especialmente nos blocos com três ou quatro sentenças. Cada conjunto textual foi emparelhado com os mesmos três tipos de gráficos. Além da análise de *gaze shifts*, os participantes responderam a um pós-teste com perguntas sobre aparência, alimentação e interpretação dos gráficos.

Os dados revelaram um aumento significativo nos *gaze shifts* à medida que a complexidade sintática aumentava, especialmente nas sentenças finais. O

⁴ *Suspended affixation* é um fenômeno morfológico característico de línguas aglutinantes, como o turco, em que os afixos (como marcações de caso, plural ou pessoa verbal) são omitidos nas palavras iniciais de uma coordenação e aparecem apenas na última, mas se aplicam a todos os itens coordenados. Por exemplo, na frase turca “*kitap ve defterleri okudum*” (“Li os livros e os cadernos”), os afixos de plural e acusativo são suspensos em “*kitap*” (livro), aparecendo apenas em “*defterleri*” (os cadernos), embora semanticamente valham para ambos. Para uma descrição mais detalhada, ver GÖKSEL, Ashi; KERSLAKE, Celia. *Turkish: A comprehensive grammar*. London: Routledge, 2005.

percentual de regressões chegou a 32,7%, superando os 24,1% do primeiro experimento. Além disso, os participantes tiveram desempenho mais fraco no pós-teste, particularmente nas perguntas sobre aparência das aves, o que sugere que a complexidade sintática prejudicou a retenção de informações anteriores ao trecho-alvo. Os resultados oferecem evidências de que a estrutura sintática afeta diretamente a construção de relações entre texto e gráfico.

O terceiro experimento foi conduzido para eliminar uma limitação metodológica dos dois primeiros: a falta de consistência entre a ordem temporal dos eventos no texto e no gráfico. Assim, as sentenças-alvo foram reorganizadas de modo a seguir estritamente a sequência dos eventos descritos nos gráficos. A complexidade sintática foi mantida baixa, como no Experimento 1, a fim de isolar os efeitos da consistência temporal. A hipótese era de que a consistência temporal entre as modalidades textual e gráfica facilitaria a integração, reduzindo a necessidade de regressões oculares e possibilitando um processamento mais fluente.

Participaram 24 voluntários (média de idade: 22 anos), que passaram pelos mesmos procedimentos e utilizaram os mesmos materiais gráficos, agora com sentenças reordenadas. O número de sentenças-alvo por constelação variava de uma a quatro, e os três tipos de gráficos foram utilizados novamente. A análise focou nos gaze shifts, em regressões e no desempenho no pós-teste, como nos experimentos anteriores.

Os resultados mostraram que o número de gaze shifts continuava a aumentar com o número de sentenças, mas esse aumento foi mais moderado que nos estudos anteriores. A consistência temporal parece ter facilitado a integração das modalidades, reduzindo a necessidade de regressões oculares. O desempenho no pós-teste foi equilibrado entre os tipos de perguntas, sem grandes quedas em função do número de sentenças ou do tipo de gráfico, sugerindo que a consistência entre texto e gráfico teve um papel facilitador na compreensão multimodal.

O quarto experimento repetiu o design do terceiro, mas com aumento da complexidade sintática, reintroduzindo a afixação suspensa coordenada. O objetivo era verificar se a consistência temporal ainda mitigaria os efeitos da complexidade estrutural. A hipótese era que a presença de consistência temporal entre texto e gráfico poderia atenuar, mas não eliminar, os efeitos negativos da complexidade sintática sobre a integração multimodal. Assim, esperava-se um aumento nos gaze

shifts e regressões em relação ao Experimento 3, embora possivelmente menor do que no Experimento 2.

Foram envolvidos 25 participantes (média de idade: 22,2 anos), submetidos ao mesmo procedimento dos estudos anteriores. As sentenças foram modificadas para conter estruturas com três ou quatro cláusulas conectadas e finalizadas com uma única predicação. Os gráficos utilizados seguiram os mesmos moldes das fases anteriores. O rastreamento ocular e os testes de compreensão foram conduzidos conforme o padrão estabelecido.

Os dados mostraram aumento significativo nos gaze shifts nas últimas sentenças, especialmente nas condições com três e quatro sentenças. A porcentagem de regressões chegou a 28,6%, indicando esforço cognitivo maior do que no Experimento 3. Além disso, os participantes apresentaram pior desempenho nas questões sobre aparência, o que sugere que a complexidade sintática impactou a retenção de informações apresentadas antes das sentenças-alvo. Esses resultados corroboram a ideia de que a carga sintática interfere negativamente na integração multimodal, mesmo quando há alinhamento temporal entre as modalidades.

Por fim, o quinto experimento introduziu sentenças com complexidade intermediária, utilizando afixação suspensa parcial. O objetivo era explorar os efeitos graduais da complexidade sintática sobre a integração de informação gráfica e textual. A hipótese era que estruturas com complexidade intermediária exigiriam esforço cognitivo também intermediário, resultando em um padrão proporcional de gaze shifts e regressões em relação aos experimentos anteriores. Supunha-se que essa condição produziria efeitos mensuráveis, mas menos extremos que os observados nas condições de alta complexidade.

Doze participantes foram recrutados (média de idade: 22,1 anos), dos quais 11 completaram o estudo com sucesso. O procedimento e os materiais gráficos foram os mesmos dos experimentos anteriores. As sentenças foram organizadas de forma que apenas as últimas cláusulas de cada bloco tivessem afixação suspensa, reduzindo a carga sintática sem eliminá-la completamente.

Os resultados mostraram um padrão intermediário de gaze shifts e regressões (22,4%), confirmando que a complexidade parcial exige esforço cognitivo, embora menor do que nas estruturas totalmente coordenadas. O desempenho no pós-teste foi estável, sem grandes quedas, mas a amostra reduzida limitou a robustez estatística dos achados. Ainda assim, os dados sugerem uma

relação proporcional entre complexidade sintática e esforço de integração multimodal, validando a hipótese de gradação nos efeitos estruturais sobre a compreensão.

Em conjunto, os cinco experimentos demonstraram como os leitores processam constelações texto-gráfico, evidenciando o impacto das anotações linguísticas, do design multimodal e dos gestos na compreensão e comunicação de informações visuais. As descobertas oferecem insights práticos para o design de materiais educacionais e jornalísticos, enfatizando a importância de equilibrar as demandas cognitivas e facilitar a integração multimodal.

A partir dos resultados dos estudos de Acartürk, que enfatizam o papel da estrutura linguística e da consistência temporal na integração de informações multimodais, observa-se que a compreensão de constelações texto-gráfico depende de uma complexa interação entre fatores perceptuais e cognitivos.

Nesse contexto, é relevante destacar pesquisas que exploram a influência de conhecimentos prévios e habilidades individuais na interpretação de gráficos. Entre esses estudos, o trabalho experimental de Shah e Freedman (2011) se destaca por investigar de forma sistemática como dois tipos de conhecimento *top-down* — a familiaridade com o conteúdo do gráfico e a habilidade geral de compreensão de gráficos — influenciam a maneira como os leitores extraem informações de representações visuais.

O experimento foi realizado com cinquenta e cinco alunos de graduação da Universidade de Michigan, Ann Arbor. Após a realização da tarefa principal, os participantes foram avaliados por meio de um teste de habilidades gráficas composto por 13 questões de múltipla escolha. Com base nesse desempenho, foram divididos em dois grupos: vinte e seis participantes foram classificados como apresentando alta habilidade na leitura de gráficos e vinte e nove como tendo baixa habilidade.

O material criado para o experimento era composto por 14 estímulos - sete deles retratavam dados familiares e os outros sete, dados desconhecidos. Cada estímulo foi traçado em gráfico de colunas e gráfico de linha. Todos os dados retratavam informações sobre conteúdo psicológico que eram tipicamente familiares ou não familiares aos alunos de graduação na amostra. Um pré-teste foi realizado para identificar a familiaridade com os conteúdos. Um exemplo de dados com conteúdo familiar foi o gráfico com os dados sobre “tempo de leitura em voz

alta” (veja Figura 13), “familiaridade da palavra” e “capacidade de leitura”. Um exemplo de conjunto de gráficos desconhecidos foram aqueles com os dados sobre "nível de monitoramento", "raça" e "punição". A tarefa consistia na visualização de gráficos ou de linha ou de barra, em um monitor de computador e no fornecimento de descrições escritas em uma folha de papel fornecida aos participantes. Eles foram atribuídos aleatoriamente à condição de formato (linha ou barra) e informados de que não havia respostas certas ou erradas, mas os experimentadores estavam interessados no que o participante acreditava ser "o ponto ou pontos principais apresentados no gráfico". O experimentador enfatizou que cada participante deveria fornecer entre duas e quatro sentenças sobre cada gráfico e se concentrar no que ele acreditava ser "a informação mais importante no gráfico". Os gráficos foram apresentados na mesma ordem previamente randomizada para cada participante. E, após a tarefa de gráfico, os participantes completaram o teste de habilidades de gráfico e responderam a um questionário breve sobre uso de gráficos e conhecimento na área de matemática.

Esse estudo apresentou dois resultados principais. Primeiro, o conhecimento prévio do conteúdo, bem como as habilidades gráficas, teve uma influência *top-down* na interpretação do gráfico. Especificamente, os participantes fizeram mais descrições de relações entre os dados do eixo x e y e a legenda ao visualizarem gráficos com dados familiares em comparação com a visualização de gráficos com dados desconhecidos. Além disso, participantes com habilidades altas na compreensão de gráficos eram mais propensos a fazer inferências a respeito de efeitos principais entre as variáveis representadas nos gráficos do que participantes com habilidade baixa. Os resultados sugerem também que existe um foco na descrição da relação dos dados dos eixos x e y ou na descrição da relação do eixo y e da legenda em função do formato do gráfico. No gráfico de colunas, por exemplo, há uma maior descrição da relação do eixo x e y, enquanto nos gráficos de linha há maior descrição da relação entre o eixo y e a legenda. Para interpretar esses resultados, os pesquisadores se basearam nos princípios de Gestalt, como proximidade, semelhança, conexão, continuidade e destino comum. Segundo o princípio de proximidade, por exemplo, nos gráficos de colunas, as colunas agrupadas podem reduzir a carga da memória de trabalho no cálculo mental das médias porque as três colunas a serem calculadas em cada conjunto estão juntas. Em um gráfico de linha, o cálculo da relação entre os eixos x e y requer ignorar a

interação altamente saliente representada nas três linhas (ver Figura 15 abaixo, reproduzida do artigo). Assim, concluíram que os participantes podem ser mais propensos a calcular e descrever os efeitos principais $x - y$ ao visualizar gráficos de colunas do que ao visualizar gráficos de linha.

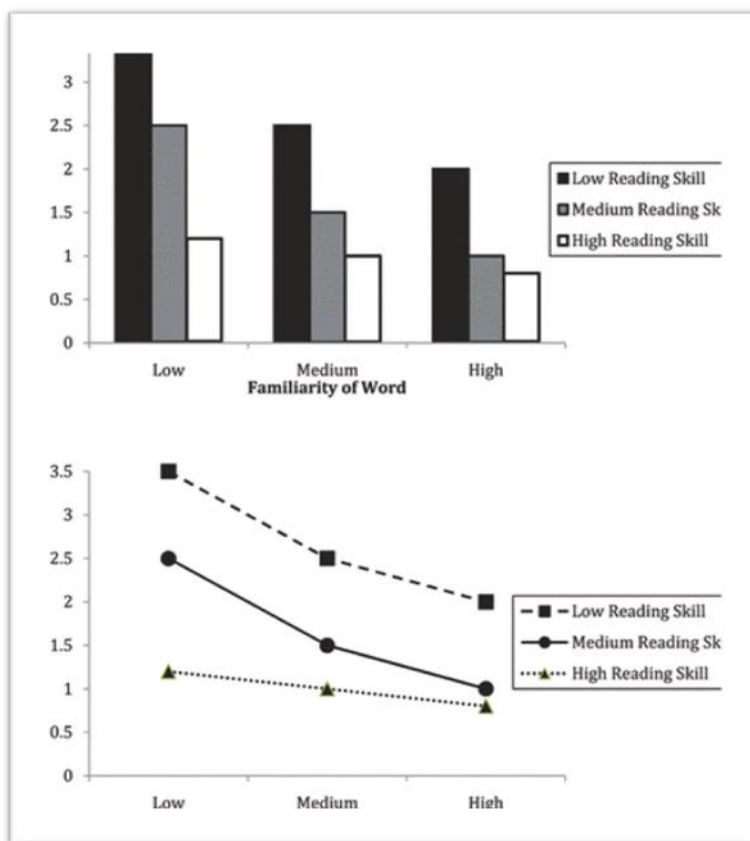


Figura 15: Exemplo de estímulos (Shah e Freedman, 2011). Os gráficos apresentam as mesmas informações sobre tempo de leitura de palavras familiares, pouco familiares e não familiares para crianças com baixa, média e alta habilidade de leitura.

Complementando as investigações sobre a compreensão multimodal, Acartürk e Habel (2012) aprofundaram a análise dos mecanismos cognitivos envolvidos na integração de informações linguísticas e gráficas durante a leitura de constelações texto-gráfico. Em seu estudo intitulado *Eye Tracking in Multimodal Comprehension of Graphs*, os autores propuseram uma arquitetura computacional teórica que distingue módulos específicos para compreensão linguística e gráfica, os quais convergem em um módulo integrador responsável pela construção de interpretações conceituais coerentes a partir de ambas as modalidades. Eles partiram da hipótese de que expressões linguísticas específicas ativariam representações conceituais distintas, influenciando diretamente os padrões de fixação sobre os gráficos, e que a presença ou ausência de orientação linguística modificaria qualitativamente o comportamento visual, demonstrando que a

linguagem não apenas complementa, mas também orienta a percepção gráfica. Para testar essas hipóteses, foram realizados dois experimentos utilizando rastreamento ocular, visando observar como diferentes tipos de input textual e visual influenciam a distribuição da atenção visual na leitura de documentos multimodais.

As hipóteses centrais do estudo eram duas. Primeiro, os autores supunham que diferentes expressões linguísticas, ao evocarem significados conceituais distintos relacionados à variação gráfica — como "declínio" (referente a quedas nas curvas do gráfico) ou "estabilidade" (referente a trechos de linha constante) —, afetariam diretamente os padrões de fixação dos olhos sobre diferentes regiões dos gráficos. Segundo, esperava-se que a presença ou ausência de orientação linguística modificasse qualitativamente os comportamentos de leitura gráfica, de forma que as fixações seriam distribuídas de maneira distinta em contextos com ou sem texto associado ao gráfico. Assim, o estudo procurava mostrar que a linguagem não apenas complementa a informação gráfica, mas ativa processos cognitivos que guiam o processamento visual e a construção de significado.

No Experimento 1, participaram 91 estudantes universitários, que visualizaram 42 gráficos de linha por três segundos cada, sem qualquer tipo de legenda ou texto. Os gráficos, redesenhados a partir de um relatório real de censo de aves aquáticas, foram apresentados de maneira automática e sem orientação linguística, com o objetivo de estabelecer um padrão de fixações baseadas apenas na saliência visual. Os dados mostraram que regiões com curvas acentuadas, mudanças abruptas ou picos atraíam mais fixações, sugerindo que os participantes eram guiados por propriedades perceptuais locais dos gráficos. Esses padrões foram tomados como linha de base para a comparação com o segundo experimento, em que o fator linguístico seria introduzido.

No Experimento 2, os mesmos gráficos foram reapresentados a 36 participantes, agora acompanhados por textos divididos em três segmentos: sentenças pré-alvo (sem relação com o gráfico), sentenças-alvo (relacionadas diretamente ao gráfico) e sentenças pós-alvo (também não relacionadas). O número de sentenças-alvo variava de uma a quatro, criando diferentes condições experimentais. O estudo analisou três fases de fixação: antes da leitura das sentenças-alvo, logo após a leitura dessas sentenças, e após o término do texto. A análise concentrou-se nas duas primeiras. Observou-se que, após sentenças como “o número de aves declinou após 1975”, os participantes fixavam-se

significativamente mais nas regiões descendentes do gráfico. Por outro lado, sentenças como “o número de aves permaneceu estável após 1985” induziam fixações nas regiões horizontais do gráfico. Essas diferenças foram estatisticamente significativas, tanto em número de fixações quanto em tempo total de fixação do olhar.

Comparando com o primeiro experimento, os dados confirmaram as hipóteses dos autores: os padrões de fixação observados no segundo experimento foram orientados conceitualmente pelas expressões linguísticas, diferindo substancialmente dos padrões obtidos na observação puramente visual. Assim, o estudo provê evidências empíricas de que a linguagem ativa representações conceituais que moldam a atenção visual e facilitam a construção de relações referenciais e correferenciais entre texto e gráfico. Tais achados apoiam a arquitetura computacional proposta pelos autores, segundo a qual módulos linguísticos e gráficos se comunicam por meio de uma camada comum de representações conceituais integradas, fundamentais para a compreensão de documentos multimodais.

Dando continuidade às investigações sobre a compreensão multimodal de gráficos, Okan, Galesic e Garcia-Ratamero (2016) exploraram o papel do letramento estatístico na interpretação de gráficos, diferenciando leitores com alto e baixo nível de conhecimento estatístico. Para analisar essa diferença, foi conduzido um experimento utilizando a técnica de rastreamento ocular, no qual os participantes liam gráficos congruentes e incongruentes e deveriam indicar se uma afirmação relacionada ao gráfico era verdadeira ou falsa. O estudo contou com 48 participantes (24 mulheres e 24 homens, sendo 52% com até o ensino médio e 48% com pelo menos um curso de graduação concluído), recrutados do Instituto Max Planck para o Desenvolvimento Humano, em Berlim. Os estímulos foram apresentados em um computador, e um equipamento de rastreamento ocular foi utilizado para monitorar a localização e a duração da fixação do olhar durante a tarefa.

Os estímulos consistiam em quatro gráficos apresentando informações médicas, como prevalência de diferentes doenças e efeitos associados a diferentes tratamentos. Em dois dos gráficos, informações essenciais foram incluídas na escala numérica do eixo y (gráficos com incongruência na escala do eixo y em relação ao

título do gráfico) e os outros dois continham informações essenciais no título e na legenda para o eixo y (gráficos com incongruência textuais).

A tarefa dos participantes era responder a uma pergunta de múltipla escolha que aparecia antes do gráfico. Para ilustrar, um dos gráficos incongruentes na escala do eixo y era um gráfico de linha apresentando dados sobre a porcentagem de pessoas com uma doença fictícia. A escala numérica no eixo y foi invertida (ou seja, os valores aumentaram de cima para baixo – veja Figura 16). Os participantes foram solicitados a encontrar o ano em que a porcentagem de pessoas com a doença era mais alta. Para responder a esta questão corretamente, os participantes tiveram que se ater à escala do eixo y para inferir que os valores haviam sido invertidos.

Em qual ano a porcentagem de pessoas com a Doença B aumentou?

(1) 1975 (2) 1980 (3) 1985 (4) 2000 (5) Não posso dizer. (tradução nossa)

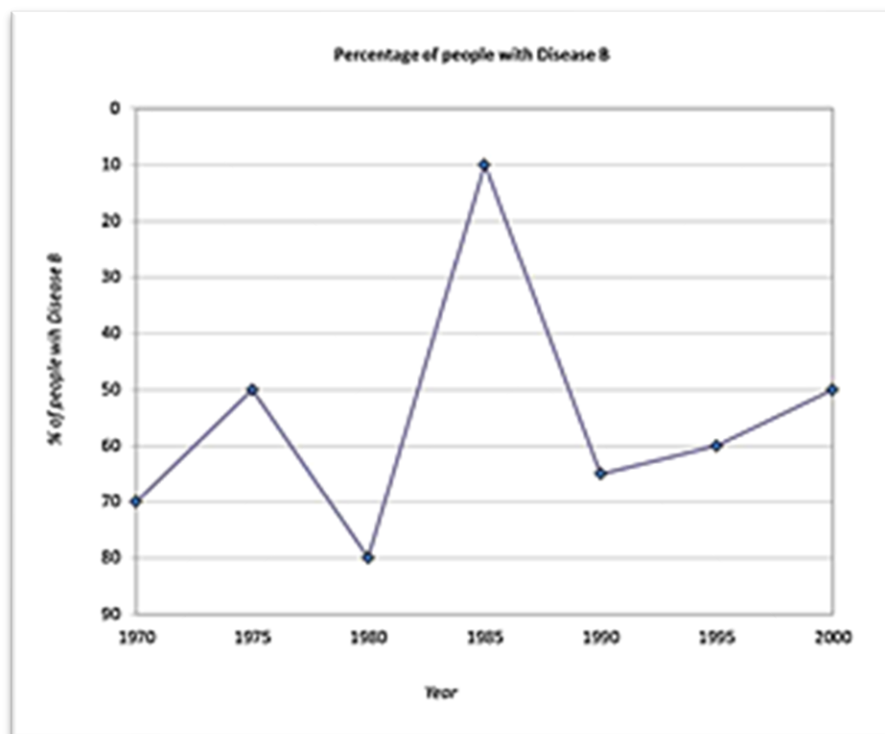


Figura 16: Gráfico com incongruência no eixo y (reproduzido de Okan, Galesic e Garcia-Ratamero, 2016).

Para exemplificar os gráficos envolvendo incongruências textuais, um gráfico de colunas (Figura 17) apresenta dados sobre porcentagens de pessoas sem uma doença fictícia (doença F) em diferentes clínicas. A declaração que os participantes tinham de verificar sobre esse gráfico era: Em qual clínica há maior porcentagem de pessoas com doença F? (tradução nossa). Para responder a esta pergunta corretamente, os participantes tiveram que se atentar ao título e ao rótulo

do eixo y para inferir que o mapeamento espacial-conceitual usualmente utilizado foi invertido (ou seja, eles tiveram que inferir que colunas mais altas representavam valores mais baixos).

Em qual clínica há maior porcentagem de pessoas com doença F?

(1) Clínica 2 (2) Clínica 3 (3) Clínica 5 (4) Clínica 6 (5) Não sei dizer (tradução nossa).

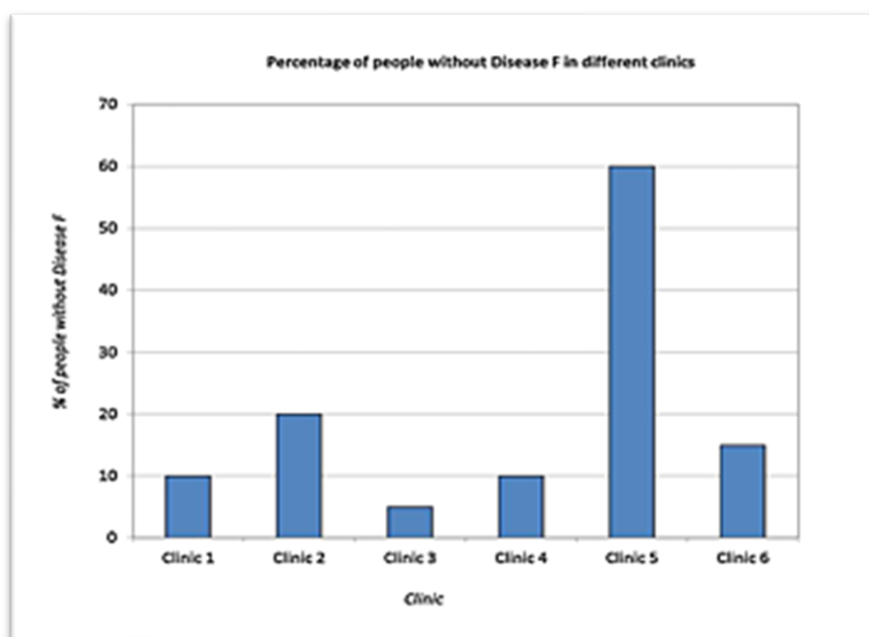


Figura 17: Gráfico com incongruência entre a pergunta de múltipla escolha e informação do título e rótulo do eixo y (reproduzido de Okan, Galesic e Garcia-Ratamero, 2016).

Para extrair os resultados, primeiramente, analisaram as respostas corretas e incorretas. Para cada participante, foi calculada a porcentagem de itens em que o participante forneceu a resposta incorreta correspondente ao mapeamento espacial-conceitual – quando ele assume que o valor mais alto é aquele representado pela barra mais alta. Posteriormente, esses resultados foram examinados em conjunto com o tempo gasto na visualização das áreas de interesse (AOI) delimitadas nos estímulos. As AOI selecionadas foram: os títulos dos gráficos, os eixos x e y, as perguntas, opções de resposta e a imagem do gráfico, chamada de *pattern*. Essas delimitações permitiram que os pesquisadores soubessem quanto tempo, quantas vezes e se os participantes olharam para cada área.

Em suma, os autores identificaram que os participantes com maior letramento estatístico possuíam maior capacidade de identificar as informações mais relevantes para a compreensão do gráfico e também dedicavam mais tempo na visualização dos recursos convencionais (rótulos de eixos e escalas). Além disso,

obtiveram interpretações das informações dos gráficos mais precisas (mais acertos) e também dedicaram mais tempo na leitura de gráficos com conflito. Por outro lado, os participantes com menor letramento estatístico tiveram mais erros, pois dedicavam-se ao mapeamento espacial-conceitual (tamanho da barra, inclinação da linha), resultando em interpretações equivocadas quando o gráfico apresentava incongruência.

Por fim, para obter uma melhor compreensão da base cognitiva que permite aos indivíduos "ver" gráficos, o estudo de Harsh, Joseph et al. (2019) utilizou rastreamento ocular para comparar as estratégias de pessoas com diferentes níveis de expertise na interpretação de exibições de dados. A pesquisa analisou a progressão na leitura e interpretação de gráficos. Participaram do experimento 36 indivíduos, divididos em cinco grupos de expertise: 9 de cursos fora da área de ciências biológicas (menos de 15 horas de crédito concluídas; NSM), 7 novatos em cursos de ciências (ESM), 8 avançados em cursos de ciências (mais de 15 horas; ASM), 6 estudantes de pós-graduação (SGS) e 6 professores de ciências (SF), todos da Universidade James Madison.

O experimento era composto de 26 tarefas baseadas em gráficos de vários tópicos e níveis de dificuldade. Os níveis de complexidade das tarefas gráficas iam progredindo ao longo do experimento, para permitir que os participantes se “aquecessem” cognitivamente à medida que ganhavam experiência com o estudo. Os resultados destacam a variação em como os indivíduos direcionam sua atenção (ou seja, fixações e padrões de busca visual) ao concluir tarefas baseadas em gráficos como uma função da experiência científica.

Essas diferenças nos padrões de busca tornam-se mais evidentes quando comparamos os trajetos dos movimentos oculares de participantes individuais, refletindo a sequência de fixações e a duração ao longo de um período específico. A Figura 18 ilustra os movimentos oculares iniciais de um membro representativo do corpo docente (linha vermelha), um aluno avançado em ciências (linha laranja) e um aluno não especializado em ciências (linha azul) durante um intervalo padronizado de 20 segundos ao iniciar uma nova tarefa gráfica. As linhas representam os movimentos oculares dos participantes através das Áreas de Interesse (AOIs) de um único gráfico selecionado aleatoriamente. Nesse contexto, o membro do corpo docente demonstra uma abordagem mais focada nas informações e dados do gráfico, enquanto os padrões de busca dos alunos são mais

dispersos. Entre os alunos, os movimentos oculares do aluno avançado em ciências variavam entre as AOIs, enquanto a atenção do aluno não especializado frequentemente se voltava para a pergunta e a resposta.

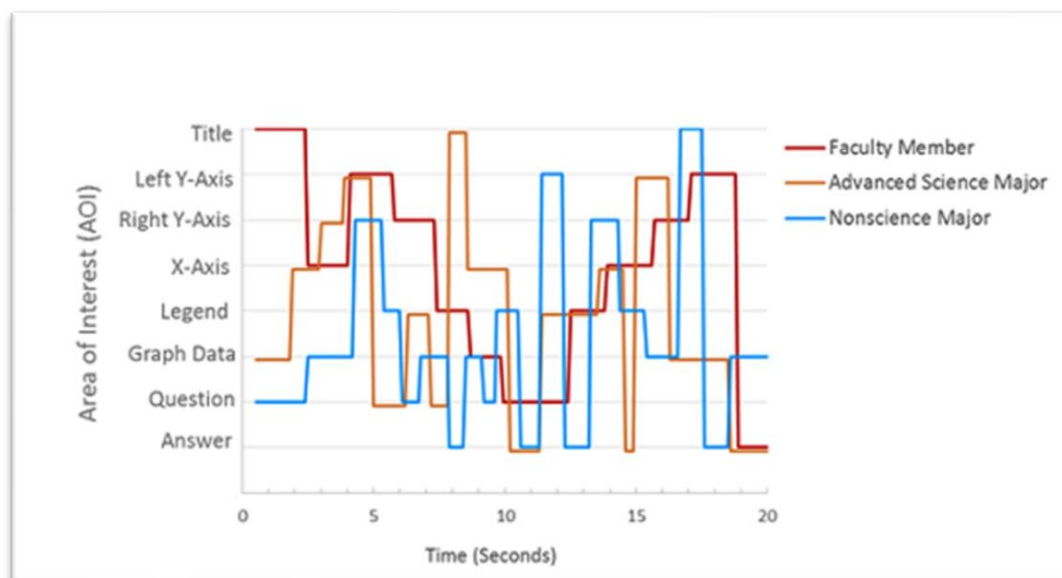


Figura 18: ilustra os movimentos iniciais dos olhos de um membro de cada grupo. (Harsh, Joseph et al., 2019).

Outro dado coletado nesse estudo durante a entrevista dos candidatos foi o autorrelato de como eles liam gráficos. Os dados da entrevista revelaram semelhanças e diferenças nos processos de pensamento dos participantes ao interpretar dados gráficos. A Figura 19 resume as três primeiras etapas autorrelatadas pelos participantes na interpretação de gráficos. Em todos os grupos de especialização, os participantes iniciaram com informações contextuais (título/legenda, variáveis) antes de focar nos dados do gráfico ou na questão apresentada. As comparações entre as respostas da entrevista e os dados de rastreamento ocular (ET) confirmaram as estratégias dos membros do corpo docente e dos alunos de pós-graduação, mas revelaram variações nos processos de pensamento dos grupos menos experientes. Apesar de terem planos semelhantes aos do grupo mais especializado, os alunos de graduação (NSM, ESM e ASM) apresentaram desconexões entre suas intenções e ações reais, muitas vezes dependendo de dicas ou dos dados do gráfico para compreender a imagem.

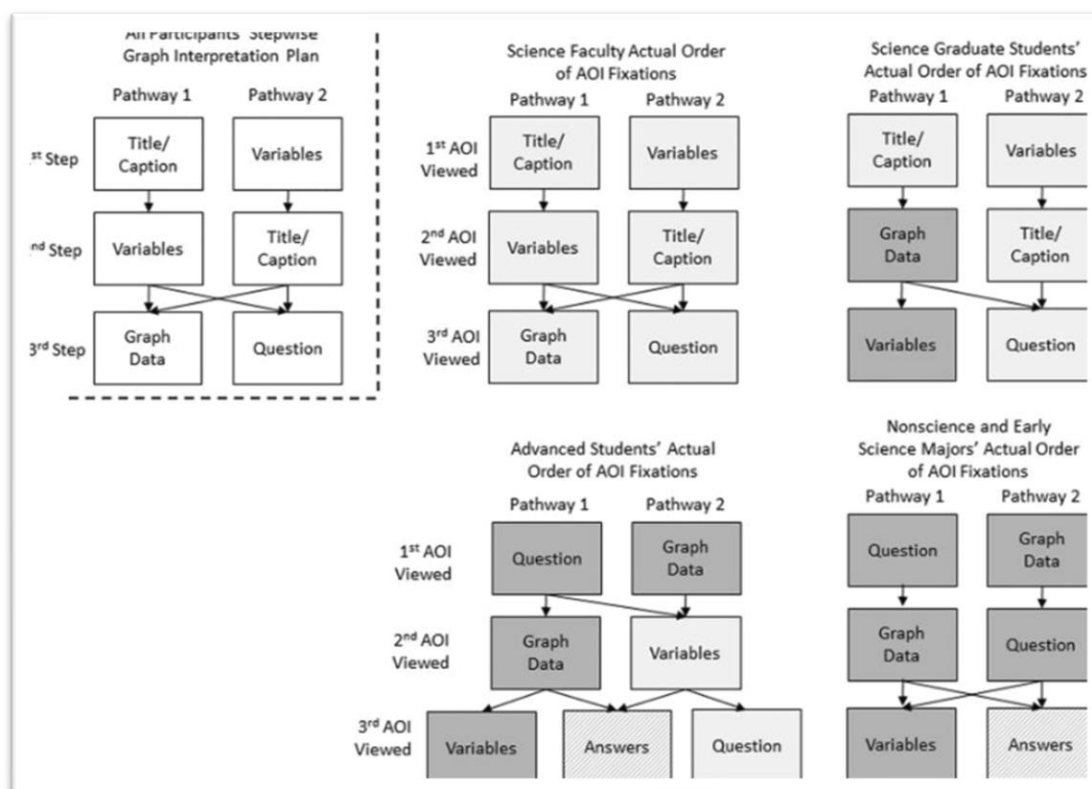


Figura 19: Uma comparação das ações autorrelatadas e reais dos participantes na interpretação de gráficos por grupos de especialistas. Os caminhos à esquerda do pontilhado representam os três primeiros passos na interpretação de gráficos, conforme descrito pelos participantes durante as entrevistas. Os caminhos à direita da linha pontilhada representam os três primeiros AOIs dos membros do grupo vistos medidos com o rastreador ocular para as tarefas do experimento. As caixas sombreadas em cinza claro representam o alinhamento em ordem entre ações previstas e reais, enquanto as caixas sombreadas em cinza escuro indicam uma falta de alinhamento. (tradução nossa, Harsh, Joseph et al., 2019).

No Brasil, também numa perspectiva cognitiva, com uso de rastreador ocular, destaca-se o estudo pioneiro de Fragoso (2015). Ela investigou a relação de congruência entre sentença e gráfico de colunas e linha e a ordenação dos dados no eixo x no que tange ao conteúdo informacional da sentença. Para investigar essa relação, foram realizados três experimentos de julgamento da comparação sentença-figura com gráficos de coluna e de linha. O primeiro foi com gráficos de colunas e o segundo, com gráficos de linhas; ambos fazendo uso do Programa *PsyScope*. O terceiro experimento envolveu apenas gráficos de linhas e foi realizado com a técnica de rastreamento ocular. Nos três experimentos, o participante via estímulos que consistiam em um título e um gráfico. A tarefa era avaliar se o gráfico representava o conteúdo expresso em uma dada sentença, apertando uma tecla para “sim” e outra para “não” em um computador.

O experimento com gráficos de colunas, tinha por objetivo verificar se o conhecimento prévio acerca do conteúdo expresso pela sentença afetava o modo como o gráfico era compreendido pelo indivíduo. Os dois experimentos com gráficos linhas, por seu turno, averiguaram se a informação linguística influenciava o leitor em termos de expectativas em relação às informações codificadas visualmente nesses gráficos.

No primeiro experimento, o objetivo foi verificar se o conhecimento prévio do participante sobre o conteúdo informacional da sentença influenciava sua capacidade de avaliar corretamente a correspondência entre a sentença e o gráfico de colunas. As variáveis independentes foram: (i) *familiaridade com o conteúdo da sentença* (conhecido ou desconhecido); e (ii) *correção do gráfico* (correto ou incorreto em relação à sentença). Combinando essas variáveis, foram criadas quatro condições experimentais: (i) conteúdo conhecido / gráfico correto; (ii) conteúdo conhecido / gráfico incorreto; (iii) conteúdo desconhecido / gráfico correto; e (iv) conteúdo desconhecido / gráfico incorreto.

Os estímulos consistiam em imagens com gráficos de colunas acompanhados por sentenças curtas que descreviam tendências ou comparações entre os dados. Por exemplo, uma sentença como “O valor de X é maior que o de Y” podia ser acompanhada de um gráfico em que essa relação era verdadeira ou falsa. Foram construídos 16 estímulos no total, sendo 4 para cada condição experimental. As variáveis dependentes medidas foram o tempo de resposta e a taxa de acerto. Essa taxa de acerto corresponde à porcentagem de julgamentos corretos feitos pelos participantes — isto é, o número de vezes em que o participante respondeu “sim” ou “não” corretamente, de acordo com a correspondência (ou não) entre a informação apresentada na sentença e o conteúdo representado graficamente.

O experimento foi programado com o software *PsyScope* e aplicado em ambiente controlado. Os participantes eram 60 alunos de graduação, sendo 30 do curso de Engenharia Industrial de Controle e Automação e 30 de Engenharia de Produção (14 mulheres e 46 homens). Cada participante visualizou os estímulos em uma tela de computador e realizou a tarefa de julgamento pressionando uma tecla “sim” ou “não” conforme sua avaliação da correspondência entre sentença e gráfico.

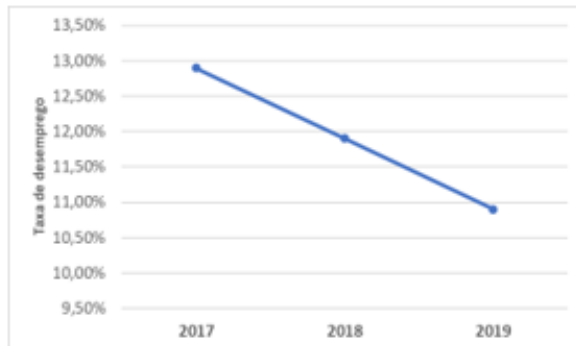
Os resultados indicaram que, quando havia compatibilidade entre o conteúdo da sentença e a representação gráfica — especialmente quando a informação expressa era conhecida e havia poucos elementos a serem inspecionados — o processamento era facilitado, resultando em maior taxa de acerto e menor tempo de resposta. Esses dados sugerem que o conhecimento prévio e a clareza gráfica interagem para tornar o processamento de informações visuais menos custoso cognitivamente.

O primeiro experimento com gráficos de linha (também com uso do *PsyScope*) foi realizado com os mesmos participantes do experimento com os gráficos de colunas. Nesse experimento, as variáveis manipuladas foram a *congruência* e a *correção entre a informação verbal* (a sentença) e a *informação gráfica* (o gráfico de linha). Congruência dizia respeito à compatibilidade entre o sentido do verbo da sentença e a direção da linha no gráfico — por exemplo, o verbo “aumentar” seria congruente com uma linha ascendente. Correção, por sua vez, referia-se à veracidade da sentença em relação ao conteúdo efetivamente representado pelo gráfico — ou seja, se os dados visuais confirmavam ou não a proposição expressa linguisticamente.

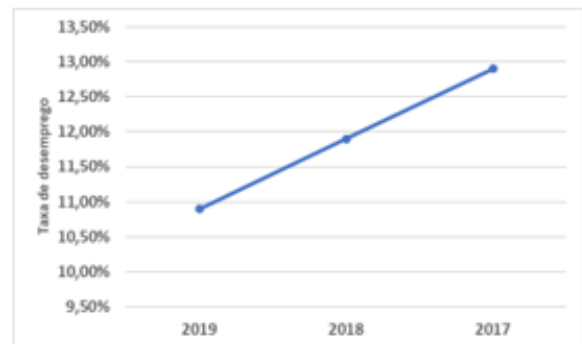
Foram construídos 16 estímulos, sendo 4 por condição experimental: (i) informação visual congruente e correta em relação à sentença; (ii) informação visual congruente e incorreta; (iii) informação visual incongruente e correta; (iv) informação visual incongruente e incorreta. Assim como no experimento anterior, a tarefa do participante consistia em julgar se o gráfico representava corretamente a sentença apresentada, apertando uma tecla no computador para indicar “sim” ou “não”. Abaixo, os exemplos por condição.

CC - congruente e correto

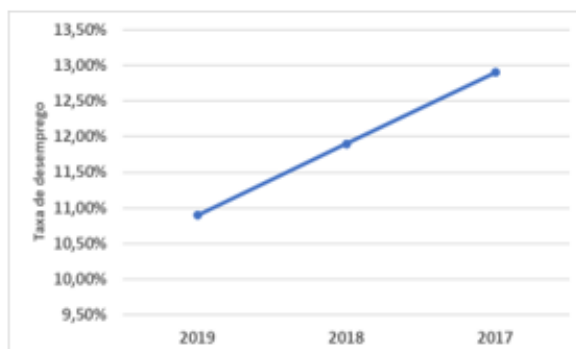
A taxa de desemprego caiu 2 pontos percentuais entre 2017 e 2019.

**CI - congruente e incorreto**

A taxa de desemprego subiu 2 pontos percentuais entre 2017 e 2019.

**IC – incongruente e correto**

A taxa de desemprego caiu 2 pontos percentuais entre 2017 e 2019.

**II – incongruente e incorreto**

A taxa de desemprego subiu 2 pontos percentuais entre 2017 e 2019.



Figura 20: Exemplos das condições dos experimentos com gráficos de linha.

As variáveis dependentes foram o tempo de resposta e o índice de acerto. O tempo de resposta media quanto tempo os participantes levavam para tomar uma decisão sobre cada par sentença-gráfico, e o índice de acerto correspondia à proporção de respostas corretas dadas em cada condição.

Os resultados encontrados revelaram que o tempo de resposta para os gráficos da condição incongruente e incorreta (iv) foi significativamente maior do que nas outras condições, sugerindo maior esforço cognitivo para realizar o julgamento nessa situação. No que se refere aos índices de acerto, as condições (ii) – congruente e incorreta – e (iii) – incongruente e correta – apresentaram desempenho inferior às demais.

Esses resultados indicam que a congruência formal entre sentença e gráfico pode induzir o leitor a confiar na aparência sem verificar os dados com precisão —

o que explica o baixo desempenho na condição (ii). Ou seja, quando a sentença e o gráfico “parecem” combinar visualmente, os participantes tendem a presumir que a sentença é verdadeira, mesmo quando não é, resultando em mais erros. Essa tendência revela a atuação de heurísticas guiadas por expectativas semânticas ativadas pela linguagem verbal.

Por outro lado, o desempenho mais elevado na condição (iv) (incongruente e incorreta) sugere que, quando há um conflito evidente entre os modos (linguístico e gráfico), os leitores adotam uma estratégia de processamento mais cuidadosa, levando a julgamentos mais precisos, apesar do maior tempo de resposta. Assim, o leitor parece engajar-se mais deliberadamente na verificação da informação quando os sinais gráficos e verbais estão em desacordo.

Os resultados também sugerem que a congruência e a correção não operam de maneira aditiva simples: a presença de uma única violação (visual ou factual) gera mais erros do que a presença de duas violações simultâneas, indicando que esses fatores são processados de forma parcialmente independente. Congruência, por sua vez, pode mascarar a incorreção factual, tornando o julgamento mais vulnerável ao erro.

Em conjunto, os achados do experimento mostram que a compreensão de gráficos não se dá apenas por decodificação visual, mas envolve mecanismos inferenciais orientados por linguagem e expectativas semânticas. O leitor interpreta os dados visuais com base em estruturas conceituais ativadas pela sentença linguística, o que é compatível com modelos de compreensão multimodal baseados em representações proposicionais compartilhadas entre os domínios verbal e gráfico. Em síntese, os dados indicam que a compreensão de gráficos de linha é sensível tanto à correspondência semântica quanto à exatidão factual entre linguagem e visualização, sendo que a interferência em qualquer um desses níveis compromete o desempenho dos leitores.

