

ANÁLISE DAS DEBILIDADES DE REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DE DADOS ESTATÍSTICOS NO ÂMBITO DA SEGURANÇA DO TRABALHO

ANALYSIS OF FLAWS IN GRAPHICAL REPRESENTATIONS OF STATISTICAL DATA IN THE FIELD OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

Carla Santos 

Instituto Politécnico de Beja
Universidade Nova de Lisboa
Lisboa, Portugal
carla.santos@ipbeja.pt

Cristina Dias 

Instituto Politécnico de Portalegre
Universidade Nova de Lisboa
Lisboa, Portugal
cpsd@ipportalegre.pt

Ana Dias 

Instituto Politécnico de Beja
Beja, Portugal
ana.dias@ipbeja.pt

Cláudia Santos 

Instituto Politécnico de Beja
Beja, Portugal
clausantos75@gmail.com

Resumo. A relevância dos dados estatísticos, na sociedade, impôs a urgência de garantir a literacia estatística de todos os indivíduos. Desta necessidade resultou um reforço do estudo da Estatística, com reflexo em todos os níveis de ensino, e com particular incidência na formação de profissionais cuja atividade envolverá o tratamento de dados estatísticos. Na área da segurança e saúde no trabalho, como noutras áreas, os profissionais envolvidos no processo de recolha, organização, análise e reporte de dados estatísticos, recorrem a diversos métodos e ferramentas estatísticas, que, no desfecho do processo, lhes permitirão apreciar, traduzir, revelar e comunicar a informação contida nos dados. Pelo importante contributo que os gráficos estatísticos proporcionam na tarefa de organização e apresentação de dados em relatórios, melhorando a eficácia na transmissão de informação, é imperioso garantir a correção e adequação destas representações. Na presente pesquisa, despoletada pela preocupação dos autores com a desadequação de muitos dos gráficos produzidos no âmbito de pesquisas no domínio da segurança e saúde no trabalho, analisámos os gráficos estatísticos presentes em três relatórios técnicos, no contexto da segurança e saúde no trabalho, focando os aspetos que violam os princípios orientadores da construção de gráficos estatísticos. Com este intuito assumimos uma investigação de abordagem exploratória, com recurso a métodos qualitativos, e recolha bibliográfica de dados. Os resultados revelam a presença de inúmeras debilidades nos gráficos, com violação de alguns dos mais importantes princípios que devem reger a construção de gráficos estatísticos, e que poderão comprometer a validade e utilidade desses gráficos.

Palavras-chave: literacia estatística; gráficos estatísticos; segurança laboral; SST.

Abstract. The relevance of statistical data in society, imposes an urgent need for statistical literacy of all individuals. This need resulted in a reinforcement of the study of Statistics, with repercussions at all levels of education, and with a particular focus on the training of professionals whose activity will involve the processing of statistical data. In the area of occupational safety and health, as in other areas, the professionals involved in the process of collecting, organizing, analysing and reporting statistical data, use various statistical methods and tools, which, in the outcome of the process, will allow them to appreciate, translate, reveal, and communicate the information contained in the data. Due to the important contribution that statistical graphs provide in the task of organizing and presenting data in reports, improving the efficiency in the transmission of information, it is imperative to ensure the correctness and adequacy of these representations. In this research, triggered by the authors' concern with the inadequacy of many of the graphs produced in the field of safety and health at work, we analysed the statistical graphs belonging to three technical reports, in the context of safety and health at work, focusing on aspects that violate the guide principles for the construction of statistical graphs. For this purpose, we undertake an exploratory approach investigation, using qualitative methods, and bibliographic data collection. The results reveal the presence of numerous weaknesses in the graphs, violating some of the most important principles that should govern the construction of statistical graphs, and which may compromise the validity and usefulness of these graphs.

Keywords: Occupational safety and health; OSH; statistical literacy; statistical graphs.

INTRODUÇÃO

A crescente dependência de dados estatísticos, em áreas tão diversas como a política, a gestão empresarial, a saúde, a educação ou a indústria, assenta, em grande parte, na potencialidade do uso da informação contida nesses dados para analisar, prever e gerir situações de risco e incerteza.

No que respeita aos serviços de segurança e saúde no trabalho das organizações, entre as obrigações legais, expressas na Lei nº 102/2009 de 10 de setembro e nas suas várias alterações, consta a recolha, organização, análise e reporte de elementos estatísticos relativos à segurança e saúde no trabalho (SST). Para a resposta à obrigatoriedade legal, mas também para a sistematização e divulgação interna de informação relevante, a síntese do desempenho da organização na esfera da SST materializa-se em relatórios. No resumo e apresentação de informação de cariz estatístico, reportada nesses relatórios, é comum a adoção de representações gráficas, beneficiando do potencial dos gráficos em melhorar a eficácia da transmissão da informação (Beattie & Jones, 2000). A presença e importância dos gráficos estatísticos usados para reportar informação no âmbito dos serviços de segurança e saúde no trabalho, encontra eco noutras áreas profissionais e científicas e domínios da sociedade, o que se traduz pela ubiquidade dos gráficos estatísticos no quotidiano.

O uso generalizado de gráficos estatísticos está intimamente associado ao desenvolvimento tecnológico e crescente disponibilidade de programas e aplicações para a sua construção. O potencial dessas tecnologias propicia a elaboração de gráficos estatísticos de forma fácil e rápida, e com resultados esteticamente apelativos, contudo, não é garante da qualidade do gráfico estatístico produzido. Para construir um bom gráfico estatístico não basta recorrer à tecnologia, sendo necessário estar ciente das potencialidades e limitações de cada tipo de gráfico, e possuir a cultura estatística que lhe permita escolher o gráfico adequado aos dados que se pretende representar e ao objetivo e destinatários dessa representação.

A literatura revela a transversalidade das dificuldades associadas à construção, leitura e interpretação de gráficos estatísticos, independentemente de características como idade, formação académica, ou área profissional. Da preocupação sobre o rigor e adequação dos métodos, interpretação de resultados e conclusões de estudos estatísticos realizados por indivíduos com formação estatística pouco aprofundada, emergiram algumas investigações, direcionadas para a avaliação e discussão das competências estatísticas de profissionais e investigadores de diferentes áreas, e da adequação da metodologia e interpretação de resultados de estudos estatísticos presentes em publicações científicas (ver p.e. Bordage, 2001, Cooper, Schriger & Close, 2002, Claydon, 2015, López-Nuñez, 2016, Marquart, 2017).

