

Aspectos visuais e conceituais envolvidos na interpretação de gráficos

Liliane M. T. L. de Carvalho; Carlos Eduardo F. Monteiro; Tânia M. M. Campos

Resumo

A interpretação de gráficos constitui-se como um processo de resolução de problemas em variados contextos nos quais o leitor precisa se engajar com os dados apresentados, mobilizando aspectos visuais e conceituais. Neste artigo, discutimos a importância dos gráficos enquanto sistemas simbólicos que subsidiam a representação de problemas. Aspectos importantes referem-se a fatores pontuais e globais dos gráficos que estão relacionados respectivamente a determinados processos cognitivos. Os aspectos conceituais e visuais vinculados aos dados revelam que a construção de significados não é um processo de apreensão direta da informação, mas requer de quem interpreta uma atividade interativa com o gráfico.

Abstract

The interpretation of graphs is a process of solving problems that can occur in different contexts in which people interact with the data presented, mobilising conceptual and visual aspects. In this paper, we analyse the importance of graphs as symbolic systems that subsidize the representation of problems. Important aspects are related to the particular and global factors of graphs that are associated with different cognitive processes. The visual presentation of graphs is emphasised as a basic factor in the interpretations that the students undertake. However, conceptual factors considered in the interpretation of graphs suggest that the construction of meaning is not a process of direct apprehension of information. This process requires a interactive activity from who interprets the data presented on a graph.

Resumen

La interpretación de gráficos es un proceso de resolución de problemas que puede ocurrir en diferentes contextos, en aquellos en que las personas interactúan con los datos presentados, movilizandolos aspectos conceptuales y visuales. Los gráficos son sistemas simbólicos que subsidian la representación de los problemas. La interpretación de los gráficos son factores particulares y globales que se asocian con diferentes procesos cognitivos. La presentación visual de los gráficos se destaca como un factor básico en las interpretaciones de los mismos. Sin embargo, los factores conceptuales considerados en las interpretaciones sugieren que la construcción de sentido no es un proceso de captación directa de la información, ya que requiere de una actividad interactiva de la que interpreta los datos.

1. Introdução

Neste artigo, discutimos a interpretação de gráficos como um processo de resolução de problemas o qual se relaciona aos aspectos visuais e conceituais e que pode ocorrer em variados contextos. Com base numa revisão da literatura, incluindo estudos desenvolvidos pelos autores, enfatizamos diferentes aspectos envolvidos na

interpretação de gráficos: a forma de apresentação dos dados; as maneiras de proposição do problema a partir de questões específicas; os diferentes tipos de informação e experiências prévias daqueles que interpretam.

Nossa perspectiva é de que as pessoas quando se engajam na resolução de problemas a partir de gráficos, podem apresentar ações baseadas em conhecimentos formais de matemática como também em intuições sobre os aspectos visuais e/ou representacionais das informações apresentadas no gráfico. Por exemplo, quando alguém interpreta um gráfico apresentado em uma revista ou jornal, pode utilizar estratégias que envolvem noções matemáticas relacionadas com medidas, proporção e formas. Todavia, esse leitor precisará mobilizar seus conhecimentos e experiências prévias vinculados aos dados apresentados no gráfico para construir significados do que está interpretando. Usamos o termo mobilização para enfatizar que o leitor engajado na interpretação não ‘transfere’ ou ‘aplica’ diretamente seus conhecimentos e experiências prévias. Inclusive porque acreditamos que essa mobilização acontece concomitantemente com a emergência de diferentes e/ou novos significados (MONTEIRO, 2005). Nesse sentido, interpretar um gráfico demanda muito mais do que apreender diretamente informações, na medida em que o leitor precisa estabelecer interações entre os aspectos visuais e conceituais da situação (CARVALHO, 2008).

Além disso, existem diferentes contextos de uso dos gráficos, os quais podem influenciar a construção de significados por aqueles que interpretam os dados (MONTEIRO; AINLEY, 2004). Por exemplo, leitores engajados na interpretação de um gráfico numa situação de leitura de um jornal, no contexto de uma aula de matemática ou na interpretação de dados de uma pesquisa científica, serão requeridos a utilizar diferentes abordagens de interpretação em cada um desses contextos (GAL, 2002).