O último experimento com gráficos de linhas tinha o objetivo de investigar como se dá o mapeamento visual entre informação linguística e informação gráfica, utilizando a técnica de rastreamento ocular. Foram duas as variáveis independentes: (i) congruência, que dizia respeito à compatibilidade entre o verbo da sentença e a direção da linha no gráfico (Ex.: verbo subir e linha ascendente) e (ii) correção, em que se manipula o conteúdo da frase em relação ao gráfico. Com esta variável buscava-se investigar se o participante era capaz de perceber que o gráfico

representava corretamente informação da sentença mesmo quando havia quebra de expectativa em relação à ordenação temporal no eixo x, como na condição IC. As 4 condições experimentais do experimento estão exemplificadas na figura 2. Foram construídos 24 pares sentença/gráfico, sendo 6 por condição (iguais aos do primeiro experimento com linhas). Foram avaliados os resultados relativos ao índice de acerto, número de fixações e tempo total de duração das fixações. Foram analisados dados de 29 participantes (6 mulheres e 23 homens) de diferentes cursos de graduação em Engenharia. O mapeamento mostrou que os participantes iniciavam a leitura do material linguístico e, posteriormente, alternavam entre o predicado e os argumentos do gráfico e da sentença. Quanto aos dados oculares, registramos a seguir os resultados referentes à análise da área do gráfico e da frase. Para uma visão completa dos resultados, consultar Fragoso (2015).

Na área do gráfico, para número de fixações, houve efeito principal apenas de correção e não houve efeito de interação. Contrariando as expectativas iniciais, as condições corretas tiveram número maior de fixações. Na condição II, em que tudo diverge, o número de fixações foi mais baixo, indicando uma análise rápida dessa condição. Para tempo total de fixações, apenas houve efeito principal de correção e também não houve efeito de interação. As condições corretas também foram as que tiveram tempo total mais longo. A condição II, na linha do que foi observado antes, também teve tempos mais baixos.

Na área da frase, na análise do número de fixações, verificou-se efeito principal de correção e efeito de interação. Nesse caso, o número de fixações foi mais baixo nas frases corretas, direção contrária ao que foi visto para a área do gráfico. Também na direção contrária ao que foi verificado na área do gráfico, a condição II foi a que teve maior número de fixações na área da frase. Tempo total de duração das fixações foi igualmente examinado na área da frase. Houve apenas efeito principal de correção. Não houve efeito principal de congruência nem efeito de interação. As condições corretas apresentaram tempos mais baixos do que as incorretas na área da frase - resultado oposto ao do gráfico.

Esses resultados, em conjunto, indicam que a uma divisão de atenção entre as duas áreas: quando uma área recebe mais atenção numa dada condição, a outra área recebe menos atenção. Além disso, viu-se que na condição II, há uma atenção mais direcionada para a área da frase. A informação do gráfico é muito fácil de ser processada. A questão é a incompatibilidade com a frase.

Na tese de Fragoso (2015) apresenta-se uma explicação para esses resultados compatível com a dos modelos de compreensão multimodal em que os módulos linguístico e visual atuam em conjunto para a apreensão do significado global da constelação texto-gráfico e que o output do processamento em cada um desses módulos é uma representação de natureza proposicional (ver Almeida et al., 2019). Em Rodrigues, Fragoso e Ribeiro (2018), essa proposta vai ser explicitada, refinada. O exemplo a seguir, extraído de Rodrigues (2020), ilustra como se daria a integração.

Título do gráfico: A taxa de analfabetismo na população acima de 15 anos no Brasil diminuiu 29,4% entre 2000 e 2010.

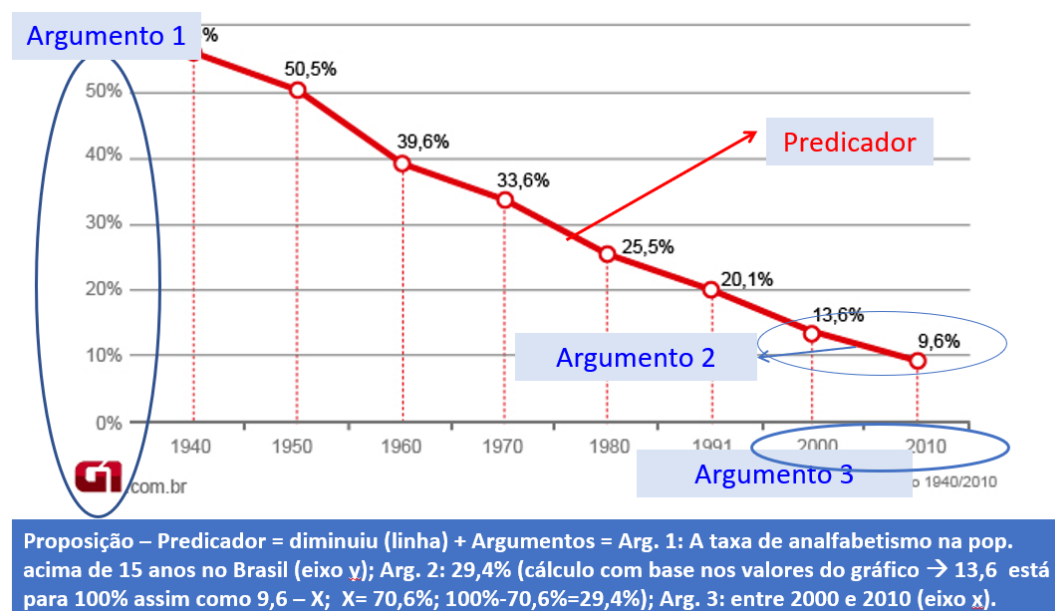


Figura 21: Integração de informação linguística e visual. Reproduzido de Rodrigues (2020).

A representação conceitual correspondente à sentença “A taxa de analfabetismo na população acima de 15 anos no Brasil diminuiu 29,4% entre 2000 e 2010.” apresenta um predicador, o verbo "diminuiu", e 3 argumentos: "a taxa de analfabetismo na população acima de 15 anos no Brasil" (argumento 1); "29,4%" (argumento 2); "entre 2000 e 2010" (argumento 3). O gráfico, por sua vez, apresenta uma estrutura conceitual subjacente similar: a linha descendente corresponde ao predicador; as informações dos eixos x e y correspondem, respectivamente, aos argumentos 3 e 1. A informação percentual é resultado de um cálculo mental e pode ser apreendida de valores expressos no gráfico. No processo de leitura de constelações gráfico-texto, o leitor busca estabelecer relações de correspondência

entre as representações conceituais associadas aos elementos presentes nos dois tipos de *input* e, no caso de serem congruentes, ocorre o processo de integração.

De modo semelhante, os estudos de Fernandes (2020 e 2021), realizado por mim e minha orientadora professora Erica dos Santos Rodrigues, foram desenvolvidos no contexto de um projeto de Iniciação Científica (IC).

Na pesquisa de 2020 investigamos o tipo de informação expressa no eixo x (diferenças pontuais vs. tendência) em relação ao eixo y e o tipo de gráfico, utilizando o aplicativo *Google Forms*. Foram criados 24 itens: 16 estímulos experimentais (8 para cada condição) e 8 distratores. A Condição Contínua (CC) era composta de pares de gráficos (barra e linha) que apresentavam informações contínuas (indicação de tendências) e a Condição Descontínua (CD) composta por pares de gráficos (barra e linha) que apresentavam informações descontínuas (identificação de diferenças pontuais). Participaram do experimento 46 indivíduos (32 mulheres - idade média 27 anos - e 13 homens -idade média 26 anos), a maioria com graduação em desenvolvimento ou concluída, todos falantes nativos do português. Foi avaliado o total de escolhas congruentes com o tipo de informação representada: seleção de gráfico de linha na condição CC e seleção do gráfico de colunas na condição CD. Abaixo, um exemplo de estímulo para cada condição experimental.

Estímulo na condição CC - indicação de tendência

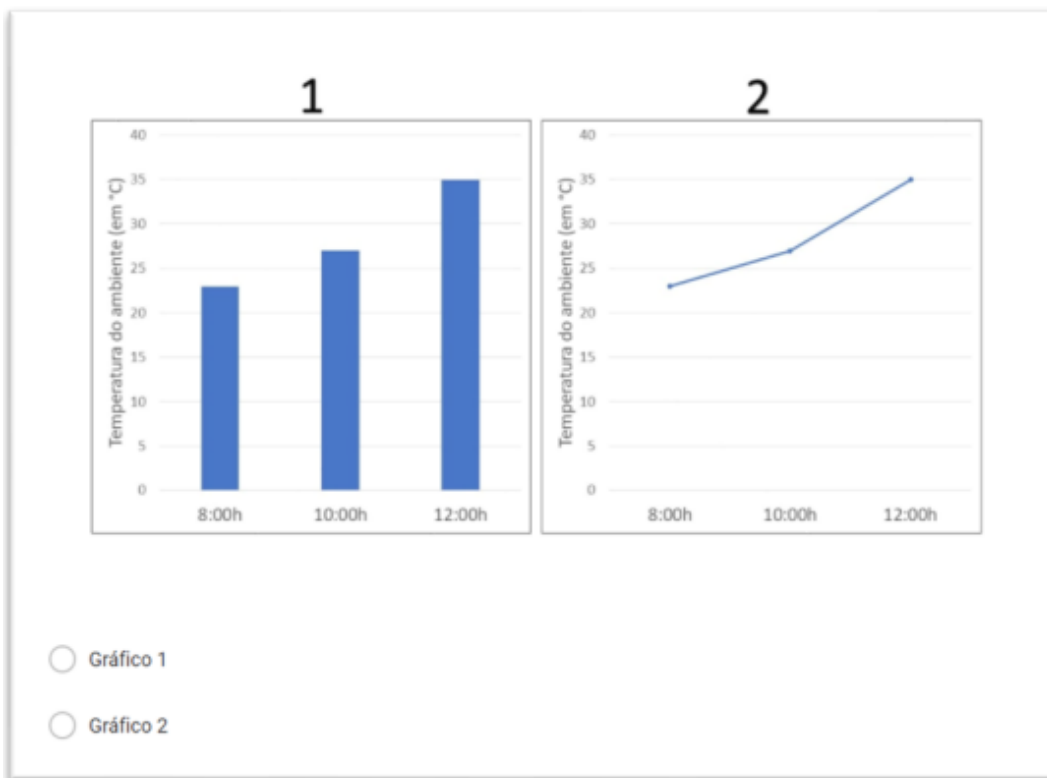


Figura 22: Condição CC – resposta-alvo gráfico de linha.

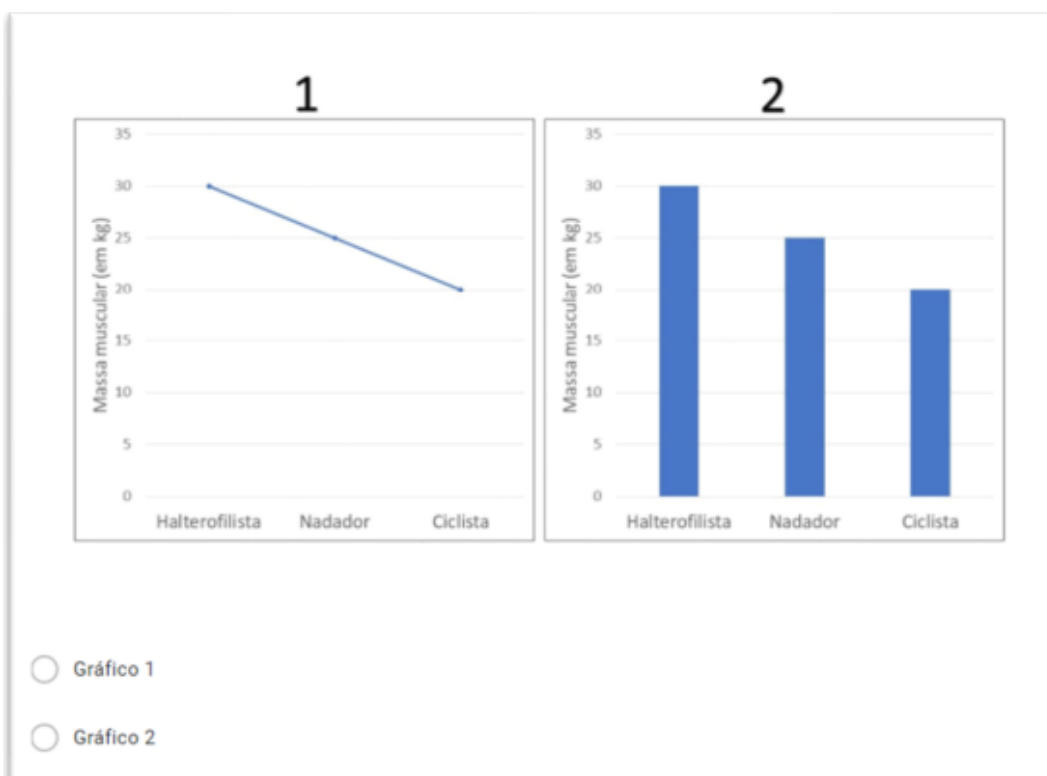


Figura 23: Condição CD – resposta-alvo gráfico de colunas.

Os resultados revelaram que os participantes preferiram os gráficos de colunas, mesmo quando os dados apresentavam relação de tendência. Além disso, o número de respostas-alvo foi maior na condição CD.

Já a pesquisa de 2021 tinha por objetivo verificar a sensibilidade dos leitores ao tipo de informação expressa por gráficos de linha (indicação de tendências) vs. gráficos de barra (identificação de diferenças pontuais) e custos associados a possíveis quebras de expectativas; avaliar o papel das informações apresentadas nos títulos dos eixos y associados a esses tipos de gráficos, buscando-se manipular, entre outros fatores, a natureza da informação – se compatível ou não com a finalidade do gráfico – e também o grau de conhecimento prévio da informação – informação conhecida, compartilhada vs. informação desconhecida; e examinar efeito do momento de apresentação de informação linguística vs. informação do gênero gráfico, no que tange ao processo de inspeção visual do gráfico e também quanto à retenção e compreensão multimodal.

Nesse estudo, foi analisada *a natureza da informação do título*: título com indicação de tendência vs. título com indicação de diferenças pontuais. Condições experimentais (ilustradas na figura 3): (i) Título com frase informativa sobre tendência: A massa muscular de um indivíduo diminui com o passar dos anos; (ii) Título com frase em que se comparam informações discretas: A circunferência cefálica fetal é menor com 16 semanas do que com 39 semanas.



Figura 24: Condições experimentais do experimento de Fernandes (2021).

A pesquisa foi realizada com 33 participantes (18 mulheres - idade média 20 anos - e 15 homens - idade média 20 anos), a maioria com graduação em desenvolvimento ou concluída, de diferentes cursos (Engenharia, Design, Letras,

Economia, Ciências Econômicas, Administração e Ciências da Computação), todos falantes nativos do português. Foram criados 16 itens: 8 estímulos experimentais e 8 distratores. Cada item experimental consistia na apresentação de um título com indicação de tendência ou de diferenças pontuais e, simultaneamente, 2 tipos de gráficos (de linha e de colunas) representando o mesmo dado lado a lado. Os dados foram coletados pelo aplicativo *Google Forms* foram submetidos à análise estatística no programa JASP, utilizando o teste Paired Samples T-Test. Os resultados apontam em direção à hipótese do estudo, indicando que o título influencia na escolha do gráfico. Na condição em que o título expressava tendência, houve preferência pelo gráfico de linha; na condição em que o título apresentava uma comparação de informações discretas, houve uma preferência pelo gráfico de colunas.

Em síntese, os estudos analisados neste capítulo evidenciam a complexidade envolvida na leitura e na compreensão de constelações texto-gráfico, ressaltando o papel interdependente de fatores perceptuais, linguísticos e conceituais no processamento multimodal. Trabalhos como os de Zacks e Tversky (1999) e Shah e Freedman (2011) destacam a força das convenções gráficas e do conhecimento prévio na interpretação de diferentes formatos de gráficos. As investigações de Acartürk (2009) e Acartürk e Habel (2012) mostram, por sua vez, como a linguagem pode orientar a atenção visual e como a complexidade sintática e a consistência temporal afetam diretamente a integração entre modalidades. Estudos nacionais, como os de Fragoso (2015) e Fernandes (2020; 2021), demonstram que a congruência entre texto e gráfico, a familiaridade com o conteúdo e a clareza da informação gráfica influenciam tanto a escolha do formato quanto o esforço cognitivo envolvido na interpretação. Diante dessas evidências, os experimentos que serão apresentados no próximo capítulo buscam aprofundar a compreensão dos mecanismos cognitivos que operam na leitura e interpretação de constelações texto-gráfico.

Experimentos

Neste capítulo, serão apresentados dois experimentos, ambos desenvolvidos com o objetivo de investigar como ocorre a leitura e a compreensão de constelações texto-gráfico. Cada experimento explora diferentes variáveis com vistas a examinar seu efeito no processo de integração entre os módulos verbal e visual. O primeiro experimento foi realizado por meio de uma tarefa de escolha forçada, enquanto o segundo empregou a técnica de rastreamento ocular.

O Experimento 1 foi conduzido por meio do aplicativo *Google Forms* e teve por objetivo investigar como o *tipo de frase apresentada no título* (de tendência ou de comparação pontual) e a *natureza do dado representado no eixo x* (contínuo ou discreto) influenciam a escolha do gráfico mais apropriado. A tarefa dos participantes consistia em selecionar, entre um gráfico de colunas ou um gráfico de linha, aquele que melhor representava a informação fornecida pela frase.

O Experimento 2, por sua vez, teve como objetivo investigar se a leitura e a compreensão de textos multimodais — compostos por texto e gráfico — são influenciadas pela presença ou ausência de uma frase que explicita os dados representados visualmente, denominada “frase-crítica”. Para isso, utilizamos a técnica de rastreamento ocular (*eye tracking*). A tarefa consistia na leitura do material seguido de duas perguntas de compreensão sobre as informações apresentadas.

Os experimentos foram avaliados e aprovados pela Câmara de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), conforme os princípios éticos estabelecidos para pesquisas envolvendo seres humanos - o parecer de aprovação está disponível no Anexo I.

A coleta de dados dos experimentos foi realizada no Laboratório de Psicolinguística e Aquisição da Linguagem (LAPAL), na Pontifícia Universidade

Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), com a participação de estudantes de graduação e pós-graduação de diversos cursos da instituição.

8.1.

Experimento 1

Como dito na introdução deste capítulo, o primeiro experimento teve como objetivo investigar como *o tipo de frase apresentada no título* (frase de tendência ou de comparação pontual) *e a natureza do dado representado no eixo x* (contínuo ou discreto) influenciam a escolha do tipo de gráfico (coluna ou linha).

A proposta do experimento partiu de pesquisas prévias conduzidas por Strobel, Saß, Lindner e Köller (2016) e Fernandes (2020 e 2021), descritas no capítulo “Estudos sobre compreensão/interpretação de gráficos”.

No estudo de Strobel e colaboradores, foi investigado se leitores de gráficos direcionam sua atenção ao tipo de gráfico mais adequado à tarefa — gráficos de colunas para comparar diferenças pontuais e gráficos de linha para identificação de tendências. Os resultados mostraram que os participantes, de modo geral, preferiram gráficos de colunas em tarefas de comparação e gráficos de linha em tarefas de tendência. Além disso, os participantes alteraram sua preferência pelo tipo de gráfico em função do tipo de tarefa e refinaram essa preferência ao longo da realização das tarefas.

Nos estudos conduzidos por mim sob supervisão da profa. Erica Rodrigues no âmbito de Projeto de Iniciação Científica (FERNANDES, 2020; FERNANDES, 2021), foram investigados aspectos da leitura e interpretação de gráficos estatísticos, com ênfase na relação entre o tipo de informação apresentada (tendência *vs.* diferença pontual) e a escolha do tipo de gráfico (linha *vs.* colunas).

No estudo de 2020, investigou-se a influência da natureza da informação representada no eixo x — contínua (tendência) ou descontínua (diferença pontual) — na escolha do tipo de gráfico pelos participantes. Por meio do *Google Forms*, foram apresentados 24 itens (16 experimentais e 8 distratores), compostos por pares de gráficos com dados equivalentes. Participaram 46 indivíduos, que deviam selecionar o gráfico que melhor representava a informação. Os resultados revelaram

uma preferência geral por gráficos de colunas, inclusive em contextos de tendência, com maior número de respostas congruentes na condição de diferença pontual.

No estudo de 2021, foi examinada a influência dos títulos dos gráficos na interpretação visual, com foco na compatibilidade entre a informação expressa no título (tendência vs. comparação pontual) e o tipo de gráfico escolhido. O experimento contou com 33 participantes e 16 itens (8 experimentais e 8 distratores), cada um composto por um título e dois gráficos (linha e colunas) com os mesmos dados. As frases-título foram manipuladas para induzir expectativas de continuidade ou de comparação. Os resultados apontaram que títulos com indicação de tendência favoreceram a escolha de gráficos de linha, enquanto títulos com informações discretas favoreceram a escolha de gráficos de colunas.

No presente experimento, buscou-se verificar que informação teria mais peso - se o título ou a informação codificada no eixo x. Para isso, conforme será descrito na próxima seção, buscou-se manipular tanto o título do gráfico quanto o tipo de dado representado no eixo x tendo como parâmetro a distinção entre variáveis contínuas e discretas.

Conforme discutido na seção “Estrutura dos gráficos”, é recomendado que tendências sejam expressas por meio de gráficos de linha com eixo x contendo dados de natureza contínua, enquanto comparações entre grupos sejam representadas por gráficos de colunas com eixo x representando dados de natureza discreta (KOSSLYN, 2006; RODRIGUES; FRAGOSO; RIBEIRO, 2018).

A fundamentação teórica para essa distinção está ancorada em conceitos clássicos da estatística (FIELD, 2013; MCCLAVE & SINCICH, 2017), que classificam variáveis conforme a natureza dos valores que assumem. Variáveis contínuas se caracterizam por assumirem infinitos valores dentro de um intervalo, podendo ser mensuradas com graus variados de precisão — exemplos incluem altura, temperatura e duração, que tendem a variar gradualmente ao longo do tempo ou do espaço. Variáveis discretas são aquelas que se expressam por valores contáveis e bem definidos, como o número de itens ou eventos.

Cabe esclarecer, no entanto, que informações como idade, temperatura ou tempo, embora sejam variáveis contínuas, usualmente representadas em gráficos de linha expressando tendências, podem ser agrupadas em categorias para fins de análise. Por exemplo, é possível comparar faixas etárias ou intervalos específicos de tempo de reação. O inverso, contudo, não é recomendável: variáveis discretas,

em geral, não devem ser tratadas como contínuas, exceto em casos específicos. Um exemplo seria o uso de escalas de avaliação de 1 a 100 — embora tecnicamente discretas, por apresentarem muitos pontos, elas podem ser consideradas quase contínuas para fins práticos. Apesar dessas nuances, entendemos que seria relevante investigar em que medida o fator *natureza do dado representado no eixo x*, quando combinado com o conteúdo do título, poderia influenciar a análise e as escolhas feitas pelos participantes.

Assim, no presente estudo, foram construídos materiais com gráficos de colunas e de linhas que expressavam a mesma relação de dados, mas variavam quanto ao tipo de informação apresentada no eixo do gráfico e ao enunciado do título. Ora os gráficos apresentavam, no eixo x, informações de natureza contínua — como séries temporais —, ora informações discretas ou categóricas, como nomes de países, dias da semana ou grupos sociais. Juntamente com os gráficos, eram apresentados títulos elaborados com dois tipos distintos de estrutura verbal, capazes de ativar expectativas cognitivas diferentes quanto à forma adequada de representação visual.

- Títulos com frases que comparam categorias distintas, como grupos, regiões, produtos ou gêneros, buscando estabelecer diferenças específicas, como em “A temperatura foi maior na quarta-feira do que na terça-feira”. Esses enunciados fazem uso, em geral, de expressões que sugerem comparação estática e são associados a variáveis discretas.

- Títulos com frases de tendência, que expressam mudança ao longo de um intervalo de tempo e fazem uso de verbos que indicam dinâmica temporal, como em “A temperatura aumentou ao longo do dia”, apontando para variações progressivas, geralmente contínuas, muitas vezes lineares ou graduais.

Esse vínculo entre linguagem e representação gráfica é sustentado por estudos que apontam a influência dos verbos utilizados na formulação das frases. Verbos como *aumentar*, *diminuir*, *variar* e *flutuar* sinalizam continuidade e mudança gradual, enquanto expressões como *foi maior que* ou *houve mais X do que Y* remetem a comparações discretas entre categorias. Segundo Triola (2018), a escolha do verbo pode influenciar diretamente a forma como os dados são percebidos e interpretados, moldando também a expectativa do leitor quanto ao tipo de gráfico mais apropriado para representá-los.

Nossa hipótese de trabalho é que, no processamento multimodal de gráficos, a compatibilidade/ congruência entre a informação linguística do título e a natureza do dado representado no eixo x afeta a escolha pelo tipo de gráfico. As condições congruentes deverão determinar a escolha de um tipo de gráfico em detrimento de outro tipo. Com base nos resultados obtidos por Strobel, Saß, Lindner e Köller (2016) e por Fernandes (2021), espera-se que títulos de tendência com dado contínuo no eixo x favoreçam a escolha de gráficos de linha e títulos de comparação de diferenças pontuais com dado discreto no eixo x favoreçam a escolha de gráficos de colunas.

Nas condições de incongruência, espera-se uma competição entre as informações da frase do título e as do eixo x. Fernandes (2020) obteve uma preferência por gráficos de colunas mesmo quando o conteúdo do eixo x tinha uma natureza contínua. No experimento, contudo, não havia título que direcionasse as escolhas. No presente experimento, busca-se verificar se esse mesmo padrão de respostas se mantém na presença de títulos que explicitam tendência e de títulos que estabelecem comparações entre diferenças pontuais.

Variáveis independentes

Neste experimento, analisamos a *natureza do dado representado no eixo x*: contínuo ou discreto e *tipo de frase do título*: indicativa de tendência ou indicativa de diferenças pontuais.

➤ Condições experimentais:

- (i) CT - Natureza contínua do dado representado no eixo x + frase de tendência;
- (ii) DT - Natureza discreta do dado representado no eixo x + frase de tendência;
- (iii) CP - Natureza contínua do dado representado no eixo x + frase de diferença pontual;
- (iv) DP - Natureza discreta do dado representado no eixo x + frase de diferença pontual.

As figuras a seguir ilustram as quatro condições experimentais respectivamente:

Condição CT:

A massa muscular de um indivíduo diminui com o passar dos anos.

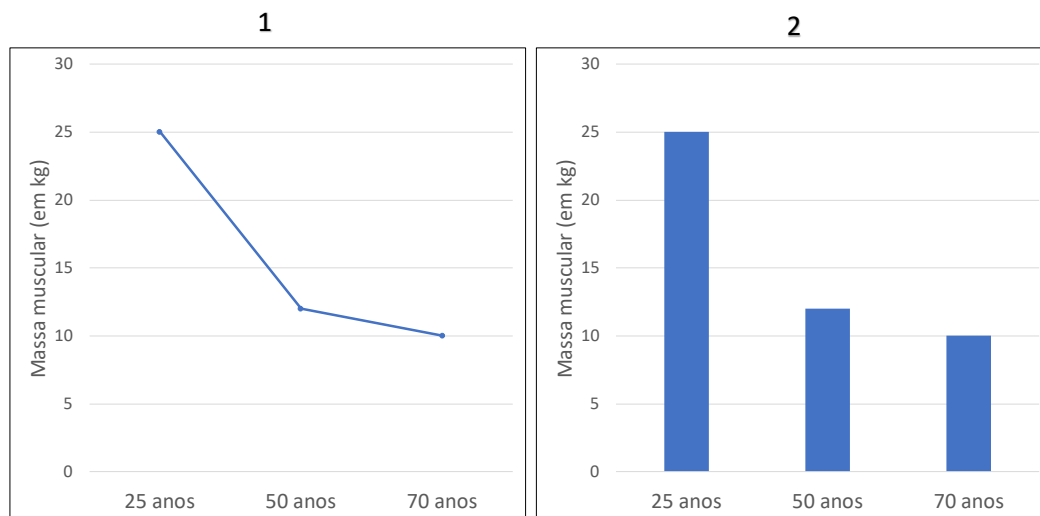


Figura 25: Imagem de um dos estímulos na condição CT - dado contínuo; frase de tendência.

Condição DT:

O tempo diário de sono de um indivíduo varia em função da atividade profissional exercida.

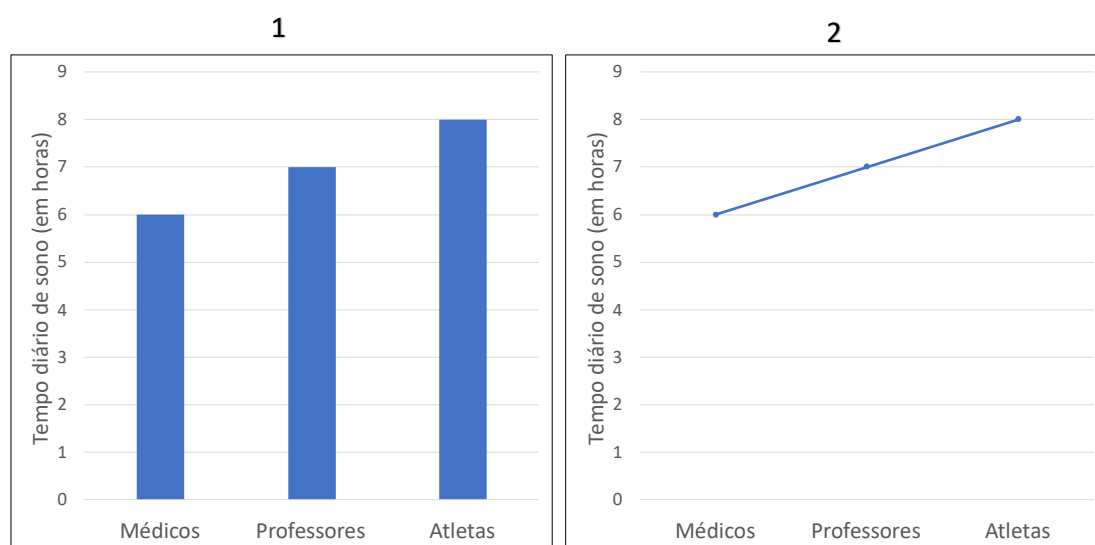


Figura 26: Imagem de um dos estímulos na condição DT - dado discreto; frase de tendência.

Condição CP:

A temperatura da água é mais baixa a -400 metros de profundidade do que a -100 metros de profundidade

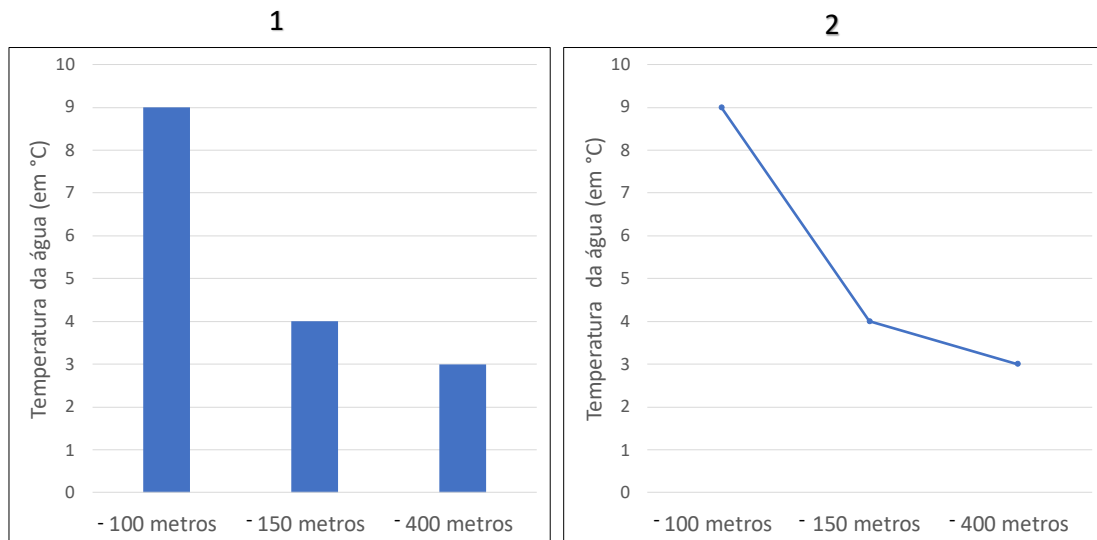


Figura 27: Imagem de um dos estímulos na condição CP - dado contínuo; frase de diferença pontual.

Condição DP:

A estatura média na Holanda é maior do que na Indonésia.

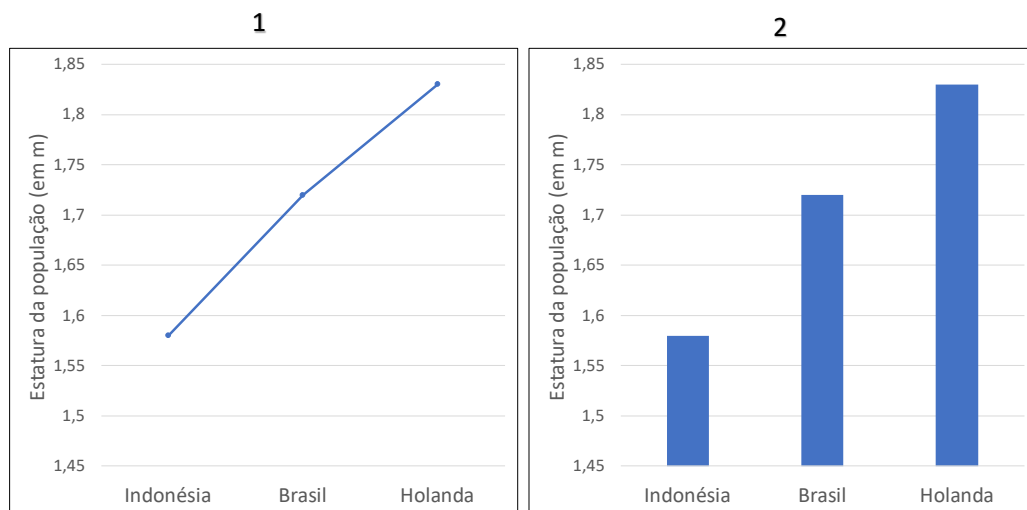


Figura 28: Imagem de um dos estímulos na condição DP - dado discreto; frase de diferença pontual.

Variáveis dependentes

O número total de respostas para gráficos de coluna e de linha em cada condição.

Participantes

Participaram do experimento, como voluntários, 40 alunos (21 mulheres e 19 homens, idade entre 17 e 40 anos - média de 24,42, desvio padrão de 6,12), todos da graduação ou pós-graduação de uma instituição privada do Rio de Janeiro, de

curso variados, como Design, Engenharia, Economia. Além disso, todos eram falantes nativos de Português (ver Anexo II para informações completas dos participantes do experimento).

Materiais

Foram criados 32 itens para o teste: 16 estímulos experimentais e 16 distratores. Cada item experimental consistiu na apresentação de um título com indicação de tendência ou de diferenças pontuais e, simultaneamente, 2 tipos de gráficos (de colunas e de linha) representando o mesmo dado lado a lado. Nos itens distratores, foram usados gráficos de setores e de rosca, também posicionados lado a lado.⁵

Para a construção dos títulos, conforme já apresentado, buscou-se utilizar verbos que indicassem variações relacionadas ao tempo, à temperatura, à quantidade de massa muscular e à profundidade, especialmente nos títulos que expressavam **tendência**. Os verbos empregados incluíram: *aumentar*, *diminuir*, *variar*, *decrecer*, *crescer* e *ampliar*. Nesses casos, a estrutura das sentenças foi organizada de modo que o **sujeito da frase** correspondia à variável representada no eixo y do gráfico, seguido pelo verbo de tendência e, por fim, pela referência à informação expressa no eixo x.

Já nos títulos que indicavam diferença pontual, a construção seguiu um formato comparativo. O sujeito da frase incluía a variável do eixo y associada a um dos elementos em comparação, e o predicado foi estruturado com expressões comparativas como: *é maior do que*, *é mais baixo do que* e *é menor do que*.

É importante registrar que, na condição DT (dado discreto; frase de tendência), foi utilizado consistentemente o verbo "variar", por ser uma formulação verbal que, dentro do conjunto analisado, se mostrou compatível tanto sintática quanto pragmaticamente com dados de natureza categórica. Isso ocorre porque, embora "variar" sugira mudança ao longo de um intervalo (como requer uma frase de tendência), ele não exige necessariamente um eixo contínuo, podendo ser aplicado a séries de categorias discretas sem violar a naturalidade ou a interpretabilidade do enunciado.

⁵ Alguns dos itens experimentais foram adaptados do experimento de Fernandes (2021).

Quanto ao aspecto visual dos gráficos, todos seguiram padrões similares independentemente da informação expressa: todos os gráficos de colunas continham três colunas da mesma cor; os de linha apresentavam apenas uma linha com três pontos da mesma cor e os gráficos usados como distratores (de setor e de rosca) possuíam quatro ou três fatias e as cores são iguais entre eles. Além disso, os dados estão sempre na mesma ordem nos dois gráficos. Dessa forma, se, por exemplo, o rótulo da primeira coluna for “38°C”, o rótulo do primeiro ponto no gráfico de linha também será “38°C”.

A posição dos pares de gráficos foi aleatorizada. Dos 16 estímulos experimentais, 4 apresentaram o gráfico de colunas à direita e o gráfico de linha à esquerda, enquanto outros 4 exibiram o gráfico de colunas à esquerda e o gráfico de linha à direita. Dentro de cada uma dessas combinações, 2 itens apresentaram as informações em ordem crescente e os outros 2, em ordem decrescente. Essa distribuição foi adotada para evitar possíveis efeitos de *priming*⁶. Assim, o participante tem de analisar todo o conteúdo exposto, para chegar à resposta correta.

Os gráficos, criados no Excel, foram transferidos para o *PowerPoint* a fim de serem posteriormente inseridos no software *Google Forms*.

Para a organização dos estímulos em condições, foi usado o quadrado latino, dando origem a quatro listas. Dessa forma, buscou-se garantir que cada participante seria exposto a todas as condições experimentais, mas veria uma versão diferente dos itens. A Tabela 2 a seguir ilustra essa organização:

Tabela 2 - Distribuição dos títulos nas quatro condições experimentais segundo o delineamento em quadrado latino

Tópico	Lista 1	Lista 2	Lista 3	Lista 4
1. O investimento do PIB	CT- O investimento do PIB em educação no Brasil aumentou entre 2004 e 2012.	CP- O investimento do PIB em educação no Brasil foi maior em 2012 do que em 2004.	DP- O investimento do PIB em educação é maior na Islândia do que no Brasil.	DT- O investimento do PIB em educação varia entre os países.
2. O consumo de cerveja	DT- O consumo de cerveja varia	CT- O consumo de cerveja aumenta com a	CP- O consumo de cervejas é maior na temperatura	DP- O consumo de cerveja é mais baixo na Páscoa

⁶ *Priming* é um fenômeno psicológico em que a exposição prévia a um estímulo (*prime*) influencia a resposta a um estímulo subsequente, geralmente de forma inconsciente. Esse efeito ocorre porque o primeiro estímulo ativa representações mentais ou associações na memória, facilitando ou interferindo no processamento do estímulo subsequente (SMITH; KOSSLYN, 2007).

	em função do tipo de comemoração.	elevação da temperatura.	diária de 38°C do que na de 15°C.	do que no Carnaval.
3. O tempo diário de sono	DP- O tempo diário de sono de atletas é maior do que o de médicos.	DT- O tempo diário de sono de um indivíduo varia em função da atividade profissional exercida.	CT- O tempo diário de sono de uma criança diminui ao longo da infância.	CP- O tempo diário de sono de uma criança aos 12 anos de idade é menor do que aos 2 anos.
4. A massa muscular	CP- A massa muscular de um indivíduo aos 25 anos é maior do que aos 70 anos.	DP- A massa muscular de halterofilistas é maior do que a de ciclistas.	DT- A massa muscular dos atletas varia em função do tipo de atividade praticada.	CT- A massa muscular de um indivíduo diminui com o passar dos anos.
5. O consumo de carne	CT – O consumo de carne per capita diminuiu ao longo dos anos.	CP – O consumo de carne per capita foi maior em 2005 do que em 2020.	DP – O consumo de carne anual no Chile é menor do que na Argentina.	DT - O consumo de carne anual varia entre os países da América do Sul.
6. A estatura média	DT - A estatura média dos indivíduos varia em função de sua nacionalidade.	CT – A estatura média da população brasileira aumentou com o passar dos anos.	CP – A estatura média da população brasileira era maior em 1980 do que em 1960.	DP - A estatura média dos indivíduos da Holanda é maior do que os da Indonésia.
7. A temperatura da água	DP – A temperatura média da água do mar no Brasil é maior no verão do que no inverno.	DT – A temperatura média da água do mar no Brasil varia com as estações.	CT - A temperatura da água decresce com a profundidade dos oceanos.	CP - A temperatura da água é mais baixa a -400 metros do que a -100 metros de profundidade.
8. O preço da gasolina	CP – O preço médio da gasolina em 2021 foi maior do que em 2015.	DP – O preço médio da gasolina em SP foi menor do que no RJ em 2021.	DT – O preço médio da gasolina variou entre os estados brasileiros em 2021.	CT – O preço médio da gasolina no Brasil aumentou ao longo dos anos.
9. A produção de resíduos sólidos	CT – A produção de resíduos sólidos no Brasil aumentou ao longo dos anos.	CP – A produção de resíduos sólidos no Brasil foi maior em 2022 do que em 2018.	DP – A produção de resíduos sólidos em 2020 foi maior no Sudeste do que no Nordeste.	DT – A produção de resíduos sólidos em 2020 variou entre as regiões do Brasil.