A presente investigação é motivada pela nossa experiência como docentes de um curso de formação de técnicos superiores de segurança no trabalho, e foi despoletada pela preocupação com a desadequação de muitos dos gráficos com que nos confrontamos nas nossas práticas profissionais. A nossa abordagem à temática consiste na análise de exemplos de gráficos estatísticos presentes em relatórios no domínio da segurança e saúde no trabalho, e reflexão sobre a adequação e correção desses gráficos. Julgamos, desta forma, poder contribuir para notabilizar a importância da interpretação e análise crítica dos gráficos estatísticos no contexto dos relatórios no domínio da segurança e saúde no trabalho, estimulando um alargamento da discussão, já encetada noutros contextos, acerca da necessidade de um uso criterioso dos gráficos estatísticos e da imprescindibilidade da literacia estatística.

A LITERACIA ESTATÍSTICA

Ao longo dos tempos, o contexto histórico-sociocultural tem imposto transformações no conceito de literacia, que o redirecionaram da (simples) posse de competências para a capacidade de usar essas competências (Lopes, 2011). Do vasto leque de competências integradas no moderno conceito de literacia, surge em destaque a capacidade para aceder, processar e comunicar informação (Kirsch et al., 1993, Benavente et al., 1996, Murnane, Sawhill & Snow, 2012). Mais

especificamente, como defende D'Ambrosio (2005), o novo conceito de literacia integra a capacidade de processar criticamente informação, tanto escrita como falada, a capacidade de interpretar sinais e códigos e analisá-los criticamente, a capacidade de propor e utilizar modelos e simulações na vida quotidiana, a capacidade de elaborar abstrações sobre representações do real e a capacidade de usar e combinar criticamente instrumentos simples ou complexos.

Na sociedade atual, de forma cada vez mais acentuada, o quotidiano está tomado por informação de natureza matemática. Perante a evidência da imprescindibilidade da descodificação e compreensão deste tipo de informação, as competências de cunho matemático, adquiriram um papel fundamental na formação dos indivíduos, assumindo-se como indispensáveis para uma cidadania plena. Comumente vinculadas ao conceito de numeracia, estas competências traduzem, no seu todo, e segundo Gal (2000), as capacidades, conhecimentos e apetência para lidar com situações de natureza matemática/quantitativa.

Tanto quanto a particularidade das competências associadas à numeracia as congrega num domínio específico da literacia, também a especificidade e relevância das competências que capacitam para a argumentação e avaliação crítica de informação sustentada em dados, de entre as componentes da numeracia, suscitaram a sua agregação no domínio da literacia estatística (Watson, 2006).

Das diversas definições de literacia estatística que podem ser encontradas na literatura, variando no leque de competências envolvidas e no grau de especificidade destas, destacamos três.

Segundo Gal (2000), a literacia estatística compreende as capacidades que permitem interpretar e avaliar criticamente a informação estatística e os argumentos baseados em dados, que surgem nos diversos meios de comunicação, permitindo também discutir opiniões a respeito dessa informação estatística. Para Garfield (1999, apud Rumsey, 2002) a literacia estatística envolve a compreensão das palavras, símbolos e termos, próprios da linguagem estatística e a capacidade de interpretar gráficos e tabelas, e de ler e dar sentido às estatísticas nas notícias, media, sondagens e outros. Numa definição que abarca aspetos de várias outras definições, Garfield e Ben-Zvi (2007) defendem que o cidadão estatisticamente literado deve compreender e ser capaz de usar as ferramentas e linguagem básica da Estatística, entender o significado dos termos estatísticos básicos, compreender o uso de símbolos estatísticos básicos e conseguir interpretar diferentes representações de dados.

Na sociedade atual, a exploração da informação contida em dados estatísticos, de cariz económico, político, social, médico, psicológico e muitos outros, e o recurso a métodos estatísticos convêm aos mais diversos fins, desempenhando um papel de destaque na sustentação da tomada de decisão em situações de incerteza na Política, na Gestão, na Medicina, na Engenharia e muitos outros domínios.

Pela necessidade de relacionar e analisar dados, cada vez mais numerosos, relevantes e assíduos, tanto na vida quotidiana quanto nas atividades profissionais, deu-se uma ênfase na necessidade de promoção da literacia estatística de todos os cidadãos. Decorrente da relevância da Estatística em praticamente todas as áreas do conhecimento e atuação humana, e o papel fundamental das competências estatísticas no raciocínio crítico, a literacia estatística afirmou-se como um dos objetivos dos planos curriculares (Gal, 2000), o seu estudo foi alargado a todos os níveis de ensino, e reforçou-se a formação estatística dos alunos do ensino superior, em particular dos futuros profissionais cuja atividade envolverá o uso de ferramentas estatísticas e a tomada de decisão assente em dados estatísticos.

Tal como defende Batanero (2004), a literacia estatística mínima deve contemplar uma base de conhecimentos e competências compartilhada por todos os indivíduos, mas também os conhecimentos e competências específicas de uma profissão ou atividade profissional.

Por fatores diversos, discutidos por Gal (2002), Shaughnessy (2007) e outros investigadores, o reforço dos conteúdos de Estatística nos currículos escolares não tem tido reflexo numa melhoria significativa da literacia estatística dos cidadãos, nem na promoção do pensamento e raciocínio estatísticos, havendo provas de que mesmo os adultos que adquiriram competências ao nível dos

algoritmos estatísticos revelam grandes dificuldades nos raciocínios críticos que envolvem dados estatísticos (p.e. Albert, Ruiz & Sánchez, 2014; Fernandes, 2009; Garfield & Ben-Zvi, 2007; Garfield et al., 2008; Tauber, 2010).

Como se deteta nas definições de literacia estatística que aqui referimos, e é salientado por Garfield et al. (2008), a capacidade de compreensão de representações gráficas de dados é um dos aspetos centrais da literacia estatística. Segundo Gal (2002), esta capacidade pode ser vista também como uma necessidade social.