Neste artigo, discutimos inicialmente as potencialidades dos gráficos num processo de resolução de problemas, argumentando uma concepção de gráficos como representação simbólica da informação. Aborda-se, na sequência, o efeito da aparência dos gráficos. Em seguida, discutem-se como as experiências prévias das pessoas com os aspectos relativos à informação podem contribuir para a complexidade do processo de interpretação de gráficos, que não se resume a apenas “ler dados”.

2. Pontencialidades dos gráficos num processo de resolução de problemas

Nunes (2004) classifica os sistemas de signos que representam informações quantitativas em representações análogas e simbólicas. Sua classificação tem como base as propriedades matemáticas dos dados disponibilizados nas representações.

Representações análogas enfatizam as unidades da informação, requerendo a manipulação ativa por parte do estudante para classificar os dados. Esse tipo de representação pode ser figurativa, numérica ou ainda ser apresentada por meio de palavras.

Representações simbólicas são convenções que requerem a aprendizagem de regras e procedimentos de leitura. A interpretação exige do leitor uma coordenação das informações e construção de inferências. Um aspecto fundamental nas representações simbólicas é que elas condensam as informações matemáticas básicas, tornando-as implícitas no problema. Além disso, as representações

simbólicas requerem um aprendizado dos procedimentos de leitura para que os aspectos da informação sejam compreendidos de forma global. Este é o caso de gráficos e tabelas que são classificados por Nunes (2004) como representações simbólicas da informação.

Nunes levanta a hipótese de que os aspectos simbólicos da informação, representados por meio de gráficos ou tabelas, possibilitam a aprendizagem de conceitos multiplicativos. Essa hipótese foi testada nos estudos de Carvalho (2008) num experimento com estudantes ingleses que estavam no nível de ensino correspondente, em termos de idade, ao 8º ano no Brasil. Participaram do experimento 127 estudantes, 65 meninos (51,2%) e 62 meninas (48,8%), com idades entre 12,7 a 13,8 anos e com uma média de idade de 13,4 anos e 0,30 de desvio-padrão.

Os alunos do estudo foram solicitados a julgar relações hipotéticas entre diferentes variáveis, como por exemplo, a relação entre cor dos olhos e cabelos. Os mesmos problemas, num total de 6, foram representados sob a forma figurativa (cartões representando casos isolados), gráficos de barras empilhadas e tabelas de dupla entrada. Os estudantes foram distribuídos aleatoriamente para trabalhar com uma dessas três formas de representação. A Figura 1 apresenta um exemplo dos problemas utilizados no estudo.