10. O consumo de energia elétrica	DT – O consumo de energia elétrica em 2022 variou entre os países.	CT – O consumo de energia elétrica no Brasil aumentou entre 2016 e 2020.	CP – O consumo de energia elétrica no Brasil foi maior em 2020 do que em 2016.	DP – O consumo de energia elétrica em 2022 foi maior nos EUA do que na Índia.
11. A reciclagem de lixo	DP – A reciclagem de lixo em 2013 foi maior na Alemanha do que na Holanda.	DT – A reciclagem de lixo em 2013 variou entre os países da Europa.	CT – A reciclagem de lixo no Brasil aumentou entre 1999 e 2012.	CP – A reciclagem de lixo no Brasil foi maior em 2012 do que em 1999.
12. O quantitativo de obesos	CP – O quantitativo de obesos na população brasileira era menor em 2006 do que em 2012.	DP – O quantitativo da população obesa em 2016 era maior na Argentina do que no Brasil.	DT – O quantitativo da população obesa em 2016 variou entre os países da América Latina.	CT – O quantitativo de obesos na população brasileira aumentou entre 2006 e 2012.
13. A inflação média	CT – A inflação média brasileira cresceu entre 2018 e 2020.	CP – A inflação média brasileira era maior em 2020 do que em 2018.	DP – A inflação média em 2023 no Brasil era maior do que da Bolívia.	DT – A inflação média em 2023 variou entre os países da América do Sul.
14. A média do valor do dólar	DT – A média em reais do valor do dólar no Brasil em 2023 variou entre os tipos da moeda.	CT – A média em reais do valor do dólar no Brasil aumentou entre 2000 e 2013.	CP – A média em reais do valor do dólar no Brasil foi menor em 2000 do que em 2013.	DP – A média em reais do valor do dólar comercial no Brasil foi menor do que o valor do paralelo em 2023.
15. O tempo médio na internet	DP – O tempo médio de usuários na internet em 2022 foi maior no Reino Unido do que na Alemanha.	DT – O tempo médio de usuários na internet em 2022 variou entre os países europeus.	CT – O tempo médio de usuários na internet no Brasil ampliou entre 2016 e 2024.	CP – O tempo médio de usuários na internet no Brasil foi maior em 2024 do que em 2016.
16. A média do salário mínimo dos professores	CP – A média do salário dos professores no Brasil era menor em 2013 do que em 2024.	DP – A média em dólar do salário dos professores em 2023 foi menor na Flórida do que na Califórnia.	DT – A média em dólar do salário dos professores em 2023 variou nos estados dos EUA.	CT – A média do salário dos professores no Brasil aumentou entre 2013 e 2024

Fonte: Elaborado pelo autor com base no delineamento experimental (2025).

Procedimento

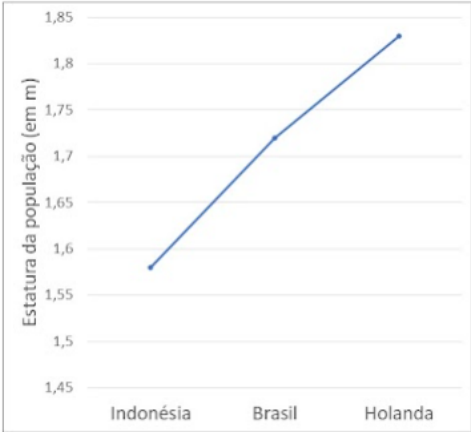
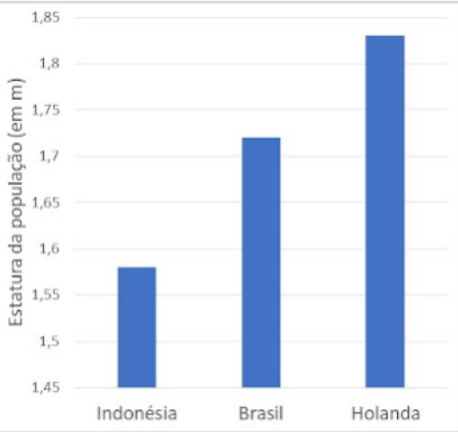
Os participantes foram testados individualmente em um computador Dell, de 15,6 polegadas, no LAPAL – Laboratório de Psicolinguística e Aquisição da

Linguagem, situado na PUC-Rio e vinculado ao Departamento de Letras. Eles foram previamente informados de que participariam de uma atividade de leitura e que dados sobre sexo, escolaridade e grau de familiaridade/instrução com gráficos seriam coletados por meio de um formulário. Após receberem as instruções detalhadas sobre a tarefa, os voluntários tinham a liberdade de fazer perguntas a qualquer momento. Antes de iniciar o experimento, os participantes assinavam o termo de consentimento – ver Apêndice A - e preenchiam o formulário – ver Apêndice C.

Antes do experimento propriamente dito, três estímulos de treinamento foram oferecidos, consistindo na apresentação de pares de gráficos (gráficos de setores e de rosca). Durante a sessão, os voluntários visualizavam slides com um título na parte superior e dois gráficos posicionados um ao lado do outro abaixo do título. Eles deviam escolher qual gráfico do par representava melhor a informação expressa na frase – os participantes foram informados que a opção “gráfico 1” correspondia ao gráfico da esquerda e a opção “gráfico 2” ao gráfico da direita. Os estímulos podiam ser visualizados pelo tempo necessário por cada participante. A duração média de cada sessão experimental foi de 15 minutos. Ao final, foi aberto um espaço para que os participantes deixassem comentários sobre a experiência.

O experimento foi apresentado no *Google Forms* da seguinte forma:

A estatura média na Holanda é maior do que na Indonésia. *

☐ Gráfico 1
 ☐ Gráfico 2

Enviar
Limpar formulário

Figura 29: Página do Formulário *Google Forms* com exemplo de um item experimental.

Resultados

Os dados coletados pelo aplicativo *Google Forms* foram submetidos à análise estatística no programa JASP (JASP Team, 2023):

Foram analisadas as escolhas de gráficos de coluna ou de linha em quatro condições experimentais, combinando a *natureza do dado no eixo x* (contínuo vs. discreto) e o *tipo de frase do título* (indicativa de tendência vs. diferença pontual). A Tabela 3 apresenta a distribuição das escolhas por condição.

Tabela 3 – Número total de escolhas de gráfico de colunas ou de linha por condição.

Estatística Descritiva								
	CP coluna	CP linha	CT coluna	CT linha	DP coluna	DP linha	DT coluna	DT linha
Mediana	2.00	2.00	1.00	3.00	4.00	0.00	4.00	0.00
Média	2.05	1.95	1.57	2.42	3.25	0.75	3.27	0.72
Desvio Padrão	1.48	1.48	1.44	1.44	1.05	1.05	0.98	0.98
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
Máximo	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

Observou-se que, nas **condições com dados discretos** (DP e DT), os participantes tenderam a escolher gráficos de coluna ($M = 3,25$ e $M = 3,27$, respectivamente), independentemente do tipo de frase. Nas **condições com dados contínuos**, há diferenças em função do tipo de frase. Na condição CP (natureza contínua; frase de diferença pontual), as escolhas ficaram equilibradas entre os dois tipos de gráfico ($M=2,05$ para gráfico de coluna e $M= 1,95$ para gráfico de linha). Na condição CT (natureza contínua; frase de tendência), observou-se maior preferência por gráficos de linha ($M = 2,42$) em comparação aos gráficos de coluna ($M = 1,57$).

Essas diferenças podem ser visualizadas no gráfico a seguir:

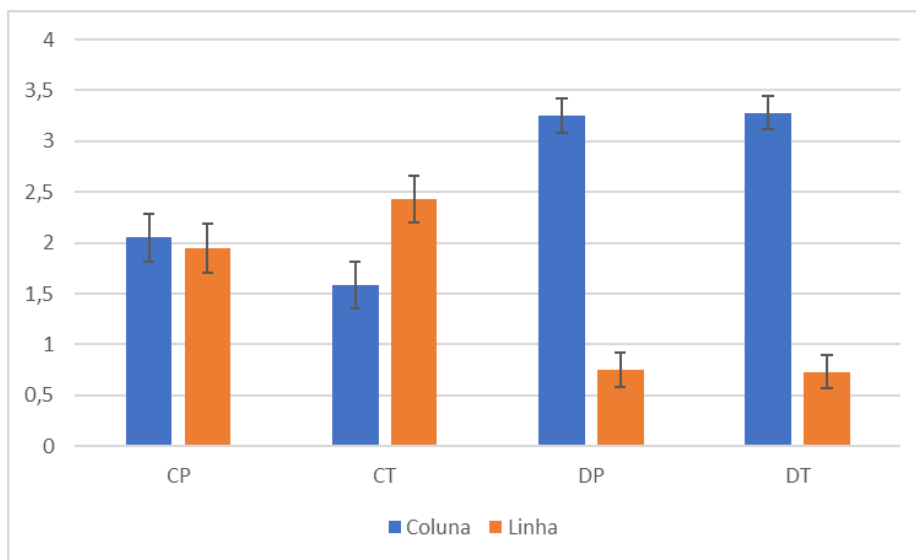


Figura 30: Média das escolhas do tipo de gráfico por condição com erro padrão.

Para verificar a significância das diferenças observadas, foram realizadas comparações pareadas entre as escolhas de imagens em cada uma das quatro condições experimentais (CP, CT, DP, DT), considerando a variável dependente “número de escolhas da imagem na coluna” vs. “número de escolhas da imagem na linha”.

Os testes de normalidade de Shapiro-Wilk indicaram que os dados não seguiam distribuição normal em nenhuma das comparações (todos os valores de $p < 0,001$), justificando o uso do teste de postos sinalizados de Wilcoxon.

Conforme pode ser verificado na Tabela 4 a seguir, foram observadas diferenças significativas nas condições DP e DT, com maior número de escolhas para gráficos de coluna - DP: $W = 561,5$, $p < 0,001$, e DT: $W = 577,0$, $p < 0,001$. Esses efeitos apresentam magnitudes elevadas, conforme os coeficientes de

correlação posto-bisserial (*rank-biserial correlation*). Não houve diferenças em relação ao tipo de gráfico nas condições CP e CT.

Tabela 4 - Resultado do teste de Wilcoxon para o contraste entre gráfico de coluna e de linha por condição experimental.

Medida 1	Medida 2	W	z	gl (graus de liberdade – df)	p	Correlação posto-bisserial (rank-biserial correlation)	Erro padrão da correlação posto-bisserial (SE Rank-Biserial Correlation)
CP coluna	- CP linha	280.00	0.30		0.76	0.06	0.20
CT coluna	- CT linha	221.50	-1.53		0.12	-0.30	0.19
DP coluna	- DP linha	561.50	4.51		< .001	0.89	0.19
DT coluna	- DT linha	577.00	4.78		< .001	0.94	0.19

Note. Wilcoxon signed-rank test.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

Com vistas a verificar se houve diferenças significativas nas escolhas de gráfico de **coluna** entre as condições experimentais, foi conduzido um teste de Friedman, apropriado para dados emparelhados não paramétricos (ver Tabela 5). Os resultados indicaram um efeito significativo das condições sobre as escolhas dos participantes, $\chi^2(3) = 48,30$, $p < .001$, com um coeficiente de W de Kendall = 0.402, indicando um efeito de magnitude moderada.

Tabela 5 - Resultado do teste de Friedman para o número de escolhas por gráfico de colunas nas quatro condições experimentais.

Teste Friedman

Fator	Qui-Quadrado	gl (graus de liberdade – df)	p	W de Kendall
Condições	48.296	3	< .001	0.402

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

Em seguida, foram realizadas comparações pós-hoc pareadas com o teste de Conover, com ajustes de Bonferroni e Holm (Tabela 6). Os resultados revelaram diferenças significativas para o par CP vs. DP ($p < .001$), com ajustes de Bonferroni ($p = .00185$) e Holm ($p = .00123$) mantendo a significância, e para o par CP vs. DT ($p < .001$), preservada após ambos os ajustes. Também foram significativos os contrastes entre os pares CT vs. DP ($p < .001$) e CT vs. DT ($p < .001$). A diferença

entre CP e CT foi bastante próxima do nível de significância ($p=0,05$) e não houve diferença entre DP e DT.

Tabela 6 - Resultados de comparação entre as condições do experimento 1 do teste de Conover's Post Hoc – escolha por gráfico de colunas.

Comparações Post Hoc de Conover - Condições

	Estatística <i>t</i>	Gl (Grau de liberdade - df)	Peso de i (W_i)	Peso de j (W_j)	<i>p</i>	valor-p (ajustado por Bonferroni - p_{bonf})	valor-p (ajustado por Holm - p_{holm})
CP CT	1.99	117	87.00	68.00	0.05	0.29	0.10
DP	3.72	117	87.00	122.50	< .001	1.85×10^{-3}	1.23×10^{-3}
DT	3.72	117	87.00	122.50	< .001	1.85×10^{-3}	1.23×10^{-3}
CT DP	5.71	117	68.00	122.50	< .001	< .001	< .001
DT	5.71	117	68.00	122.50	< .001	< .001	< .001
DP DT	0.00	117	122.50	122.50	1.00	1.00	1.00

Nota: Agrupados por sujeito.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

O mesmo tipo de análise foi conduzida para os gráficos de linha.⁷ Os resultados indicaram um efeito significativo das condições sobre as escolhas dos participantes, $\chi^2(3) = 48.30$, $p < .001$, com um coeficiente W de Kendall = 0.40, indicando um efeito de magnitude moderada.

Tabela 7: Resultado do teste de Friedman para o número de escolhas por gráfico de linha nas quatro condições experimentais.

Friedman Test

Fator	Qui-Quadrado	Gl (grau de liberdade – df)	<i>p</i>	W de Kendall
RM Factor 1	48.30	3	< .001	0.40

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

Também foram realizadas comparações pós-hoc pareadas com o teste de Conover, com ajustes de Bonferroni e Holm (Tabela 8) na análise referente a escolhas por gráficos de linha. Como esperado com base na análise feita para gráficos de colunas (retomar nota 07), os resultados revelaram diferenças

⁷ Ressalta-se que, por se tratar de uma tarefa de escolha forçada entre duas alternativas mutuamente exclusivas (gráfico de colunas ou gráfico de linhas), os dados referentes a cada uma das categorias são, por definição, complementares. Assim, a realização de testes estatísticos separados para cada tipo de gráfico pode ser considerada estatisticamente redundante. No entanto, optou-se por manter ambas as análises com o intuito de proporcionar maior clareza na apresentação dos resultados e facilitar a interpretação dos padrões de escolha por parte dos leitores.

significativas para os pares CP vs. DP ($p < .001$), CP vs. DT ($p < .001$), CT vs. DP ($p < .001$), e CT vs. DT ($p < .001$), preservadas após ambos os ajustes. O contraste entre CP e CT foi próximo do nível de significância. Não houve diferença entre DP e DT.

Tabela 8 - Resultados de comparação entre as condições do experimento 1 do teste de Conover's Post Hoc – escolha por gráficos de linha.

Comparações Post Hoc de Conover - Condições

		T-Stat	df	W _i	W _j	p	p _{bonf}	p _{holm}
CP	CT	1.99	117	113.00	132.00	0.05	0.29	0.10
	DP	3.72	117	113.00	77.50	< .001	1.85×10^{-3}	1.23×10^{-3}
	DT	3.72	117	113.00	77.50	< .001	1.85×10^{-3}	1.23×10^{-3}
CT	DP	5.71	117	132.00	77.50	< .001	< .001	< .001
	DT	5.71	117	132.00	77.50	< .001	< .001	< .001
DP	DT	0.00	117	77.50	77.50	1.00	1.00	1.00

Nota: Agrupados por sujeito.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

No sentido de prover uma visão mais granular dos itens por condição, organizamos uma análise dos 16 Tópicos (ver Tabela 9) para cada condição: CP, CT, DP e DT. A Tabela 9 a seguir apresenta esse resultado. Conforme apresentado em “Materiais”, na subseção 8.1 do capítulo 8, foi usado o quadrado latino para organizar as listas, de modo a garantir que o participante não visse o mesmo tópico em mais de uma condição. Os valores nas colunas abaixo indicam o número de participantes que, em cada uma das quatro condições (CP, CT, DP e DT), escolheu gráfico de colunas ou de linhas. Isso explica porque em cada condição, para cada tópico, há um total de 10 participantes. Para cada um dos 16 tópicos, quando somamos o total de participantes, chega-se a 40 participantes. Desses 40, 10 viram o tópico em questão na condição CP, outros 10 na condição CT, outros 10 na condição DP e mais outros 10 diferentes na condição DT.

Tabela 9: Distribuição das Respostas por Tópico em Função da Condição

Tópico	CP Coluna	CP Linha	CT Coluna	CT Linha	DP Coluna	DP Linha	DT Coluna	DT Linha	Total Coluna	Total Linha	PERCENTUAL Coluna	PERCENTUAL Linha
1	5	5	6	4	8	2	9	1	28	12	70	30
2	6	4	4	6	8	2	7	3	25	15	62,5	37,5
3	5	5	5	5	8	2	9	1	27	13	67,5	32,5
4	6	4	2	8	9	1	10	0	27	13	67,5	32,5
5	6	4	8	2	9	1	8	2	31	9	77,5	22,5
6	7	3	4	6	10	0	8	2	29	11	72,5	27,5

Tópico	CP Coluna	CP Linha	CT Coluna	CT Linha	DP Coluna	DP Linha	DT Coluna	DT Linha	Total Coluna	Total Linha	PERCENTUA L Coluna	PERCENTUA L Linha
7	1	9	3	7	7	3	8	2	19	21	52,5	47,5
8	5	5	0	10	5	5	7	3	17	23	42,5	57,5
9	7	3	6	4	10	0	8	2	31	9	77,5	22,5
10	5	5	3	7	9	1	8	2	25	15	62,5	37,5
11	4	6	5	5	9	1	8	2	26	14	65	35
12	8	2	6	4	9	1	9	1	32	8	80	20
13	3	7	3	7	7	3	8	2	21	19	52,5	47,5
14	5	5	1	9	7	3	9	1	22	18	55	45
15	3	7	5	5	8	2	7	3	23	17	57,5	42,5
16	6	4	2	8	7	3	8	2	23	17	57,5	42,5
Média	5,12	4,87	3,93	6,06	8,12	1,87	8,18	1,81	25,37	14,62	63,75	36,25

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

Essa tabela corrobora o que as análises estatísticas indicaram - que há uma preferência clara por gráficos de colunas nas condições DP e DT. O mesmo não se observa para CT e CP.

No caso da condição CT, em que se esperaria a preferência clara por gráficos de linhas, vemos que nos tópicos 1, 5, 9 e 12, há preferência por colunas, e nos tópicos 3, 11 e 15, as respostas ficam no nível da chance.

Na condição CP, por sua vez, observa-se que não há um padrão claro de respostas. Para alguns tópicos a resposta é no nível da chance (1, 3, 8, 10, 14) ou os valores são muito próximos para os dois tipos de gráfico (2, 4, 5, 11, 16); para os demais tópicos, ora há preferência por gráficos de colunas (6, 9, 12) ora por gráficos de linha (7, 13, 15), o que acaba resultando em médias bastante próximas para os dois tipos de gráfico nessa condição.

Discussão dos resultados

O objetivo principal deste experimento foi investigar como o *tipo de frase* (de tendência ou de comparação pontual) interage com a *natureza do dado representado no eixo x* (contínuo ou discreto) na escolha do tipo de gráfico mais apropriado — gráfico de colunas ou de linha.

Nossa hipótese era de que, nas condições em que as informações de título e gráfico fossem **congruentes**, haveria preferência por um dado tipo de gráfico - linha, no caso de CT; e coluna, no caso de DP.

No caso de DP, a preferência foi clara por gráficos de colunas, como esperado. No entanto, para CT, embora haja uma tendência na direção de gráficos de linha, a diferença entre linha e coluna não foi significativa.

Uma possibilidade a se considerar é que é possível agrupar variáveis contínuas em categorias para fins de análise. Como mencionamos na seção 8.1, variáveis contínuas como idade, temperatura ou tempo, normalmente representadas em gráficos de linha, podem ser agrupadas em categorias para fins de análise. Assim, não haveria restrição ao uso de um gráfico de colunas nesses casos, diferentemente do que ocorre com variáveis discretas (como países, profissões, estações do ano), que representam, naturalmente, grupos.

Um fator que pode ter favorecido o tratamento de variáveis contínuas como grupos em alguns dos estímulos da condição CT é o número reduzido de pontos no eixo x - três elementos em todos os itens experimentais. Esse número pode ter limitado a percepção de continuidade e reforçado uma leitura comparativa entre pontos isolados no tempo no caso de alguns itens. Nos tópicos destacados acima, a informação registrada no eixo x é sempre tempo (1, 5, 9, 12) e idade (3). Evidentemente que isso não pode ser generalizado, pois há outros tópicos na condição CT em que no eixo x havia informação de mesmo tipo (tempo) e, não obstante, houve preferência por gráficos de linha, como esperado.

Nesses casos, outros fatores, como a informação presente no sujeito, podem ter determinado a preferência por gráfico de linhas - por exemplo, no tópico 10, o sujeito era "consumo de energia", informação que está pragmaticamente associada a uma variação ao longo do tempo, expressa em termos de tendência. O mesmo padrão se observou nos tópicos 4, 8, 13, 14 e 16, cujos temas ("massa muscular", "preço da gasolina", "inflação", "valor do dólar" e "salário dos professores") remetem a dados frequentemente analisados com foco em tendências. Também houve clara preferência por gráfico de linha no tópico 7, cujo sujeito era "temperatura da água" e o eixo x indicava profundidade (metros), e essa combinação direcionou para leitura de continuidade. Nos tópicos 2 e 6 de CT, houve uma pequena preferência pelo gráfico de linhas, mas muito próximo da chance. Nesses itens, o sujeito era, respectivamente, "consumo de cerveja" e "estatura média" e o eixo x expressava temperaturas (C°) e anos. Aparentemente, os participantes não ficaram muito seguros em relação à escolha do gráfico nesses casos. Particularmente interessante é o caso do tópico 8, em que todas as respostas apontaram para o gráfico de linhas. O tema — "preço da gasolina" — e a progressão temporal no eixo x (valores médios ao longo dos anos) parecem ter favorecido a interpretação de continuidade pelos participantes.

De forma resumida, o que se pode afirmar é que as escolhas do falante na condição CT podem ter sido impactadas por vários fatores: pelo formato da apresentação da informação no eixo x (apenas três elementos), pela natureza da informação representada nesse eixo e pelo tipo de informação codificada no sujeito da sentença. No processo de compreensão multimodal, portanto, além de o participante ser influenciado por informação de natureza *bottom-up* associada ao estímulo, também é influenciado pela informação de natureza *top-down* ligada a seu conhecimento de mundo. Esse conhecimento gera expectativas em relação ao tipo de gráfico esperado para a informação codificada no sujeito e também impacta o seu modo de operar com agrupamentos de certos dados em categorias.

Nas **situações de incongruência** entre informação do título e informação expressa no eixo x, esperávamos uma competição entre os dois tipos de gráficos. Para a **condição CP**, foi exatamente o que se observou. Nessa condição, conforme observado na seção anterior, grande parte dos tópicos fica no nível da chance (2, 4, 5, 11 e 16) ou com valores muito próximos para os dois tipos de gráfico (1, 3, 8, 10 e 14). Nos demais tópicos, a maior parte dos participantes prefere claramente gráficos de colunas (6, 9 e 12) ou gráficos de linha (7, 13 e 15), o que acaba resultando em médias bastante próximas para os dois tipos de gráfico nessa condição.

Nos tópicos em que há preferência por gráficos de colunas (6, 9 e 12), o eixo x apresentava progressão temporal e os sujeitos dos tópicos são respectivamente “estatura média da população”, “produção de resíduos sólidos” e “quantitativo de obesos”. Todos apresentavam estruturas linguísticas comparativas — com expressões como “maior/menor em... do que” —, o que tende a direcionar a leitura para uma comparação pontual entre elementos, característica típica dos gráficos de colunas.

Já nos tópicos 13 e 15, que também apresentavam uma progressão temporal no eixo x, observou-se preferência pelo gráfico de linhas, coerente com a representação de continuidade. O tópico 7, representando níveis crescentes de profundidade (uma variável contínua), teve 90% dos participantes optando pelo gráfico de linhas. Esse resultado provavelmente reflete o conhecimento de mundo dos respondentes, que tendem a associar esse tema a uma variação gradual — como é o caso da temperatura em função da profundidade, comumente descrita como uma tendência.

Na **condição DT** (dado discreto; frase de tendência), houve preferência dos participantes por gráficos de colunas ($p < 0,001$), seguindo o mesmo padrão da condição congruente DP. Logo, na condição DT, mesmo diante de frase de tendência, a natureza do dado representado no eixo x parece ter maior peso. Assim, para um título como *O consumo de energia elétrica em 2022 variou entre os países*, o fato de haver "países" representados no eixo x levou os participantes a preferirem a representação em colunas. Importante aqui observar que o fato de ter sido usado o verbo "*variar*" em todos os estímulos na condição DT pode ter impactado os resultados. Conforme apontado na seção Materiais, embora em geral esse verbo seja empregado para expressar tendências graduais ou mudanças ao longo do tempo — o que remete à ideia de continuidade —, ele também admite interpretações voltadas à comparação entre categorias, como no uso “o consumo variou entre os países”. Ou seja, "*variar*" pode ser interpretado tanto como expressão de uma progressão contínua quanto como indicação de diferença pontual entre grupos discretos. Essa ambiguidade semântica pode ter levado os participantes a ajustar a leitura do verbo ao tipo de dado representado no eixo x, interpretando "variar" como "diferir" e, portanto, optando por gráficos de colunas. Nesse sentido, a natureza do dado representado no eixo x pode ter influenciado diretamente a interpretação do título e, por consequência, a escolha do gráfico.

Esses resultados tomados em conjunto sugerem que—fatores como o enunciado do título, a organização visual do gráfico ou possíveis ambiguidades na interpretação semântica podem influenciar a escolha do tipo de gráfico. Isso aponta para a importância não apenas da natureza dos dados, mas também da clareza do contexto e da familiaridade dos usuários com determinados padrões de visualização, como colunas para categorias e linhas para progressões temporais.

Os resultados da presente pesquisa reforçam, portanto, os achados de Strobel, Saß, Lindner e Köller (2016), que demonstraram que os leitores de gráficos tendem a ajustar suas escolhas conforme a demanda cognitiva da tarefa — isto é, à natureza da tarefa. Em seus experimentos, os autores observaram que gráficos de linha foram preferidos em tarefas que exigiam a identificação de tendências ao longo do tempo, enquanto gráficos de colunas foram mais utilizados em comparações pontuais entre categorias. A compatibilidade entre título e dado exerce influência na escolha do tipo de gráfico. Ainda que a literatura anterior tenha indicado predominância da natureza dos dados sobre a informação linguística em

certos contextos (FERNANDES, 2020), os achados atuais — ao controlar de forma sistemática a presença de variáveis contínuas (em oposição às discretas) e a estrutura do eixo x nos gráficos—mostram que, mesmo diante de títulos com estrutura linguística clara, a organização dos dados no gráfico — especialmente quando indicam continuidade temporal — pode exercer maior influência sobre a escolha do tipo de gráfico, prevalecendo sobre a informação verbal em alguns casos. Assim, os dados indicam que o fator decisivo na escolha do gráfico não é exclusivamente verbal ou visual, mas o grau de compatibilidade entre essas informações.

A tensão entre informação *top-down* e *bottom-up* observada neste experimento pode ser interpretada à luz da proposta de Pinker (1990), que entende gráficos como artefatos cognitivos que exigem do leitor a construção de um modelo mental coerente a partir da representação visual. Quando essa coerência não é prontamente acessível — como no caso de frases-título com verbos de interpretação semântica flexível, como “variar” — os leitores recorrem à estrutura mais familiar ou mais “visível”, o que frequentemente significa basear-se no eixo x. Nesse ponto, os verbos utilizados nos títulos desempenham papel central. Como discutido anteriormente, verbos de processo (aumentar, diminuir, variar) sugerem continuidade e mudança gradual, o que se espera que leve à escolha de gráficos de linha. No entanto, conforme argumenta Pinker, esse mapeamento não é automático: a integração entre linguagem e representação gráfica exige não apenas coerência semântica, mas também clareza de estrutura. Acarturk (2009) reforça essa noção ao afirmar que a integração gráfico-texto depende da disposição visual e da congruência conceitual entre os modos — isto é, uma frase de tendência só será eficaz se o dado também for percebido como contínuo, e vice-versa.

Esse conjunto de fatores também está diretamente relacionado ao conceito de letramento estatístico e gráfico. De acordo com Gal (2002), o letramento estatístico envolve não apenas a leitura literal de dados, mas a capacidade de interpretar, questionar e tomar decisões com base em informações apresentadas graficamente. Friel, Curcio e Bright (2001) acrescentam que essa competência abrange diferentes níveis de leitura de gráficos: leitura dos dados ("*reading the data*"), leitura entre os dados ("*reading between the data*") e leitura além dos dados ("*reading beyond the data*").

Em síntese, os resultados do Experimento 1 sugerem que a escolha pelo tipo de gráfico é modulada por uma interação complexa entre a natureza dos dados (contínuos ou discretos), o conteúdo linguístico dos títulos (tendência ou comparação), e o conhecimento prévio do leitor. Essa articulação, conforme proposto por Acartürk (2009) e Pinker (1990), depende da coerência entre os modos e da clareza estrutural, e é afetada ainda pelo nível de letramento gráfico do leitor (GAL, 2002; FRIEL et al., 2001). Os achados apontam para a relevância de investigações futuras que explorem mais detalhadamente a interação entre linguagem, percepção visual e conhecimento prévio no processamento de gráficos.

8.2.

Experimento 2

O segundo experimento teve como objetivo verificar em que medida a presença no texto de uma frase ("frase-crítica") que explicitasse informação representada visualmente no gráfico poderia impactar o processo de integração entre texto e gráfico e a compreensão multimodal.

Para isso, conforme já destacado na introdução do capítulo, fizemos uso da técnica de rastreamento ocular (*eye tracking*) e também aplicamos um questionário com duas perguntas de compreensão, conforme será detalhado em próximas seções.

Em consonância com o que propõe Acartürk (2009) e Acartürk e Habel (2012), consideramos que a compreensão multimodal de constelações gráfico-texto requer a construção de correspondências entre entidades linguísticas e gráficas. No capítulo 7, apresentamos, de forma sintética, um conjunto de experimentos de rastreamento ocular conduzidos por Acartürk em sua dissertação sobre compreensão multimodal de constelações texto-gráfico (Acartürk, 2009). Particularmente relevante para nosso estudo, foi o experimento 01 de Arcartürk. Nesse experimento, o autor definiu como variáveis independentes as propriedades visuais de gráficos de linha (informação *bottom-up*) e a estrutura informacional do texto verbal, a partir da manipulação do número de sentenças-alvo com referência ao conteúdo de um gráfico de linha posicionado ao lado do texto que continha as sentenças-alvo (informação *top-down*). Os participantes liam os textos com diferentes

composições de frases — que variavam entre uma e quatro sentenças-alvo — e observavam gráficos que também variavam quanto à complexidade visual. Além de coletar medidas oculares, como fixações e transições entre texto e gráfico, o autor também analisou as respostas dos participantes a perguntas de múltipla escolha relacionadas à compreensão dos dados apresentados nos gráficos.

A hipótese do autor era que o aumento do número de sentenças-alvo no texto, ao modificar a densidade informacional do material verbal, impactaria diretamente os padrões de atenção visual e a integração entre os modos linguístico e gráfico. Especificamente, esperava-se que, quanto maior o número de sentenças-alvo, maior seria a alternância de fixações entre o texto e o gráfico, como reflexo de um esforço cognitivo mais intenso na tentativa de correlacionar as informações entre os dois modos. Os resultados confirmaram essa hipótese: observou-se um aumento progressivo na frequência de alternância de fixações entre as áreas do texto e do gráfico conforme crescia o número de sentenças-alvo. Isso sugere que alterações na quantidade de informações apresentadas no texto influenciam significativamente a forma como os leitores acessam e integram informações visuais, afetando diretamente os processos de compreensão em contextos multimodais.

Em nosso experimento, inspirados pelo estudo de Acartürk, buscamos contrastar uma condição com a presença de uma sentença-alvo com outra condição, com ausência de sentença-alvo. Conforme será detalhado a seguir, as propriedades dos gráficos apresentados não foram manipuladas e optamos por analisar apenas gráficos de colunas. As perguntas de compreensão buscavam verificar o quanto tanto o texto quanto o gráfico eram inspecionados para extração de informação.

A hipótese do presente experimento é que, em constelações texto-gráfico, a presença de conteúdo informacional no texto que remeta diretamente ao gráfico facilita o estabelecimento de correspondências entre entidades linguísticas e visuais, reduzindo o esforço cognitivo envolvido no processo de compreensão multimodal. Assim, na condição com a frase crítica, espera-se uma distribuição maior dos movimentos oculares entre as áreas do texto e do gráfico do que na condição sem a frase crítica, o que, por sua vez, se refletirá em maior taxa de acertos nas afirmativas de compreensão que focalizarem conteúdo expresso nas duas áreas.

Antes do detalhamento do experimento, vamos apresentar de forma sintética a técnica de rastreamento ocular adotada nesta dissertação.

8.2.1. A técnica de rastreamento ocular

Rastreamento ocular é uma técnica utilizada para registrar e analisar os movimentos oculares de uma pessoa enquanto ela observa uma cena, lê um texto ou interage com um estímulo visual. Por meio de equipamentos especializados (*eye trackers*), essa técnica mede a direção do olhar, a duração das fixações e os deslocamentos entre pontos de atenção (sacadas), permitindo inferir quais elementos visuais atraem a atenção, em que ordem são processados e por quanto tempo. Na presente pesquisa, usamos a técnica de rastreamento ocular como instrumento metodológico para investigar o comportamento visual de leitores diante de materiais compostos por texto e gráficos. Seu principal diferencial é a capacidade de registrar, com alta precisão temporal e espacial, os movimentos oculares realizados em tempo real, sem interromper a tarefa desempenhada pelo participante.

O funcionamento do sistema baseia-se na emissão de luz infravermelha em direção aos olhos do participante. Essa luz reflete na pupila e na córnea, e os reflexos gerados são captados por uma câmera sensível, geralmente embutida em um monitor ou acoplada a um suporte externo. Com base nessas imagens, algoritmos geométricos computacionais calculam as coordenadas espaciais do olhar ao longo do tempo, permitindo a reconstrução do percurso visual realizado durante a visualização dos estímulos. Modelos mais avançados, como os utilizados nesta pesquisa, possibilitam ainda o mapeamento de Áreas de Interesse (AOIs), definidas previamente pelo pesquisador, viabilizando análises quantitativas e qualitativas detalhadas sobre onde e por quanto tempo o olhar do participante se concentrou.

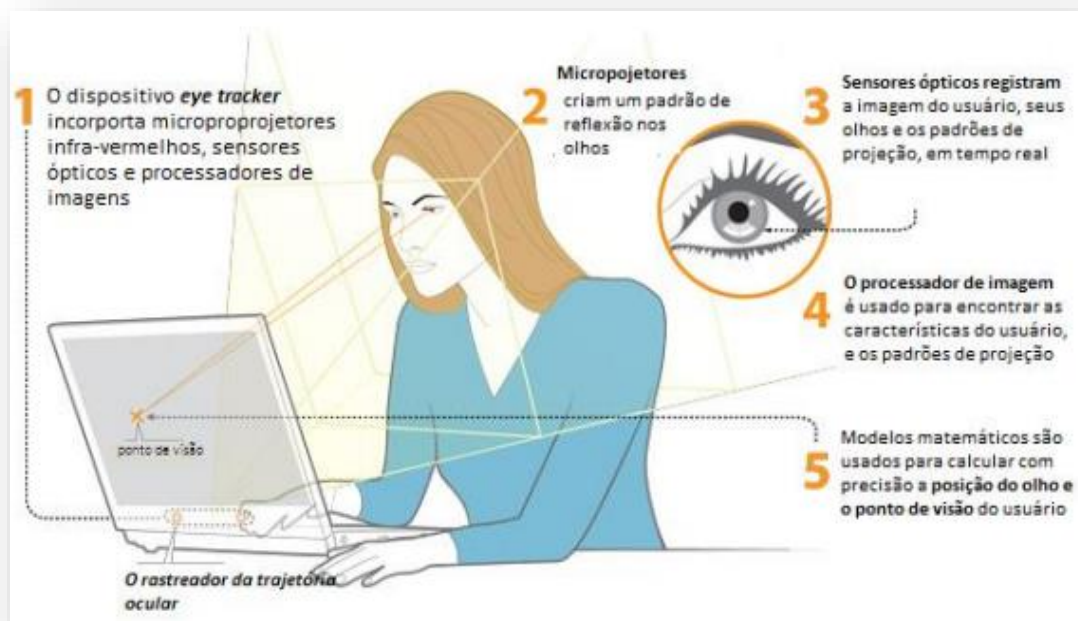


Figura 31: O funcionamento de um rastreador ocular. Fonte: imagem do site <https://www.tobii.com/>, com tradução dos elementos visuais realizada pelo autor.

No campo da Psicolinguística, o rastreamento ocular é amplamente empregado por sua capacidade de revelar processos cognitivos que ocorrem de maneira automática e, muitas vezes, não consciente durante a leitura. Os dois principais eventos oculomotores analisados são as fixações — momentos em que os olhos permanecem relativamente estáveis sobre um ponto da tela, permitindo o processamento da informação — e as sacadas — movimentos rápidos que conectam uma fixação à seguinte. A análise desses eventos fornece métricas como o número de fixações por área, duração total e média das fixações, número de visitas e padrões de regressão (retornos a regiões anteriores do texto), o que permite inferir sobre aspectos como esforço cognitivo, fluência da leitura e integração de informações.

Por exemplo, fixações mais longas ou repetidas podem indicar pontos de ambiguidade sintática ou dificuldade de processamento semântico, enquanto movimentos regressivos sinalizam reavaliação ou reinterpretação de trechos anteriores. Segundo Forster (2013), os movimentos oculares estão estreitamente associados aos mecanismos atencionais e funcionam como indicadores comportamentais indiretos da atividade mental. Ao fixar o olhar em determinada região, o leitor direciona sua atenção cognitiva, revelando assim o fluxo do processamento da informação linguística e/ou visual.

Como salientado anteriormente, uma das grandes vantagens dessa técnica é sua capacidade de capturar o processamento da linguagem em tempo real, sem a necessidade de interromper a leitura ou recorrer a tarefas artificiais. Isso proporciona uma observação mais natural da leitura, mantendo elevada validade ecológica. Em comparação com técnicas como leitura automonitorada, potenciais evocados (ERP) ou ressonância magnética funcional (fMRI), o rastreamento ocular oferece um equilíbrio eficaz entre controle experimental, naturalidade da tarefa e riqueza dos dados.

Além disso, o rastreamento ocular é especialmente valioso em estudos sobre integração multimodal, como os que envolvem textos acompanhados de gráficos, tabelas ou imagens — situação cada vez mais comum em ambientes educacionais, científicos e digitais. A técnica permite examinar como os leitores distribuem sua atenção entre os diferentes componentes do material, se priorizam o texto verbal, o conteúdo visual ou ambos, e de que maneira esses elementos são integrados durante a compreensão. Esse tipo de análise é fundamental para entender os mecanismos cognitivos envolvidos na leitura de constelações texto-gráfico, foco da presente pesquisa.

Embora seja uma técnica relativamente não invasiva e com elevado potencial informativo, seu uso requer planejamento e rigor metodológico. A calibração do sistema, a definição precisa das AOIs, a escolha adequada da taxa de amostragem e o tratamento dos dados (para lidar com ruído, perdas ou erros de registro) são aspectos essenciais para garantir a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos.

8.2.2. Design de experimento 2

Variáveis independentes

Neste experimento, analisamos a variável independente: *presença de frase crítica no texto* (frase crítica presente; frase crítica ausente).

Condições experimentais

A variável independente deu origem a duas condições experimentais:
Condição 1: presença de frase-crítica no texto;

Condição 2: frase-crítica ausente.

Variáveis dependentes

- **Medidas oculares**

Para identificar os possíveis padrões de escaneamento das informações na leitura dos textos multimodais fizemos uso de medidas coletadas utilizando o rastreador ocular, tais como:

- Número de fixações – refere-se à quantidade total de fixações oculares detectadas dentro de uma Área de Interesse (AOI).;

- Duração total de fixações do olhar – Soma de todas as durações de fixações realizadas dentro de uma determinada AOI, medida em milissegundos (ms);

- Média da duração das fixações do olhar – Valor médio das durações individuais das fixações dentro de uma AOI. O valor é resultado da divisão da Duração total de fixações pelo Número de fixações em determinada AOI;

- Número de visitas à AOI – Contagem de quantas vezes a AOI foi “visitada”, ou seja, quantas vezes o olhar entrou nessa região após ter estado fora dela;

- Proporção de visitas - Refere-se à distribuição relativa das visitas entre as diferentes Áreas de Interesse (AOIs). Para esse cálculo, considera-se o total de visitas realizadas em todas as AOIs como 100%, e determina-se a porcentagem correspondente a cada AOI individualmente. Essa métrica indica o quanto cada região do estímulo atraiu a atenção do participante em relação ao todo, permitindo comparações proporcionais entre áreas.

- **Afirmativas de compreensão**

Além das medidas oculares, foram analisadas também as respostas dos participantes a duas afirmativas que deveriam ser julgadas como verdadeiras ou falsas, com base na compreensão do texto. A análise considerou o número total de respostas congruentes com as informações expressas nos textos multimodais.

A afirmativa (A1) apresentava dados que estavam presentes no gráfico e na frase-crítica e a afirmativa (A2) fazia referência a informações presentes apenas no gráfico. A segunda afirmativa foi incluída para verificar se o participante inspecionaria o gráfico independentemente do texto, tanto na condição com quanto na condição sem frase crítica.

Os participantes deveriam julgar cada sentença como verdadeira (V) ou falsa (F), com base exclusivamente na leitura do material apresentado.

Participantes

Foram testados no total 35 participantes, mas foram mantidos apenas os dados dos participantes com mais de 70% de amostras válidas de *gaze*. Embora o padrão adotado nas pesquisas com rastreamento seja de um percentual mínimo >80% de dados válidos de *gaze* por participante, valores $\geq 70\%$ podem ser considerados suficientes, em especial se a tarefa não exigir altíssima precisão, que foi o caso da tarefa aplicada, em que se analisaram as medidas oculares de áreas relativamente grandes. Assim, chegou-se ao total de 20 participantes (11 homens e 9 mulheres, idade média: 22,35 anos e desvio padrão de 3,77). Esses participantes apresentaram um percentual igual ou maior do que 74%.

Os participantes foram recrutados por meio de convites feitos por e-mail e por professores e colegas. Todos os participantes leram e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) físico – ver Apêndice B - antes de realizar o experimento.

Os participantes não receberam nenhum tipo de compensação. Todos estavam, no mínimo, cursando uma graduação (como Design, Engenharia, Jornalismo, Psicologia, Administração, entre outros cursos). Eram falantes nativos do português brasileiro e estudantes de graduação e pós-graduação – ver respostas ao questionário no Apêndice D.

Materiais

Foram criados 16 itens: 8 estímulos experimentais e 8 distratores. Cada item experimental consistia na apresentação de um texto — composto por título, desenvolvimento e frase-alvo (ou sem frase-alvo) — e um gráfico de colunas. Nos itens distratores, foram usadas tabelas, também posicionadas ao lado de textos que seguiam os mesmos critérios dos itens experimentais.

Quanto ao conteúdo dos textos, todos apresentavam informações verídicas, passíveis de verificação na internet. Na Condição 1, os textos continham entre 48 e 52 palavras. Já na Condição 2, o corpo do texto também mantinha esse intervalo, porém incluía uma frase crítica adicional com extensão entre 18 e 20 palavras, totalizando entre 66 e 72 palavras por texto. Outro fator importante também foi a fonte escolhida “Courier New”, no tamanho 25 para o título, 20 para o texto e para

os dados do gráfico tamanho 15. Isso porque *Courier New* é uma fonte monoespaçada, o que significa que cada caractere ocupa o mesmo espaço horizontal, independentemente de ser uma letra “i” fina ou um “m” largo.