Apesar de nos últimos anos se ter verificado um impulso na pesquisa relacionada com a literacia estatística dos adultos, como sequência lógica dos estudos que vinham sendo desenvolvidos com crianças, adolescentes e jovens, a investigação produzida sobre a literacia estatística no âmbito das atividades profissionais é ainda escassa, e inexistente no que respeita aos técnicos de segurança e saúde no trabalho, tanto quanto nos foi possível verificar, na revisão da literatura disponível.

A FORMAÇÃO ESTATÍSTICA DOS TÉCNICOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO

Em Portugal, os cursos de formação de técnico de segurança no trabalho (TST) e técnico superior de segurança no trabalho (TSST), cuja qualificação se enquadra, respetivamente, no nível 4 e nos níveis 6 a 8 do Quadro Nacional de Qualificações, devem incluir conteúdos de Estatística no leque de conteúdos fundamentais (Lei n.º 42/2012 de 28 de agosto). Esta obrigação legal atesta a imprescindibilidade de dotar os TST e TSST de competências estatísticas que lhes permitam o tratamento, descrição, análise e interpretação dos dados estatísticos fundamentais à tomada de decisão na gestão da segurança no trabalho.

Na área da segurança e saúde no trabalho, como em muitas outras áreas, os métodos estatísticos constituem suporte de investigações em que a análise dos dados, resultantes da observação do objeto de estudo, visam a tomada de decisão.

Uma das obrigações legais dos serviços de segurança e de saúde no trabalho, de qualquer organização, compreende a recolha, organização, análise e reporte de elementos estatísticos relativos à segurança e saúde no trabalho (Lei n.º 102/2009 de 10 de Setembro). Esta tarefa é consumada com a elaboração de relatórios que, a par da necessidade de dar resposta à imposição legal, constituem também um importante meio de sistematização e divulgação de informação relevante, dentro da organização, no que se refere ao desempenho dessa organização no domínio da SST.

Do respeito pelos requisitos de rigor científico, próprios das pesquisas estatísticas, dependerá a validade da pesquisa desenvolvida, a qualidade do relatório elaborado e adequação e correção das conclusões retiradas.

Na execução do processo de recolha, organização, análise e reporte de elementos estatísticos relativos à SST, os profissionais responsáveis necessitam recorrer a diversos métodos e ferramentas estatísticas, que, no desfecho do processo, lhes permitirão apreciar, traduzir, revelar e comunicar a informação contida nos dados recolhidos.

Em concordância com a integração de competências gerais e específicas na delimitação de literacia estatística mínima, proposta por Batanero (2004), e assumindo que a distinção entre literacia estatística, raciocínio estatístico e pensamento estatístico, apresentada por Garfield, Delmas & Chance (2003), estabelece níveis de cultura estatística diferenciados, conjecturamos uma literacia estatística específica para os técnicos de segurança e saúde no trabalho, agregadora de competências pertencentes a esses três níveis.

Na área da SST, como em muitas outras áreas, a tarefa de organização e apresentação de dados em relatórios beneficia do potencial do uso de gráficos, os quais, tal como defendem Beattie e Jones (2000), contribuem para a melhoria da eficácia na transmissão de informação. Pelo destaque que os gráficos estatísticos adquirem, na tarefa de comunicação e interpretação dos dados vertidos no relatório, é imperioso garantir a correção e adequação destas representações gráficas.

A CONSTRUÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS ESTATÍSTICOS

As representações gráficas são as principais componentes da linguagem e comunicação científica (ver p.e. Beichner, 1994; Tairab & Al-Naqbi, 2004; Wainer, 2013) e constituem uma parte considerável das manifestações estatísticas com que os indivíduos se deparam nas distintas esferas da sua vida.

Ao recurso generalizado a gráficos estatísticos, quer por difusores de informação social, política ou publicitária, quer por investigadores, não é, obviamente, alheia a potencialidade dos gráficos para sumarizar grandes volumes de dados e exprimir rápida e eficazmente as características mais relevantes desses dados. Beneficiando da facilidade de comunicação por meio de um estímulo visual, o retrato global dos dados expressos num gráfico é assimilado, pelo observador, de forma quase imediata (Kanno, 2013), através de uma apreciação que é feita de acordo com certas convenções (Kosslyn, 1989).

Os gráficos constituem representações de observações concretas de fenómenos e são uma ferramenta analítica para detetar relações, padrões e tendências desses fenómenos (Leinhardt, Zaslavsky & Stein, 1990), contudo as características que constituem a grande virtude dos gráficos são também perturbadoras de um discernimento mais minucioso, pois, tal como referido por Wallgren et al. (1996), dificilmente se conseguem detetar pequenos detalhes presentes nos dados.

A utilidade da representação gráfica de dados estatísticos é inquestionável, contudo a eficácia da transmissão da informação neles contida está condicionada por diversos fatores. Por um lado, surgem condicionalismos relacionados com a capacidade, competência e intenção do produtor do gráfico, no que respeita à adequação do tipo de gráfico aos dados a representar e mensagem a transmitir e à legibilidade e lógica do desenho do gráfico, por outro lado, surgem contingências relacionadas com as capacidades e competências do consumidor do gráfico.

A organização, descrição e análise de um conjunto de dados estatísticos desenvolve-se através de um processo de transnumeração, pelo qual, através da mudança do sistema de representação, se obtém informação que não estava acessível nos dados iniciais (Arteaga et al., 2011). Num gráfico estatístico, esta transnumeração possibilita o resumo da informação contida nesses dados, comparações, e deteção de tendências, que dificilmente seriam possíveis com base nos dados iniciais.

Manifestando-se de forma semelhante às restantes às lacunas na literacia estatística, também as dificuldades associadas à capacidade de construção e interpretação de gráficos estatísticos se manifestam transversalmente, em todos os estratos e sectores da sociedade e áreas do saber, não sendo, portanto, exclusivas de indivíduos com reduzida escolaridade (p.e. Curcio, 1989; Friel, Curcio & Bright, 2001; IALS, 1996; Langrall et al., 2006; Roth & Bowen, 2001).