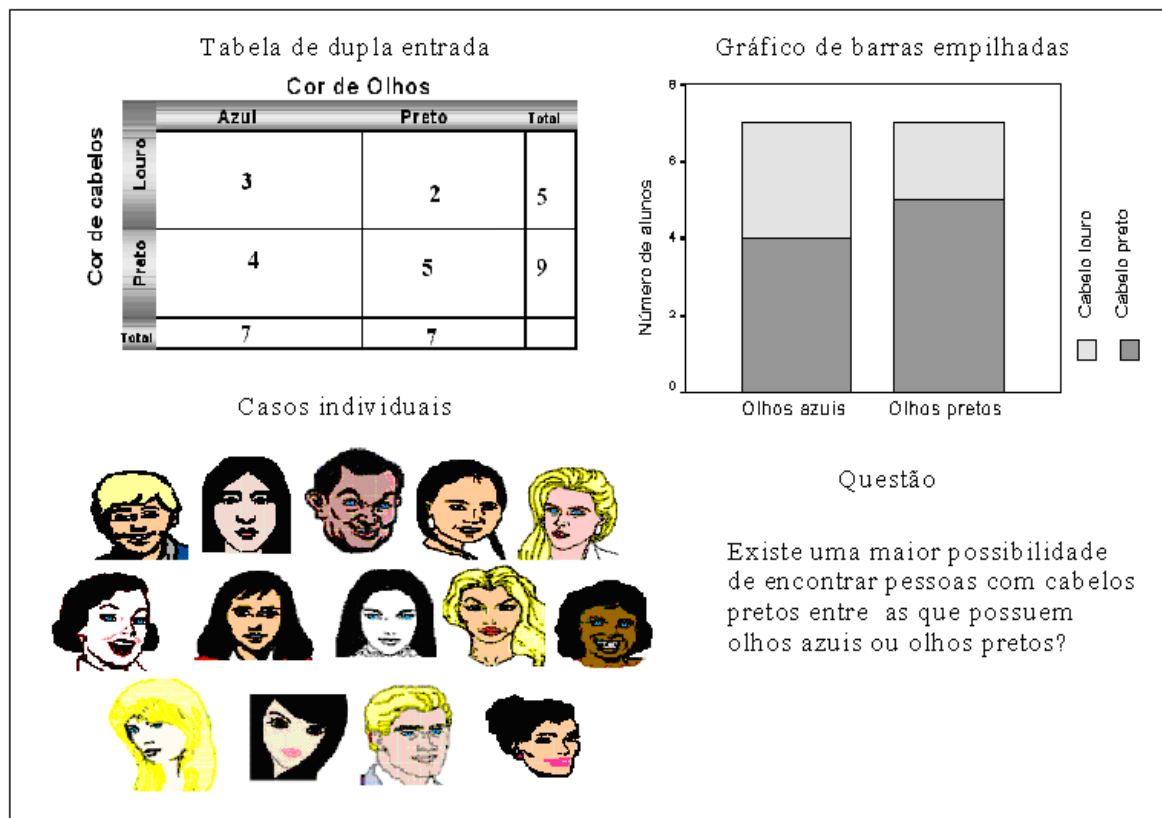


Figura 1. Exemplo de problema utilizado nos estudos de Carvalho (2008)

Para o trabalho com os casos isolados, os estudantes receberam um caderno de respostas e um envelope de cores diferentes com cartões misturados dentro deles. Eles foram instruídos a resolver os problemas, manipulando os cartões que apresentavam as informações. Os cartões foram produzidos para realçar os

atributos das variáveis (por exemplo, a cor dos olhos e dos cabelos), podendo ser quantificados pela frequência com a qual apareciam na distribuição.

Uma análise de variância (ANOVA) de uma entrada conduzida sobre a média de acertos para todos os problemas indicou haver diferença significativa entre as formas de representação ($F(2, 124) = 5,10; p = 0,007$). O teste de comparações múltiplas de Sheffé revelou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre casos e tabelas e casos e gráficos, indicando que os estudantes que trabalharam com tabelas ou gráficos apresentaram um melhor resultado do que os estudantes que trabalharam com os casos isolados. Não foram observadas diferenças significativas entre as médias de acertos para os estudantes que trabalharam com tabelas e gráficos.

Esses resultados confirmam a hipótese de que os aspectos simbólicos da informação potencializaram ações dos participantes para o estabelecimento de relações entre variáveis. Nesse sentido, os casos isolados não beneficiaram a coordenação das ações pelos estudantes.

As discussões de Nunes (2004) e Carvalho (2008) fundamentam uma perspectiva de que os gráficos são sistemas simbólicos de tratamento da informação que podem potencializar ações mais efetivas nos processos de resolução de problemas multiplicativos.

3. A influência da aparência dos gráficos

O uso frequente de gráficos para apresentar informações é baseado no pressuposto de que eles podem cobrir uma gama de dados, valendo por mil palavras no dizer cotidiano. De acordo com Larkin e Simon (1987), os gráficos constituem meio eficiente de apresentar os dados porque eles tornam explícita a informação deixada implícita em textos escritos. Essa preferência por gráficos no lugar de textos seria fundamentada pelo fato de que os aspectos visuais dos gráficos constituiriam representações figurativas das situações do mundo real. As variáveis do problema e suas relações são retratadas visualmente no gráfico pela projeção dos eixos.

Mevarech e Stern (1997) realizaram uma série de experimentos com dois grupos de participantes: crianças com uma média de idade de 12 anos e estudantes universitários. Os autores investigaram como os participantes interpretavam gráficos de linhas que apresentavam semelhanças em sua forma. Os gráficos usados nesse referido estudo, retratavam duas inclinações positivas com um ponto de intersecção entre elas. Nas tarefas dessa pesquisa os gráficos foram apresentados aos participantes em duas condições: numa delas os eixos eram nomeados com as variáveis do problema, e em outra condição as variáveis eram indicadas pelas letras x e y.