Além disso, todos os gráficos utilizados apresentavam cinco colunas, com coloração uniforme entre os elementos. Os textos associados eram sempre congruentes com os respectivos gráficos, tanto em termos temáticos quanto informacionais. Em especial na condição com frase crítica, havia congruência informacional explícita, ou seja, os textos incluíam dados numéricos equivalentes aos apresentados nos gráficos, reforçando o alinhamento entre os módulos verbal e visual. Por exemplo, um texto que tratava da decomposição do plástico trazia informações quantitativas sobre o tempo de decomposição de diferentes materiais, que também eram representadas visualmente no gráfico correspondente. No entanto, conforme descrito nas condições do experimento, a frase crítica era apresentada apenas em uma das condições, como já indicado.

Os gráficos e tabelas foram criados no *Excel*, transferidos para o *PowerPoint* e, em seguida, convertidos em imagens para serem inseridos no software *Tobii Pro Lab*, utilizado no desenho de experimentos com rastreamento ocular.

Cada item experimental foi apresentado em ambas as condições, e os itens foram organizados em listas. Cada lista possuía 8 itens experimentais, dos quais 4 na condição 1 e 4 na condição 2. Embora a posição do gráfico (à direita ou à esquerda) não tenha sido manipulada como uma variável independente formal, esse fator foi sistematicamente controlado, de modo a balancear sua combinação com a presença ou ausência da frase crítica. Ou seja, em cada condição, metade das constelações texto-gráfico apresentava o gráfico à direita e metade, à esquerda. Assim, foram organizadas 04 listas distintas. As listas foram aplicadas a quatro grupos diferentes de participantes, garantindo o controle da exposição às duas condições experimentais (*design within participants*), com a posição do gráfico balanceada internamente a cada lista. Para isso, foi utilizado o delineamento em quadrado latino.

Além disso, foram demarcadas três áreas de interesse (AOIs), a saber: área do título, área do texto e área total do gráfico. Abaixo, apresenta-se um exemplo da delimitação das Áreas de Interesse (AOIs), nas quais cada retângulo colorido — laranja, rosa e verde — corresponde a uma das regiões analisadas durante o experimento.

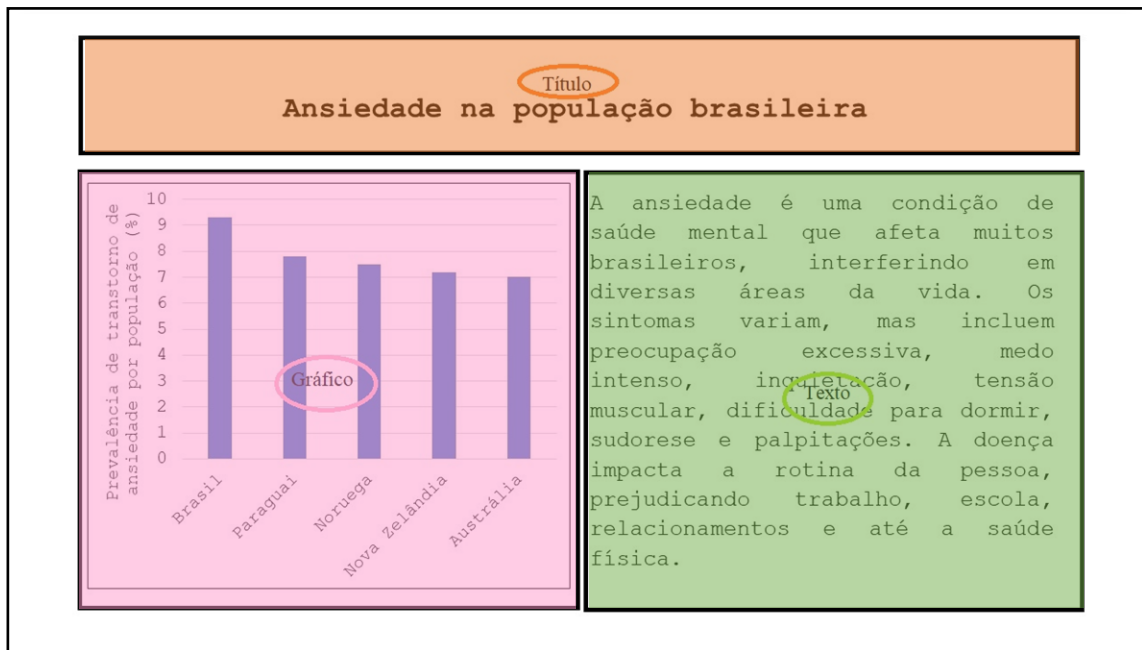


Figura 32: Exemplo da delimitação das áreas de interesse dos itens experimentais.

As duas afirmativas criadas para verificar compreensão (A1 e A2) foram apresentadas em telas separadas. A sequência de apresentação não foi aleatorizada, a frase A1 era sempre apresentada primeiro e a A2 depois. As sentenças deveriam ser julgadas como verdadeiras (V) ou falsas (F), com base na leitura do respectivo texto.

Para responder, os participantes precisavam fixar o olhar durante 5 segundos na “verdadeira” ou “falsa”. A verificação das afirmativas foi controlada, metade das afirmativas A1 eram verdadeiras e a outra metade falsas, o mesmo foi feito para as afirmativas A2. A figura a seguir ilustra como era apresentada a afirmativa.

A Serra da Capivara é a maior reserva do Brasil.

VERDADEIRA **FALSA**

Figura 33: Exemplo de como as perguntas de compreensão eram apresentadas no experimento.

A seguir, como ficou a organização dos itens experimentais por lista:

GE = gráfico à esquerda;

GD = gráfico à direita;

SFC = sem frase crítica;

FC = com frase crítica.

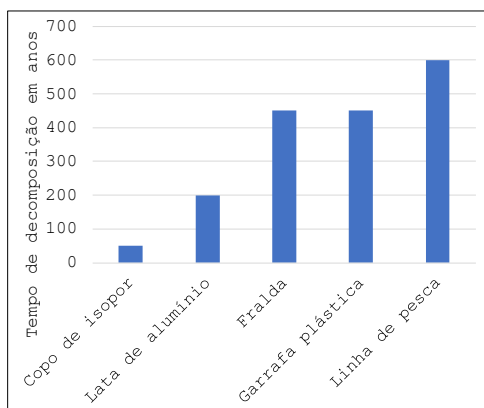
Lista 1	Lista 2
Automedicação GE SFC	Atividade física GE SFC
Leitura GD SFC	Bebida GD FC
Ansiedade GE FC	Ansiedade GE SFC
Série esperada GD FC	Leitura GD FC
Plástico GE SFC	Automedicação GE FC
Atividade física GE FC	Série esperada GD SFC
Bebida GD SFC	Cursos GD SFC
Cursos GD FC	Plástico GE FC

Lista 3	Lista 4
Atividade física GD FC	Bebida GE FC
Plástico GD SFC	Cursos GE SFC
Leitura GE SFC	Automedicação GD FC
Automedicação GD SFC	Leitura GE FC
Cursos GE FC	Ansiedade GD SFC
Ansiedade GD FC	Plástico GD FC
Série esperada GE FC	Atividade física GD SFC
Bebida GE SFC	Série esperada GE SFC

Abaixo, seguem exemplos de estímulos por condição experimental. Os dois primeiros itens correspondem à condição "com frase crítica". A frase crítica é o segundo parágrafo do texto.

Condição 1: presença de frase crítica/alvo no texto.

Plástico: o vilão do Mar



A vida marinha corre o risco de sofrer danos irreparáveis devido às milhões de toneladas de resíduos plásticos que são despejados no mar a cada ano, comprometendo ecossistemas inteiros. O tempo de decomposição desses materiais varia conforme o tipo de plástico, podendo levar décadas ou até séculos para sua completa degradação.

Enquanto o isopor leva cerca de 50 anos para se decompor, as garrafas plásticas demoram até 450 anos.

Figura 34: Item experimental com frase-crítica; gráfico posicionado à esquerda.

Plástico: o vilão do Mar

A vida marinha corre o risco de sofrer danos irreparáveis devido às milhões de toneladas de resíduos plásticos que são despejados no mar a cada ano, comprometendo ecossistemas inteiros. O tempo de decomposição desses materiais varia conforme o tipo de plástico, podendo levar décadas ou até séculos para sua completa degradação.

Enquanto o isopor leva cerca de 50 anos para se decompor, as garrafas plásticas demoram até 450 anos.

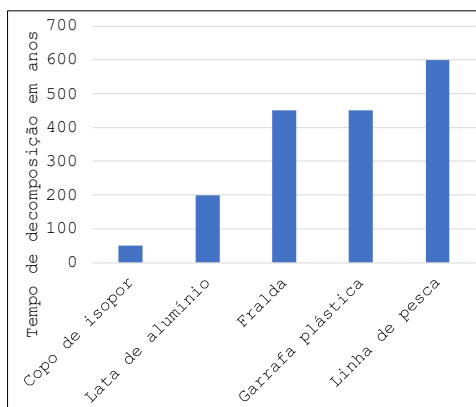
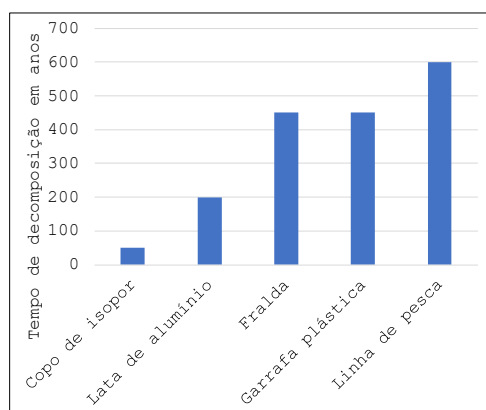


Figura 35: Item experimental com frase-crítica; gráfico posicionado à direita.

Condição 2: frase crítica/alvo ausente.

Plástico: o vilão do Mar



A vida marinha corre o risco de sofrer danos irreparáveis devido às milhões de toneladas de resíduos plásticos que são despejados no mar a cada ano, comprometendo ecossistemas inteiros. O tempo de decomposição desses materiais varia conforme o tipo de plástico, podendo levar décadas ou até séculos para sua completa degradação.

Figura 36: Item experimental sem frase-crítica; gráfico posicionado à esquerda.

Plástico: o vilão do Mar

A vida marinha corre o risco de sofrer danos irreparáveis devido às milhões de toneladas de resíduos plásticos que são despejados no mar a cada ano, comprometendo ecossistemas inteiros. O tempo de decomposição desses materiais varia conforme o tipo de plástico, podendo levar décadas ou até séculos para sua completa degradação.

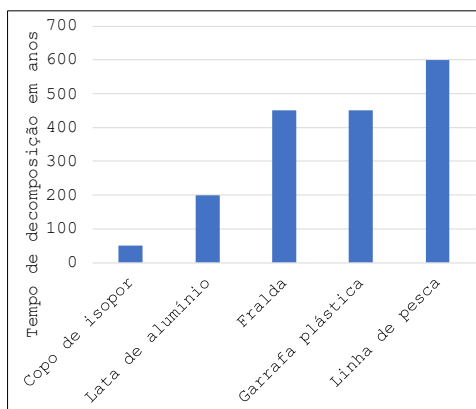


Figura 37: Item experimental sem frase-crítica; gráfico posicionado à direita.

Aparato

No presente experimento, foi utilizado o rastreador ocular Tobii TX-300, com resolução temporal de 3 ms, acoplado a um monitor com resolução de 1920 x 1080 pixels. A apresentação dos estímulos foi realizada por meio do software *Tobii Pro Lab*, o qual também é responsável pelos procedimentos de calibração, coleta e análise dos dados. O equipamento consiste em um monitor com sistema infravermelho embutido, capaz de identificar com precisão a posição, o movimento e o tempo de fixação do olhar em pontos específicos da tela. Além disso, o

dispositivo conta com câmera e microfone integrados, permitindo a gravação das reações dos participantes e a reprodução de sons durante a tarefa experimental. Diferentemente de outros modelos de *eye tracker*, este sistema não exige o uso de acessórios adicionais, como capacetes ou suportes para o queixo, o que proporciona maior conforto aos participantes, mantendo sua liberdade de movimento sem comprometer a precisão na coleta dos dados oculomotores ao longo do experimento.

Procedimento

Os participantes foram convidados por e-mail, ou a partir de convites de professora e colegas, e testados individualmente em um computador no LAPAL – Laboratório de Psicolinguística e Aquisição da Linguagem, situado na PUC-Rio e vinculado ao Departamento de Letras. Eles foram previamente informados de que participariam de uma atividade de leitura e que dados pessoais como sexo, escolaridade e grau de familiaridade/instrução com gráficos seriam coletados por meio de um formulário *online*. Após, receberam instruções detalhadas sobre a tarefa e tiveram liberdade de fazer perguntas antes e após a aplicação do experimento. Antes de iniciar o experimento, os participantes assinaram o termo de consentimento impresso e preencheram o formulário *online* em um computador que também estava no laboratório.

Antes do início do experimento propriamente dito, os participantes eram posicionados a aproximadamente 60cm da tela do equipamento e passavam por um procedimento de calibração. Nessa etapa, eram instruídos a fixar o olhar em nove pontos que surgiam em diferentes posições na tela. O rastreador ocular registrava a direção do olhar em cada um desses pontos, permitindo o ajuste preciso do sistema às particularidades visuais de cada participante.

Após esse procedimento, caso a calibração fosse satisfatória, os participantes autorizavam o início do experimento. A primeira tela, apresentada abaixo, continha as instruções, com explicações escritas sobre o funcionamento da tarefa.

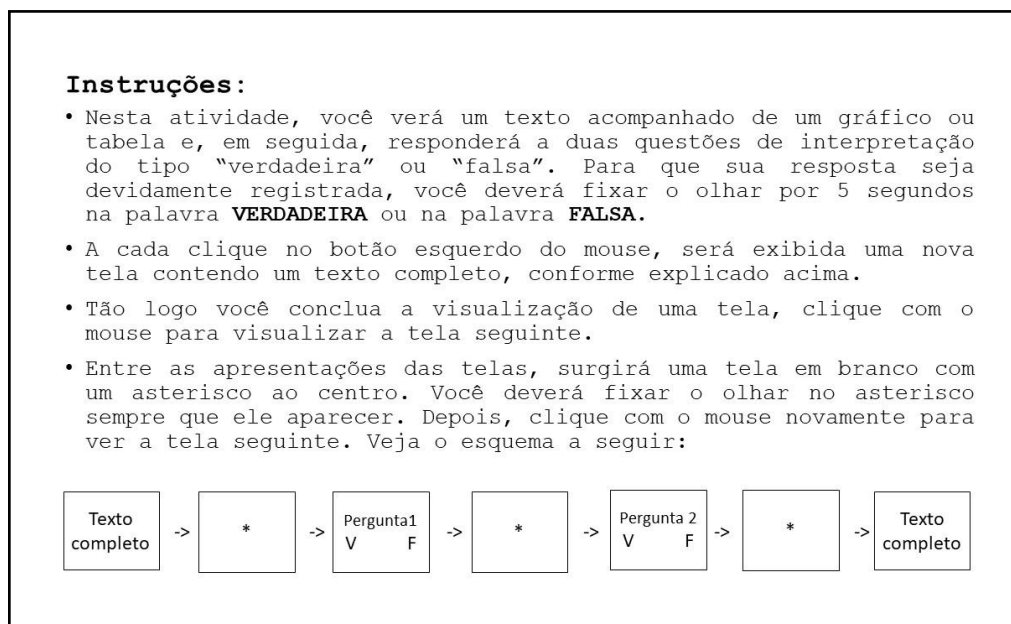


Figura 38: Tela inicial com as instruções do Experimento 2 apresentadas aos participantes.

Em seguida, eram exibidos dois estímulos de treinamento, compostos por textos acompanhados de tabelas. Durante a sessão experimental, os participantes visualizaram telas contendo combinações de texto com gráfico ou texto com tabela. Ao final de cada texto, deveriam responder a duas questões do tipo verdadeiro ou falso (A1 e A2), que apareciam uma de cada vez, conforme já detalhado na seção Materiais.

Os estímulos puderam ser visualizados pelo tempo necessário a cada participante, com uma duração média total de 25 a 30 minutos por sessão.

Resultados

Neste experimento, foram analisados dados de rastreamento ocular em três áreas de interesse (AOIs) — título, texto e gráfico — com o objetivo de investigar o efeito da presença ou ausência de uma frase crítica sobre a inspeção visual da constelação texto-gráfico.

Conforme apresentado na seção 8.2.2, foram consideradas as seguintes variáveis dependentes:

- Duração total de fixações (*Total duration of fixations* - TDF);
- Número total de fixações (*Number of fixations* – NF);

- Média de duração das fixações (*Average durations of fixations* – ADF);
- Número total de visitas (*Number of visits* – NF);
- Proporção de visitas (PV).

As análises foram conduzidas utilizando o software estatístico JASP (JASP Team, 2023, versão 0.17.1). Além da estatística descritiva, foram realizadas comparações pareadas entre as condições com frase crítica (FC) e sem frase crítica (SFC) para cada área de interesse.

Duração Total Das Fixações

A Tabela 9 apresenta os resultados da estatística descritiva referentes à média da duração total das fixações (*Total Duration of Fixations* - TDF, em milissegundos), nas três áreas de interesse. Observou-se maior média de duração das fixações na condição com frase crítica (FC) nas áreas de título e texto, enquanto, na área do gráfico, a média foi maior na condição sem frase crítica (SFC).

Tabela 9 - Estatísticas descritivas da média da duração total das fixações (TDF) por área de interesse (AOI) e condição experimental (com frase crítica -FC vs. sem frase crítica - SFC).

Estatística Descritiva

	FC_Média TDF_Título	SFC_Média TDF_Título	FC_Média TDF_Texto	SFC_Média TDF_Texto	FC_Média TDF_Gráfico	SFC_Média TDF_Gráfico
Mediana	1276.88	1397.75	15128.63	9890.00	14598.25	16305.50
Média	1565.20	1399.94	15817.70	10811.89	16713.83	18342.33
Desvio Padrão	923.07	640.64	7313.09	5281.09	6667.84	7856.16
Mínimo	492.00	341.75	3301.75	2754.00	7980.50	7896.75
Máximo	3634.25	3164.50	28522.50	22085.25	32054.50	40650.50

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

A Figura 39 apresenta graficamente as médias da TDF por condição experimental em cada área de interesse, com indicação do erro padrão.

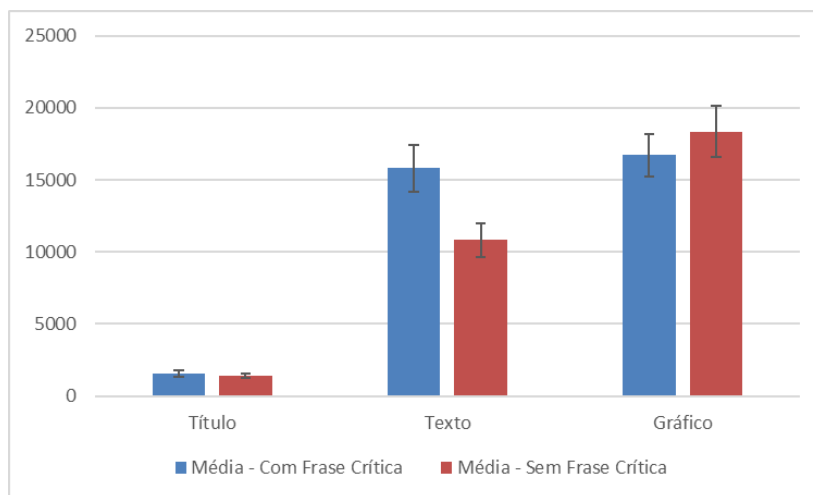


Figura 39: Média da Duração Total das Fixações (em milissegundos) por AOI e condição experimental.

Para investigar o efeito da presença de frase crítica sobre a TDF em cada AOI, foram conduzidos testes pareados. Os resultados confirmaram a normalidade dos dados para todas as comparações (teste de Shapiro-Wilk, $p > .50$). Aplicou-se, então, o teste *t* de Student. Os resultados estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultado do teste *t* de *Student* para a média da duração total das fixações por área de interesse.

Medida 1	Medida 2	t	gl (graus de liberdade de - df)	p	D Cohen (Cohens's d)	Erro padrão do d de Cohen (SE Cohens's d)
FC_Média TDF_Título	- SFC_Média TDF_Título	0.87	19	0.39	0.19	0.23
FC_Média TDF_Texto	- SFC_Média TDF_Texto	5.17	19	< .001	1.15	0.18
FC_Média TDF_Gráfico	- SFC_Média TDF_Gráfico	-1.34	19	0.19	-0.30	0.17

Nota. Teste *t* de Student.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

Foi observada diferença estatisticamente significativa apenas para a **área do texto**, com maior TDF na condição com frase crítica, $t(19) = 5.17$, $p < .001$, $d = 1.15$.

Não foram encontradas diferenças significativas para as **áreas do título** ($t(19) = 0.87$, $p = .39$, $d = 0.19$) e **do gráfico** ($t(19) = -1.34$, $p = .19$, $d = -0.30$).

Cabe destacar, no entanto, que para a área do gráfico o tamanho do efeito (Cohen's $d = -0.30$) sugere um efeito pequeno, porém não desprezível, indicando maior tempo de fixação na condição sem frase crítica. Embora esse resultado não tenha alcançado significância estatística, é possível que tenha ocorrido um erro tipo II, ou seja, a não detecção de uma diferença real devido às limitações no poder estatístico da amostra ($N = 20$). Estudos futuros com maior número de participantes podem ser necessários para esclarecer essa tendência.

Número Total Das Fixações

A Tabela 11 apresenta os resultados da estatística descritiva referentes à média do número total de fixações (*Number of fixations* – NF) nas três áreas de interesse (AOIs), nas condições com frase crítica (FC) e sem frase crítica (SFC). Observa-se maior número médio de fixações na condição FC nas áreas de título e texto. Já na área do gráfico, a média foi ligeiramente superior na condição SFC.

Tabela 11: Estatísticas descritivas da média do número total das fixações (NTF) por área de interesse (AOI) e condição experimental (com frase crítica -FC vs. sem frase crítica - SFC).

Estatística Descritiva						
	FC_Média NF_Título	SFC_Média NF_Título	FC_Média NF_Texto	SFC_Média NF_Texto	FC_Média NF_Gráfico	SFC_Média NF_Gráfico
Mediana	7.50	8.50	79.38	53.88	70.13	72.50
Média	8.56	8.22	82.56	57.64	74.78	77.61
Desvio Padrão	4.38	3.10	34.30	25.78	26.03	26.21
Mínimo	3.25	2.00	23.00	16.25	42.50	39.00
Máximo	20.50	13.50	142.75	108.00	137.25	137.50

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

A Figura 40 apresenta graficamente as médias do número total de fixações por condição experimental em cada área de interesse, com indicação do erro padrão.

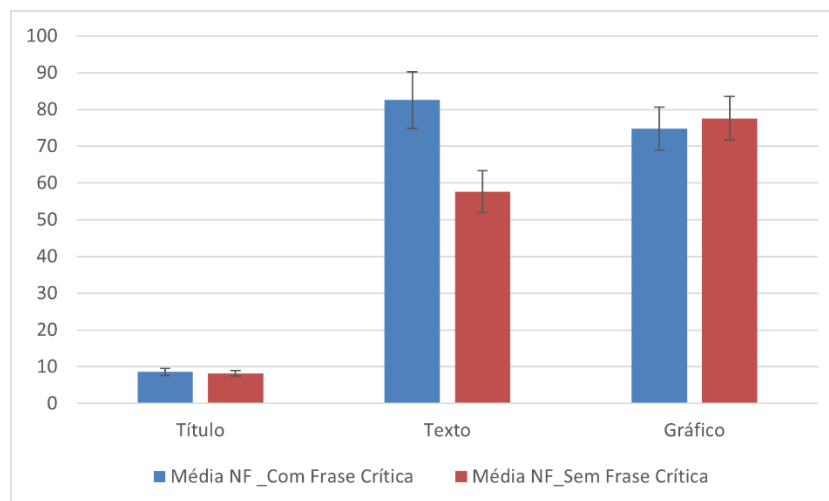


Figura 40: Média do número total de fixações por AOI e condição experimental.

Para investigar o efeito da presença de frase crítica sobre o número total de fixações em cada AOI, foram conduzidos testes pareados. Os resultados confirmaram a normalidade dos dados para todas as comparações (teste de Shapiro-Wilk, $p > .25$). Aplicou-se, então, o teste t de Student pareado. Os resultados estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Resultado do teste t de Student para a média do número total de fixações por área de interesse.

Medida 1		Medida 2	t	gl (graus de liberdade – df)	p	D de Cohen (Cohens's d)	Erro padrão do de Cohen (SE Cohens's d)
FC_Média NF_Título	-	SFC_Média NF_Título	0.32	19	0.76	0.07	0.28
FC_Média NF_Texto	-	SFC_Média NF_Texto	5.06	19	< .001	1.13	0.20
FC_Média NF_Gráfico	-	SFC_Média NF_Gráfico	-0.57	19	0.57	-0.13	0.19

Nota. Teste t de Student

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

Foi observada diferença estatisticamente significativa apenas para a **área do texto**, com maior número de fixações na condição com frase crítica, $t(19) = 5.06$, $p < .001$, $d = 1.13$.

Não foram encontradas diferenças significativas para as **áreas do título** ($t(19) = 0.32$, $p = 0.76$, $d = 0.07$) e **do gráfico** ($t(19) = -0.57$, $p = 0.57$, $d = -0.13$).

Duração Média Das Fixações

A análise da duração média das fixações (*Average Duration of Fixations* – ADF) foi conduzida para três áreas de interesse (AOIs): título, texto e gráfico, com o objetivo de investigar o efeito da presença de uma frase crítica no texto.

A Tabela 13 apresenta os dados descritivos completos da ADF por condição experimental em cada uma das áreas de interesse.

Tabela 13 - Estatísticas descritivas da duração média das fixações (ADF) por área de interesse e condição experimental.

Estatística Descritiva

	FC_Média ADF_Título	SFC_Média ADF_Título	FC_Média ADF_Texto	SFC_Média ADF_Texto	FC_Média ADF_Gráfico	SFC_Média ADF_Gráfico
Mediana	177.13	159.00	185.50	187.88	223.63	233.63
Média	176.03	165.34	183.78	181.13	221.25	229.20
Desvio padrão	30.30	39.94	25.69	25.41	28.46	30.94
Mínimo	93.00	91.00	108.25	121.00	171.75	181.50
Máximo	225.00	269.25	218.25	218.00	275.25	293.75

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

Para a **área do título**, os dados submetidos à análise do teste de Shapiro Wilk apresentaram distribuição normal ($p = .40$), permitindo a aplicação do teste t pareado de Student. A Tabela 14 apresenta os resultados do teste:

Tabela 14 - Teste t pareado de Student para a área de interesse “Título”.

Teste t Pareado de Student							
Medida 1		Medida 2	t	gl (graus de liberdade – df)	P	D de Cohen (Cohens's d)	Erro padrão do d de Cohen (SE Cohens's d)
FC_Média ADF_Título	-	SFC_Média ADF_Título	1.75	19	0.10	0.39	0.17

Nota. Teste t de Student.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

A comparação entre as condições com frase crítica ($M = 176.03$ ms, $EP = 6.77$) e sem frase crítica ($M = 165.34$ ms, $EP = 8.93$) não indicou diferença estatisticamente significativa, $t(19) = 1.75, p = .10$. No entanto, o tamanho do efeito foi pequeno a moderado (Cohen's $d = 0.39$), sugerindo uma tendência de maior duração média das fixações na presença da frase crítica. A Figura 41 ilustra graficamente as médias de cada condição:

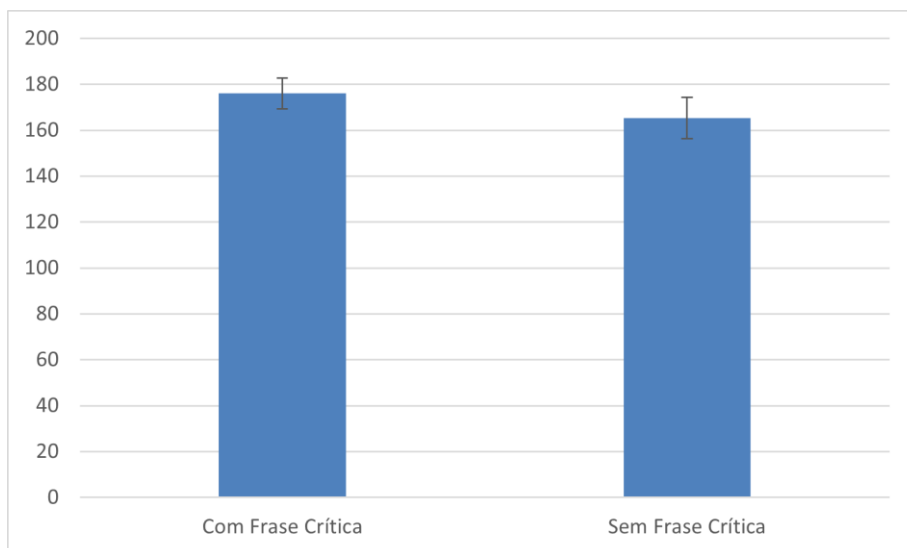


Figura 41: Duração média das fixações por condição na área do título.

Para as **áreas do texto e do gráfico**, os dados não seguiram distribuição normal (texto: $p = .01$; gráfico: $p < .001$), sendo analisados com o teste de Wilcoxon para amostras pareadas. A Tabela 15 apresenta os resultados dessas comparações.

Tabela 15 - Teste de Wilcoxon para as áreas de interesse Texto e Gráfico.

Medida 1		Medida 2	W	z	gl (graus de liberdade – df)	p	Correlação posto-bisserial (rank-biserial correlation)	Erro padrão da correlação posto-bisserial (SE Rank-Biserial Correlation)
FC_Média	-	SFC_Média	123.50	0.69		0.50	0.18	0.25
ADF_Texto		ADF_Texto						
FC_Média	-	SFC_Média	58.50	-		0.09	-0.44	0.25
ADF_Gráfico		ADF_Gráfico		1.74				

Nota. Teste de Wilcoxon.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

No caso da **área do texto**, a diferença entre as condições não foi estatisticamente significativa, $W = 123.50$, $z = 0.69$, $p = .50$. O tamanho do efeito estimado por correlação bisserial por postos foi pequeno ($r = 0.18$).

Para a **área do gráfico**, também não houve diferença significativa entre as condições ($W = 58.50$, $z = -1.74$, $p = .09$); no entanto, o tamanho do efeito foi moderado ($r = -0.44$), indicando uma tendência de maior duração média das fixações na condição sem frase crítica. As figuras 42 e 43 referem-se, respectivamente, à duração média das fixações na área do texto e na área do gráfico.

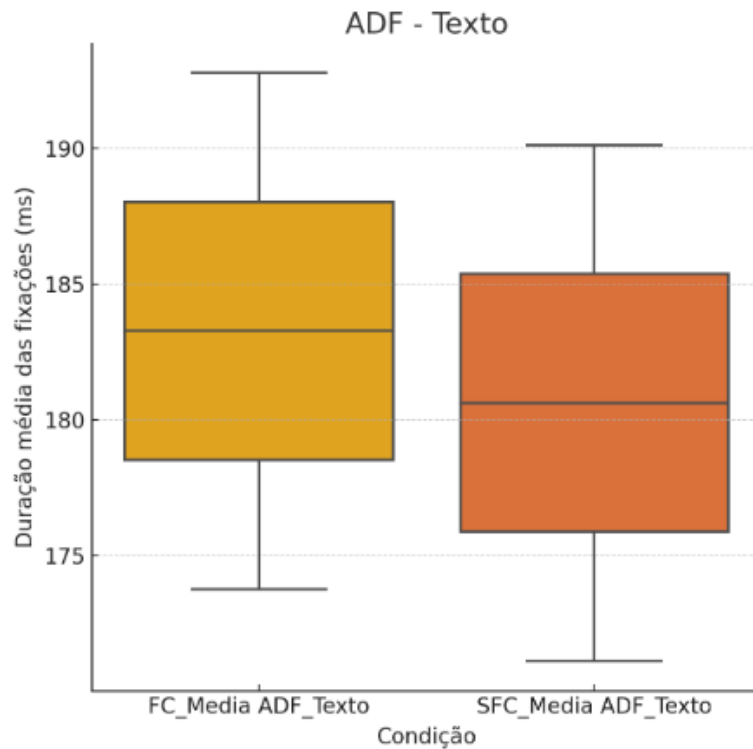


Figura 42: Duração média das fixações na área do texto nas condições com e sem frase crítica. Gráfico gerado com auxílio do modelo ChatGPT (OpenAI, 2025).

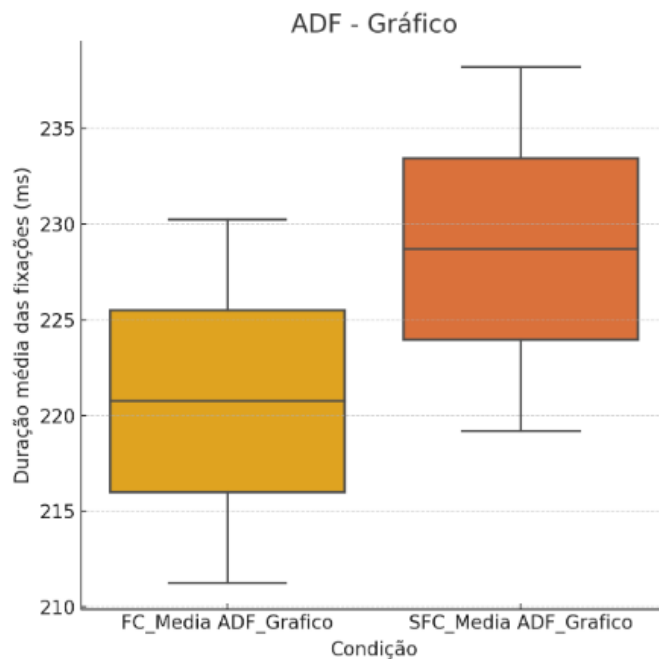


Figura 43: Duração média das fixações na área do gráfico nas condições com e sem frase crítica. Gráfico gerado com auxílio do modelo ChatGPT (OpenAI, 2025).

Número de Visitas

A análise do número de visitas (*Number os Visits* – NV) às áreas de interesse foi conduzida para três regiões: título, texto e gráfico, com o objetivo de investigar

o efeito da presença de uma frase crítica no texto. A Tabela 16 apresenta os dados descritivos completos do número de visitas por condição experimental em cada uma das áreas de interesse.

Tabela 16 - Estatísticas descritivas do número de visitas por área de interesse e condição experimental.

Estatística Descritiva						
	FC_Média NV_Título	SFC_Média NV_Título	FC_Média NV_Texto	SFC_Média NV_Texto	FC_Média NV_Gráfico	SFC_Média NV_Gráfico
Mediana	1.25	1.50	3.50	2.50	3.38	3.00
Média	1.52	1.50	3.26	2.76	3.55	3.15
Desvio Padrão	0.57	0.43	0.97	1.00	1.10	0.95
Mínimo	1.00	0.75	1.50	1.25	1.75	1.75
Máximo	3.25	2.50	5.00	5.75	5.50	5.75

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

O teste de Shapiro-Wilk indicou que, no caso do **título** e do **texto**, a amostra apresentava distribuição normal ($p > 0,05$) e adotou-se o teste t para análise dos resultados. A Tabela 17 apresenta o resultado do teste estatístico do número de visitas por condição experimental nas áreas do título e do texto.

Tabela 17 - Teste Wilcoxon para o número de visitas nas áreas “Título” e “Texto”.

Medida 1		Medida 2	t	gl (graus de liberdade – df)	p	D de Cohen (Cohens's d)	Erro padrão do d de Cohen (SE Cohens's d)
FC_Média NV_Título	-	SFC_Média NV_Título	0.16	19	0.88	0.04	0.31
FC_Média NV_Texto	-	SFC_Média NV_Texto	2.31	19	0.03	0.52	0.23

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

A seguir, a Figura 44 representa graficamente a média de cada condição para a área do título e do texto.

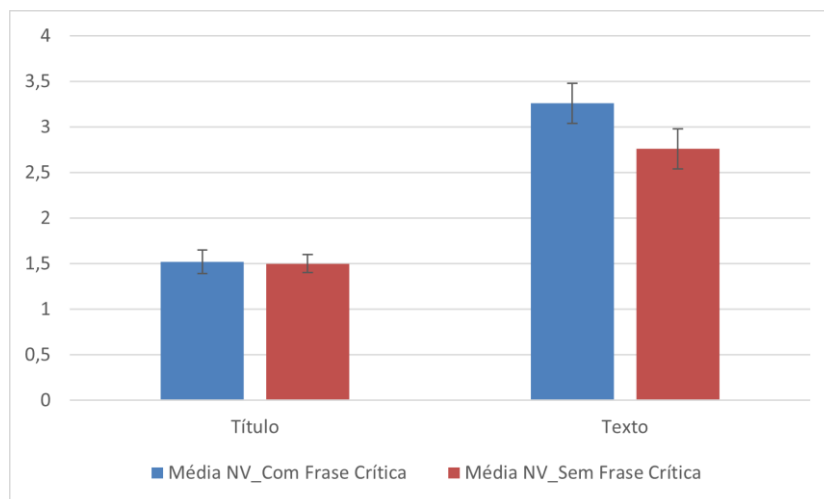


Figura 44: Gráfico representando as médias do número de visitas por condição na área do título e do texto.

A amostra referente à **área do Gráfico** não apresentou distribuição normal (Shapiro-Wilk com $p < 0,05$). Os resultados foram, então, analisados com o Teste de Wilcoxon, conforme tabela 18 a seguir:

Tabela 18 - Resultados do Teste de Wilcoxon (signed-rank) para o número de visitas à área do gráfico.

Medida 1	Medida 2	W	z	gl (graus de liberdade – df)	P	Correlação posto-biserial (rank-biserial correlation)	Erro padrão da correlação posto-biserial (SE Rank-Biserial Correlation)
FC_Media NV_Grafico	- SFC_Media NV_Grafico	129.00	1.89		0.06	0.51	0.26

Nota. Teste de Wilcoxon.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

A comparação entre as condições FC_Media_NV_Gráfico e SFC_Media_NV_Gráfico revelou diferença marginalmente significativa ($W = 129.00$, $z = 1.89$, $p = 0.06$), indicando que os participantes realizaram, em média, mais visitas à área do gráfico na condição com frase crítica em comparação à condição sem frase crítica. O tamanho do efeito (correlação posto-biserial = 0.51) é considerado moderado a alto, sugerindo que a presença da frase crítica pode ter influenciado o direcionamento do olhar para o gráfico de forma relevante.

Proporção de Visitas

A Tabela 19 apresenta os resultados da estatística descritiva referentes à média do percentual de visitas (% de *number of visits*) nas três áreas de interesse

(AOIs): título, texto e gráfico. Observou-se uma maior média de visitas na condição com frase crítica (FC) nas áreas de título e texto, enquanto na área do gráfico, a média foi ligeiramente superior na condição sem frase crítica (SFC).

Tabela 19 - Estatísticas descritivas da média do percentual de visitas por área de interesse (AOI) e condição experimental (com frase crítica – FC vs. sem frase crítica – SFC).

Estatística Descritiva						
	SFC_Média de %Visita - Título	FC_Média de % Visita - Título	SFC_Média de % Visita - Texto	FC_Média de % Visita - Texto	SFC_Média de % Visita - Gráfico	FC_Média de % Visita - Gráfico
Mediana	21.55	20.48	37.53	37.14	43.63	43.32
Média	21.48	19.59	36.15	38.68	42.37	41.72
Desvio padrão	5.53	3.54	6.85	6.46	5.21	5.00
Mínimo	12.28	12.64	16.67	30.83	28.96	29.05
Máximo	33.33	24.74	45.00	52.50	50.00	48.89

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

A Figura 45 apresenta graficamente as proporções das visitas por AOI (percentual) em cada condição experimental.

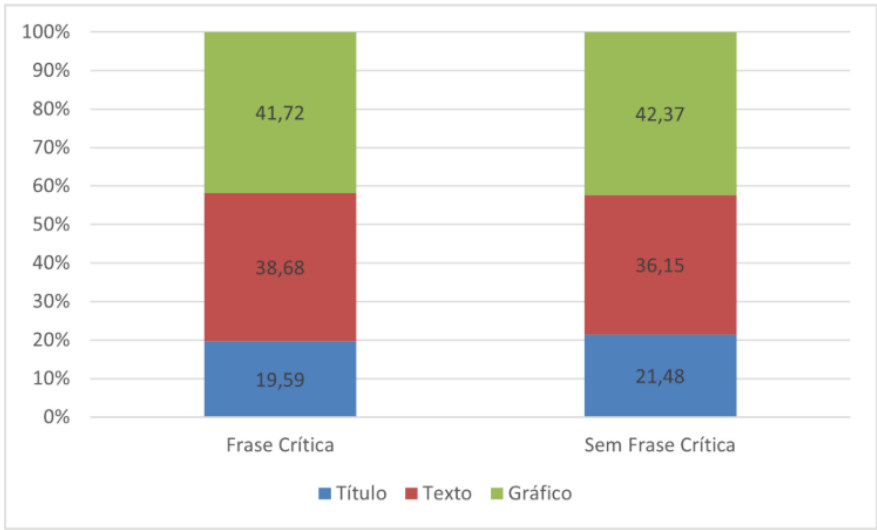


Figura 45: Média do percentual de visitas por AOI e condição experimental.

Foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para verificar se os dados apresentavam distribuição normal. Os resultados ($p > 0,05$ em todas as comparações) indicam que a amostra apresenta distribuição normal para todas as condições analisadas. Assim, optou-se pela aplicação do teste t para amostras pareadas. Os resultados encontram-se na Tabela a seguir.

Tabela 20 - Resultados do teste-t para a média do percentual de visitas por área de interesse (AOI).

Medida 1		Medida 2	t	df	p	D de Cohen (Cohens's d)	Erro padrão do d de Cohen (SE Cohens's d)
FC_Média de %Número de visitas - Título	-	SFC_Média de %Número de visitas - Título	-1.30	19	0.21	-0.29	0.32
FC_Média de %Número de visitas - Texto	-	SFC_Média de %Número de visitas - Texto	1.34	19	0.20	0.30	0.29
FC_Média de %Número de visitas - Gráfico	-	SFC_Média de %Número de visitas - Gráfico	-0.57	19	0.57	-0.13	0.22

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

Os resultados do teste t pareado (Student) indicaram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as condições FC e SFC em nenhuma das comparações realizadas. Para o tipo "Título", observou-se $t(19) = -1,30$, $p = 0,21$, $d = -0,29$; para "Texto", $t(19) = 1,34$, $p = 0,20$, $d = 0,30$; e para "Gráfico", $t(19) = -0,57$, $p = 0,57$, $d = -0,13$.

Respostas às Afirmativas A1 e A2

A Tabela 21 apresenta as estatísticas descritivas referentes às respostas fornecidas para as afirmativas A1 e A2, nas condições com frase crítica (FC) e sem frase crítica (SFC). Observa-se que, para ambas as afirmativas, a taxa de acerto foi alta (máximo score = 04) nas duas condições, sendo ligeiramente maior na condição sem frase crítica.

Tabela 21 - Estatísticas descritivas das respostas às afirmativas A1 e A2 por condição experimental (FC vs. SFC).