Devido à importância que os gráficos estatísticos conquistaram e reconhecimento das consequências nefastas da sua interpretação equivocada, tem sido produzida vasta investigação abordando os fatores associados à compreensão de gráficos e à qualidade da comunicação gráfica. Pela sua relevância e carácter precursor, merece destaque o trabalho de Bertin (1967) onde é apresentada uma sistematização da teoria dos gráficos, no que respeita à capacidade de leitura e interpretação. Na sequência, e com fundamentos nesse trabalho, surgiram os modelos hierárquicos de Curcio (1987) e Kosslyn (1989), que, apesar de datarem dos anos oitenta do século XX, estabelecem as bases que sustentam, até aos dias de hoje, a maioria das investigações sobre a avaliação da capacidade de compreensão de gráficos

Com base nos modelos propostos por Bertin (1967), Curcio (1987) e Kosslyn (1989), tendo em consideração os diversos graus de abstração associados à observação e análise de um gráfico, para a capacidade de compreensão de gráficos estatísticos, Santos e Dias (2015) destacam a partição do processo de compreensão de um gráfico em duas etapas, com graus de abstração distintos: a leitura e a interpretação.

Enquanto conjunto de competências que permite usar ideias estatísticas e atribuir um significado à informação estatística, a literacia estatística pressupõe uma tomada de consciência plena da informação transmitida por um gráfico, não podendo, portanto, ser restringida à

capacidade de leitura literal do gráfico, sendo necessário aceder aos níveis mais avançados, dos modelos hierárquicos de compreensão de gráficos estatísticos, para ser capaz de descodificar informação que não está representada de forma explícita e captar a ideia completa do conteúdo do gráfico.

Como amplamente descrito e evidenciado por Huff (1954), as particularidades e distorções incluídas no desenho de um gráfico são passíveis de influenciar a perceção que se obtém ao observar o gráfico e enviesar as conclusões retiradas dessa observação. Intencionais ou não, essas distorções constituem um obstáculo para a descodificação da informação contida nos dados representados no gráfico.

Sejam quais forem as circunstâncias em que surgem, as distorções presentes num gráfico constituem um obstáculo para a descodificação da informação contida nos dados representados. Se intencionais, visam tirar partido de lacunas na literacia estatística do consumidor do gráfico, se inadvertidas, revelam impreparação do produtor do gráfico (Huff, 1954), impreparação esta que, na sua génese, estará também associada a uma literacia estatística deficiente.

Em função de vários fatores, as ações de interpretação e construção de gráficos podem ser bastante simples, mas também podem ser bastante complexas (Leinhardt, Zaslavsky & Stein, 1990), e, mesmo em tarefas que à partida se afiguram como simples, podem surgir dificuldades e erros decorrentes do deficiente conhecimento das consequências da presença ou omissão de determinados elementos no desenho do gráfico.

CARACTERÍSTICAS DE UM BOM GRÁFICO ESTATÍSTICO

Se pretendermos uma resposta simples à questão “O que é um bom gráfico estatístico?”, ter-se-á de apontar, obviamente, o cumprimento do seu propósito.

Um gráfico visa apresentar dados que, pela quantidade ou complexidade, não poderiam ser adequadamente e eficazmente comunicados através de texto, ou em menos espaço. Portanto, o primeiro passo no procedimento preparatório para a representação gráfica de dados estatísticos, passará por uma reflexão acerca da pertinência desse gráfico. Não faz sentido construir um gráfico que pudesse ser substituído por uma simples frase, assim como não faz sentido incluir gráficos apenas como adereços.

Para além da pertinência do gráfico, importa também perceber a sua utilidade. Esta utilidade pode ser avaliada através de um teste de autossuficiência que, segundo Fung (2005), avalia se os números complementares que acompanham as barras, linhas, pontos ou secções de um gráfico extrapolam a sua função de informação acessória e se a sua leitura se torna imprescindível. Devendo o estímulo visual, desencadeado pelo gráfico, garantir a transmissão da maioria da informação contida nos dados representados, consideramos que a abrangência do teste de autossuficiência se estende às legendas dos gráficos, mais precisamente, no que respeita ao tempo que o observador do gráfico despense a estabelecer a correspondência entre a legenda e os especificadores do gráfico.

Como defendido por Wallgren et al. (1996, p. 89) “Um mau gráfico é pior do que nenhum gráfico”.

O cumprimento do propósito de um gráfico está, também, intimamente e fortemente condicionado pela adequação da sua tipologia aos dados que apresenta e à mensagem que quer transmitir, pelo que uma etapa melindrosa do procedimento preparatório é a seleção do tipo de gráfico, pois a escolha do gráfico errado compromete a transmissão da mensagem. Por último, mas não menos importante, o construtor do gráfico terá também que ter em atenção os destinatários dessa mensagem.

No processo em que se realiza, efetivamente, a construção do gráfico, é necessário recorrer a um conjunto de elementos (barras, linhas, círculos, rótulos e outros) cujo grau de destaque é conseguido em função da utilização de marcas (cores, tamanho, orientações e outros).

De acordo com a estrutura proposta por Friel, Curcio & Bright (2001, p.126), os quatro elementos estruturais de um gráfico são:

- os especificadores (specifiers)
- os rótulos (labels)
- o título do gráfico (title)
- o fundo do gráfico (background).

Na categorização de elementos da estrutura de um gráfico proposta por Kosslyn (1989, p. 187), surge um outro elemento, o enquadramento (framework).

Os especificadores transmitem a informação particular acerca dos valores dos dados representados (p.e. as barras num gráfico de barras).

Os rótulos, que podem ser letras, palavras, números ou figuras, designam o tipo de medição que está a ser feita e os dados para que foi feita a medição, possibilitando a interpretação dos elementos do gráfico.

O título do gráfico (title) fornece informação geral, mas resumida, sobre os dados e medições representadas no gráfico. O título do gráfico pode ser considerado uma espécie de rótulo.

O fundo do gráfico, que pode consistir numa coloração ou imagem, é o motivo sobre o qual os outros componentes do gráfico são apresentados. Na maioria dos gráficos, o fundo não desempenha qualquer função crucial na transmissão da informação congregada, no entanto, em certos casos uma imagem de fundo pode servir para reforçar a informação transmitida pelos restantes elementos do gráfico.

O enquadramento representa os tipos de entidades a serem relacionadas, sendo constituído por uma componente externa, de carácter meramente descritivo, onde se insere a componente interna, constituída por uma grelha ou um padrão regular de linhas, que, frequentemente, intersecta os especificadores. Na maioria dos gráficos, o enquadramento é o elemento estrutural unificador.