Os resultados obtidos em dois dos experimentos realizados sugeriram que as tarefas nas quais as variáveis eram denominadas de x e y eram mais facilmente resolvidas e ativavam com maior frequência o uso de conhecimentos matemáticos pelos participantes do que as tarefas nas quais as variáveis eram nomeadas e estavam mais explicitamente relacionadas a situações da vida cotidiana. Os experimentos evidenciaram que pequenas mudanças na aparência dos gráficos, como é o caso da nomeação ou não das variáveis, podem causar considerável diferença na forma como as pessoas raciocinam sobre os problemas.

Mevarech e Stern (1997) parecem enfatizar uma perspectiva restrita sobre representação a qual estaria vinculada apenas a conhecimentos formais de matemática. Além disso, a abordagem dos autores enfatiza muito o gráfico em si como determinante das interpretações do leitor.

Entretanto, os gráficos não são representações análogas que explicitam as propriedades conceituais da informação, eles constituem-se em representações simbólicas. Janvier (1981) analisa a importância das pessoas compreenderem os aspectos simbólicos na interpretação de gráficos a partir de um estudo realizado com 20 estudantes de 11 a 15 anos. Os estudantes eram solicitados a interpretar gráficos representando diferentes situações problema. Numa delas, esse autor apresentava um gráfico que retratava como a velocidade de um carro de corrida varia num circuito automobilístico de 3 km. O gráfico proposto na tarefa referia-se à velocidade do carro durante a sua segunda volta no circuito. As variáveis do gráfico eram velocidade e distância desde o ponto de partida. Cada curva no circuito significava uma desaceleração e uma aceleração do carro. A aceleração, portanto, constitui a terceira variável do problema. Esse conceito, no entanto, encontrava-se implícito no gráfico; logo, os estudantes precisariam reconstruí-lo mediante as suas interpretações.

Os estudantes eram solicitados a dizer, a partir da interpretação do gráfico, quantas curvas existiam ao longo da via em que o carro era conduzido. Janvier observou que os estudantes encontraram algumas dificuldades para estabelecer uma resposta simbólica para o problema. Embora o circuito apresentasse três curvas, 40% dos estudantes erraram ao responder; alguns responderam que o circuito tinha nove curvas, enquanto outros referiram que tinham seis ou oito. De acordo com Janvier (1981), os estudantes confundiram a representação gráfica com o desenho do circuito. No lugar de interpretar globalmente o gráfico, em termos simbólicos, os estudantes basearam as suas respostas em partes da informação.

É possível identificar na análise dada por Janvier, elementos mostrando que os alunos realizaram uma leitura análoga do gráfico, considerando apenas a sua aparência, em vez de uma leitura simbólica que envolvesse interações entre aspectos visuais e conceituais.

4. Interpretação de gráficos não significa apenas “ler os dados”

A interpretação de gráficos foi conceituada por muito tempo como uma atividade direta de recepção de dados. Consequentemente, falhas e erros de interpretação poderiam ser explicados como falta de compreensão ou conhecimento da correta maneira de ler um gráfico. Todavia, essa perspectiva tradicional sobre a interpretação de gráficos foi gradualmente sendo revisada.

Uma importante contribuição para a compreensão do processo de interpretação de gráficos foi oferecida por Curcio (1987) que enfatizou que gráficos poderiam ser vistos como um tipo de texto. De acordo com Curcio, o efeito do conhecimento anterior relacionado a componentes estruturais dos gráficos (tópico apresentado, conteúdo matemático e forma gráfica) influenciariam as habilidades dos leitores em compreender as relações matemáticas. Curcio classificou três tipos de leituras de gráficos: leitura dos dados, leitura entre os dados e leitura além dos dados. Esse terceiro tipo de leitura seria particularmente importante porque envolveria extrapolação dos dados apresentados no gráfico, o que auxiliaria os

estudantes a desenvolverem suas interpretações baseadas em seus conhecimentos e experiências prévias.

A abordagem de Curcio realça apenas os aspectos técnicos das interpretações de gráficos e investiga tipos de gráficos tradicionalmente usados nas escolas, os quais têm proposições pedagógicas limitadas em termos de comunicação de dados. Curcio não considera aspectos do contexto relacionado à interpretação daqueles gráficos. Por exemplo, os três diferentes tipos de leitura poderiam ser desenvolvidos durante a interpretação de um gráfico tecnicamente acurado, mas que apresentasse dados não realistas ou incoerentes com acontecimentos sociais.