	Estatística Descritiva			
	FC_A1	SFC_A1	FC_A2	SFC_A2
Mediana	3.00	4.00	3.00	4.00
Média	3.35	3.50	3.25	3.65
Desvio Padrão	0.67	0.76	0.55	0.59
Mínimo	2.00	1.00	2.00	2.00
Máximo	4.00	4.00	4.00	4.00
Soma	67.00	70.00	65.00	73.00

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

Antes da escolha do teste estatístico, foi realizado um teste de normalidade, cujo resultado indicou que os dados não seguiam uma distribuição normal, o que justificou o uso de um teste não paramétrico. Assim, para investigar o efeito da presença da frase crítica sobre as respostas às afirmativas, foi realizado teste de Wilcoxon para amostras pareadas. Os resultados estão apresentados na Tabela 22.

Tabela 22 - Resultados do teste de Wilcoxon para as respostas às afirmativas A1 e A2.

Medida 1	Medida 2	W	z	gl (graus de liberdade – df)	p	Correlação posto-biserial (rank-biserial correlation)	Erro padrão da correlação posto-biserial (SE Rank-Biserial Correlation)
FC_A1	- SFC_A1	15.00	-0.89		0.35	-0.33	0.36
FC_A2	- SFC_A2	11.00	-1.96		0.04	-0.67	0.33

Nota. Teste de Wilcoxon.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

Foi identificada diferença estatisticamente significativa apenas para a afirmativa A2, $z = -1.96$, $p = .04$, com um efeito de tamanho moderado ($r = -0.67$), com maior taxa de acertos para a condição sem frase crítica. Para a afirmativa A1, não houve diferença significativa entre as condições ($z = -0.89$, $p = .35$, $r = -0.33$), indicando que a presença ou ausência da frase crítica não teve impacto expressivo nas respostas a essa afirmativa.

Proporção de visitas (%) em cada área de interesse (título, texto, gráfico) em função da posição do gráfico e da presença de frase crítica

Embora a posição do gráfico não tenha sido manipulada como uma variável independente no Experimento 2, optou-se por realizar uma análise exploratória a fim de investigar possíveis efeitos dessa variável sobre a proporção de visitas (%) em cada área de interesse (título, texto, gráfico) em função da posição do gráfico e da presença de frase crítica.

A Tabela 23 apresenta as estatísticas descritivas do percentual de visitas por área, conforme a localização do gráfico em relação ao texto (à esquerda – GE ou à direita – GD), nas condições com (FC) e sem frase crítica (SFC).

Tabela 23: Estatísticas descritivas do percentual de visitas por AOI e condição experimental, de acordo com a posição do gráfico (GD = gráfico à direita; GE = gráfico à esquerda).

Estatística Descritiva

	Mediana	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
GD_FC_%Vis_título	20.41	20.29	7.11	10.00	33.33
GD_FC_% Vis_texto	40.84	40.68	7.65	19.87	51.65
GD_FC_% Vis_gráfico	39.53	39.03	5.65	30.00	48.08
GE_FC_%Vis_título	19.20	18.89	5.80	10.27	29.17
GE_FC_% Vis_texto	37.74	36.69	10.92	12.50	58.33
GE_FC_% Vis_gráfico	46.83	44.42	9.04	20.83	58.33
GD_SFC_%Vis_título	20.83	21.41	6.62	7.14	33.33
GD_SFC_% Vis_texto	39.34	38.85	10.71	16.67	54.76
GD_SFC_% Vis_gráfico	40.92	39.74	9.09	22.50	60.00
GE_SFC_%Vis_título	19.95	21.55	8.43	5.00	39.29
GE_SFC_% Vis_texto	35.44	33.45	9.34	16.67	50.00
GE_SFC_% Vis_gráfico	44.80	45.00	7.80	33.33	62.50

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

A Figura 46 ilustra graficamente a proporção de visitas por AOI (percentual) em cada condição experimental.

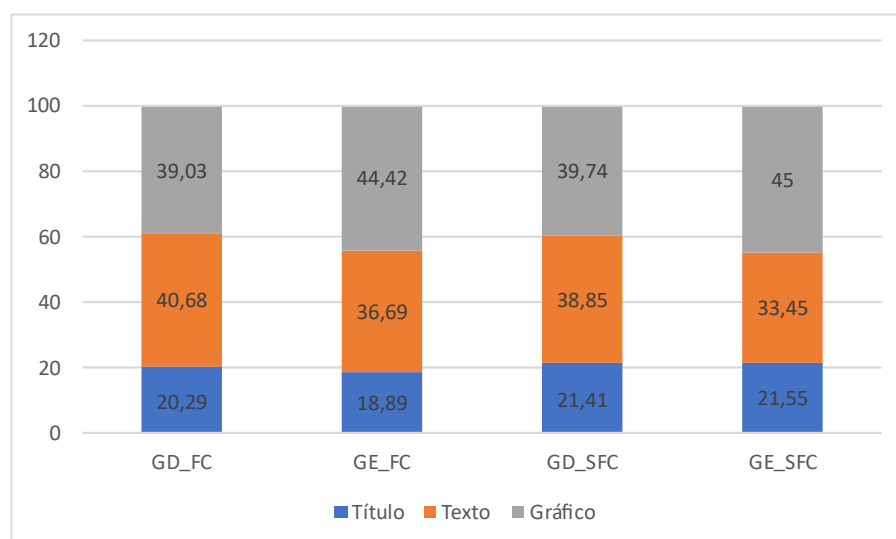


Figura 46: Proporção de visitas (%) em cada área de interesse (título, texto, gráfico) em função da posição do gráfico e da presença de frase crítica.

Foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para verificar se os dados apresentavam distribuição normal. Os resultados demonstraram que todas as comparações apresentaram valores de $p > 0,05$, indicando que a amostra apresenta distribuição normal em todas as condições analisadas. Dessa forma, foi possível aplicar o teste t para amostras pareadas (Student's t-test). Os resultados encontram-se na Tabela a seguir.

Tabela 24: Resultados do Teste-T para a proporção de visitas por AOI em função da posição do gráfico e da presença de frase crítica.

Medida 1	Medida 2	t	gl (graus de liberdade – df)	p	D de Cohen (Cohens's d)	Erro padrão do d de Cohen (SE Cohens's d)
GD_FC_ %Vis_título	- GE_FC_ %Vis_título	0.58	19	0.57	0.13	0.38
GD_FC_ %Vis_texto	- GE_FC_ %Vis_texto	1.30	19	0.21	0.29	0.33
GD_FC_ %Vis_gráfico	- GE_FC_ %Vis_gráfico	-2.14	19	0.05	-0.48	0.36
GD_SFC_ %Vis_título	- GE_SFC_ %Vis_título	-0.06	19	0.95	-0.01	0.31
GD_SFC_ %Vis_texto	- GE_SFC_ %Vis_texto	1.64	19	0.12	0.37	0.34
GD_SFC_ %Vis_gráfico	- GE_SFC_ %Vis_gráfico	-1.76	19	0.09	-0.39	0.37

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados analisados no software JASP (JASP Team, 2023).

Conforme pode ser observado na tabela, a posição do gráfico foi relevante apenas na área do gráfico na condição com frase crítica, com valor de p próximo do nível de significância ($t(19) = -2,14$, $p = 0,05$) e tamanho de efeito moderado ($d = -0,48$). O percentual de visitas na área do gráfico foi maior quando o gráfico estava posicionado à esquerda (44,42%) do que à direita (39,03%).

Discussão dos resultados

Este experimento investigou se a presença de uma frase crítica em textos que acompanham gráficos afeta o processamento visual e a compreensão de constelações texto-gráfico, por meio de medidas obtidas por rastreamento ocular. A hipótese central previa que a presença de conteúdo linguístico explicitando informações do gráfico facilitaria a compreensão multimodal, reduzindo o esforço cognitivo necessário para estabelecer correspondências entre os modos verbal e visual. Assim, esperava-se que, na condição com frase crítica (FC), os participantes distribuíssem mais os olhares entre as duas áreas – texto e gráfico - e tivessem melhor desempenho nas tarefas de compreensão, enquanto na condição sem frase crítica (SFC) ocorreria um redirecionamento da atenção para o gráfico, com maior esforço de interpretação visual.

Os resultados não permitiram descartar a hipótese nula. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as condições nas medidas de tempo total de fixação, número de fixações ou duração média das

fixações na área do gráfico, embora tenha havido uma tendência (em termos de média) de maior esforço visual nessa área na ausência da frase. Na área do texto, a condição com a frase apresentou maiores valores de tempo total de fixação, número de fixações e número de visitas. Entretanto, esse aumento é possivelmente explicado pela maior quantidade de material linguístico presente nessa condição, e não por um esforço cognitivo adicional. Isso é reforçado pelo fato de que não houve diferença significativa entre as condições nas medidas de duração média das fixações e proporção de visitas para a área do texto.

Embora esses achados dialoguem com o modelo de constelações texto-gráfico proposto por Acartürk (2009) — segundo o qual a compreensão ocorre pela integração de elementos verbais e visuais em uma estrutura semântica coerente, apoiada pela disposição espacial — no presente experimento, não se verificou um efeito significativo da frase crítica sobre a leitura, como observado no estudo do autor. Isso indica que, no presente experimento, o vínculo linguístico não atuou como conector suficiente para alterar os padrões de leitura.

Na perspectiva da teoria de Pinker (1990), a leitura de gráficos envolve a tradução entre diferentes formatos representacionais. Assim, independentemente da condição experimental, os participantes parecem ter distribuído sua atenção visual entre as duas áreas (texto e gráfico) de forma relativamente equilibrada, independentemente da condição experimental. Essa distribuição pode ter sido influenciada por características do material, como a equivalência espacial entre as áreas de interesse (AOIs), a disposição lado a lado entre texto e gráfico (e não em sequência), a brevidade dos textos, e o grau de letramento dos participantes.

Do ponto de vista do letramento estatístico, Gal (2002) argumenta que a competência em interpretar dados visuais é crucial para o exercício da cidadania, exigindo a articulação entre conhecimento matemático, linguagem gráfica e leitura crítica. Nessa perspectiva, o perfil dos participantes, composto por indivíduos com ensino médio completo e, em sua maioria, estudantes universitários, pode ter contribuído para a leitura eficaz dos gráficos, independentemente da presença de frases de apoio.

Segundo Friel, Curcio e Bright (2001), a compreensão gráfica envolve a capacidade de ler os dados (identificar), entreler (relacionar) e extrapolar (inferir padrões). No presente estudo, as taxas de acerto nas tarefas de compreensão foram altas nas duas condições experimentais, especialmente na afirmativa 1, o que sugere

que os participantes examinaram o gráfico mesmo na ausência da frase crítica. Para a afirmativa 2, embora as taxas também tenham sido elevadas em ambas as condições, houve um desempenho significativamente melhor na condição sem frase crítica. Isso pode indicar que, sem um direcionamento textual específico, os participantes tenham explorado o gráfico de forma mais detalhada, mobilizando estratégias cognitivas de interpretação visual mais ativas, como a identificação e extrapolação de padrões diretamente a partir dos dados apresentados.

Em relação aos elementos *bottom-up*, como a disposição espacial dos estímulos, observou-se uma tendência de maior atenção ao gráfico quando ele estava à esquerda, o que pode estar relacionado à direcionalidade da leitura em português (esquerda para direita). Embora essa variável não tenha sido manipulada sistematicamente, os dados apontam para um possível efeito posicional, especialmente na condição com frase crítica.

No próximo capítulo, de considerações finais, uma discussão integrada dos resultados dos dois experimentos será apresentada, com a retomada das hipóteses de trabalho e diálogo com a literatura relevante.

Considerações finais

Esta dissertação buscou compreender os mecanismos cognitivos envolvidos na leitura e interpretação de constelações texto-gráfico — arranjos multimodais que integram linguagem verbal e representação visual — por meio de dois experimentos complementares. A proposta foi examinar, a partir de uma perspectiva psicolinguística e cognitiva, como diferentes variáveis linguísticas e estruturais influenciam a escolha e a compreensão de gráficos, contribuindo para o aprofundamento teórico e metodológico de uma área ainda incipiente no contexto brasileiro (FRAGOSO, 2015; FERNANDES, 2020, 2021).

No Experimento 1, investigou-se como a congruência entre o tipo de frase do título (indicando tendência ou comparação pontual) e a natureza dos dados no eixo x (contínuos ou discretos) afeta a escolha entre gráficos de colunas e de linhas. A hipótese era de que, nas condições congruentes (CT e DP), os participantes tenderiam a escolher o tipo de gráfico mais convencionalmente associado à estrutura verbal e ao dado representado. Nas condições incongruentes (CP e DT), esperava-se uma competição entre os modos verbal e visual.

Os resultados confirmaram parcialmente essa expectativa. Na condição DP (discreto + frase de comparação), houve forte preferência por gráficos de colunas, coerente com as convenções de representação. Na condição CT (contínuo + frase de tendência), observou-se uma preferência numérica por gráficos de linha, mas sem significância estatística. Já nas condições incongruentes, os padrões de resposta foram mais difusos, sugerindo a atuação conjunta de fatores semânticos (como o verbo “variar”), visuais (como o número de elementos no eixo x) e pragmáticos (como o conhecimento de mundo sobre os temas representados).

Esses resultados indicam que o processo de escolha de gráficos envolve tanto processamento *bottom-up*, ligado à estrutura visual do gráfico e dos dados, quanto processamento *top-down*, orientado por aspectos linguísticos e pelo conhecimento prévio do leitor. Essa constatação dialoga com o modelo proposto por Pinker (1990), que considera os gráficos como artefatos cognitivos mediados

por modelos mentais, e com os estudos de Strobel et al. (2016) e Fernandes (2020, 2021), que apontam a importância da tarefa e do conteúdo textual na interpretação gráfica.

No Experimento 2, investigou-se o impacto da presença de uma frase crítica, que verbaliza explicitamente dados do gráfico, sobre os padrões de atenção visual (via rastreamento ocular) e o desempenho em tarefas de compreensão. Esperava-se que essa frase atuasse como um conector semântico, facilitando a integração multimodal e promovendo alternância de fixações entre texto e gráfico, com melhores resultados nas tarefas.

Entretanto, os resultados não permitiram rejeitar a hipótese nula: a presença da frase crítica não gerou mudanças significativas na inspeção da área do gráfico nem melhorou o desempenho geral nas tarefas. Paradoxalmente, na afirmativa A2 — cuja resposta dependia exclusivamente do gráfico — o desempenho foi superior na condição sem frase crítica. Isso sugere que, na ausência de uma referência textual explícita, os leitores mobilizaram estratégias mais ativas de exploração visual, talvez por reconhecerem a necessidade de buscar a informação no gráfico.

Esses dados dialogam com os achados de Acartürk (2009), que, inspirado pela teoria da modularidade representacional de Jackendoff (1996, 2002), propõe que a compreensão de constelações texto-gráfico se dá por meio de correspondências entre representações linguísticas e visuais mediadas por estruturas conceituais e espaciais. Em seu modelo, os módulos de linguagem e de gráficos operam de forma autônoma, mas são integrados por meio de uma arquitetura cognitiva que permite a construção de representações multimodais coesas.

Embora os dados do presente estudo dialoguem com essa proposta, os resultados sugerem que a simples inserção de uma frase crítica não foi suficiente para induzir essa integração de modo eficaz. É possível que o nível de escolaridade dos participantes e o grau de familiaridade com gráficos tenham minimizado a necessidade de apoio linguístico explícito, levando-os a explorar os gráficos de forma independente e eficiente. Além disso, a ambiguidade semântica de certos verbos e a naturalidade dos textos podem ter reduzido o impacto instrucional da frase crítica.

Tomados em conjunto, os resultados dos dois experimentos revelam que a compreensão de gráficos depende de uma rede complexa de fatores interativos, nos

quais os modos verbal e visual não operam isoladamente, mas se influenciam mutuamente. A integração entre texto e gráfico é sensível tanto à forma como a informação é expressa linguisticamente quanto à estrutura dos dados, ao layout visual e às inferências pragmáticas acionadas pelo leitor. Nesse processo, elementos como a escolha do verbo no título, o número de pontos no eixo x e a familiaridade com o tema representado podem ser decisivos. Como propõe o modelo de representações integradas de Acartürk, a construção de sentido em constelações texto-gráfico exige não apenas o mapeamento de forma e conteúdo, mas também a ativação de estruturas conceituais e espaciais comuns.

Essas conclusões abrem espaço para futuras pesquisas que ampliem o escopo de investigação, incluindo variáveis como o número de pontos no gráfico, o tipo de tarefa, a complexidade sintática das frases, a posição relativa entre texto e gráfico, bem como diferentes perfis de leitores. Investigações nesse sentido poderão enriquecer ainda mais o campo da leitura multimodal, com implicações diretas para a educação, a divulgação científica e o design da informação.

Este trabalho tem algumas limitações: no primeiro experimento, embora todos os tópicos tenham sido vistos em todas as condições experimentais, alguns dos assuntos podem ter ativado conhecimentos prévios e expectativas em direção a determinados tipos de gráficos, independentemente do título e da informação no eixo x. Em estudos futuros, um maior controle desse fator se faz necessário. Também será interessante coletar respostas a partir de rastreamento ocular buscando analisar sua relação com os resultados *off-line*. Quanto ao Experimento 2, apesar de ter incorporado o uso do rastreador ocular, a amostra foi limitada em função de fatores logísticos e técnicos. O número de participantes não pôde ser ampliado devido ao tempo necessário para a realização de cada sessão experimental e à complexidade envolvida na calibração e na garantia da acurácia do equipamento. Além disso, alguns participantes precisaram ser excluídos da análise por não apresentarem um índice mínimo de rastreamento ocular (fixações válidas abaixo de 70%), o que comprometeria a confiabilidade dos dados. Outro fator limitante foi o tempo relativamente longo requerido para a realização do experimento, o que reduziu a disposição dos participantes para concluir a tarefa até o fim, especialmente em condições mais exigentes cognitivamente.

Essas limitações não invalidam os achados da pesquisa, mas indicam a necessidade de estudos futuros com amostras maiores e, possivelmente, métodos

híbridos que combinem medidas comportamentais e fisiológicas para uma análise mais abrangente do processo de leitura multimodal.

Referências bibliográficas

ACARTÜRK, C.; CAGILTAY, K.; ALACAM, O. Multimodal comprehension of language: graphs with and without annotations. **Journal of Eye Movement Research**, vol.1, p.1-15, 2008.

ACARTÜRK, C. Multimodal comprehension of graph, text constellations: An information processing perspective. Tese de doutorado. Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften der Universität Hamburg, 2009.

ACARTÜRK, C.; HABEL, C. Eye tracking in multimodal comprehension of graphs. In: COX, R.; DIEGO, J. P. S. (Eds.). **Proceedings of the Workshop on Technology-Enhanced Diagrams Research**, v.887, Canterbury, UK. CEUR. p.11-25, 2012.

ALMEIDA, R. et al. Understanding Events by Eye and Ear: Agent and Verb Drive Non-Anticipatory Eye Movements in Dynamic Scenes. *Frontiers in Psychology*, 10, article 2162, 2019.

ANDERSON, J. R.; BOWER, G. H. **Human associative memory**. New York: V. H. Winston, 1973.

BERTIN, J. *Semiologie graphique: les diagrams, les reseaux, les cartes*. Paris: Mouton, 1967.

CAZORLA, I. M. *A relação entre a habilidade viso-pictórica e o domínio de conceitos estatísticos na leitura de gráficos*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas- SP, 2002.

CLARK, J. & PAIVIO, A. *Observational and theoretical terms in psychology: A cognitive perspective on scientific language*. *American psychologist*, 44, 500-512. 1989.

CURCIO, F. **Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs.** *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 18, n. 5, p. 382-393, 1987.

CURCIO, F. R. *Mathematics and the learning of mathematics*. 2. ed. Reston: National Council of Teachers of Mathematics, 1989.

FERNANDES, N. Rastreamento ocular e leitura de gráficos: um estudo sobre compreensão multimodal. Relatório de Iniciação Científica, 2020.

FERNANDES, N. Rastreamento ocular e leitura de gráficos: um estudo sobre compreensão multimodal. Relatório de Iniciação Científica, 2021.

FIELD, A. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. 4. ed. London: Sage, 2013.

FODOR, J. *Modularity of mind*. Cambridge, MA: MIT Press. 1983.

FRAGOSO, L. Informação linguística e visual na compreensão multimodal de gráficos estatísticos: uma avaliação psicolinguística. Orientador: Érica dos Santos Rodrigues. 2015.

FRIEL, S. N.; CURCIO, F. R.; BRIGHT, G. W. Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Mathematics Teacher*, v. 94, n. 2, p. 88-92, 2001.

GAL, I. Adult statistical literacy: meanings, components, responsibilities. **International Statistical Review**, v.70, p.1-25, abr. 2002.

Gal, I. & Garfield, J. B. (editors). *The Assessment Challenge in Statistics Education*. IOS Press, 1997 (on behalf of the ISI). Pages 55-63. ISBN 90 5199 333 1. Copyright holder: International Statistical Institute.

GÖKSEL, A.; KERSLAKE, C. Suspended Affixation. In: *Turkish: A comprehensive grammar*, p. 60-63. 2005.

GRAHAM, A. *Statistical investigations in the secondary school*. New York: Cambridge University Press, 1987.

JACKENDOFF, R. *The Architecture of the Language Faculty*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996.

JACKENDOFF, R. *Foundations of Language*, Oxford University Press, Oxford, New York. 2002.

JASP TEAM. JASP: Version 0.17.1 [software]. Amsterdam: JASP Team, 2023. Disponível em: <https://jasp-stats.org/>.

HARSH, J. A.; CAMPILLO, M.; MURRAY, C.; MYERS, C.; NGUYEN, J.; MALTESE, A. V. "Seeing" data like an expert: An eye-tracking study using graphical data representations. *CBE Life Sciences Education*, v. 18, n. 3, p. ar32, set. 2019. doi: 10.1187/cbe.18-06-0102. PMID: 31397653; PMCID: PMC6755310.

JANVIER, C. Use of situations in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, v. 12, p. 113-122, 1981.

KOSSLYN, S. M. **Graph design for the eye and mind**. Nova York: Oxford University Press, 2006.

KRESS, G. VAN LEEUWEN, T. *Reading images: the grammar of visual design*. London; New York: Routledge, 2006.

KULHAVY, R. W.; STOCK, W. A.; CATERINO, L. C. Reference maps as a framework for remembering text. In: SCHNOTZ, W.; KULHAVY, R. W. (Eds.). *Comprehension of graphics*. Amsterdam: Elsevier Science, 1994. p. 153–162.

LANDWEHR, J. M.; WATKINS, A. E. *Exploring data*. Palo Alto, CA: Dale Seymour, 1986.

MARCUSCHI, L. A. *Produção textual, análise de gêneros e compreensão*. 2. ed. São Paulo: Parábola Editorial, 1998.

MAYER, R. E. *Cognitive Theory of Multimedia Learning* Cambridge Handbook of Multimedia Learning. New York: Cambridge University Press, 2010.

McCLAVE, J. T.; SINCICH, T. *Estatística: Teoria e Prática*. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2017.

MOONEY, E. S. Development of a middle school statistical thinking framework. 1999. [Dissertação de doutorado, Illinois State University]. *Dissertation Abstracts International*, v. 60, p. 1056A.

NEWELL, A.; SIMON, H. **Human problem solving**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1973.

PAIVIO, A. *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford, England: OUP. 1986.

PAIVIO, A., & BEGG, I. *Psychology of language*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. 1981.

PYLYSHYN, Z. W. *Imagery and Artificial Intelligence*. In: Minnesota Studies in the Philosophy of Science, p. 19-55. 1978.

PYLYSHYN, Z. W. *The imagery debate: analogue media versus tacit knowledge*. In: Psychological Review, v. 88, nº 1, p. 16-45. 1981.

PYLYSHYN, Z. W. *Computation and Cognition: Toward a Foundation for Cognitive Science*, Cambridge, Mass: Bradford Books/MIT Press. 1984.

PYLYSHYN, Z. W. *Seeing and Visualizing: It's Not What You Think*. Cambridge, MA: MIT Press. 563pp. 2003.

PYLYSHYN, Z. W. (2007). *Things and places: How the mind connects with the world*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2007.

PINKER, S. A theory of graph comprehension. In: FRIEDLE, R. (ed.). **Artificial intelligence and the future of testing**. Norwood: Ablex, 1990. p.73-126.

OKAN, Y.; GALESIC, M.; GARCIA-RETAMERO, R. How people with low and high graph literacy process health graphs: Evidence from eye-tracking. *Journal of Behavioral Decision Making*, v. 29, n. 2-3, p. 271-294, 2016. ISSN 0894-3257.

RODRIGUES, E. dos S. Compreensão multimodal e leitura de gráficos: diálogos entre Psicolinguística e Letramento Estatístico Psicolinguística Experimental em Interfaces. ABRALIN, 2020.

RODRIGUES, E. dos S.; FRAGOSO, L. da C. P. L.; RIBEIRO, A. J. C. Compreensão multimodal e rastreamento ocular na leitura de gráficos. In: MAIA, M. **Psicolinguística e educação**. Campinas, SP : Mercado de Letras, 2018. p. 133-172.

SCHNOTZ, W. Integrated Model of Text and Picture Comprehension. In: R.E. Mayer (Ed.), **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**. Cambridge: Cambridge University Press. (2nd Edition), 2014.

SHAH, P.; FREEDMAN, E. Bar and line graph comprehension: An interaction of top-down and bottom-up processes. *Topics in Cognitive Science*, v. 3, p. 560–578, 2011.

SOARES, M. *Alfabetização e letramento*. São Paulo: Contexto, 1999.

SMITH, E. E.; KOSSLYN, S. M. *Cognitive psychology: mind and brain*. Upper Saddle River: Pearson Education, 2007.

SPENCE, I. *William Playfair and the psychology of graphs*. In: COOK, Michael; WAINES, David (Orgs.). *Graphical methods and data visualization*. Nova York: Routledge, 2006.

STROOP, J. R. *Studies of interference in serial verbal reactions*. *Journal of Experimental Psychology*, v. 18, n. 6, p. 643-662, 1935.

STROBEL, B.; SAß, S.; LINDNER, M.; KÖLLER, O. Do graph readers prefer the graph type most suited to a given task? Insights from eye tracking. *Journal of Eye Movement Research*, v. 9, n. 4, p. 1-15, 2016.

TRIOLA, M. F. *Introdução à Estatística*. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.

ZACKS, J.; TVERSKY, B. Bars and lines: A study of graphic communication. *Memory & Cognition*, v. 27, p. 1073–1079, 1999.

APÊNDICE A

Termo De Consentimento Livre E Esclarecido – Experimento 1



Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Atividade de leitura presencial com o uso do *Google Forms*

CONVITE: Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário(a) da pesquisa intitulada “Integração entre informação linguística e visual na leitura de gráficos: evidências experimentais”, de responsabilidade da mestrandia Natalia Fernandes, orientanda da Profa. Erica dos Santos Rodrigues, do Programa de Pós-Graduação *Estudos da Linguagem* (PPGEL), PUC-Rio. Antes de aceitar participar desta pesquisa, é necessária sua compreensão a respeito das informações e das instruções contidas neste documento. Os pesquisadores responderão todas as dúvidas antes que você decida participar. A qualquer momento, poderá interromper sua participação na pesquisa sem sofrer qualquer penalização ou constrangimento.

JUSTIFICATIVA: Acreditamos que nosso estudo contribuirá para entender como ocorre a compreensão de textos multimodais, ou seja, textos em que há a presença de material escrito e de material visual, em especial de gráficos. O trabalho possui natureza experimental e baseia-se nos fundamentos teóricos e metodológicos da Psicologia Cognitiva e da Psicolinguística.

OBJETIVOS: Investigar como se dá a integração entre informação linguística e visual no processo de compreensão multimodal envolvido na leitura de constelações texto-gráfico, buscando identificar o que pode representar custo para esse tipo de processamento.

METODOLOGIA: Você será conduzido ao Laboratório de Psicolinguística e Aquisição da Linguagem (LAPAL) ou à sala da orientadora, onde realizará o experimento sem distrações externas. O dia e horário de realização da atividade serão combinados com você, por meio de interação prévia (e-mail, telefone ou WhatsApp), observando sua disponibilidade de agenda e da pesquisadora. Se for consentida a participação neste estudo, você precisará preencher, no *Google Forms*,

um breve questionário com informações sobre idade, escolaridade, sexo, língua nativa e nível de familiaridade com gráficos. Os dados serão registrados apenas para fins da pesquisa e serão anonimizados, de modo a manter o sigilo. Você será posicionado em frente a um computador, para realizar o experimento no aplicativo *Google Forms*. Sua tarefa será ler frases e observar duplas de diferentes gráficos e marcar a alternativa com o mouse aquele gráfico que julgar mais adequado para expressar a informação da frase. Suas respostas serão armazenadas pelo aplicativo e serão analisadas juntamente com os dados dos demais participantes da



Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

pesquisa. O experimento terá duração aproximada de 15/20 minutos.

RISCOS E BENEFÍCIOS: Você não pagará nem será remunerado(a) por sua participação. Contudo, você irá contribuir para as pesquisas em Psicolinguística sobre a compreensão de textos multimodais em português. Os riscos envolvidos na realização da tarefa são mínimos, sendo possível que você sinta leve desconforto por se manter sentado(a) e parcialmente imóvel durante a sessão. No entanto, buscamos minimizar ao máximo esse desconforto, realizando a tarefa em local tranquilo e confortável. Salienta-se, no entanto, que esta pesquisa será realizada somente se você se sentir em boas condições físicas e emocionais para realizar as atividades solicitadas.

FORMAS DE MINIMIZAR OS DESCONFORTOS: Durante a realização da coleta de dados, você poderá fazer intervalos na frente do computador nas telas em branco que são apresentadas entre as telas que apresentam os gráficos. Caso precise interromper a tarefa por algum desconforto, deverá informar ao pesquisador. Caso deseje retomá-la, a tarefa será reiniciada do ponto de partida.

BENEFÍCIOS PARA OS PARTICIPANTES: As/os participantes não serão remuneradas/os ou pagarão para participar da pesquisa. As/os voluntárias/os poderão, com a participação, contribuir para as pesquisas na área de Psicolinguística e Letramento Estatístico e suas eventuais aplicações nos diversos domínios de atividades educativas e laborais. A atividade experimental também propicia um contexto de exercício cognitivo, de tarefa de julgamento de resposta adequada, o que mobiliza capacidade de análise e de tomada de decisão.

SIGILO E PRIVACIDADE: Ao aceitar participar deste estudo, suas informações - nome, voz, imagem e qualquer outra informação que possa vir a identificar o participante - serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade, conforme Resolução CNS 510/2016. No relato dos resultados da pesquisa em eventos e em publicações científicas, substituiremos seu nome por códigos e, em hipótese alguma, faremos referência à sua identidade. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais, atendendo as

legislações brasileiras (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde). Os resultados obtidos serão armazenados em um banco de dados sob responsabilidade da pesquisadora. A previsão do armazenamento dos dados é de, no mínimo, 5 anos. Ao ser concluída a dissertação, a mesma será disponibilizada Sistema Maxwell, da PUC-Rio (<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/index.php>) e poderá ser consultada. Ademais, o participante poderá solicitar qualquer esclarecimento sobre a pesquisa para a pesquisadora e para a orientadora nos contatos disponibilizados em “Informações adicionais”.



Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

Contatos para esclarecimentos de dúvidas sobre seus aspectos éticos:

Câmara de Ética em Pesquisa da PUC-Rio (CEPq-PUC-Rio), situado na
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX - XXXXXXXXX, XXXXXX. XXXXX -
XXXXXXXXXXXX - XX, CEP: XXXXXXXX; Telefone: + 55 (XX) XXXXXXXX.

Contatos para esclarecimentos de dúvidas sobre a pesquisa e seus aspectos éticos:

E-mail da orientadora: XXXXXXXXX; Telefone da orientadora: (XX)
XXXXXXXXXX

Programa de Pós-Graduação Estudos da Linguagem - Departamento de Letras da
PUC-Rio, situado na XXXXXXXXXXXX, 225 - Edifício XXXXXXXXX, XX
XXXX. XXXXX - Rio de Janeiro - RJ, CEP: XXXXXXXX; Telefone: +55 (XX)
XXXXXXXXXX

E-mail da mestrandia: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX; Telefone (XX)
XXXXXXXXXX

CONSENTIMENTO:

Eu, _____, de
maneira voluntária, livre e esclarecida, concordo em participar da pesquisa acima
identificada. Estou ciente dos objetivos do estudo, dos procedimentos
metodológicos, das garantias de sigilo e confidencialidade, dos riscos e suas formas
de contorno, da possibilidade de esclarecimentos permanentes sobre eles. Fui
informado/a de que se trata de uma pesquisa vinculada ao Programa de
_____ da PUC-Rio. Está claro que minha participação é isenta de
despesas e que minha imagem, meu nome e voz não serão publicados sem minha
prévia autorização por escrito. Este Termo foi impresso e/ou enviado em duas vias,

das quais uma me foi concedida e ficará em minha posse e a outra será arquivada pela pesquisadora responsável.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____.

(Assinatura do participante da pesquisa)

(Natalia Fernandes – pesquisador responsável)

APÊNDICE B

Termo De Consentimento Livre E Esclarecido – Experimento 2



Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Atividade de leitura com captura de dados oculares

CONVITE: Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário(a) da pesquisa intitulada “Integração entre informação linguística e visual na leitura de gráficos: evidências experimentais”, de responsabilidade da mestrandia Natalia Fernandes, orientanda da Profa. Erica dos Santos Rodrigues, do Programa de Pós-Graduação *Estudos da Linguagem* (PPGEL), PUC-Rio. Antes de aceitar participar desta pesquisa, é necessária sua compreensão a respeito das informações e das instruções contidas neste documento. Os pesquisadores responderão todas as dúvidas antes que você decida participar. A qualquer momento, poderá interromper sua participação na pesquisa sem sofrer qualquer penalização ou constrangimento.

JUSTIFICATIVA: Acreditamos que nosso estudo contribuirá para entender como ocorre a compreensão de textos multimodais, ou seja, textos em que há a presença de material escrito e de material visual, em especial de gráficos. O trabalho possui natureza experimental e baseia-se nos fundamentos teóricos e metodológicos da Psicologia Cognitiva e da Psicolinguística.

OBJETIVOS: Investigar como se dá a integração entre informação linguística e visual no processo de compreensão multimodal envolvido na leitura de constelações texto-gráfico, buscando identificar o que pode representar custo para esse tipo de processamento.

METODOLOGIA: Você será conduzido ao Laboratório de Psicolinguística e Aquisição da Linguagem (LAPAL) ou à sala da orientadora, onde realizará o experimento sem distrações externas. O dia e horário de realização da atividade serão combinados com você, por meio de interação prévia (e-mail, telefone ou WhatsApp), observando sua disponibilidade de agenda e da pesquisadora. Se for consentida a participação neste estudo, você precisará preencher manualmente um breve questionário com informações sobre idade, escolaridade, sexo, língua nativa e nível de familiaridade com gráficos. Os dados serão registrados apenas para fins da pesquisa e serão anonimizados, de modo a manter o sigilo. Você será posicionado

em frente a uma tela de computador, no qual estará acoplado um equipamento de rastreamento ocular, que permitirá gravar o movimento de



Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

seus olhos durante a tarefa. Inicialmente será realizado um rápido procedimento de calibração do equipamento, que envolve visualizar círculos vermelhos em diferentes posições da tela. Em seguida, será iniciado o experimento propriamente dito. Sua tarefa será ler textos multimodais, composto por informação linguística (texto) e visual (figuras) na tela de um computador. Após cada texto multimodal, serão apresentadas duas perguntas de compreensão do tipo Verdadeiro (V) ou Falso (F), a fim de verificar o nível de atenção à tarefa e a compreensão do material visualizado. Sua voz e sua imagem não serão gravadas. Apenas haverá o registro dos pontos da tela em que houve fixação do seu olhar. O experimento tem duração média de 30 minutos.

RISCOS E BENEFÍCIOS: Você não pagará nem será remunerado(a) por sua participação. Contudo, você irá contribuir para as pesquisas em Psicolinguística sobre a compreensão de textos multimodais em português. Os riscos envolvidos na realização da tarefa são mínimos, sendo possível que você sinta leve desconforto por se manter sentado(a) e parcialmente imóvel durante a sessão. No entanto, buscamos minimizar ao máximo esse desconforto, realizando a tarefa em local tranquilo e confortável. Quanto à luz infravermelha emitida pelo aparelho, ela é invisível ao olho humano e não causa desconforto nem distrai a pessoa na frente do equipamento. O aparelho é testado de acordo com as normas europeias de segurança, de forma a ser considerado inofensivo aos seres humanos. Salienta-se, no entanto, que esta pesquisa será realizada somente se você se sentir em boas condições físicas e emocionais para realizar as atividades solicitadas.

FORMAS DE MINIMIZAR OS DESCONFORTOS: Durante a realização da coleta de dados, você poderá fazer intervalos na frente do computador nas telas em branco que são apresentadas entre as telas que apresentam os gráficos. Caso precise interromper a tarefa por algum desconforto, deverá informar ao pesquisador.

BENEFÍCIOS PARA OS PARTICIPANTES: As/os participantes não serão remuneradas/os ou pagarão para participar da pesquisa. As/os voluntárias/os poderão, com a participação, contribuir para as pesquisas na área de Psicolinguística e Letramento Estatístico e suas eventuais aplicações nos diversos domínios de atividades educativas e laborais. A atividade experimental também propicia um

contexto de exercício cognitivo, de tarefa de julgamento de resposta adequada, o que mobiliza capacidade de análise e de tomada de decisão.

SIGILO E PRIVACIDADE: Ao aceitar participar deste estudo, suas informações - nome, voz, imagem e qualquer outra informação que possa vir a identificar o participante - serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a



Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

sua identidade, conforme Resolução CNS 510/2016. No relato dos resultados da pesquisa em eventos e em publicações científicas, substituiremos seu nome por códigos e, em hipótese alguma, faremos referência à sua identidade. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais, atendendo as legislações brasileiras (Resolução Nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde). Os resultados obtidos serão armazenados em um banco de dados sob responsabilidade da pesquisadora. A previsão do armazenamento dos dados é de, no mínimo, 5 anos. Ao ser concluída a dissertação, a mesma será disponibilizada Sistema Maxwell, da PUC-Rio (<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/index.php>) e poderá ser consultada. Ademais, o participante poderá solicitar qualquer esclarecimento sobre a pesquisa para a pesquisadora e para a orientadora nos contatos disponibilizados em “Informações adicionais”.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

Contatos para esclarecimentos de dúvidas sobre seus aspectos éticos:
Câmara de Ética em Pesquisa da PUC-Rio (CEPq-PUC-Rio), situado na
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX - XXXXXXXXX, XXXXXX. XXXXX -
XXXXXXXXXXXX - XX, CEP: XXXXXXXX; Telefone: + 55 (XX) XXXXXXXX.

Contatos para esclarecimentos de dúvidas sobre a pesquisa e seus aspectos éticos:

E-mail da orientadora: XXXXXXXXX; Telefone da orientadora: (XX)
XXXXXXXXXX

Programa de Pós-Graduação Estudos da Linguagem - Departamento de Letras da
PUC-Rio, situado na XXXXXXXXXX, 225 - Edifício XXXXXXXX, XX
XXXX. XXXXX - Rio de Janeiro - RJ, CEP: XXXXXXXX; Telefone: +55 (XX)
XXXXXXXXXX

E-mail da mestrandia: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX; Telefone (XX)
XXXXXXXXXX

CONSENTIMENTO:

Eu, _____, de maneira voluntária, livre e esclarecida, concordo em participar da pesquisa acima identificada. Estou ciente dos objetivos do estudo, dos procedimentos metodológicos, das garantias de sigilo e confidencialidade, dos riscos e suas formas de contorno, da possibilidade de esclarecimentos permanentes sobre eles. Fui informado/a de que se trata de uma pesquisa vinculada ao Programa de _____ da PUC-Rio. Está claro que minha participação é isenta de despesas e que minha imagem, meu nome e voz não serão publicados sem minha prévia autorização por escrito. Este Termo foi impresso e/ou enviado em duas vias, das quais uma me foi concedida e ficará em minha posse e a outra será arquivada pela pesquisadora responsável.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____.

(Assinatura do participante da pesquisa)

(Natalia Fernandes – pesquisador responsável)

APÊNDICE C

Questionário do participante – Experimento 1

Rastreando o olhar na compreensão multimodal de gráficos: uma abordagem psicolinguística

natfeernandes16@gmail.com [Mudar de conta](#)



 Não compartilhado

* Indica uma pergunta obrigatória

Questionário

Idade *

Sua resposta

Escolaridade *

- ☐ Ensino Médio Completo
- ☐ Graduação incompleta
- ☐ Graduação completa
- ☐ Especialização Incompleta
- ☐ Especialização completa
- ☐ Mestrado Incompleto
- ☐ Mestrado Completo
- ☐ Doutorado Incompleto
- ☐ Doutorado Completo



<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScSvjogi1AFk3xjVeSPgU07cumsCCQ-eNqzdoEWbnkap-jkzA/formResponse>

1/4

Qual sua profissão? *

Sua resposta

Qual seu curso/área de formação? *

Sua resposta

Falante nativo(a) de português? *

☐ Sim

☐ Não

Sexo *

Sua resposta

Em algum momento da vida, você teve aulas específicas sobre leitura de gráficos? *

☐ Sim

☐ Não

Se sim, em que disciplina e/ou curso?

Sua resposta



Voltar

Próxima

Limpar formulário



APÊNDICE D

Questionário do participante – Experimento 2

[←](#) Modo de visualização

 Publicado

[Copiar link do participante](#)

Questionário dos participantes

* Indica uma pergunta obrigatória

E-mail *

Seu e-mail

Idade *

Sua resposta

Falante nativo de Português? *

☐ Sim

☐ Não

Sexo *

Sua resposta

Profissão *

Sua resposta





<https://docs.google.com/forms/d/1vS5Ny77SWdKV8UIDfmBQvqOgHvbieIFZjle7jsdhlA/preview>

1/4

- ☐ Ensino Médio Completo
- ☐ Graduação Incompleta
- ☐ Graduação Completa
- ☐ Especialização Incompleta
- ☐ Especialização Completa
- ☐ Mestrado Incompleto
- ☐ Mestrado Completo
- ☐ Doutorado Incompleto
- ☐ Doutorado Completo
- ☐ Pós-doutorado Incompleto
- ☐ Pós-doutorado Completo

Qual seu curso? *

Sua resposta

Você já teve aulas sobre tabelas? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Se sim, em quais aulas ou cursos?

Sua resposta



← Modo de visualização

✓ Publicado

🔗 Copiar link do participante

Sua resposta

Você já teve aulas sobre gráficos? *

☐ Sim

☐ Não

Se sim, em quais aulas ou cursos?

Sua resposta

Qual seu nível de familiaridade com gráficos? *

Sua resposta

Enviar

Limpar formulário

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Este formulário parece suspeito? [Relatório](#)

Google Formulários



APÊNDICE E

Lista de frases e gráficos para o experimento 1 separadas por sujeito

Cada par de gráficos foi combinado com duas frases de diferentes condições experimentais, resultando em quatro listas distintas. Assim, cada participante foi exposto a todas as condições, garantindo que nunca visualizassem o mesmo sujeito da frase em mais de uma condição. Ver tabela exposta na descrição do experimento 1.