Excluindo as situações em que o gráfico é construído com propósitos pouco éticos, e os seus elementos sofreram distorções visando a manipulação da percepção do consumidor do gráfico, a escolha dos elementos e marcas constituintes do gráfico deve permitir a transmissão da informação, contida nos dados, de forma clara, concisa, organizada e rigorosa, proporcionando uma fácil e rápida análise desse gráfico (p.e. Kosslyn, 1989; Wallgren et al., 1996).

Pela influência que o desenho de um gráfico tem na sua capacidade de transmissão da mensagem, importa definir as linhas orientadoras para a construção de gráficos de qualidade. Tufte (1983), num dos mais relevantes trabalhos sobre essas premissas, apresenta os princípios que considera indispensáveis para a “integridade gráfica”.

Considerando as recomendações, propostas por Tufte (1983), mas também por outros como Kosslyn (1989), Cleveland (1993) e Fung (2005), selecionámos alguns dos mais importantes princípios para a qualidade de um gráfico estatístico, que listamos a seguir, identificados de P1 a P11. De notar que, a identificação adotada não traduz nenhuma ordenação por relevância.

- P1. A representação do gráfico deve ser diretamente proporcional a quaisquer variações dos valores numéricos retratados;
- P2. Deve ser exibida a variação dos dados, e não a variação do desenho.
- P3. Os gráficos devem induzir o observador a pensar sobre a substância do mesmo e não sobre metodologia, design gráfico, tecnologia de produção gráfica ou qualquer outra coisa;
- P4. Devem ser evitadas distrações por efeitos visuais (colunas ou barras com imagens, fundos fortes, linhas não consistentes);
- P5. Os gráficos devem incluir um título significativo, descrição numérica apropriada nos eixos e especificação clara das variáveis;
- P6. Os gráficos não devem indicar dados fora de contexto;
- P7. Os elementos do gráfico devem ser localizados na sua posição convencional;
- P8. Os gráficos devem transmitir o maior número de ideias no menor tempo possível, com pouca “tinta” e no menor espaço;
- P9. O tipo de gráfico tem de se adequar aos dados representados;

- P10. Os gráficos bidimensionais são preferíveis aos tridimensionais;
- P11. O gráfico deve ser autossuficiente.

METODOLOGIA

A presente investigação visa a análise de gráficos estatísticos presentes em relatórios técnicos, no contexto da segurança e saúde no trabalho, com foco na identificação dos aspetos que violam os princípios orientadores da construção de gráficos estatísticos.

Atendendo aos objetivos da investigação, direcionados para uma maior familiaridade com um problema, assumimos uma abordagem exploratória, com recurso a métodos qualitativos, e também descritiva, o que, de acordo com Fiorentini e Lorenzato (2009), se caracteriza por pretender descrever com detalhe uma situação, fenómeno ou problema.

Relativamente ao processo de recolha de dados, esta investigação é de natureza bibliográfica, por assentar preferencialmente em documentação escrita.

Os relatórios alvo da nossa análise resultaram de pesquisas efetuadas através do motor de busca Google, usando os termos/expressões: “relatório”, “segurança e saúde no trabalho”, “segurança laboral”, “estatísticas de acidentes” e “sinistralidade”, e limitando-se a relatórios relativos a entidades portuguesas. Uma vez que a maioria dos documentos devolvidos pelas buscas não eram relatórios oficiais, mas principalmente relatórios de estágio em empresas, optámos por centrar a nossa atenção em relatórios de entidades de cobertura regional e nacional e heterogéneas na sua área de atuação. Não sendo nosso objetivo fazer um levantamento exaustivo de relatórios, mas antes, a análise de casos que nos permitissem discutir os erros cometidos na construção de gráficos estatísticos, presentes em relatórios no âmbito da segurança e saúde no trabalho, restringimos a nossa análise a três relatórios de entidades portuguesas de média/grande dimensão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sendo o principal propósito do nosso estudo avaliar a qualidade de gráficos associados à segurança e saúde no trabalho, e não sendo nosso objetivo realizar a análise das consequências das deficiências detetadas no contexto das entidades produtoras dos gráficos em causa, julgámos ser de interesse limitado a identificação das entidades a que respeitam os relatórios analisados, pelo que optámos por manter o anonimato das mesmas.

O Relatório 1 tem origem no Departamento de Manutenção e Engenharia de uma empresa portuguesa, de dimensão internacional, na área dos transportes. O Relatório 2 tem origem no Gabinete de Saúde Ocupacional de um município português. O Relatório 3 tem origem nos serviços de SHT de uma empresa portuguesa de energia, a operar na Europa e América. A caracterização dos relatórios, com apuração do número e tipologia dos gráficos neles presentes, é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização do conteúdo gráfico dos relatórios. **Fonte:** Os autores.

Relatório	Ano	Nº de páginas	Nº de gráficos	Tipologia dos gráficos			
				Gráficos de barras	Gráficos circulares	Gráficos de linhas	Gráficos de áreas
Relatório 1	2016*	29	21	16	5	-	-
Relatório 2	2016	26	14	14	-	-	-
Relatório 3	2019	43	19	5	7	6	1

Legenda: *(1º semestre)

Tendo como ponto de partida os princípios que devem reger a construção de gráficos estatísticos, analisámos o conjunto dos gráficos presentes nos três relatórios, tendo identificado as seguintes debilidades, expressas na Tabela 2.

Tabela 2. Debilidades encontradas nos gráficos. **Fonte:** Os autores.