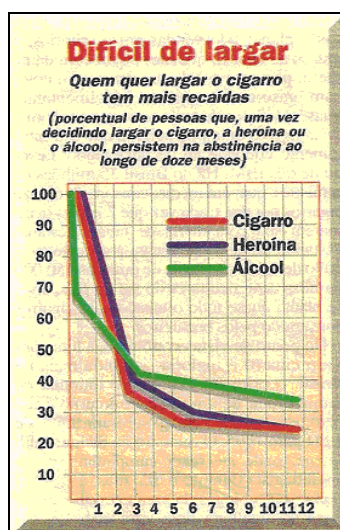
Evans (2000) observa que leitores quando interpretam gráficos podem exibir sentimentos prazerosos e/ou de dor que estariam vinculados com experiências prévias de vida. Gal (2002) sugere que pessoas podem estar engajadas em diferentes processos de interpretação de gráficos dependendo do contexto no qual cada pessoa está envolvida. Gal exemplifica dois tipos de contextos de interpretação de gráficos: 'investigativo' e 'leitura'. Nos contextos investigativos (como foi sugerido por Wild e Pfannkuch, 1999) pessoas agem como 'produtores de dados' e usualmente têm que interpretar seus próprios dados e relatar seus próprios resultados (ex. como acontece com pesquisadores de diversas áreas). Os contextos de leitura estão relacionados com situações do dia-a-dia nas quais pessoas vêem e interpretam gráficos (ex. assistindo televisão, lendo jornais, observando propagandas enquanto fazem compras ou visitando páginas da Internet). Mesmo que Gal tenha diferenciado cada contexto, este autor enfatiza que eles não são homoganeamente definidos porque as pessoas podem desenvolver diferentes tipos de participação num mesmo contexto. Por exemplo, pessoas engajadas em contextos de leitura podem ser agentes, comunicadores, escritores, leitores, ouvintes, ou expectadores, exercendo papéis tanto ativos como passivos. Gal (2002) também argumenta que a mesma pessoa poderia ser um leitor e/ou um produtor dependendo de seu engajamento em particular contexto.

Nos contextos escolares (MONTEIRO; AINLEY, 2004), em geral, os tipos de interpretação que professores propõem são relativamente limitados, focalizando mais os conhecimentos técnicos, com pouca atenção ao contexto social para o qual as informações estariam relacionadas.

A utilização de gráficos da mídia impressa pode ser uma estratégia para relacionar os usos do gráfico em contextos escolares e em situações fora da escola. Por exemplo, Watson (1997) sugere que esta inovação pode motivar os alunos a aprender aspectos do Tratamento de Informações. Todavia, a importação dos gráficos da mídia para dentro da sala de aula implica em processos de descontextualização e recontextualização que requer uma abordagem pedagógica cuidadosa. Isso porque as atividades de Tratamento de Informação que ocorrem na escola não são apenas as continuações de situações de resolução de problemas que acontecem fora da sala de aula, uma vez que cada um desses contextos possui objetivo e proposições diferentes (AINLEY, 2000; EVANS, 2000).

Por exemplo, Lima (1998) observou que é difícil formular significados com base em gráficos de linhas apresentados no contexto da mídia impressa, mesmo por designers experientes. Lima utilizou um gráfico (ver Figura 2 acima) selecionado de uma revista brasileira de grande tiragem e circulação nacional, onde era usado como parte de uma reportagem intitulada o segredo do cigarro turbinado. O texto da

matéria discute sobre os componentes químicos adicionados ao cigarro e que vêm causando maior dependência entre os fumantes.



Fonte: VEJA (29/5/1996)

Figura 2. Gráfico de linhas no contexto da mídia impressa

O gráfico apresenta uma relação decrescente entre o tempo e a porcentagem de pessoas que persistem na abstinência quanto ao uso do álcool, cigarro ou heroína. De uma maneira geral, pode-se inferir que se cerca de 30% das pessoas decidiram parar de beber por um período de 12 meses, 70% voltaram a usar o álcool.

Os dados apresentados no gráfico utilizado na pesquisa são de uma pesquisa conduzida pelo Instituto Nacional do Câncer, órgão vinculado ao Governo Federal Brasileiro. A interpretação desse gráfico ensejou algumas dificuldades entre os participantes. A maior dificuldade consistiu na formulação de significados para a inclinação das linhas que nesse caso representam uma inclinação negativa. Embora as linhas tenham sido coloridas e nomeadas para salientar os dados que representam – cigarro (linha vermelha), heroína (linha azul) e álcool (linha verde) – o seu significado é ambíguo.