Condições:

CT: contínuo; frase de tendência

CP: contínuo; frase de diferença pontual

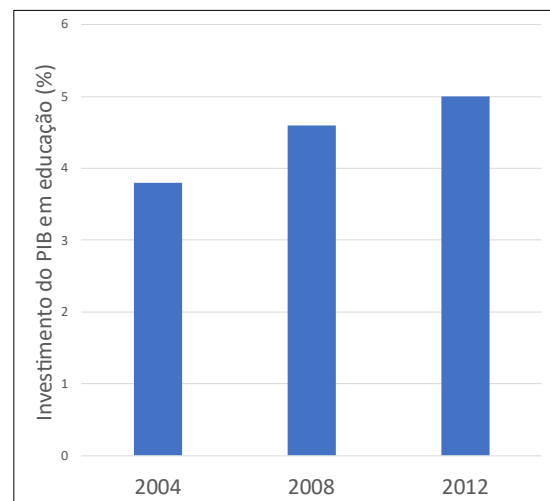
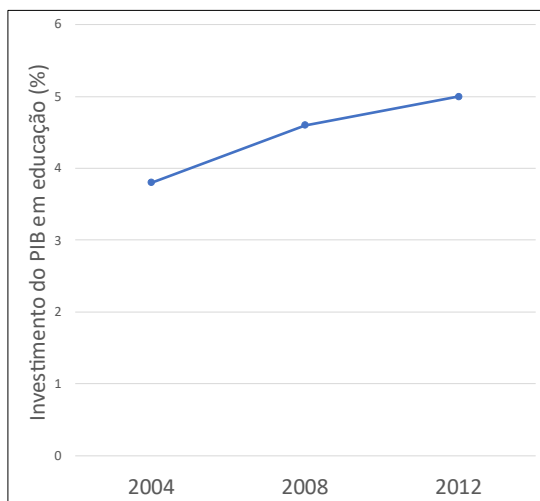
DP: discreto; frase de diferença pontual

DT: discreto; frase de tendência

1- O investimento do PIB

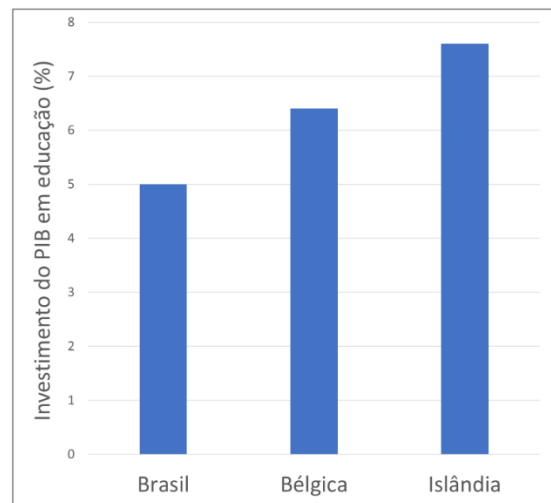
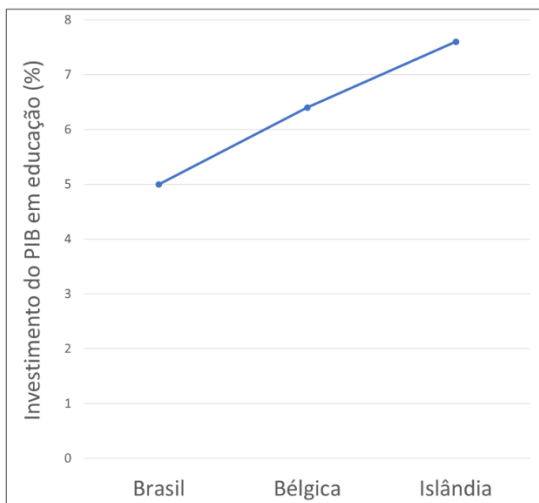
CT- O investimento do PIB em educação no Brasil aumentou entre 2004 e 2012.

CP- O investimento do PIB em educação no Brasil foi maior em 2012 do que em 2004.



DP- O investimento do PIB em educação é maior na Islândia do que no Brasil.

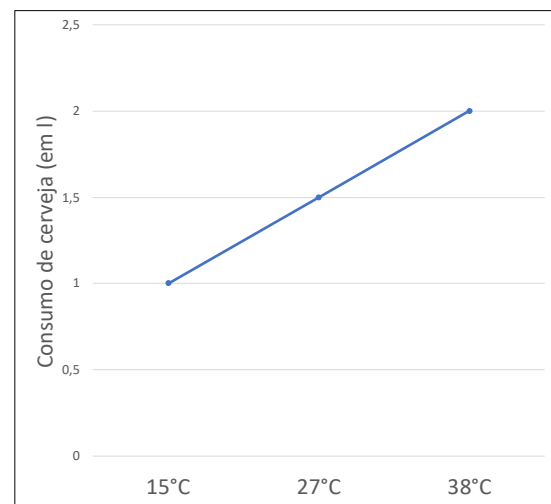
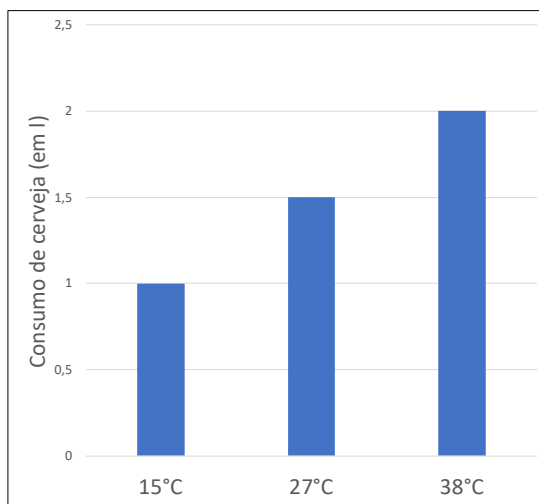
DT- O investimento do PIB em educação varia entre os países.



2- O consumo de cerveja

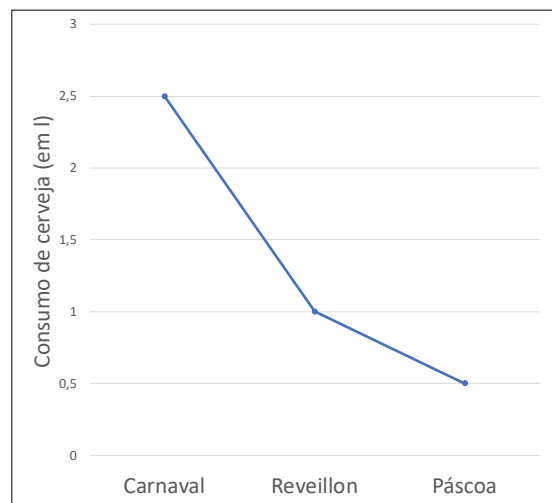
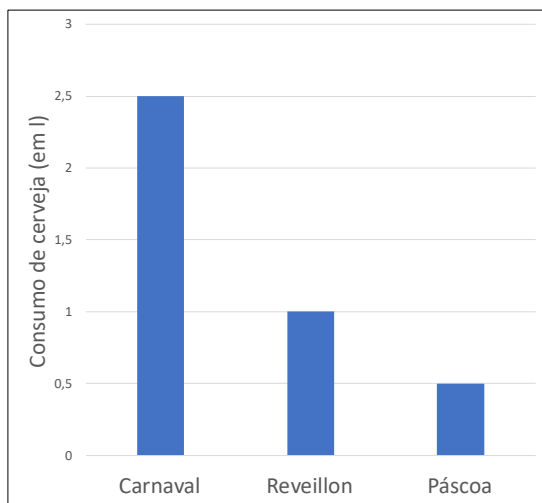
CT- O consumo de cerveja aumenta com a elevação da temperatura.

CP- O consumo de cervejas é maior na temperatura diária de 38°C do que na de 15°C.



DP- O consumo de cerveja é mais baixo na Páscoa do que no Carnaval.

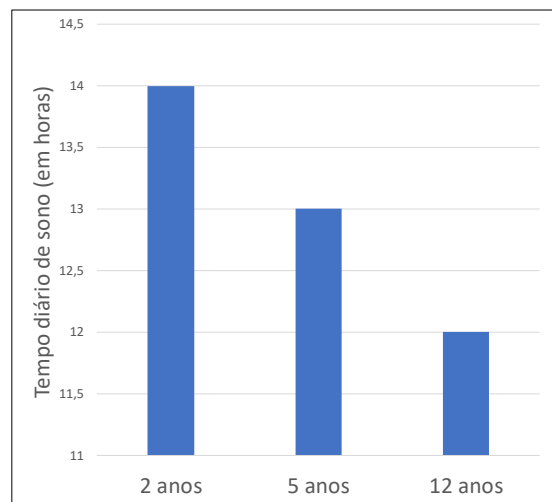
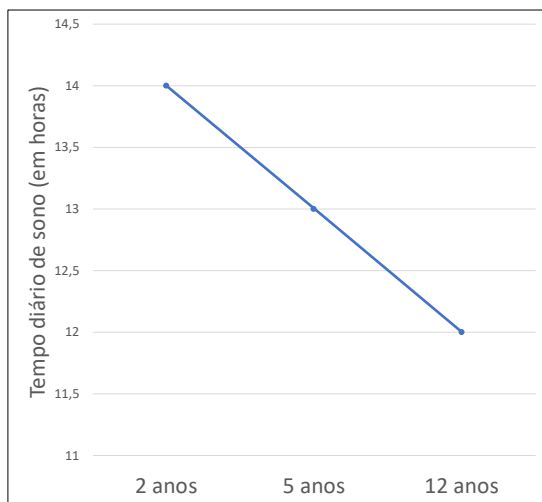
DT- O consumo de cerveja varia em função do tipo de comemoração.



3- O tempo diário de sono

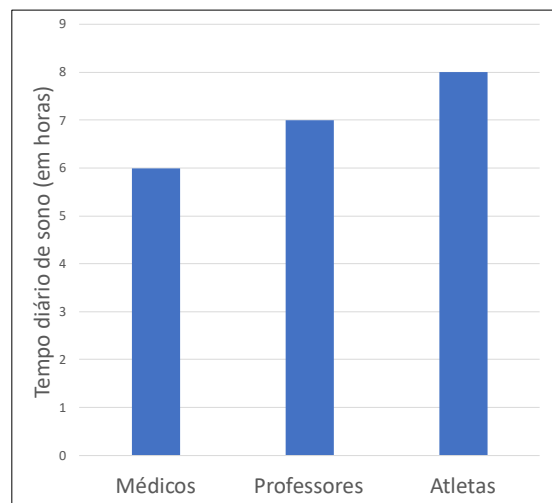
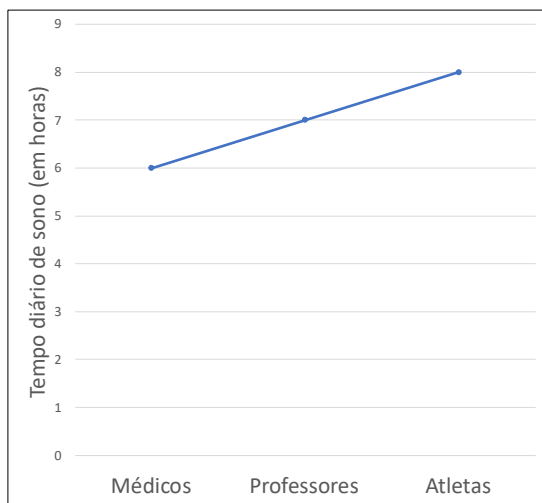
CT- O tempo diário de sono de uma criança diminui ao longo da infância.

CP- O tempo diário de sono de uma criança aos 12 anos de idade é menor do que aos 2 anos.



DP- O tempo diário de sono de atletas é maior do que o de médicos.

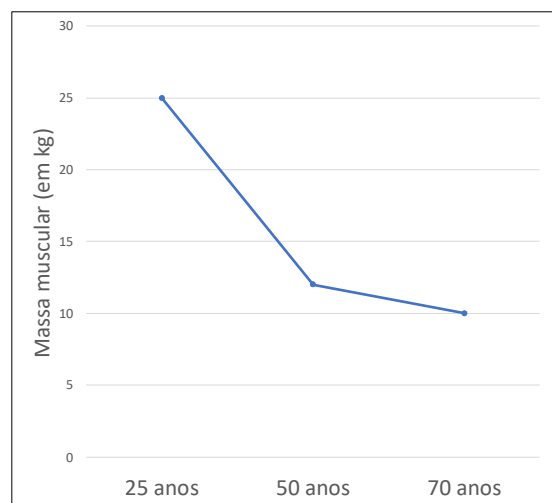
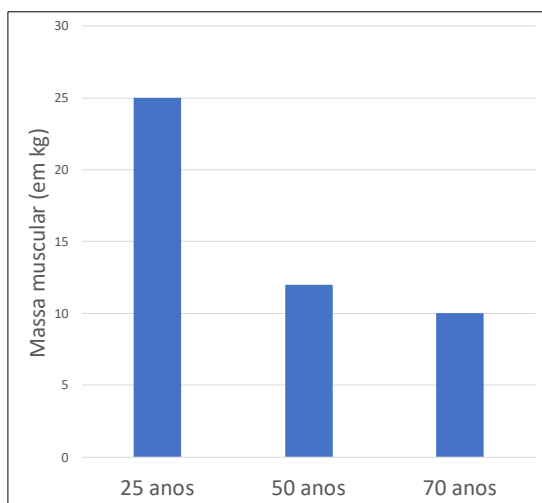
DT- O tempo diário de sono de um indivíduo varia em função da atividade profissional exercida.



4- A massa muscular

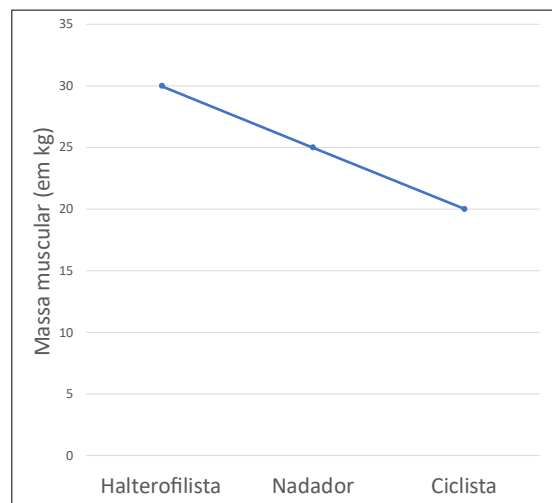
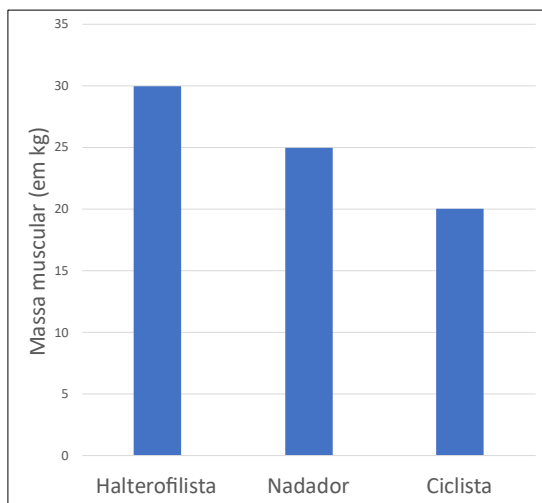
CT- A massa muscular de um indivíduo diminui com o passar dos anos.

CP- A massa muscular de um indivíduo aos 25 anos é maior do que aos 70 anos.



DP- A massa muscular de halterofilistas é maior do que a de ciclistas.

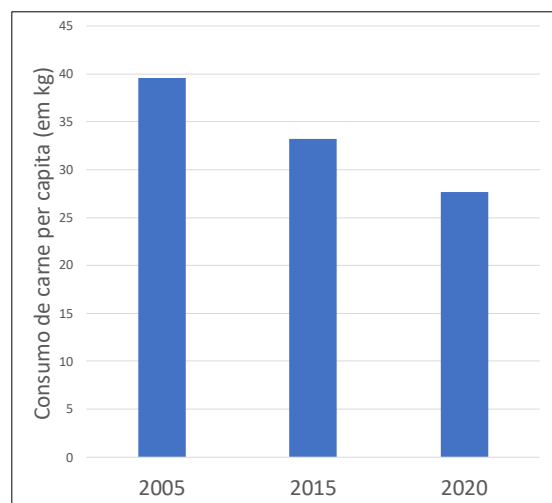
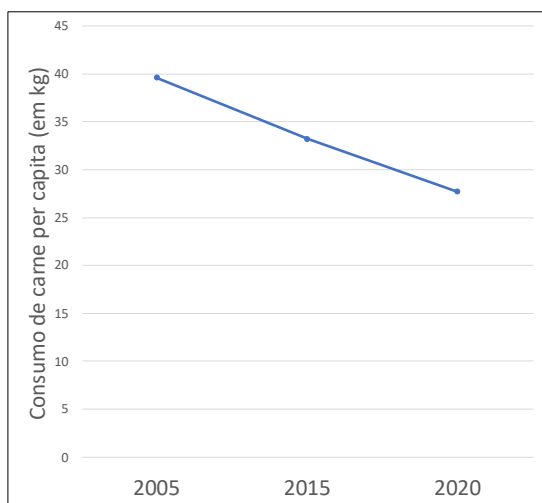
DT- A massa muscular dos atletas varia em função do tipo de atividade praticada.



5- O consumo de carne

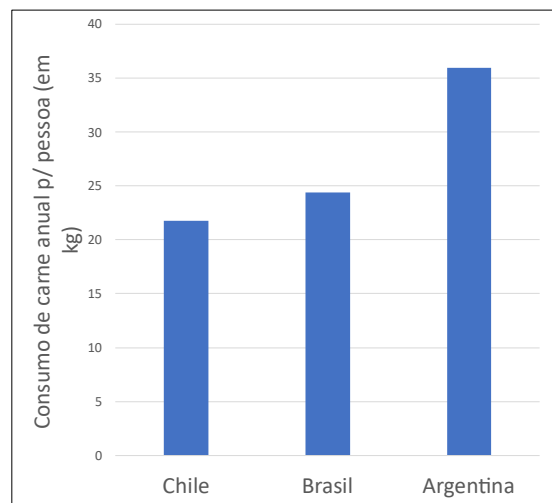
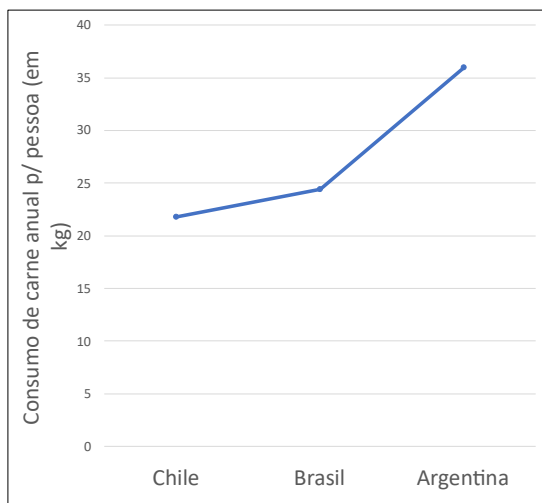
CT – O consumo de carne per capita diminuiu ao longo dos anos.

CP – O consumo de carne per capita foi maior em 2005 do que em 2020.



DP - O consumo de carne anual no Chile é menor do que na Argentina.

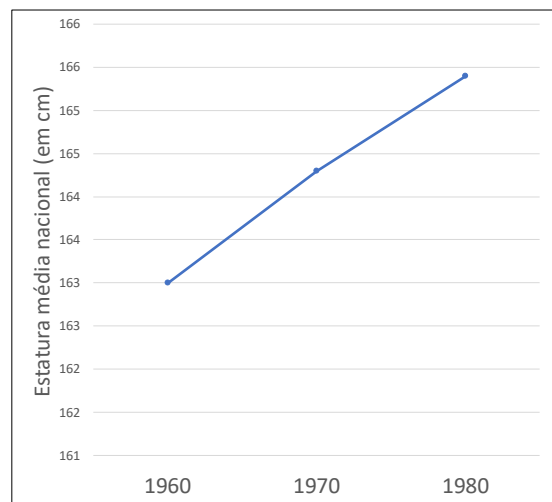
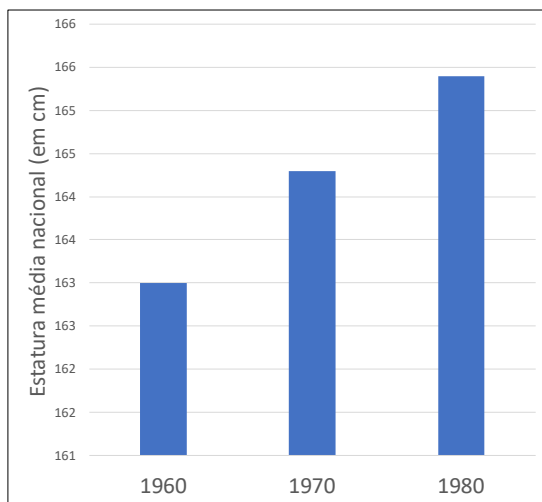
DT - O consumo de carne anual varia entre os países da América do Sul.



6- A estatura média

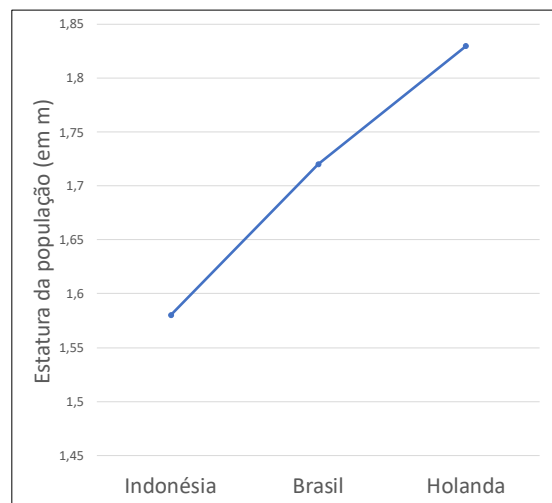
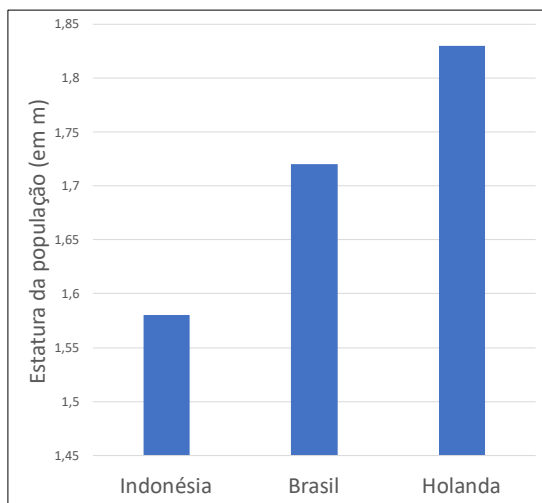
CT – A estatura média da população brasileira aumentou com o passar dos anos.

CP – A estatura média da população brasileira era maior em 1980 do que em 1960.



DP - A estatura média dos indivíduos da Holanda é maior do que os da Indonésia.

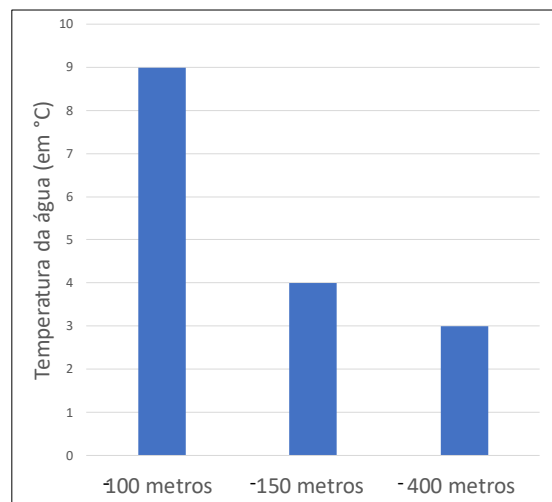
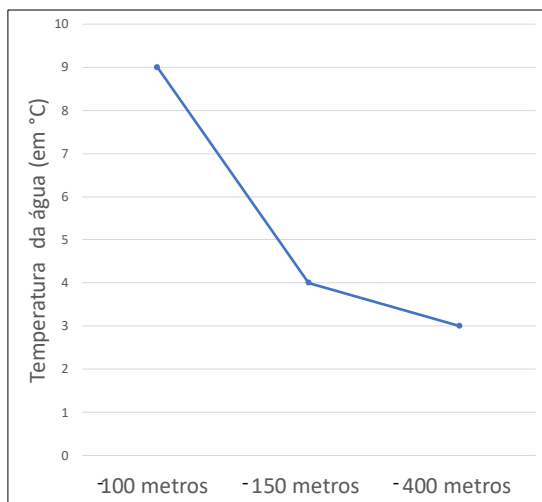
DT - A estatura média dos indivíduos varia em função de sua nacionalidade.



7- A temperatura da água

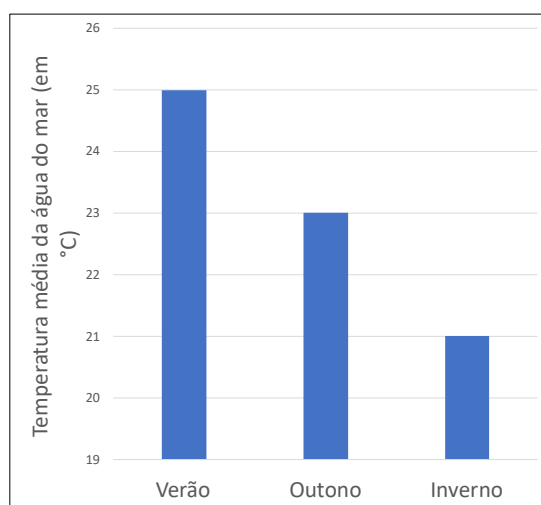
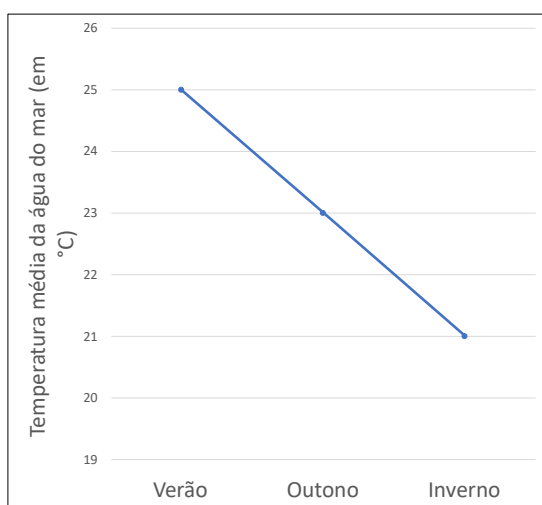
CT - A temperatura da água decresce com a profundidade dos oceanos.

CP - A temperatura da água é mais baixa a -400 metros do que a -100 metros de profundidade.



DP – A temperatura média da água do mar no Brasil é maior no verão do que no inverno.

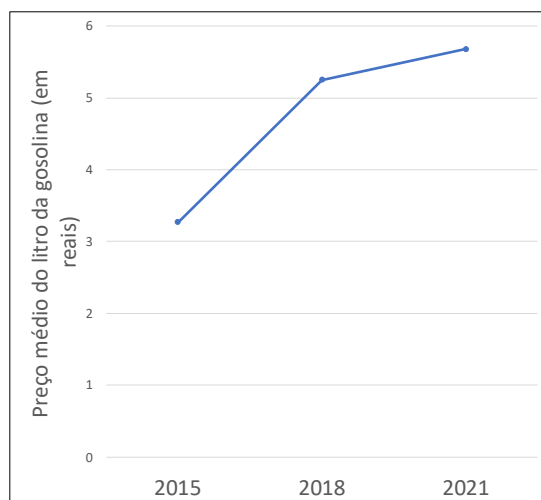
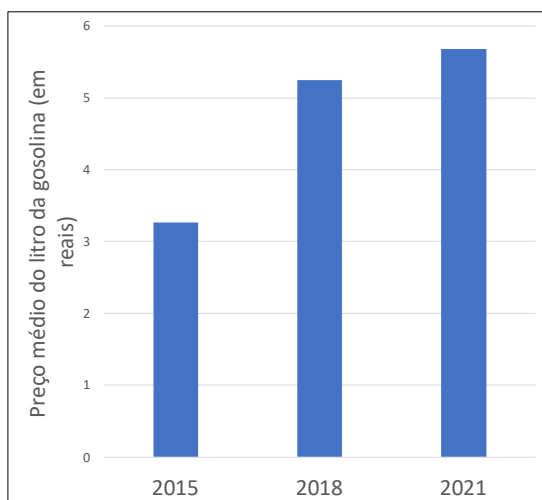
DT – A temperatura média da água do mar no Brasil varia com as estações.



8- O preço da gasolina

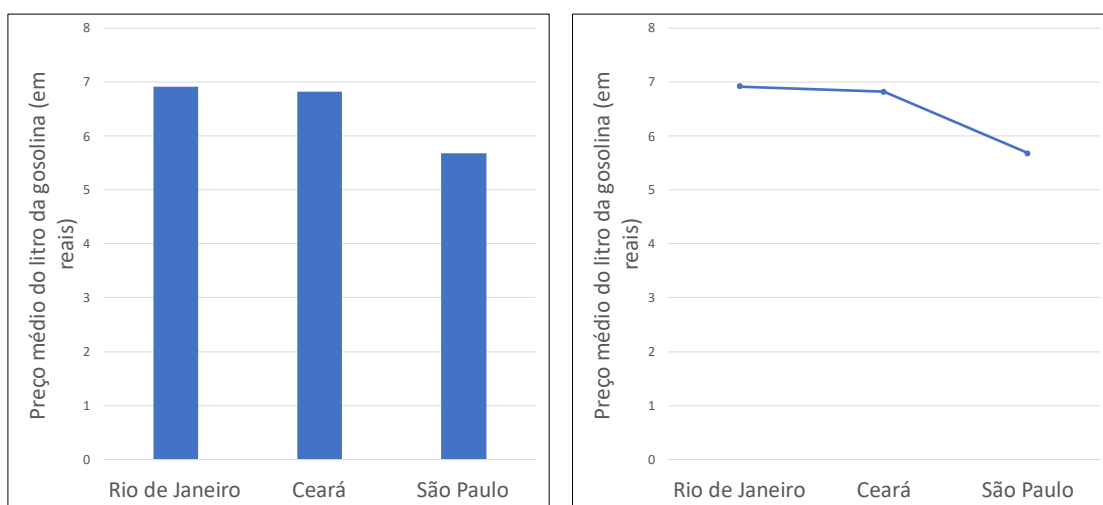
CT – O preço médio da gasolina no Brasil aumentou ao longo dos anos.

CP – O preço médio da gasolina em 2021 foi maior do que em 2015.



DP – O preço médio da gasolina em SP foi menor do que no RJ em 2021.

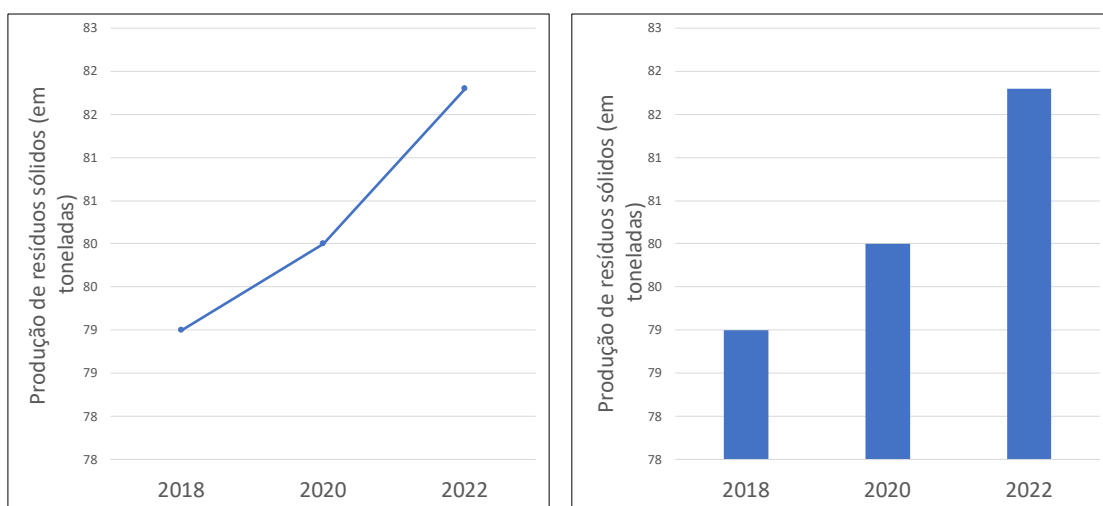
DT – O preço médio da gasolina variou entre os estados brasileiros em 2021.



9- A produção de resíduos sólidos

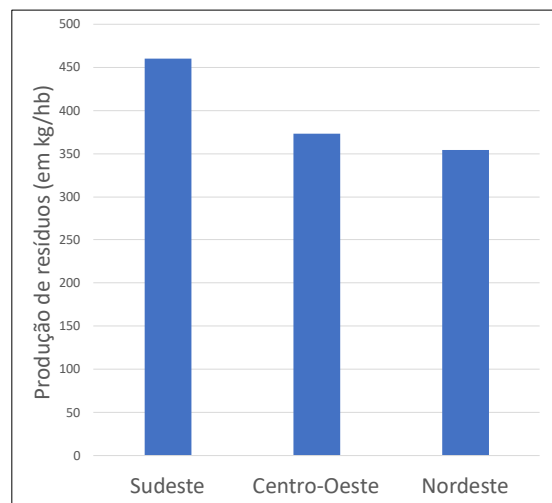
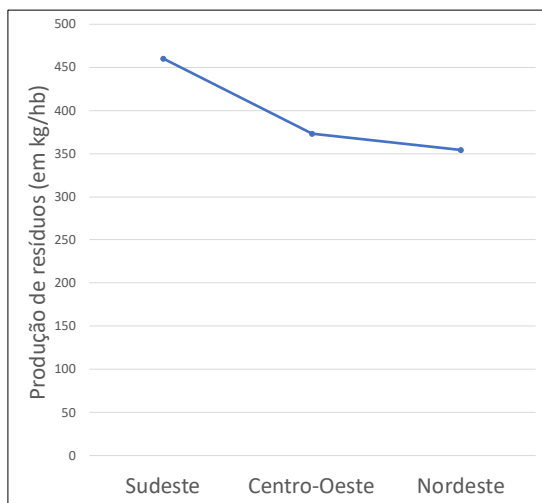
CT – A produção de resíduos sólidos no Brasil aumentou ao longo dos anos.

CP – A produção de resíduos sólidos no Brasil foi maior em 2022 do que em 2018.



DP – A produção de resíduos sólidos em 2020 foi maior no Sudeste do que no Nordeste.

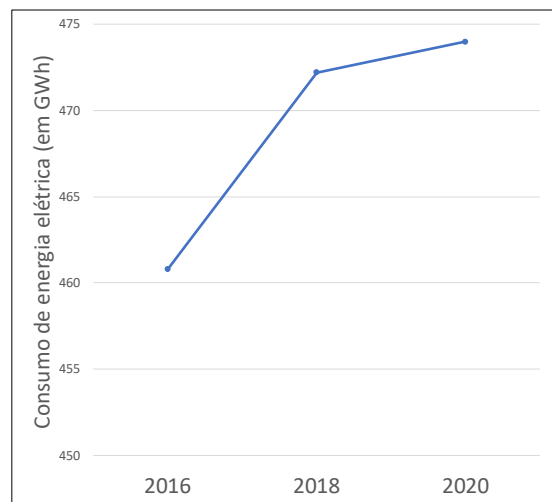
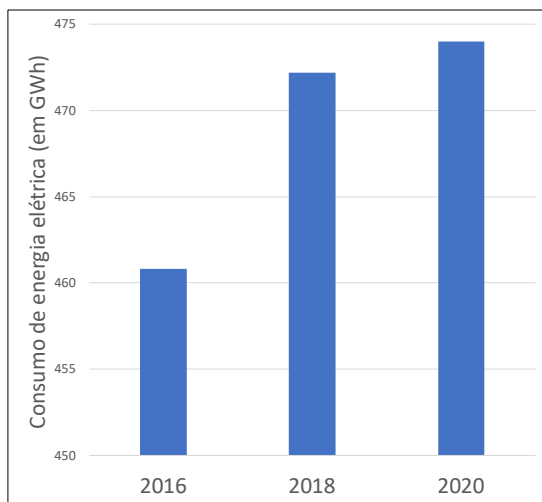
DT – A produção de resíduos sólidos em 2020 variou entre as regiões do Brasil.



10- O consumo de energia elétrica

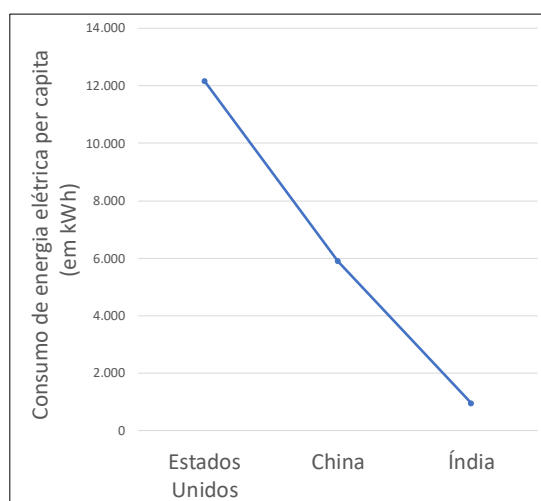
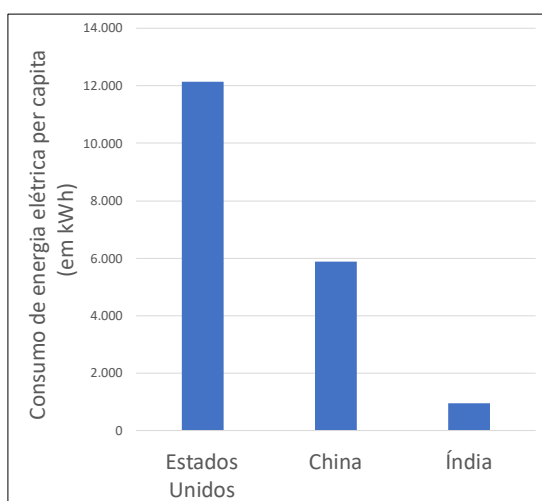
CT – O consumo de energia elétrica no Brasil aumentou entre 2016 e 2020.

CP – O consumo de energia elétrica no Brasil foi maior em 2020 do que em 2016.



DP – O consumo de energia elétrica em 2022 foi maior nos EUA do que na Índia.

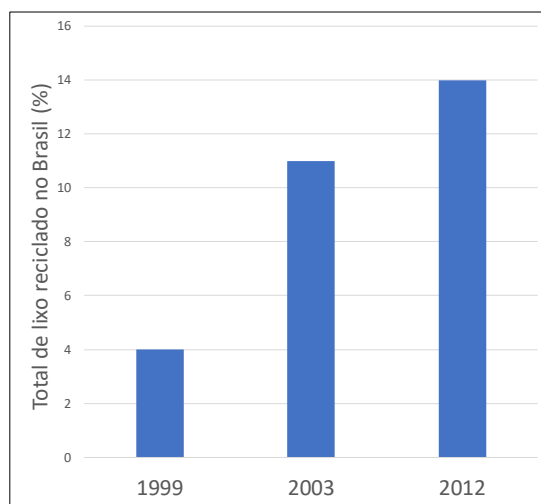
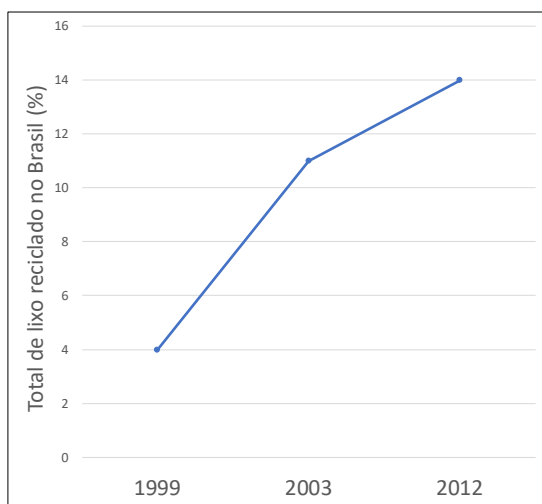
DT – O consumo de energia elétrica em 2022 variou entre os países.



11- A reciclagem de lixo

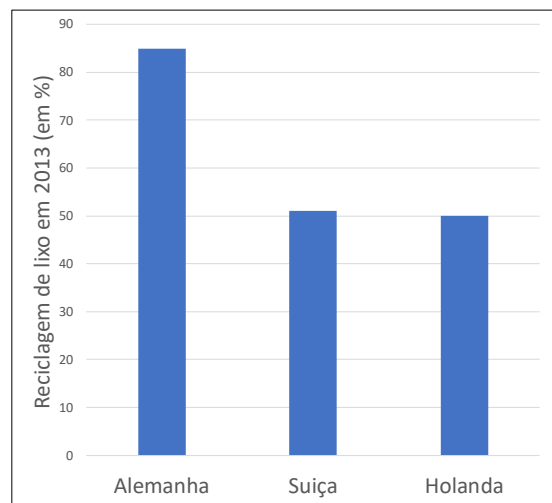
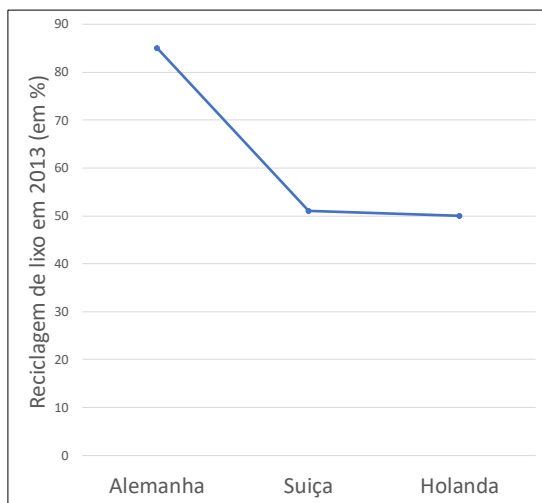
CT – A reciclagem de lixo no Brasil aumentou entre 1999 e 2012.

CP – A reciclagem de lixo no Brasil foi maior em 2012 do que em 1999.



DP - A reciclagem de lixo em 2013 foi maior na Alemanha do que na Holanda.