Debilidade observada	Análise da debilidade	Nº de debilidades
Ausência de elementos comparativos de referência no gráfico	A ausência de elementos comparativos de referência no gráfico (o eixo vertical, as escalas ou as linhas de grelha) impossibilitam a criação de parâmetros sistemáticos de comparação entre as barras do gráfico.	16 (Relatório 1) 14 (Relatório 2) 10 (Relatório 3)
Gráfico de barras tridimensional	O formato tridimensional das barras prejudica a percepção do valor da frequência representada e, em muitos casos, dificulta as comparações entre as barras. O formato tridimensional dos gráficos constitui uma opção meramente estética, não acrescentado qualquer valor à compreensão dos dados representados.	16 (Relatório 1) 14 (Relatório 2)
Gráfico circular tridimensional	O formato tridimensional de um gráfico circular origina o destaque da secção do gráfico que se percebe mais próxima do observador, o que prejudica a comparação dos valores apresentados.	5 (Relatório 1)
Varição injustificada do desenho dos gráficos	Para dados de natureza semelhante deve ser mantida uma coerência no desenho dos diversos gráficos que os apresentam, para que a atenção se centre apenas na variação dos dados.	4 (Relatório 1) 2 (Relatório 2)
Gráfico em anel	O gráfico em anel, tal como os gráficos circulares em geral, é pouco eficaz na transmissão de informação uma vez que os humanos não lidam bem com a comparação de ângulos. A adoção de gráficos circulares deve restringir-se a casos em que a variável em estudo apresenta um número reduzido de valores/categorias. De entre os gráficos circulares, o gráfico em anel é mais adequado se se pretender fazer uso círculo vazio no interior do gráfico, para apresentar o total considerado.	7 (Relatório 3)
Duplicação de informação	Apresentação das frequências absolutas e relativas, referentes aos mesmos dados, em dois gráficos de formato distinto (gráfico de barras e gráfico circular). Um gráfico (preferencialmente o de barras) seria o suficiente, com a colocação das frequências relativas junto aos valores das frequências absolutas, possibilitando assim a percepção imediata do contributo de cada valor da variável para o total.	3 (Relatório 1)
O gráfico falha o teste de autossuficiência	Quando a leitura de um gráfico depende de uma legenda com numerosos itens, é contrariado o benefício da representação gráfica em termos de imediatismo da comunicação por meio de um estímulo visual.	3 (Relatório 1) 2 (Relatório 2) 7 (Relatório 3)
Outras	O tipo de gráfico tem de se adequar aos dados representados. Os dados representados têm que ter a mesma unidade.	3 (Relatório 2) 1 (Relatório 3)

As debilidades identificadas configuram violações dos princípios P2, P3, P4, P5, P6, P8, P9 e P10, acima elencados.

Para exemplificar as debilidades identificadas, a seguir são apresentados e discutidos alguns dos gráficos estatísticos encontrados nos relatórios analisados.

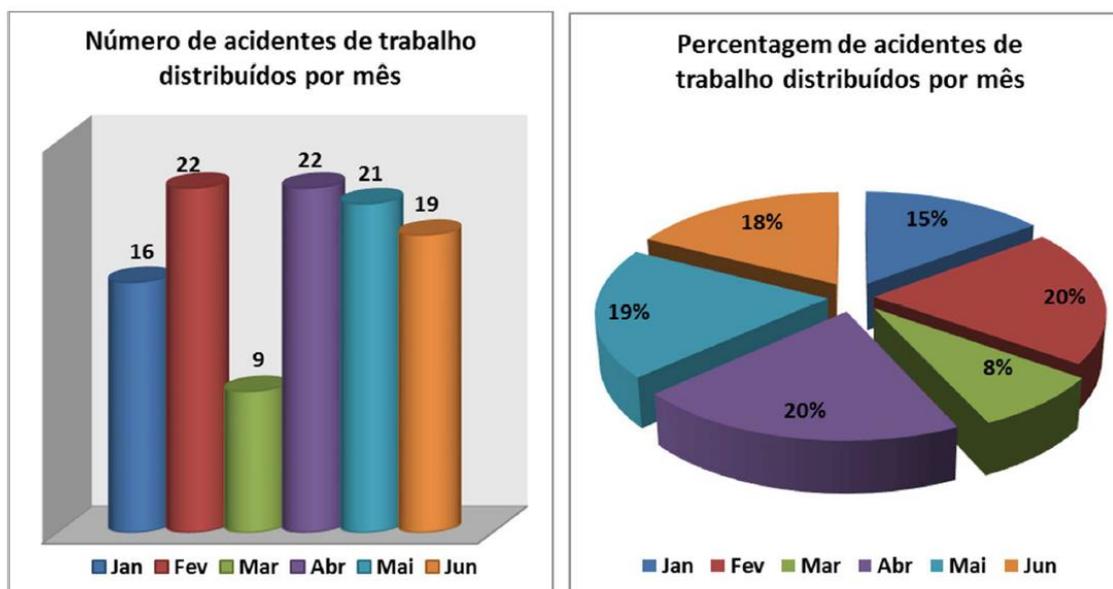


Figura 1. Gráficos 2 e 3 da página 6 do Relatório 1. Fonte: Relatório 1.

A análise dos dois gráficos da Figura 1, presentes na página 6 do relatório 1, revela diversas debilidades. A duplicação de informação, com a apresentação dos mesmos dados em dois gráficos distintos, quando toda a informação poderia ser aglutinada num só gráfico. A ausência de elementos comparativos de referência no gráfico de barras (eixo vertical, escalas e linhas de grelha), o que dificulta a comparação entre as barras. Esta comparação é ainda mais dificultada pela adoção de um formato tridimensional. O formato tridimensional do gráfico circular distorce completamente a percepção que se tem dos dados, pois, ao originar o destaque da secção do gráfico que se percebe mais próxima do observador faz com que a comparação de ângulos com as restantes secções não seja fidedigna. Como se pode ver, a secção que se percebe mais próxima do observador (correspondente a uma percentagem de 20%) representa a mesma percentagem da secção que surge à direita do gráfico, no entanto, a da direita é percebida como consideravelmente menor.

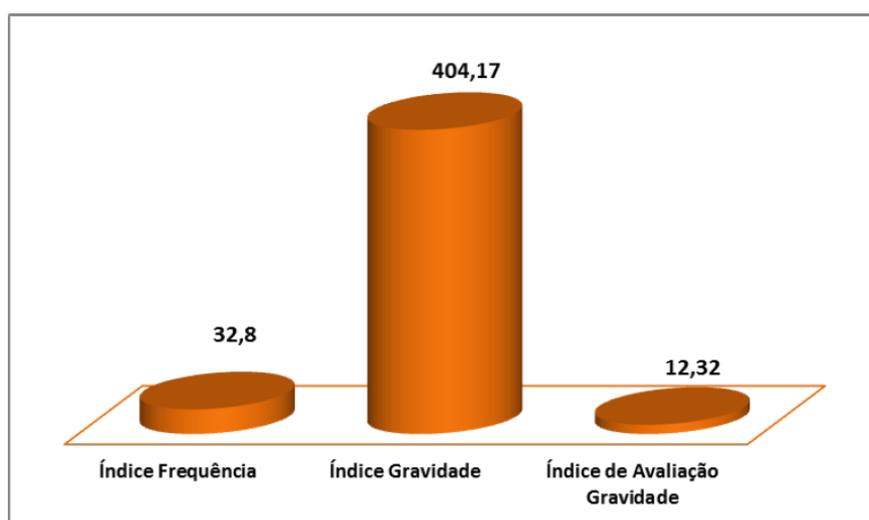


Figura 2. Gráfico 2 da página 10 do Relatório 2. Fonte: Relatório 2.