Na abordagem inicial a esse gráfico, um designer experiente fez alguns comentários sobre as dificuldades de leitura, chegando inclusive a propor um novo desenho no qual transformava a inclinação negativa em positiva. Abordagens dessa natureza foram acompanhadas de um elevado nível de mobilização pelo designer dos aspectos conceituais e visuais do gráfico, incluindo ações de transformações da relação decrescente para uma crescente, conforme pode ser visto no episódio destacado na Figura 3 apresentada em seguida.

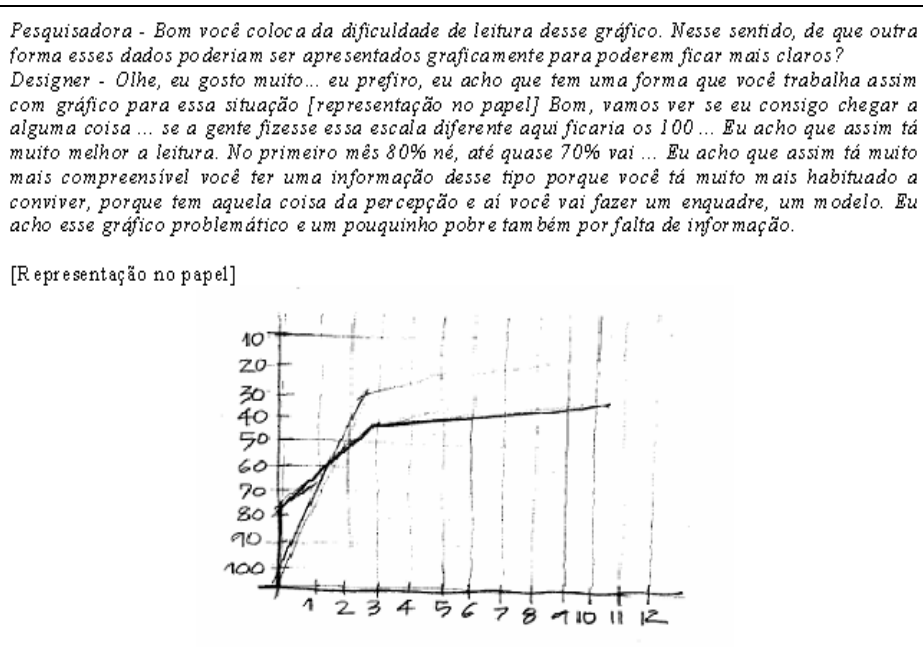


Figura 3. Ilustração da dificuldade de leitura do gráfico de linhas usado no contexto da mídia

O fato de o gráfico apresentar uma relação decrescente provoca reação no designer, pois rompe com o sentido de leitura direta que lhe é mais familiar. A representação no papel não consistiu de mera aplicação de conhecimentos formais, não se adequando inclusive às convenções matemáticas quanto ao uso da escala e coordenadas. Convencionalmente, a escala do eixo vertical (eixo y) nos gráficos é ascendente. A representação realizada pelo designer esteve voltada para explicitar o conflito que ele vivenciou na elaboração de significados para esse gráfico.

Esse episódio revela que a construção de significados não é um processo de apreensão direta da informação. As circunstâncias de uso dos gráficos podem torná-los artefatos mais ou menos ambíguos para o leitor. Dessa maneira, a interpretação de gráficos deveria ser considerada como uma atividade complexa que envolve vários elementos e processos, configurando-se, portanto, como um problema a resolver.

5. Considerações finais

Ao longo de nossa discussão neste artigo tentamos enfatizar que a interpretação de gráficos constitui-se num processo de resolução de problemas. A forma de apresentação dos dados; as maneiras de proposição do problema a partir de questões específicas; os diferentes tipos de informação e experiências prévias daqueles que interpretam são aspectos a serem considerados.

A pessoa que interpreta um gráfico está desenvolvendo um processo dinâmico na medida em que precisa estabelecer interações entre os aspectos visuais e conceituais mobilizando tanto os conhecimentos e experiências, quanto construindo novos significados no âmbito da situação de interpretação.