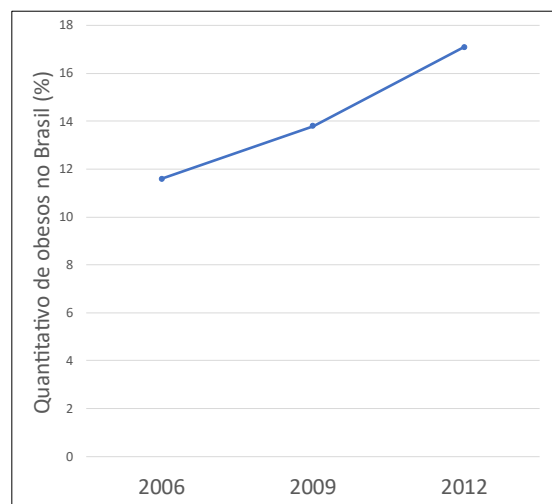
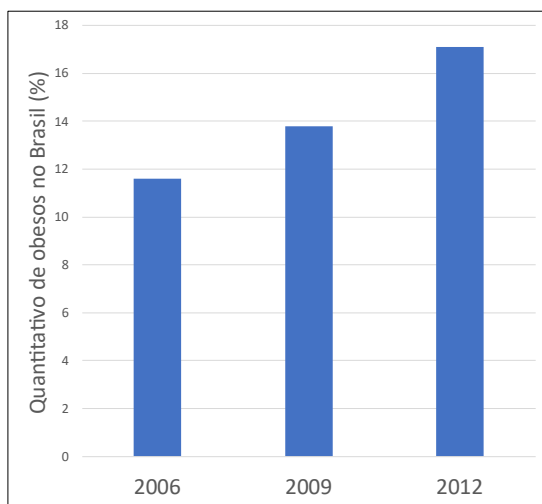
DT – A reciclagem de lixo em 2013 variou entre os países da Europa.



12- O quantitativo de obesos

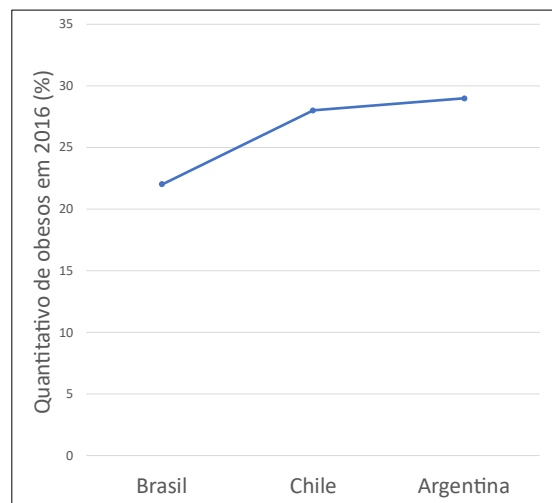
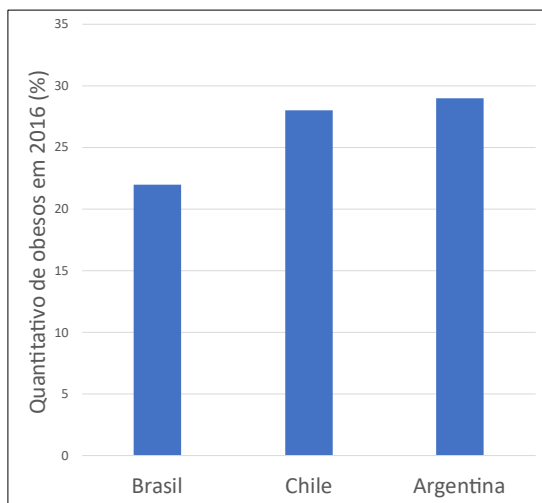
CT – O quantitativo de obesos na população brasileira aumentou entre 2006 e 2012.

CP - O quantitativo de obesos na população brasileira era menor em 2006 do que em 2012.



DP – O quantitativo da população obesa em 2016 era maior na Argentina do que no Brasil.

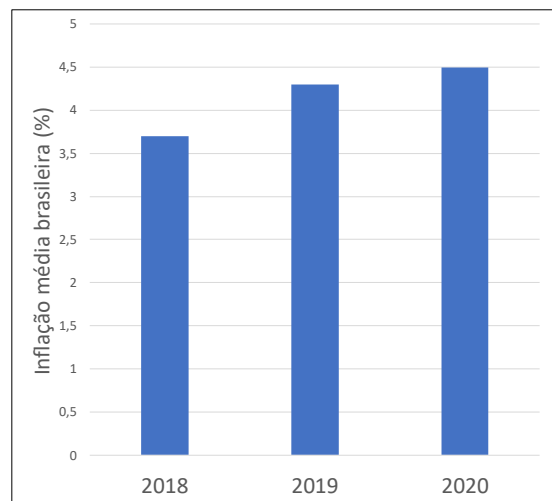
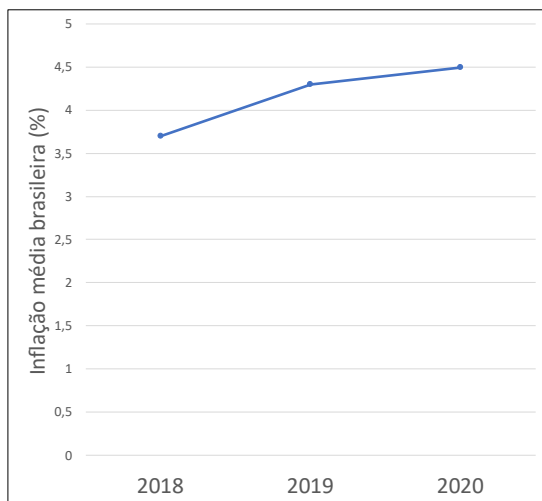
DT – O quantitativo da população obesa em 2016 variou entre os países da América Latina.



13- A inflação média

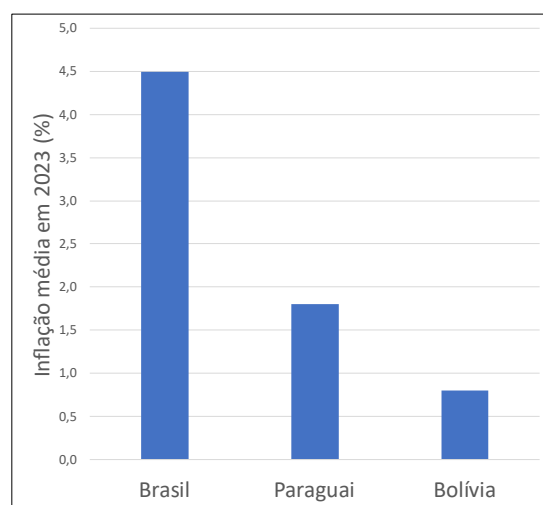
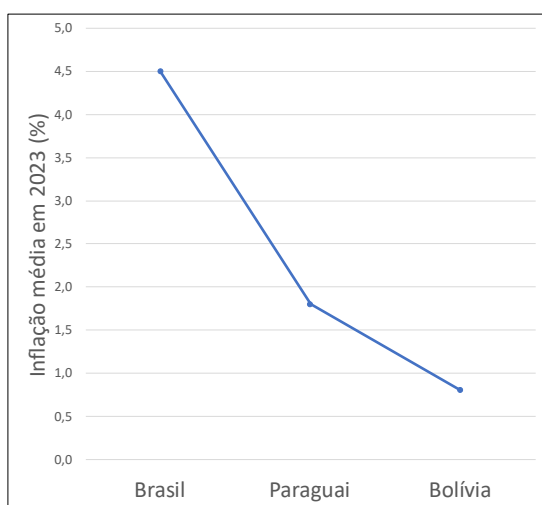
CT – A inflação média brasileira cresceu entre 2018 e 2020.

CP – A inflação média brasileira era maior em 2020 do que em 2018.



DP - A inflação média em 2023 no Brasil era maior do que da Bolívia.

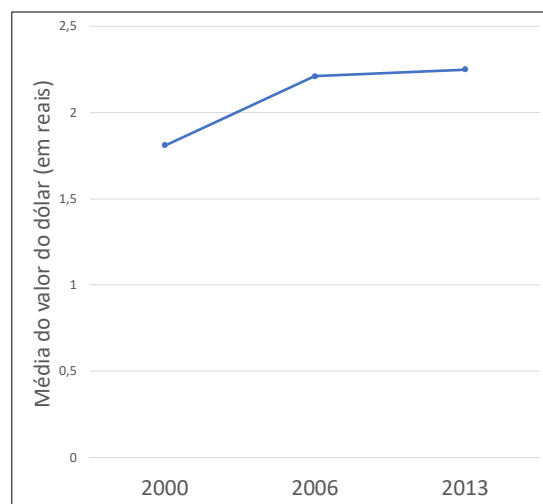
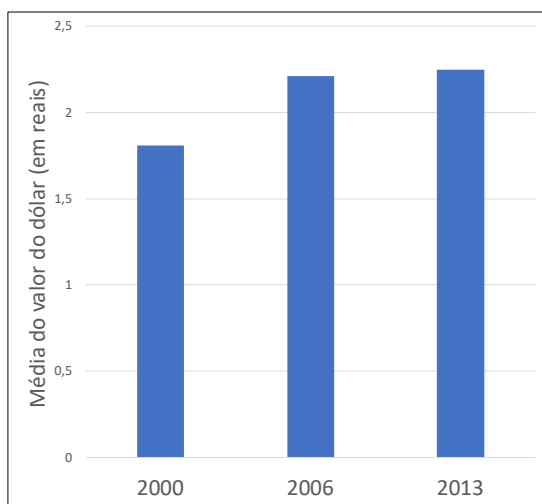
DT - A inflação média em 2023 variou entre os países da América do Sul.



14- A média do valor do dólar

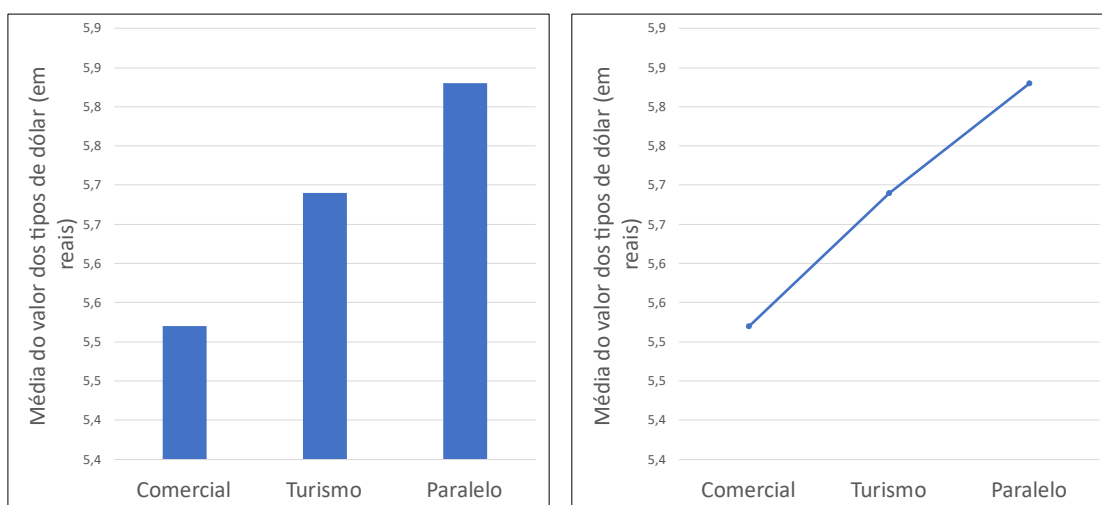
CT – A média em reais do valor do dólar no Brasil aumentou entre 2000 e 2013.

CP – A média em reais do valor do dólar no Brasil foi menor em 2000 do que em 2013.



DP - A média em reais do valor do dólar comercial no Brasil foi menor do que o valor do paralelo em 2023.

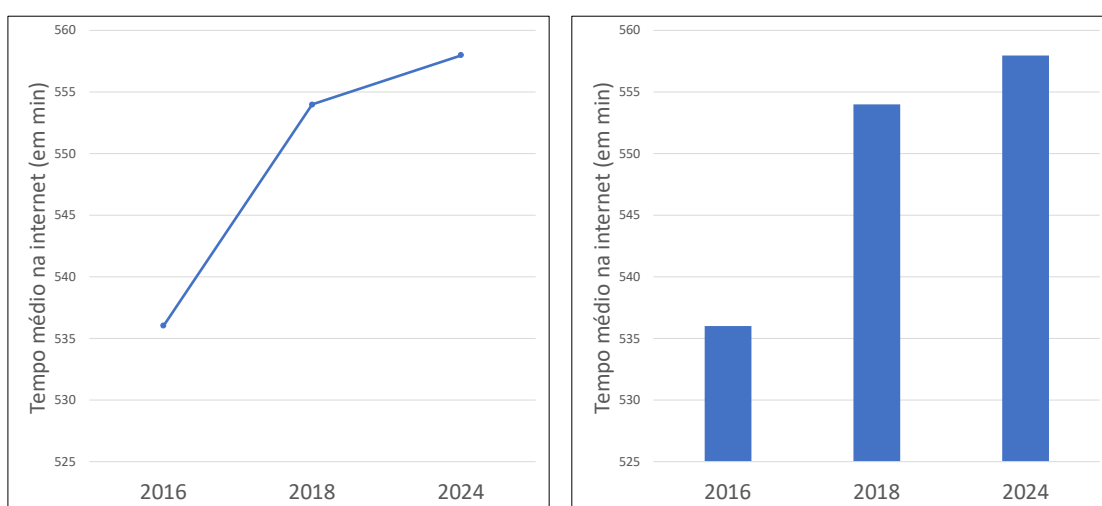
DT - A média em reais do valor do dólar no Brasil em 2023 variou entre os tipos da moeda.



15- O tempo médio na internet

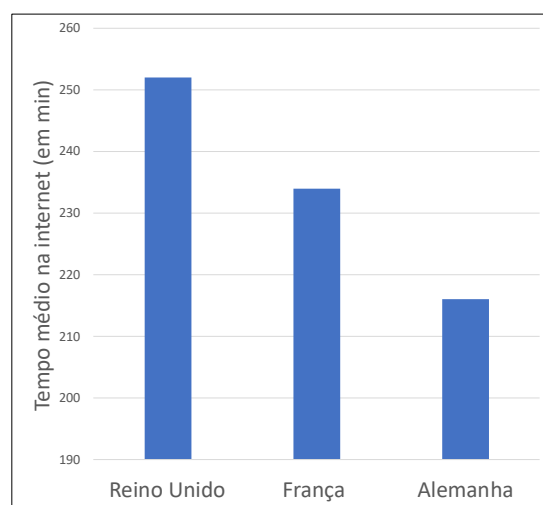
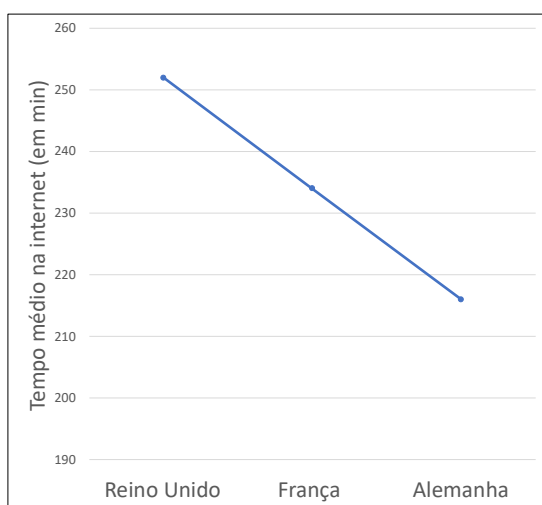
CT – O tempo médio de usuários na internet no Brasil ampliou entre 2016 e 2024.

CP - O tempo médio de usuários na internet no Brasil foi maior em 2024 do que em 2016.



DP - O tempo médio de usuários na internet em 2022 foi maior no Reino Unido do que na Alemanha.

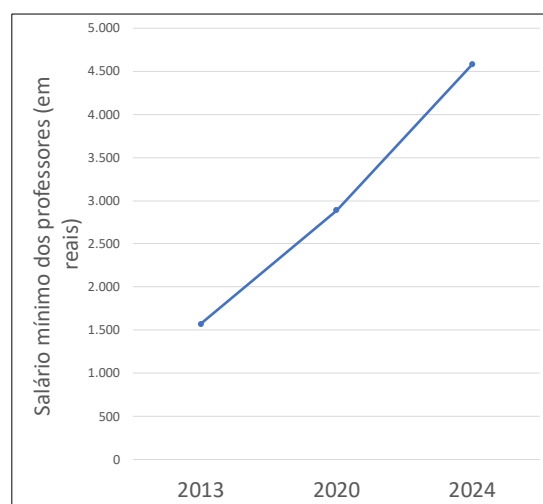
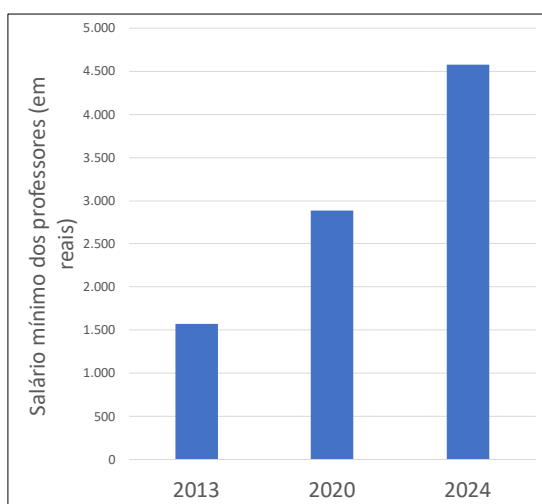
DT - O tempo médio de usuários na internet em 2022 variou entre os países europeus.



16- A média do salário mínimo dos professores

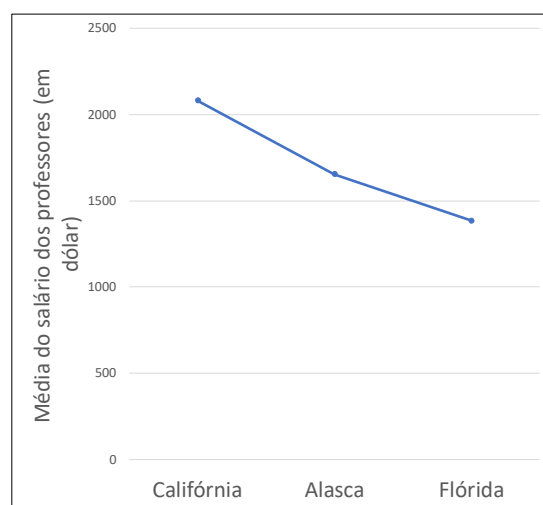
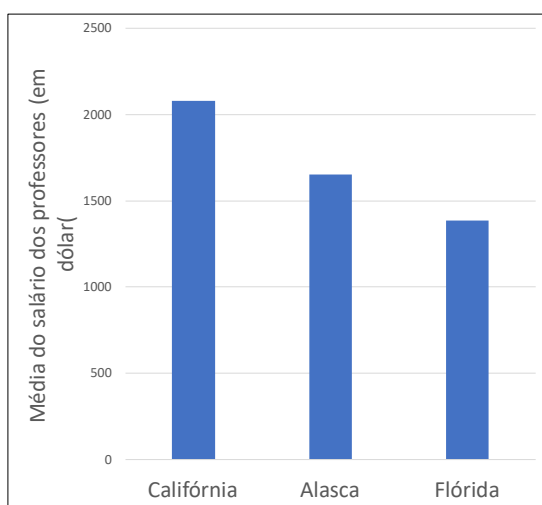
CT – A média do salário dos professores no Brasil aumentou entre 2013 e 2024

CP – A média do salário dos professores no Brasil era menor em 2013 do que em 2024.



DP - A média em dólar do salário dos professores em 2023 foi menor na Flórida do que na Califórnia.

DT - A média em dólar do salário dos professores em 2023 variou nos estados dos EUA.



APÊNDICE F

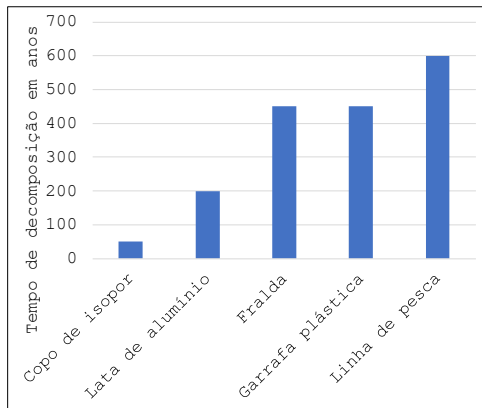
Afirmativas utilizadas no Experimento 2 para verificar a compreensão

- O tempo de decomposição do copo de isopor no mar é de 50 anos, enquanto o de garrafas plásticas é de 450 anos.
- O tempo de decomposição da lata de alumínio é superior ao da fralda.
- A Pesquisa Retratos da Leitura (2019) mostrou que, no Brasil, o hábito de ler começa a aumentar a partir dos 14 anos.
- A Pesquisa Retratos da Leitura (2019) mostrou que o maior percentual de leitores por faixa etária é o de brasileiros entre 5 a 10 anos.
- Segundo a OMS, o Brasil possui a maior prevalência mundial de ansiedade, afetando 9,3% da população.
- Segundo a OMS, a Noruega é o segundo país com a maior prevalência mundial de ansiedade, afetando 7,5% da população.
- Direito é o terceiro curso mais procurado pelos estudantes.
- Psicologia é menos procurado do que o curso de Administração.
- Os medicamentos mais consumidos pelos brasileiros são os anti-inflamatórios.
- O remédio relaxante muscular é o terceiro mais vendido.
- No Sul do Brasil, 31,2% da população consome álcool pelo menos uma vez por semana.
- No Sudeste do Brasil é o local em que menos de 20% da população consome álcool pelo menos uma vez por semana.
- Mais de 50% de brasileiros entre 25 a 39 anos praticaram exercícios físicos como lazer, de acordo com o IBGE.
- Brasileiros entre 18 a 24 anos praticam mais exercícios físicos como lazer do que brasileiros entre 40 a 59 anos.
- Em 2017, menos de 80% dos estudantes do Sudeste estavam na série esperada para a idade.
- Em 2017, mais de 70% dos estudantes do Sul estavam na série esperada para a idade.

APÊNDICE G

Textos multimodais do Experimento 2

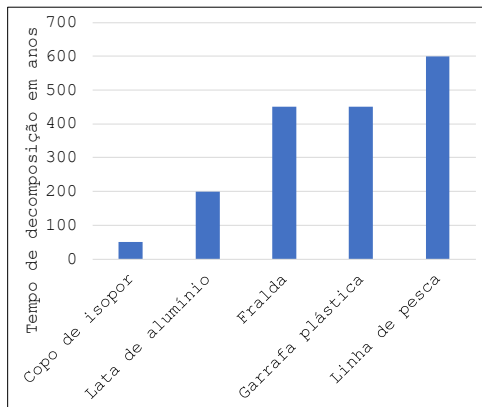
Plástico: o vilão do Mar



A vida marinha corre o risco de sofrer danos irreparáveis devido às milhões de toneladas de resíduos plásticos que são despejados no mar a cada ano, comprometendo ecossistemas inteiros. O tempo de decomposição desses materiais varia conforme o tipo de plástico, podendo levar décadas ou até séculos para sua completa degradação.

Enquanto o isopor leva cerca de 50 anos para se decompor, as garrafas plásticas demoram até 450 anos.

Plástico: o vilão do Mar

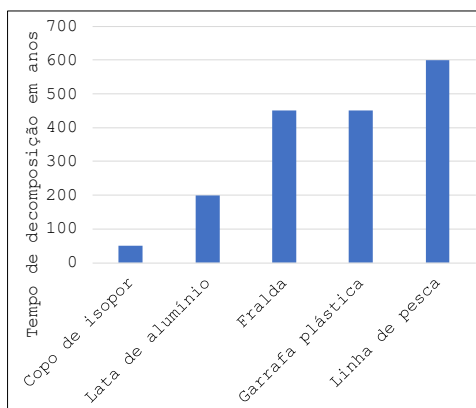


A vida marinha corre o risco de sofrer danos irreparáveis devido às milhões de toneladas de resíduos plásticos que são despejados no mar a cada ano, comprometendo ecossistemas inteiros. O tempo de decomposição desses materiais varia conforme o tipo de plástico, podendo levar décadas ou até séculos para sua completa degradação.

Plástico: o vilão do Mar

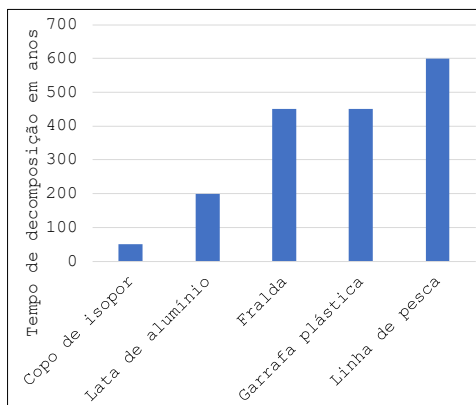
A vida marinha corre o risco de sofrer danos irreparáveis devido às milhões de toneladas de resíduos plásticos que são despejados no mar a cada ano, comprometendo ecossistemas inteiros. O tempo de decomposição desses materiais varia conforme o tipo de plástico, podendo levar décadas ou até séculos para sua completa degradação.

Enquanto o isopor leva cerca de 50 anos para se decompor, as garrafas plásticas demoram até 450 anos.



Plástico: o vilão do Mar

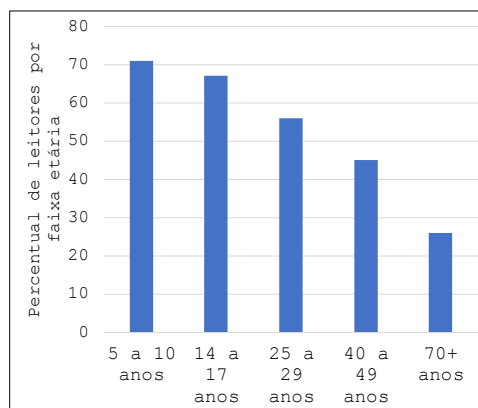
A vida marinha corre o risco de sofrer danos irreparáveis devido às milhões de toneladas de resíduos plásticos que são despejados no mar a cada ano, comprometendo ecossistemas inteiros. O tempo de decomposição desses materiais varia conforme o tipo de plástico, podendo levar décadas ou até séculos para sua completa degradação.



Leitura entre os adolescentes no Brasil

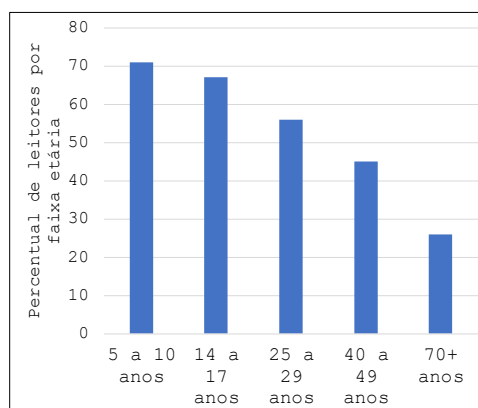
A leitura na adolescência tem um papel importante: é uma porta para novos mundos e um desafio a ser superado. Esse período é crucial para o desenvolvimento cognitivo e pessoal, pois os hábitos de leitura não só moldam o intelecto, mas também influenciam a empatia, imaginação e compreensão do mundo.

De acordo com a Pesquisa Retratos da Leitura no Brasil, o hábito de leitura diminui expressivamente após os 14 anos.

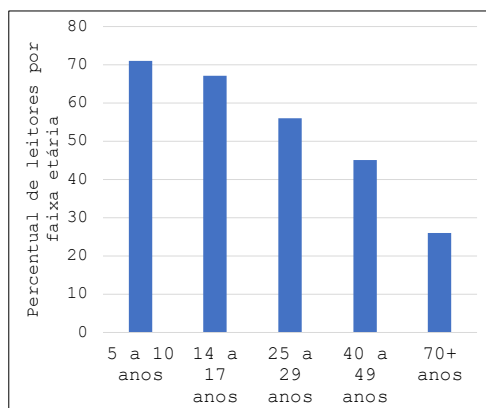


Leitura entre os adolescentes no Brasil

A leitura na adolescência tem um papel importante: é uma porta para novos mundos e um desafio a ser superado. Esse período é crucial para o desenvolvimento cognitivo e pessoal, pois os hábitos de leitura não só moldam o intelecto, mas também influenciam a empatia, imaginação e compreensão do mundo.



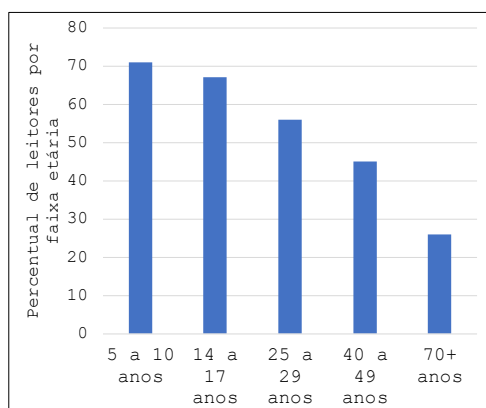
Leitura entre os adolescentes no Brasil



A leitura na adolescência tem um papel importante: é uma porta para novos mundos e um desafio a ser superado. Esse período é crucial para o desenvolvimento cognitivo e pessoal, pois os hábitos de leitura não só moldam o intelecto, mas também influenciam a empatia, imaginação e compreensão do mundo.

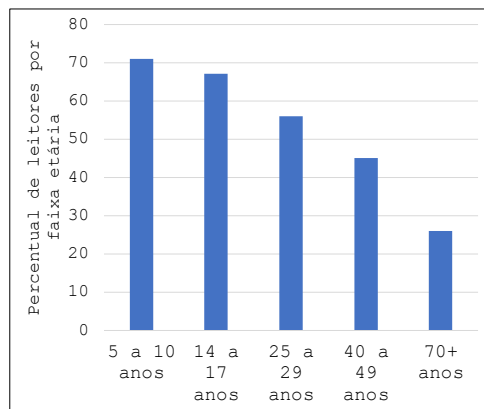
De acordo com a Pesquisa Retratos da Leitura no Brasil, o hábito de leitura diminui expressivamente após os 14 anos.

Leitura entre os adolescentes no Brasil



A leitura na adolescência tem um papel importante: é uma porta para novos mundos e um desafio a ser superado. Esse período é crucial para o desenvolvimento cognitivo e pessoal, pois os hábitos de leitura não só moldam o intelecto, mas também influenciam a empatia, imaginação e compreensão do mundo.

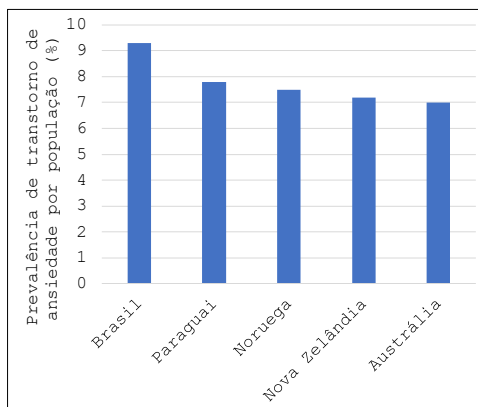
Leitura entre os adolescentes no Brasil



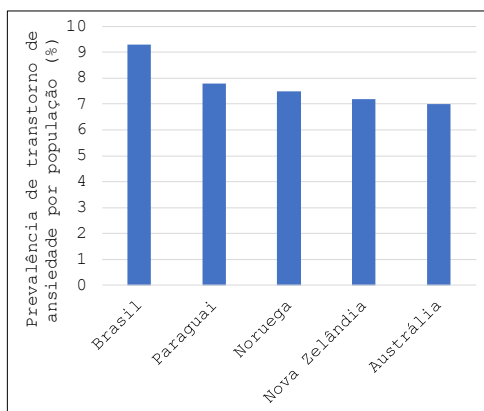
A leitura na adolescência tem um papel importante: é uma porta para novos mundos e um desafio a ser superado. Esse período é crucial para o desenvolvimento cognitivo e pessoal, pois os hábitos de leitura não só moldam o intelecto, mas também influenciam a empatia, imaginação e compreensão do mundo.

Ansiedade na população brasileira

A ansiedade é uma condição de saúde mental que afeta muitos brasileiros, interferindo em diversas áreas da vida. Os sintomas variam, mas incluem preocupação excessiva, medo intenso, inquietação, tensão muscular, dificuldade para dormir, sudorese e palpitações. A doença impacta a rotina da pessoa, prejudicando trabalho, escola, relacionamentos e até a saúde física.



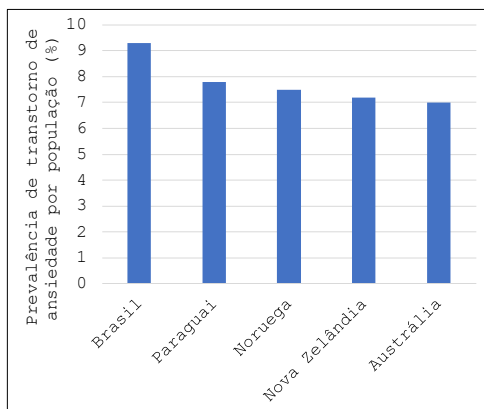
Ansiedade na população brasileira



A ansiedade é uma condição de saúde mental que afeta muitos brasileiros, interferindo em diversas áreas da vida. Os sintomas variam, mas incluem preocupação excessiva, medo intenso, inquietação, tensão muscular, dificuldade para dormir, sudorese e palpitações. A doença impacta a rotina da pessoa, prejudicando trabalho, escola, relacionamentos e até a saúde física.

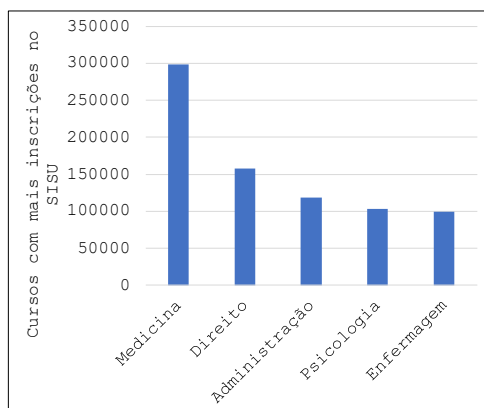
Segundo a OMS, o Brasil tem a maior prevalência de transtornos de ansiedade do mundo, com 9,3% da população afetada.

Ansiedade na população brasileira



A ansiedade é uma condição de saúde mental que afeta muitos brasileiros, interferindo em diversas áreas da vida. Os sintomas variam, mas incluem preocupação excessiva, medo intenso, inquietação, tensão muscular, dificuldade para dormir, sudorese e palpitações. A doença impacta a rotina da pessoa, prejudicando trabalho, escola, relacionamentos e até a saúde física.

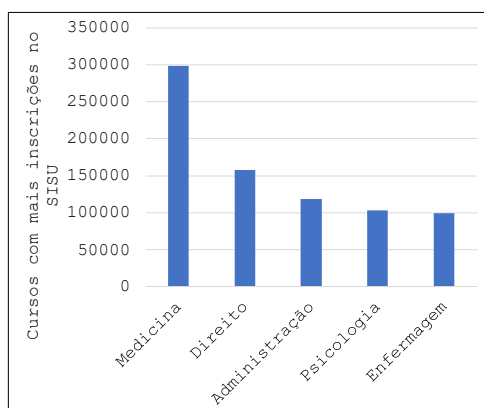
Cursos com mais inscrições no SISU 2024



O ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) é uma avaliação realizada anualmente no Brasil e tem grande importância para os estudantes. Seus resultados são utilizados para ingresso em instituições de ensino superior, por meio de programas como o SISU, além de possibilitar bolsas de estudo e financiamento estudantil em diversas universidades.

Dentre os cursos mais procurados pelos estudantes está a Medicina em primeiro lugar e o Direito em terceiro.

Cursos com mais inscrições no SISU 2024

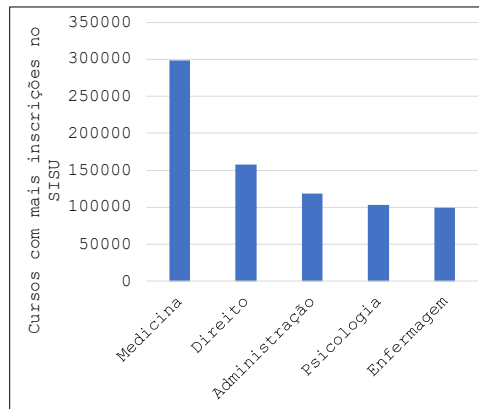


O ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) é uma avaliação realizada anualmente no Brasil e tem grande importância para os estudantes. Seus resultados são utilizados para ingresso em instituições de ensino superior, por meio de programas como o SISU, além de possibilitar bolsas de estudo e financiamento estudantil em diversas universidades.

Cursos com mais inscrições no SISU 2024

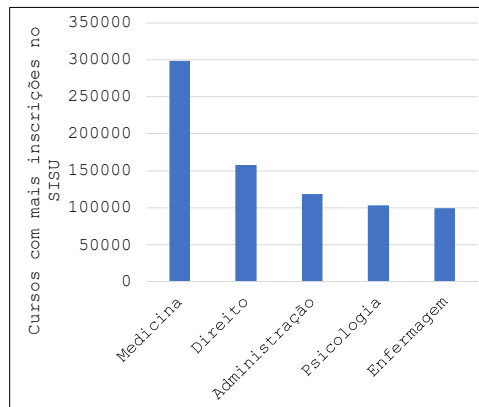
O ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) é uma avaliação realizada anualmente no Brasil e tem grande importância para os estudantes. Seus resultados são utilizados para ingresso em instituições de ensino superior, por meio de programas como o SISU, além de possibilitar bolsas de estudo e financiamento estudantil em diversas universidades.

Dentre os cursos mais procurados pelos estudantes está a Medicina em primeiro lugar e o Direito em terceiro.



Cursos com mais inscrições no SISU 2024

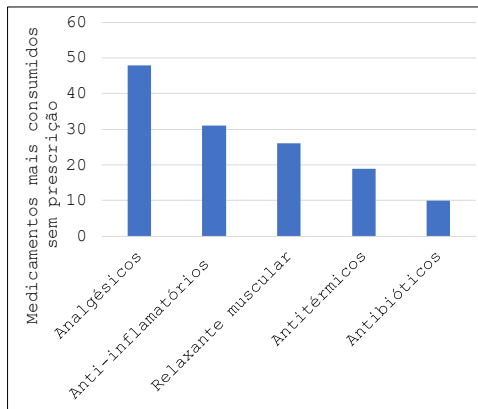
O ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) é uma avaliação realizada anualmente no Brasil e tem grande importância para os estudantes. Seus resultados são utilizados para ingresso em instituições de ensino superior, por meio de programas como o SISU, além de possibilitar bolsas de estudo e financiamento estudantil em diversas universidades.



Automedicação no Brasil

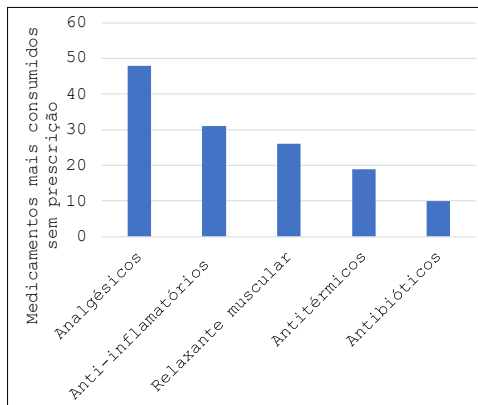
A automedicação no Brasil é uma prática crescente e comum, que pode representar riscos à saúde. Estima-se que cerca de 70% da população já tenha se automedicado em algum momento. A prática é mais frequente em casos de dor de cabeça, gripe, resfriado, dores musculares, febre, tosse e dor abdominal.

Os medicamentos mais consumidos sem orientação médica pelos brasileiros são os analgésicos e em segundo lugar os anti-inflamatórios.

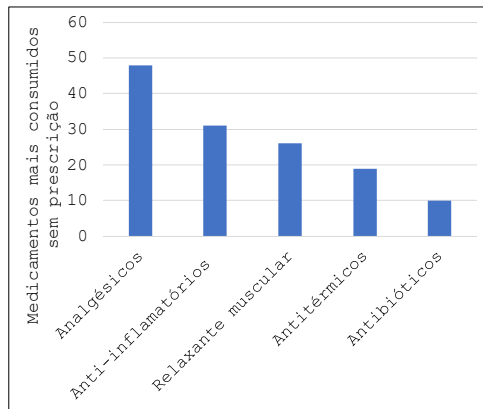


Automedicação no Brasil

A automedicação no Brasil é uma prática crescente e comum, que pode representar riscos à saúde. Estima-se que cerca de 70% da população já tenha se automedicado em algum momento. A prática é mais frequente em casos de dor de cabeça, gripe, resfriado, dores musculares, febre, tosse e dor abdominal.



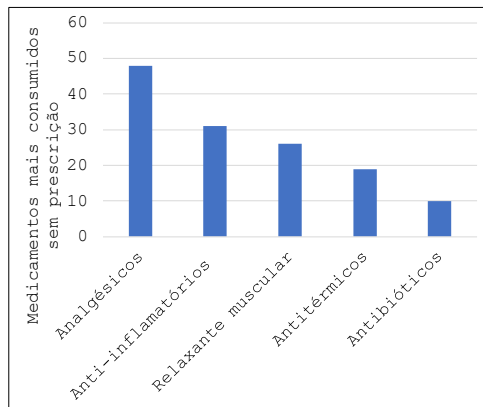
Automedicação no Brasil



A automedicação no Brasil é uma prática crescente e comum, que pode representar riscos à saúde. Estima-se que cerca de 70% da população já tenha se automedicado em algum momento. A prática é mais frequente em casos de dor de cabeça, gripe, resfriado, dores musculares, febre, tosse e dor abdominal.

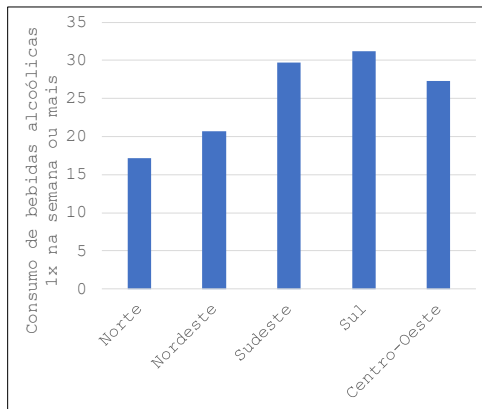
Os medicamentos mais consumidos sem orientação médica pelos brasileiros são os analgésicos e em segundo lugar os anti-inflamatórios.

Automedicação no Brasil



A automedicação no Brasil é uma prática crescente e comum, que pode representar riscos à saúde. Estima-se que cerca de 70% da população já tenha se automedicado em algum momento. A prática é mais frequente em casos de dor de cabeça, gripe, resfriado, dores musculares, febre, tosse e dor abdominal.

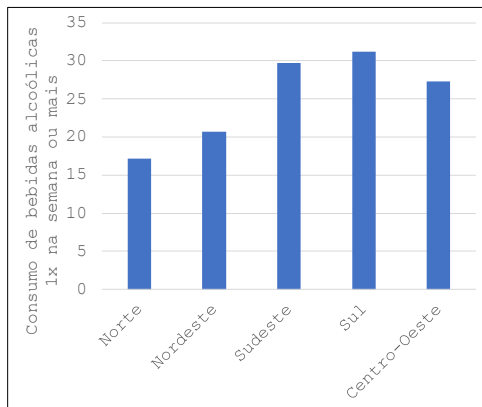
Consumo de bebida alcóolica semanal



O consumo de bebidas alcóolicas entre adultos no Brasil é uma questão de saúde pública que exige atenção e medidas preventivas. Estudos mostram que uma parte considerável da população adulta consome álcool regularmente, o que pode causar dependência, impactos na saúde física e mental, além de consequências sociais e econômicas.