Na Figura 2 é apresentado um gráfico presente na página 10 do relatório 2, que apresenta também debilidades relacionadas com a ausência de elementos comparativos de referência (eixo vertical, escalas e linhas de grelha) e a influência negativa do formato tridimensional. Para além disso, existe ainda a agravante de este gráfico ser uma representação sem sentido, porque promove a comparação de variáveis distintas e com valores que não se encontram expressos na mesma unidade.

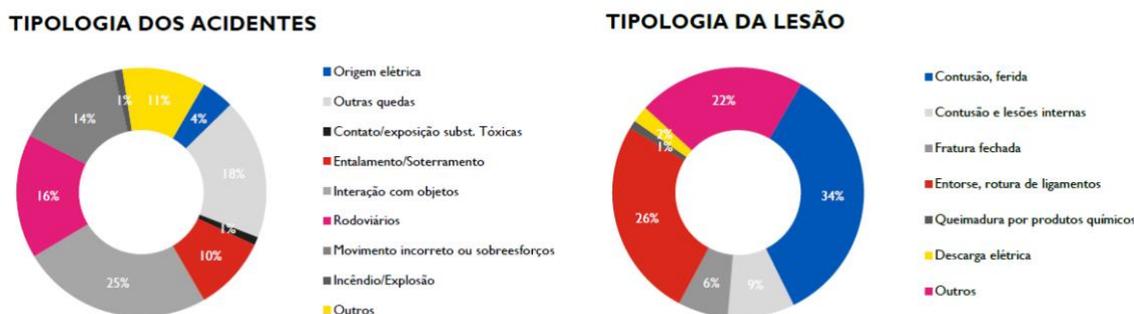


Figura 3. Gráfico da página 32 do Relatório 3. **Fonte:** Relatório 3

Na Figura 3 são apresentados dois gráficos em anel, presentes na página 32 do Relatório 3. As debilidades destes gráficos estão relacionadas, em primeiro lugar, com a desadequação do uso de gráficos circulares quando a variável em estudo apresenta um número elevado de valores/categorias, mas também com a adoção da variante “anel” sem que se faça uso do círculo vazio no interior do gráfico, para apresentar o total considerado e melhorar a informação transmitida.

CONCLUSÃO

Sendo sobejamente reconhecidas e investigadas as consequências das lacunas na literacia estatística no que respeita à cidadania, pouca investigação tem sido feita no que respeita às competências estatísticas essenciais à atividade profissional dos indivíduos.

Pela forte presença de gráficos estatísticos em relatórios no contexto da segurança e saúde no trabalho, pela importância da informação contida nessas representações gráficas, e pela inexistência de investigações sobre a qualidade dos gráficos produzidos no âmbito da segurança e saúde no trabalho, pretendemos contribuir para a discussão dos princípios que devem nortear a construção de gráficos estatísticos, alargando esta discussão a áreas ainda não abordadas. Através da análise dos gráficos presentes em três relatórios de entidades portuguesas de média/grande dimensão identificámos diversas debilidades, recorrentes nos gráficos dos três relatórios. De entre estas, sobressai a elevada frequência com que surge a ausência de eixo vertical, escalas e linhas de grelha nos gráficos de barras, e a adoção de formato tridimensional nestes gráficos. Se, por um lado, a inexistência de elementos comparativos de referência no gráfico já prejudica a criação de parâmetros sistemáticos de comparação entre as barras do gráfico, o formato tridimensional das barras ainda agrava essa dificuldade. Das restantes debilidades, identificadas nos gráficos, destacamos a adoção de gráficos circulares para variáveis que apresentam um número elevado de valores/categorias, formato tridimensional destes gráficos circulares, uso injustificado de gráficos circulares em anel e a duplicação de informação.

No seu todo, os gráficos analisados revelam um conjunto de fragilidades e violações dos princípios de construção de gráficos que dificultam a transmissão da mensagem a que se propunham, verificando-se mesmo que, em alguns casos, o gráfico não cumpre de modo algum o seu propósito. Ainda que este estudo se baseie apenas em três relatórios, a uniformidade das

ocorrências de debilidades dos gráficos presentes nos relatórios e a heterogeneidade das entidades, de onde estes relatórios proveem, torna premente uma reflexão profunda e alargada sobre a literacia estatística dos técnicos de segurança no trabalho em Portugal.