Na nossa discussão dos estudos e experimentos dos diversos autores, podemos também concluir que o processo de interpretação de gráficos não é espontâneo, mas depende de uma organização do ensino. Nesse sentido, o gráfico não pode ser visto como um “facilitador” da leitura e interpretação de dados apenas pela sua mera exposição às pessoas. Um indicativo de que o gráfico precisa ser

trabalhado de maneira intencional no âmbito pedagógico, são as dificuldades dos estudantes para desenvolverem o raciocínio matemático relacionado aos fatores globais, que requerem o estabelecimento de relações entre variáveis.

Bibliografia

- Ainley, J. (2000). Transparency in graphs and graphing tasks: an iterative design process. *Journal of Mathematical Behavior*, 19, 365-84.
- Carvalho, L. M. T. L. (2008). O papel dos artefatos na construção de significados matemáticos por estudantes do Ensino Fundamental, Tese de Doutorado não publicada, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Curcio, F. (1987). Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(5), p. 382-393.
- Evans, J. (2000). *Adult's Mathematical Thinking and Emotions: A Study of Numerate Practices*. London: Routledge.
- Gal, I. (2002). Adult statistical literacy: meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, v. 70(1), p.1-25.
- Janvier, C. (1981). Use of situations in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 12, p. 113-122.
- Larkin, J. H.; SIMON, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth 10,000 words. *Cognitive Science*, 11, p. 65-99.
- Nunes, T. (2004). *Teaching mathematics to deaf children*. London: Whurr.
- Mevarech, Z.; Stern, E. (1997). Interaction between knowledge and contexts on understanding abstract mathematical concepts. *Journal of Experimental Child Psychology*, 65, p. 68-95.
- Monteiro, C. E. F. (2005). *Investigating critical sense in the interpretation of media graphs*, Institute of Education. Tese de Doutorado. The University of Warwick, Inglaterra.
- Monteiro, C. & Ainley, J. (2004). Exploring the complexity of the interpretation of media graphs, in O. McNamara & R. Barwell (eds.), *Research in Mathematics Education: Papers of the British Society for Research into Learning Mathematics*, BSRLM, London, 6, 115-128.
- Watson, J. (1997). Assessing statistical literacy through the use of media surveys. In: Gal, I. e Garfield, J. (eds.), *The Assessment Challenge in Statistics Education*, IOS and Press International Statistical Institute: Amsterdam, p. 107-121.
- Wild, C., e Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), p. 223-65.

Liliane Maria Teixeira Lima de Carvalho é Psicóloga com Mestrado em Psicologia Cognitiva pela Universidade Federal de Pernambuco e Doutorado em Educação pela Universidade Federal do Ceará. É Professora e Vice-Coordenadora da Coordenação Setorial de Extensão do Centro de Educação da Universidade Federal de Pernambuco, onde desenvolve pesquisas, orienta alunos de graduação e de pós-graduação e participa de processos de formação continuada de professores sobre aspectos relativos ao ensino e aprendizagem da Matemática [lmtcarvalho@gmail.com](mailto:lmtecarvalho@gmail.com)

Carlos Eduardo Ferreira Monteiro é Psicólogo com Mestrado em Psicologia Cognitiva pela Universidade Federal de Pernambuco e PhD em Educação pela University of Warwick. É Coordenador da Setorial de Extensão e professor da Graduação e do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica - EDUMATEC - do Centro de Educação da UFPE. Desenvolve pesquisas, orienta alunos de graduação e de pós-graduação e participa de processos de formação continuada de professores sobre aspectos relativos ao ensino e aprendizagem da Matemática cefmonteiro@gmail.com

Tânia Maria de Mendonça Campos é Matemática com Doutorado em Matemática pela Universidade de Ciências de Languedoc (Montpellier - FR) em 1979. Tem Pós-doc em Matemática pela Universidade de Londres em 1991 e em Educação Matemática na Universidade de Oxford em 2007. Atualmente é Coordenadora do programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Bandeirantes de São Paulo; assessora ad-hoc do CNPq, CAPES e FAPESP e avaliadora institucional do INEP. Tem experiência na coordenação de grandes projetos de formação continuada de professores de matemática financiado pelo PNUD/ SEE-SP. taniammcampos@hotmail.com