No Sul do país, por exemplo, 31,2% dos indivíduos consomem bebidas alcóolicas uma vez ou mais por semana.

Consumo de bebida alcóolica semanal

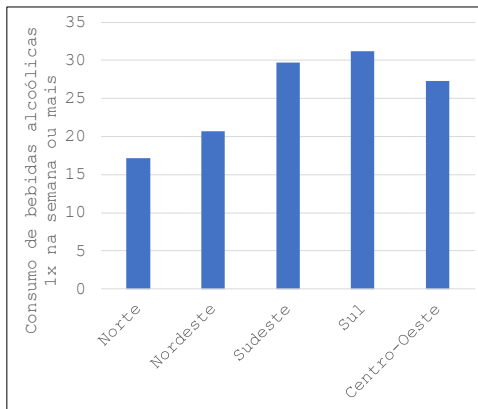


O consumo de bebidas alcóolicas entre adultos no Brasil é uma questão de saúde pública que exige atenção e medidas preventivas. Estudos mostram que uma parte considerável da população adulta consome álcool regularmente, o que pode causar dependência, impactos na saúde física e mental, além de consequências sociais e econômicas.

Consumo de bebida alcóolica semanal

O consumo de bebidas alcoólicas entre adultos no Brasil é uma questão de saúde pública que exige atenção e medidas preventivas. Estudos mostram que uma parte considerável da população adulta consome álcool regularmente, o que pode causar dependência, impactos na saúde física e mental, além de consequências sociais e econômicas.

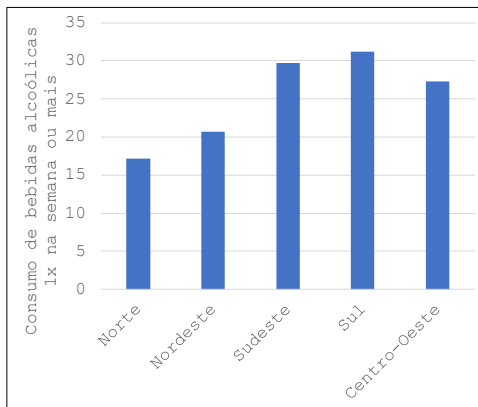
No Sul do país, por exemplo, 31,2% dos indivíduos consomem bebidas alcoólicas uma vez ou mais por semana.



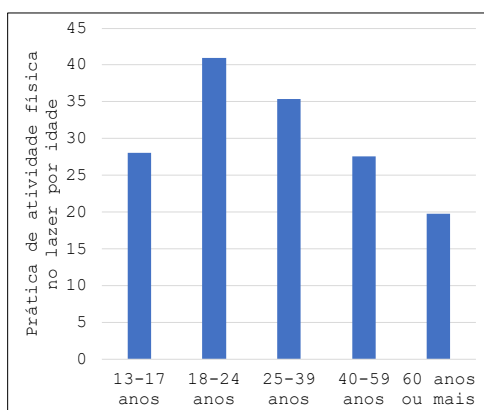
Consumo de bebida alcóolica semanal

O consumo de bebidas alcoólicas entre adultos no Brasil é uma questão de saúde pública que exige atenção e medidas preventivas. Estudos mostram que uma parte considerável da população adulta consome álcool regularmente, o que pode causar dependência, impactos na saúde física e mental, além de consequências sociais e econômicas.

No Sul do país, por exemplo, 31,2% dos indivíduos consomem bebidas alcoólicas uma vez ou mais por semana.



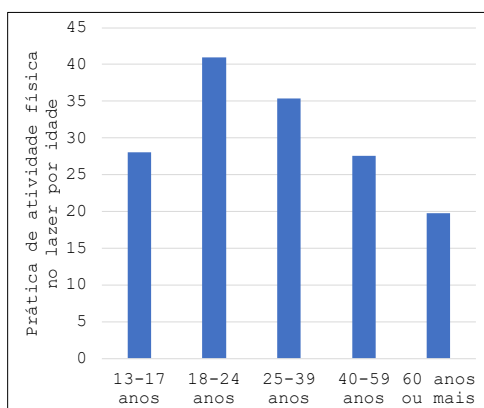
Prática de atividade física no lazer



O número de pessoas que praticam exercícios físicos como forma de lazer no Brasil aumentou significativamente entre 2013 e 2019, chegando a quase um terço da população adulta, segundo dados do IBGE. Esse crescimento reflete uma maior conscientização sobre a importância da atividade física para a saúde e o bem-estar.

De acordo com o IBGE, em 2019, mais de 35% dos brasileiros entre 25 a 39 anos praticaram o nível recomendado de atividade física no lazer.

Prática de atividade física no lazer

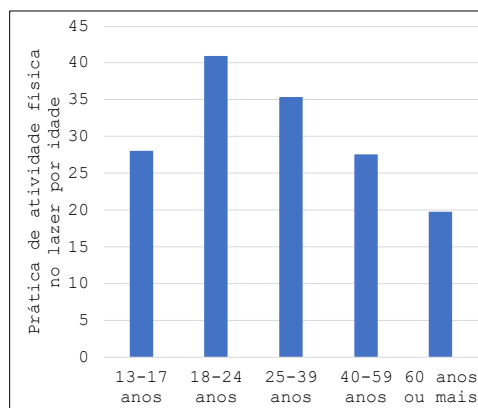


O número de pessoas que praticam exercícios físicos como forma de lazer no Brasil aumentou significativamente entre 2013 e 2019, chegando a quase um terço da população adulta, segundo dados do IBGE. Esse crescimento reflete uma maior conscientização sobre a importância da atividade física para a saúde e o bem-estar.

Prática de atividade física no lazer

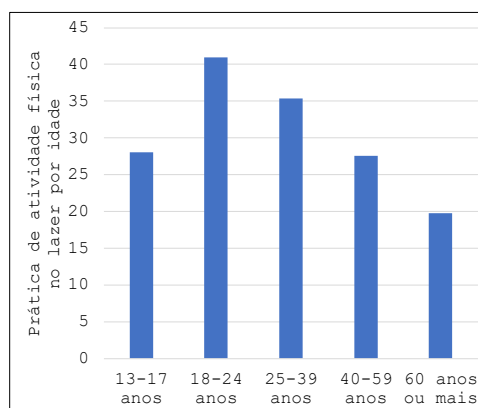
O número de pessoas que praticam exercícios físicos como forma de lazer no Brasil aumentou significativamente entre 2013 e 2019, chegando a quase um terço da população adulta, segundo dados do IBGE. Esse crescimento reflete uma maior conscientização sobre a importância da atividade física para a saúde e o bem-estar.

De acordo com o IBGE, em 2019, mais de 35% dos brasileiros entre 25 a 39 anos praticaram o nível recomendado de atividade física no lazer.

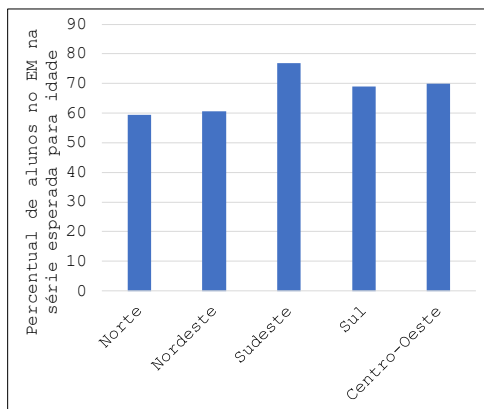


Prática de atividade física no lazer

O número de pessoas que praticam exercícios físicos como forma de lazer no Brasil aumentou significativamente entre 2013 e 2019, chegando a quase um terço da população adulta, segundo dados do IBGE. Esse crescimento reflete uma maior conscientização sobre a importância da atividade física para a saúde e o bem-estar.



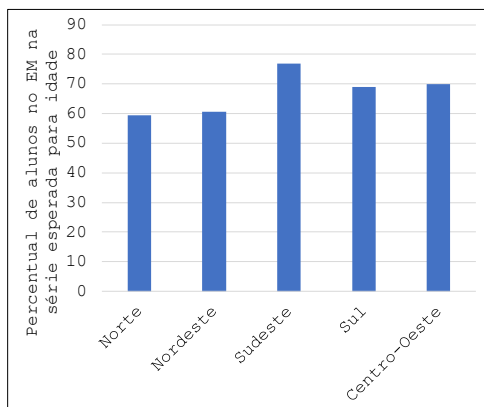
Percentual de alunos do EM na série esperada para a idade



A Meta 3 do Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014, com foco em 2017, busca reduzir a distorção idade/série na educação básica no Brasil. O objetivo era garantir que os estudantes estivessem na série correta para sua idade, promovendo inclusão, aprendizagem efetiva e reduzindo a evasão escolar no país.

Mais de 60% dos estudantes do Nordeste estavam na série esperada para a idade e no Sudeste menos de 80%.

Percentual de alunos do EM na série esperada para a idade

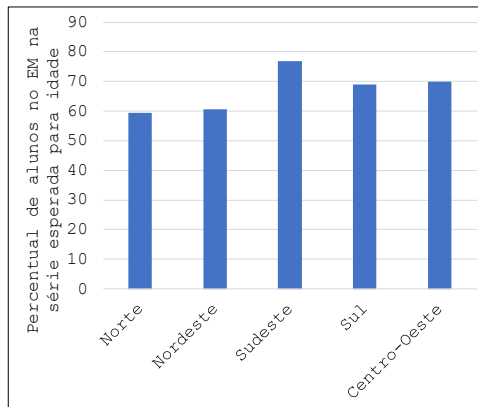


A Meta 3 do Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014, com foco em 2017, busca reduzir a distorção idade/série na educação básica no Brasil. O objetivo era garantir que os estudantes estivessem na série correta para sua idade, promovendo inclusão, aprendizagem efetiva e reduzindo a evasão escolar no país.

Percentual de alunos do EM na série esperada para a idade

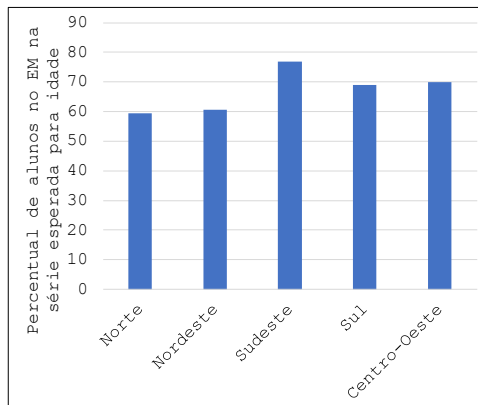
A Meta 3 do Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014, com foco em 2017, busca reduzir a distorção idade/série na educação básica no Brasil. O objetivo era garantir que os estudantes estivessem na série correta para sua idade, promovendo inclusão, aprendizagem efetiva e reduzindo a evasão escolar no país.

Mais de 60% dos estudantes do Nordeste estavam na série esperada para a idade e no Sudeste menos de 80%.



Percentual de alunos do EM na série esperada para a idade

A Meta 3 do Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014, com foco em 2017, busca reduzir a distorção idade/série na educação básica no Brasil. O objetivo era garantir que os estudantes estivessem na série correta para sua idade, promovendo inclusão, aprendizagem efetiva e reduzindo a evasão escolar no país.



ANEXO I – Parecer final da Câmara de Ética.⁸

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



CÂMARA DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUC-Rio

Parecer da Comissão da Câmara de Ética em Pesquisa da PUC-Rio 59-2024 – Protocolo 72-2024

Proposta: SGOC 515933

A Câmara de Ética em Pesquisa da PUC-Rio foi constituída como uma Câmara específica do Conselho de Ensino e Pesquisa conforme decisão deste órgão colegiado com atribuição de avaliar projetos de pesquisa do ponto de vista de suas implicações éticas.

Identificação:

Título: "Rastreamento do olhar na compreensão multimodal de gráficos: uma abordagem psicolinguística" (Departamento de Letras da PUC-Rio)

Autora: Natália Fernandes (Mestranda do Departamento de Letras da PUC-Rio)

Orientadora: Erica dos Santos Rodrigues (Professora do Departamento de Letras da PUC-Rio)

Apresentação: Pesquisa de natureza experimental objetiva investigar o processo de integração entre informação linguística e visual no processo de compreensão multimodal envolvido na leitura de constelação texto-gráfico. Será desenvolvida no Laboratório de Psicolinguística e Aquisição da Linguagem (LAPAL) da PUC-Rio. Prevê abordar alunos calouros de graduação e alunos que estejam no final de graduação/pós-graduação da Universidade falantes da variedade culta do português brasileiro, maiores de 18 anos. Usará a técnica de rastreamento ocular. Aplicará dois experimentos. O primeiro visa à leitura de textos multimodais (material escrito e material visual, em especial gráfico) e o segundo experimento a leitura de frases acompanhadas de gráficos de barras e de linhas. Pode utilizar o aplicativo Google Forms. Conta com o suporte teórico e metodológico da Psicologia Cognitiva e da Psicolinguística.

Aspectos éticos: O projeto e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (experimento 1 e 2) apresentados estão de acordo com os princípios e valores do Marco Referencial, Estatuto e Regimento da Universidade no que se refere às responsabilidades de seu corpo docente e discente. Os Termos expõem com clareza os objetivos da pesquisa e os procedimentos a serem seguidos. Garantem o sigilo, anonimato e a confidencialidade dos dados coletados. Informam sobre a possibilidade de interrupção na pesquisa sem aplicação de qualquer penalidade ou constrangimento.


Profa. Marley M. B. Rebuzzi Vellasco
Presidente do Conselho de Ensino e Pesquisa da PUC-Rio

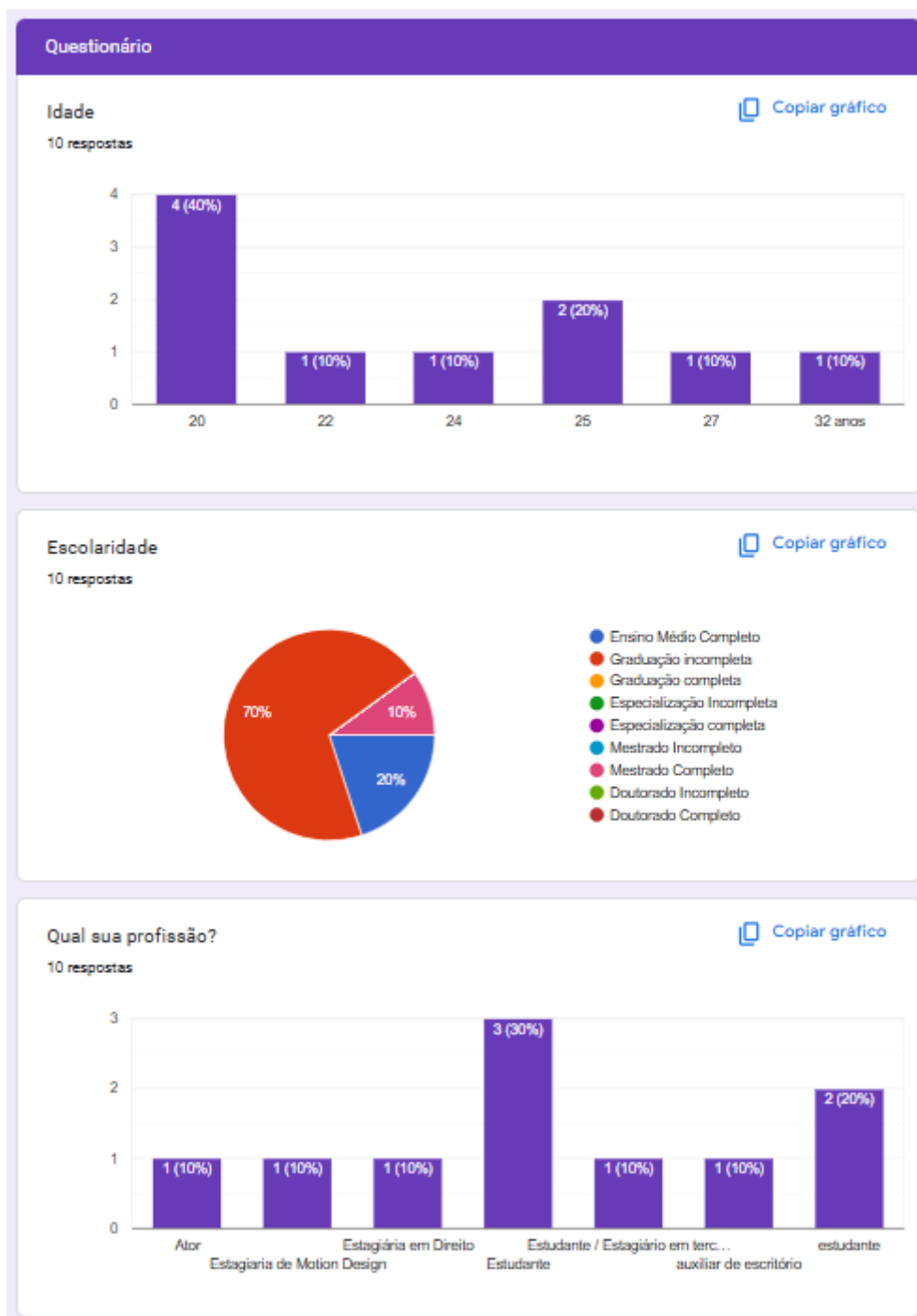

Profª Ilda Lopes Rodrigues da Silva
Coordenadora da Comissão da Câmara de Ética em Pesquisa da PUC-Rio

Rio de Janeiro, 8 de agosto de 2024

Vice-Reitoria para Assuntos Acadêmicos
Câmara de Ética em Pesquisa da PUC-Rio – CEPq/PUC-Rio
Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea – 22451-900
Rio de Janeiro – RJ – Tel. (021) 3527-1612/ 3527-1618
e-mail: vrac@puc-rio.br

⁸ Na defesa, foi indicada alteração do título da dissertação e por isso o título do parecer difere do título final da dissertação.

ANEXO II - Respostas do questionário dos participantes – Experimento 1

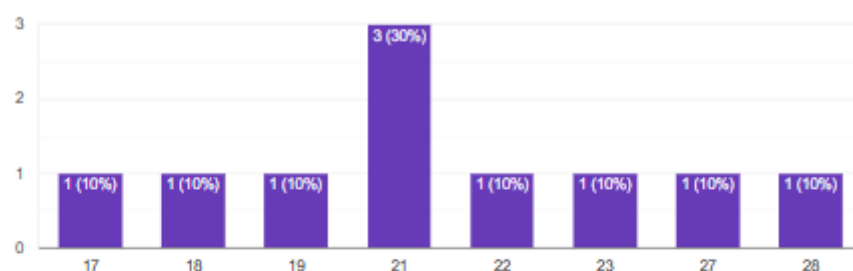


Questionário

Idade

10 respostas

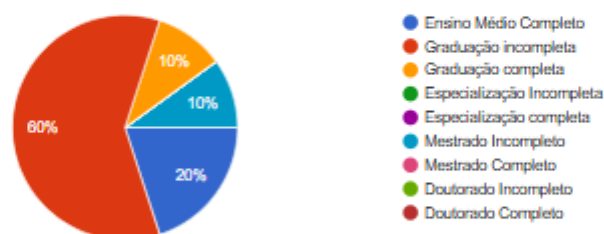
[Copiar gráfico](#)



Escolaridade

10 respostas

[Copiar gráfico](#)



Qual sua profissão?

10 respostas

[Copiar gráfico](#)

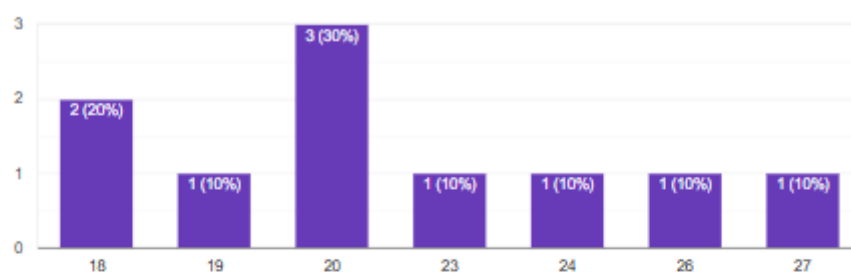


Questionário

Idade

10 respostas

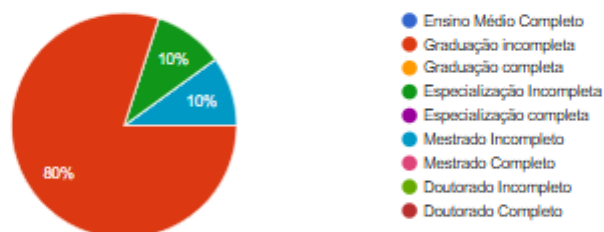
[Copiar gráfico](#)



Escolaridade

10 respostas

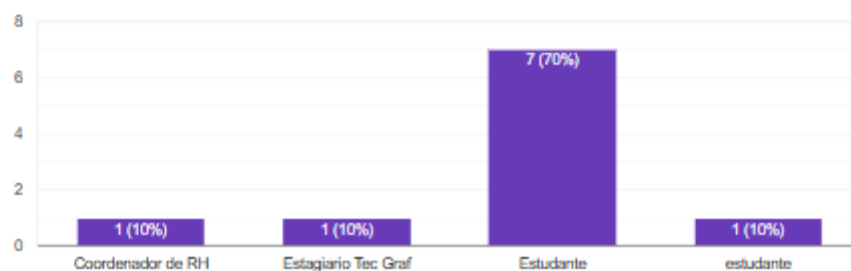
[Copiar gráfico](#)



Qual sua profissão?

10 respostas

[Copiar gráfico](#)

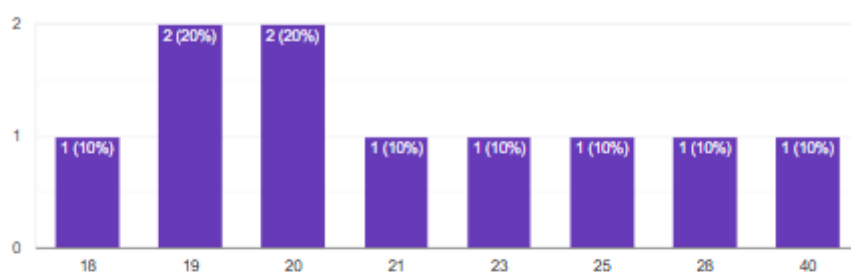


Questionário

Idade

10 respostas

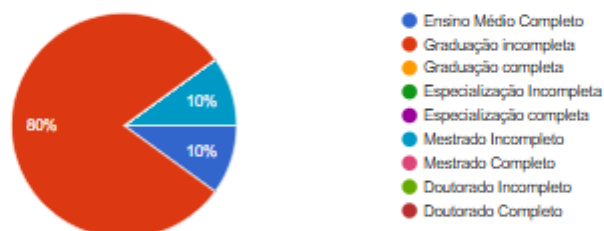
 Copiar gráfico



Escolaridade

10 respostas

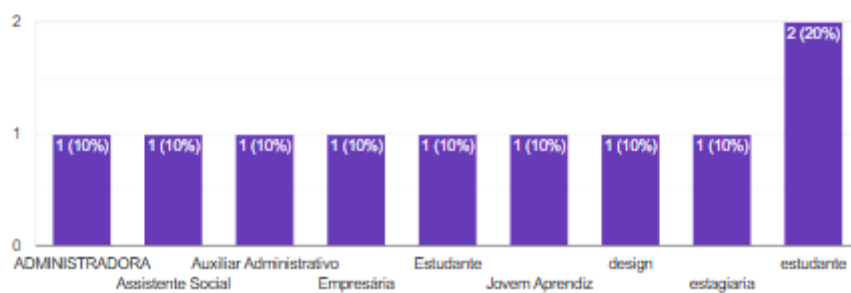
 Copiar gráfico



Qual sua profissão?

10 respostas

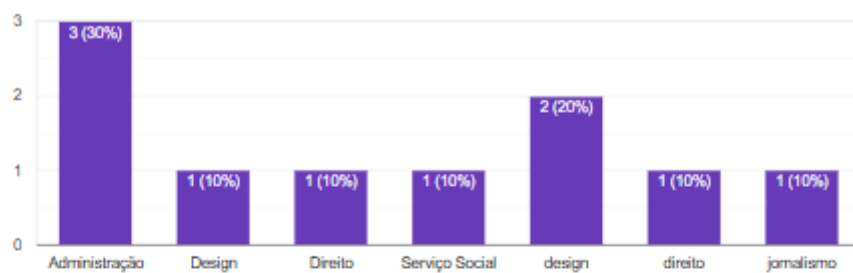
 Copiar gráfico



Qual seu curso/área de formação?

 Copiar gráfico

10 respostas



Falante nativo(a) de português?

 Copiar gráfico

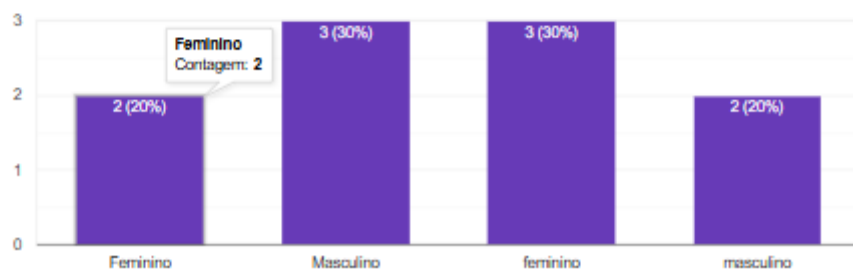
10 respostas



Sexo

 Copiar gráfico

10 respostas



Qual seu curso/área de formação?

10 respostas

estudos de mídia

Artes Cênicas

Comunicação Social - Jornalismo e Publicidade e Propaganda

neurociências

Neurociências

Direito

Relações Internacionais

Estudos de Mídia

Ciência da Computação

Falante nativo(a) de português?

10 respostas

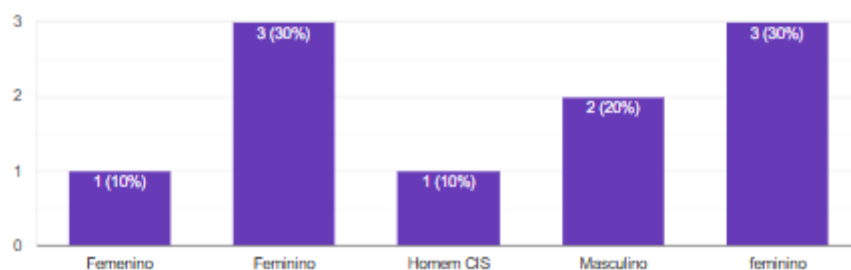
 Copiar gráfico



Sexo

10 respostas

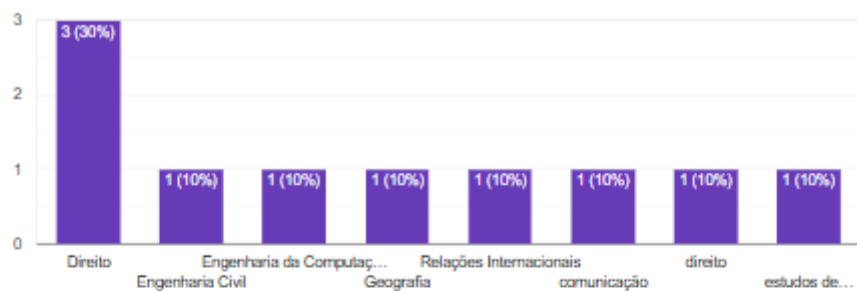
 Copiar gráfico



Qual seu curso/área de formação?

[Copiar gráfico](#)

10 respostas



Falante nativo(a) de português?

[Copiar gráfico](#)

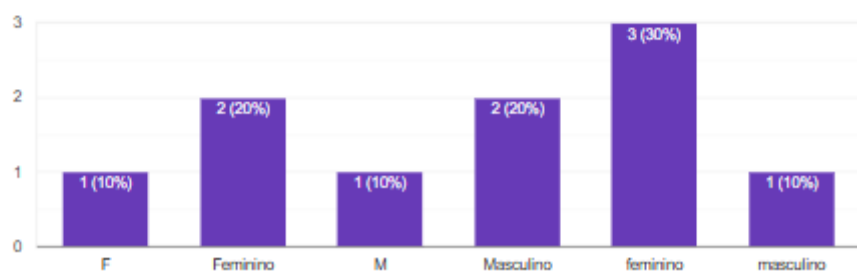
10 respostas



Sexo

[Copiar gráfico](#)

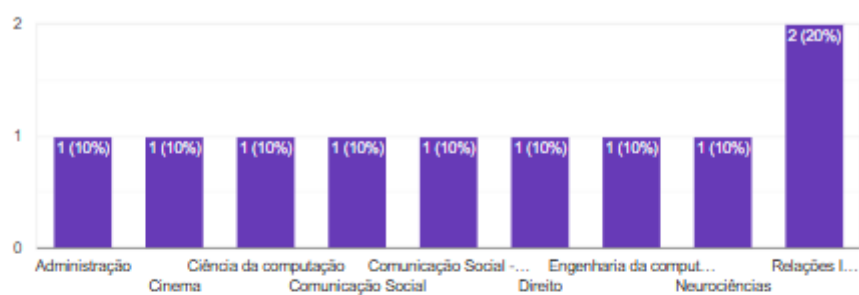
10 respostas



Qual seu curso/área de formação?

[Copiar gráfico](#)

10 respostas



Falante nativo(a) de português?

[Copiar gráfico](#)

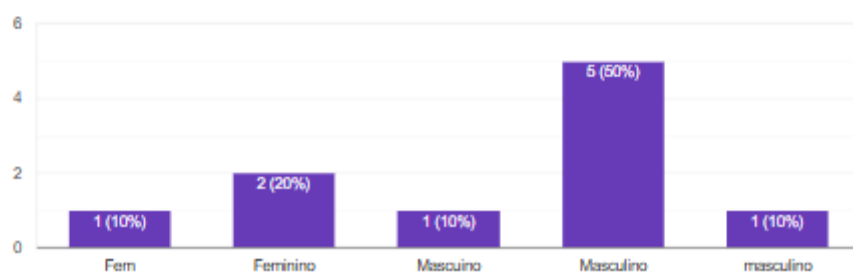
10 respostas



Sexo

[Copiar gráfico](#)

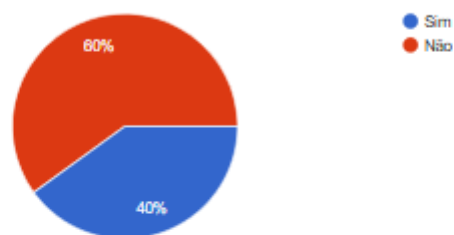
10 respostas



Em algum momento da vida, você teve aulas específicas sobre leitura de gráficos?

 Copiar gráfico

10 respostas



Se sim, em que disciplina e/ou curso?

4 respostas

Adm - PO

Curso técnico de edificações

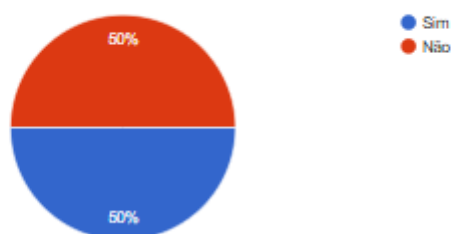
administração (várias disciplinas)

Disciplina de Geografia no Ensino Médio

Em algum momento da vida, você teve aulas específicas sobre leitura de gráficos?

 Copiar gráfico

10 respostas



Se sim, em que disciplina e/ou curso?

5 respostas

Psicometria e práticas quantitativas

Matemática e Ciências naturais (Física, Química e Biologia)

calculo, algebra linear, modelagem de dados

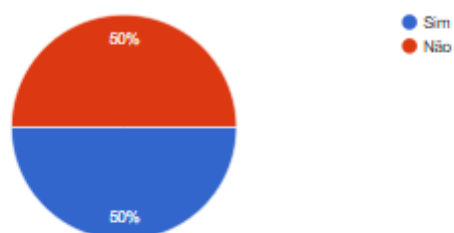
Disciplina Publicidade, Arte e Design

Ha muito tempo atras, provavelmente em uma aula de geografia

Em algum momento da vida, você teve aulas específicas sobre leitura de gráficos?

 Copiar gráfico

10 respostas



Se sim, em que disciplina e/ou curso?

5 respostas

Economia

psicometria e metodos quantitativos

Durante o ensino médio

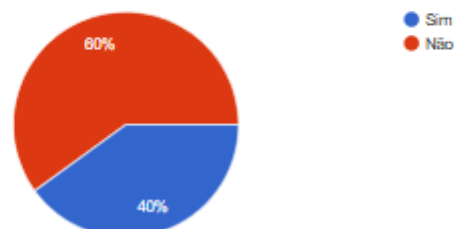
Publicidade, Arte e Design

Nivelamento de matemática, cálculo, etc.

Em algum momento da vida, você teve aulas específicas sobre leitura de gráficos?

 Copiar gráfico

10 respostas



Se sim, em que disciplina e/ou curso?

4 respostas

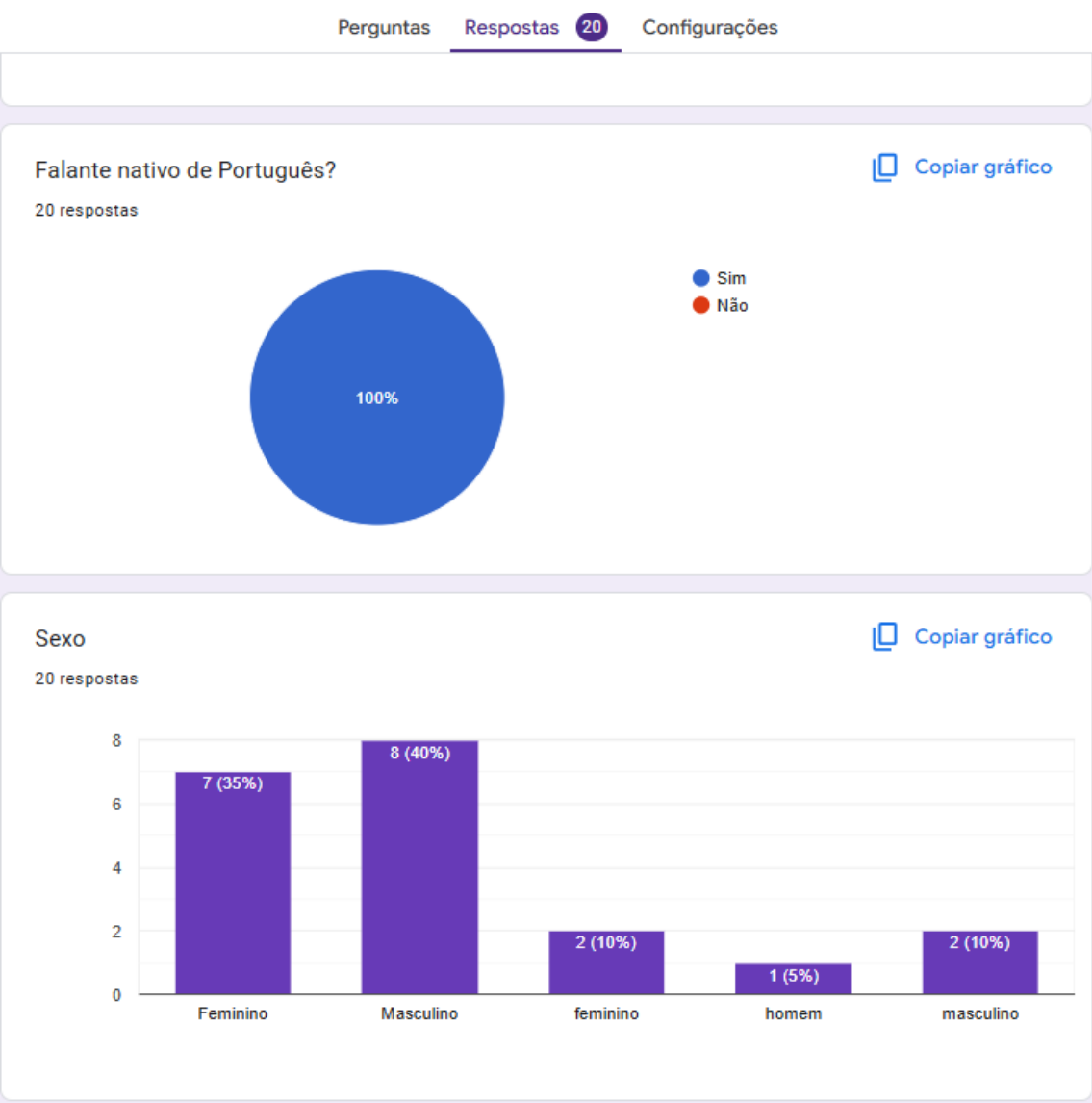
Estatística e Matemática (Ensino Médio)

matemática

Cálculo I; Cálculo II

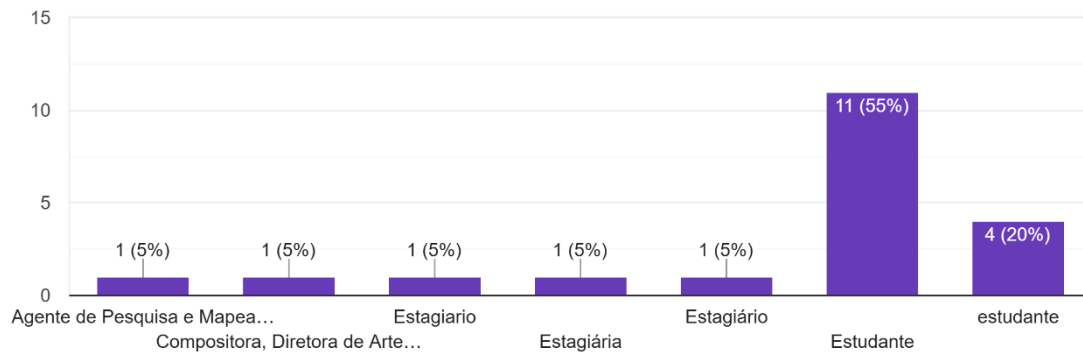
Projeto de pesquisa

ANEXO III - Respostas do questionário dos participantes – Experimento 2



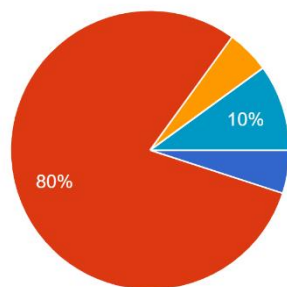
Profissão

20 respostas



Grau de escolaridade

20 respostas

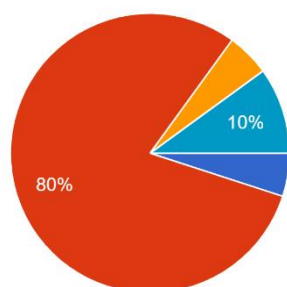


- Ensino Médio Completo
- Graduação Incompleta
- Graduação Completa
- Especialização Incompleta
- Especialização Completa
- Mestrado Incompleto
- Mestrado Completo
- Doutorado Incompleto

▲ 1/2 ▼

Grau de escolaridade

20 respostas



- Ensino Médio Completo
- Graduação Incompleta
- Graduação Completa
- Especialização Incompleta
- Especialização Completa
- Mestrado Incompleto
- Mestrado Completo
- Doutorado Incompleto

▲ 1/2 ▼

Qual seu curso?

20 respostas

Economia

Engenharia da Computação

Administração

Jornalismo

Engenharia Química

psicologia

Engenharia Mecânica

Engenharia Ambiental (segunda graduacao)

Direito

Qual seu curso?

20 respostas

Direito

Ditrito

administração

Design

Ciências Econômicas

Ciencia da Computação

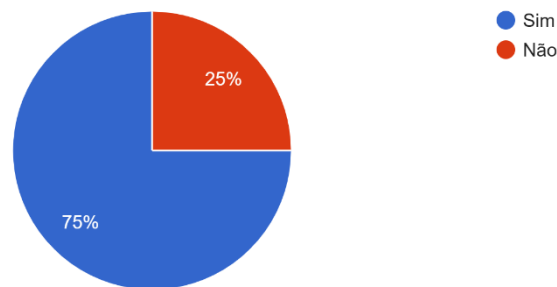
design

Matemática

Estudos de Midia

Você já teve aulas sobre tabelas?

20 respostas



Se sim, em quais aulas ou cursos?

15 respostas

Não tive aulas propriamente ditas sobre tabelas, mas pratiquei bastante ao longo dos estágios que fiz parte. Também olho bastante para isso em aulas do departamento de matemática, assim como durante todo o meu ensino médio.

No laboratório trabalhamos bastante com a construção de tabelas para a formatação dos resultados encontrados

metodos quantitativas

Nos cursos de Projeto Integrado - Sustentabilidade e Comunicação e Trabalho em Equipe.

Economia

Não

Finanças e análise de dados

Matemática

fundamentos quant. negócios

Indicadores econômicos sociais e INF1514

Matemática, na escola, e Visualização de Dados, na PUC-Rio

Aulas de Instrumentação e Medição.

Microeconomia

estatística

Qual seu nível de familiaridade com tabelas?

20 respostas

Razoável

Médio

Excelente

acredito que alto

Grande

medio

Baixo

Fluente

Nenhum

De razoável para bom, 7 em uma escala de 0 a 10

neutro

se fosse colocar de 0 a 10 seria um 9

Bem familiarizada

Alto

uso apenas as do google

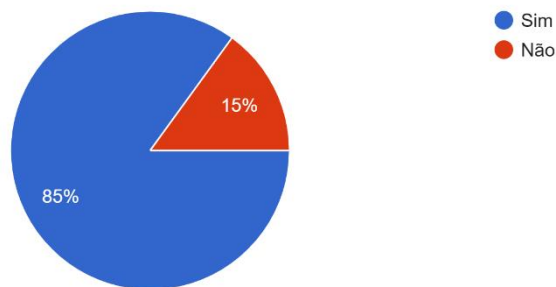
baixo

alto

Excel básico

Você já teve aulas sobre gráficos?

20 respostas



Se sim, em quais aulas ou cursos?

16 respostas

Durante todo meu ensino médio e ao longo das disciplinas do departamento de matemática.

no ensino médio, porém foram bastante superficiais

Aulas de Projeto (Sustentabilidade/Materiais/Empreendedorismo), que fazem parte do ciclo básico utilizam bastante a ferramenta do excel para formatar os resultados encontrados

metodos quantitativos

Nos cursos de Projeto Integrado - Sustentabilidade e Comunicação e Trabalho em Equipe.

Calculo

Engenharia

Análise de dados, cálculo e alguns outros do dpto de economia

Matemática e biologia

fundamentos quant. negócios

Todas as aulas de Macroeconomia e Microeconomia

Matemática, na escola, e Visualização de Dados, na PUC-Rio

Aulas de Instrumentação e Medição

Em todo o curso de economia

estatística

Em Matemática

Qual seu nível de familiaridade com gráficos?

20 respostas

Alto

Básico

Excelente

acredito que alto

Grande

medio

Moderado

Razoavelmente alto

Bom

Eu diria que alto, 9 de 0 a 10

neutro

de 0 a 10 diria que seria um 9,5

Bem familiarizada

Média

só em apresentações

baixo

alto