REFERÊNCIAS

- Albert, J. A., Ruiz, B., & Sánchez, T. (2014). Un acercamiento cognitivo al significado de estadístico, como variable aleatoria, en estudiantes universitarios. Cuarto Encuentro Internacional en la Enseñanza de la Probabilidad y Estadística. Puebla, BUAP.
- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G., & Contreras, M. (2011). Las Tablas y Gráficas como Objetos Culturales. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 76, 55-67.
- Batanero, C. (2004). Los retos de la cultura estadística. *Yupana*, 1 (1), 27–37.
- Beattie, V., & Jones, M.J. (2000). Changing graph use in corporate annual reports: a time-series analysis. *Contemporary Accounting Research*, 17 (2), 213–226.
- Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62, 750–762.
- Benavente, A., Rosa, A., Costa, A. F., & Ávila, P. (1996). *A Literacia em Portugal: resultados de uma pesquisa extensiva e monográfica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian
- Bertin, J. (1967). *Semiologie Graphique*. English translation by William Berg & Howard Wainer (1983) and published as *Semiology of graphics*, Madison, WI: University of Wisconsin Press.
- Bordage, G. (2001). Reasons reviewers reject and accept manuscripts: the strengths and weaknesses in medical education reports. *Academic Medicine*, 76(9), 889–96.
- Claydon, L.S. (2015). Rigour in quantitative research. *Nurs Stand.*, 29(47), 43-48.
- Cleveland, W. (1993). *Visualizing Data*. Hobart Press.
- Cooper, R., Schriger, D., & Close, R. (2002). Graphical literacy: the quality of graphs in a large-circulation journal. *Annals of emergency medicine*, 40, 317–322.
- Curcio, F. R. (1987). Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18, 382–393.
- Curcio, F. R. (1989). *Developing graph comprehension: elementary and middle school activities*. Reston, VA: NCTM.
- D'Ambrosio, U. (2005). Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. *Educação e Pesquisa*, 31(1), 99–120.
- Fernandes, J. (2009). Ensino e aprendizagem da estatística: realidades e desafios. In C. Costa, E. Mamede, F. Guimarães (org.), *Atas do XIX Encontro de Investigação em Educação Matemática*.
- Florentini, D., & Lorenzato, S. (2009). *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos (2ªed.)*. Campinas: Autores Associados.
- Friel, S., Curcio, F., & Bright, G. (2001). Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 124–158.
- Fung, K. (2005). Junk charts: Recycling chart junk as junk art. Disponível em: https://junkcharts.typepad.com/junk_charts/2005/10/the_selfsuffici.html
- Gal, I. (2000). The numeracy challenge. In I. Gal (Eds.), *Adult numeracy development: Theory, research, practice*, Cresskill, NJ: Hampton Press, pp. 1–25.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70 (1), 1–25.
- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, 75 (3), 372–396.

- Garfield, J. B., Ben-Zvi, D., Chance, B., Medina, E., Roseth, C., & Zieffler, A. (2008). Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice. *Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice* (January), 1–408.
- Garfield, J., Delmas, R., & Chance, B. (2003). Web-based assessment resource tools for improving statistical thinking. Annual meeting of the American Educational Research Association [Apresentação em Conferência]. Chicago.
- Huff, D. (1954). *How to lie with statistics*. New York: W. W. Norton.
- IALS (1996). *International Adult Literacy Survey*. IALS; Statistics Canada and OECD.
- Kanno, M. (2013). *Infografe: Como e porque usar infográficos para criar visualizações e comunicar de forma imediata e eficiente*. Infolide. São Paulo.
- Kirsch, I. S., Jungeblut, A., Jenkins, L., & Kolstad, A. (1993). *Adult literacy in America: A first look at the results of the national adult literacy survey*. Washington DC: US Department of Education, National Center for Education Statistics.
- Kosslyn, S. (1989) Understanding charts and graphs. *Applied Cognitive Psychology*, 3,185–226
- Langrall, C., Nisbet, S., & Mooney, E. (2006). The interplay between students' statistical knowledge and context knowledge in analyzing data. In A. Rossman & B. Chance (Eds.), *Working cooperatively in statistics education: Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics – ICOTS7*, Salvador, Brazil, pp. 5–6.
- Lei nº 102/2009 de 10 de Setembro - Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho. Disponível em: <https://data.dre.pt/application/conteudo/490009>.
- Lei n.º 42/2012 de 28 de agosto - Aprova os regimes de acesso e de exercício das profissões de técnico superior de segurança no trabalho e de técnico de segurança no trabalho. Disponível em: <https://dre.pt/application/file/a/174639>.
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O., & Stein, M. K. (1990). Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching. *Review of Educational Research*, 60 (1), 1–63.
- Lopes, P. (2011). Literacia(s) e literacia mediática. CIES e-Working Paper nº110.
- López-Nuñez, B. (2016). The use and misuse of graphs in stand-alone annual reports. Work Project - Double Master Degree in Management with major in Finance. NOVA School of Business and Economics & Fundação Getúlio Vargas.
- Marquart, F. (2017). Methodological Rigor in Quantitative Research. In J. Matthes, C.S. Davis, R.F. Potter (Eds.), *The International Encyclopedia of Communication Research Methods* (pp. 1–9). John Wiley & Sons, Hoboken.
- Murnane, R.J., Sawhill, I., & Snow, C. (2012). Literacy Challenges for the Twenty-First Century: Introducing the Issue. *The Future of Children: Literacy Challenges for the Twenty-First Century*, 22(2), 3–15.
- Roth, W., & Bowen, G. (2001). Professionals read graphs: A semiotic analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32, 159–194.
- Rumsey, D. (2002). Statistical Literacy as a Goal for Introductory Statistics Courses, *Journal of Statistics Education*, 10(3). DOI: 10.1080/10691898.2002.11910678.
- Santos, C., & Dias, C. (2015). Numeracia: uma janela com vista para a sociedade da informação. In S. Pereira & M. Toscano (Eds.) *Literacia, Media e Cidadania - Livro de Atas do 3.º Congresso*, Braga CECS, pp. 84–99.
- Shaughnessy, J.M. (2007). Research on statistics learning and reasoning. In F.K. Lester (Ed.) *The Second Handbook of Research on Mathematics* (pp. 957–1010). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).
- Tairab, H. H., & Al-Naqbi, A. K. (2004). How do secondary school science students interpret and construct scientific graphs. *Journal of Biological Education*, 38, 127–132.

- Tauber, L. M. (2010). Análisis de elementos básicos de alfabetización estadística en tareas de interpretación de gráficos y tablas descriptivas. *Ciencias Económicas*, 1 (12), 53–74.
- Tufte, E. (1983). *The Visual Display of Quantitative Information*, Graphic Press, Cheshire, CT.
- Vanderplas, S., Cook, D., & Hofmann, H. (2020). Testing Statistical Charts: What Makes a Good Graph? *Annual Review of Statistics and Its Application*, 7(1), 61–88.
- Wainer, H. (1992). Understanding graphs and tables. *Educational Researcher*, 21(1), 14–23.
- Wainer, H. (2013). *Medical illuminations: Using evidence, visualization and statistical thinking to improve healthcare*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Wallgren, A., Wallgren, B., Persson, R., Jorner, U., & Haaland, J. (1996). *Graphing statistics & data: creating better charts*. Sweden: Sage Publications.
- Watson, J. M. (2006). *Statistical literacy at school: Growth and goals*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.