

## Cognição, Afetividade e a Resolução de Problemas

Valéria Amorim Arantes<sup>1</sup>  
Viviane Potenza Guimarães Pinheiro<sup>2</sup>

**Resumo:** O presente estudo tem por objetivo identificar e analisar as possíveis relações entre os estados emocionais, os raciocínios matemáticos e a organização do pensamento dos participantes quando solicitados a resolverem problemas de proporcionalidade. Participaram do trabalho 74 professores e professoras da rede pública do estado de São Paulo, divididos em dois grupos de 37 profissionais, sendo que um grupo foi submetido a experienciar estados emocionais negativos antes de resolver os problemas; enquanto o outro grupo foi submetido a experienciar estados emocionais positivos. Aplicou-se a prova de proporcionalidade de Noelting, composta por 26 problemas que seguiam uma ordem crescente de complexidade. A análise das respostas, segundo os pressupostos da Teoria dos Modelos Organizadores do Pensamento permitiu-nos identificar 10 diferentes formas de organização do pensamento que evidenciaram a seleção, abstração e significação de elementos que levaram à resolução dos problemas, por meio do emprego ou não da proporcionalidade. Verificou-se que houve uma tendência do grupo negativo em considerar outros elementos não presentes nos problemas propostos durante a sua resolução; enquanto que o grupo positivo tendeu a enfocar o raciocínio da proporcionalidade nas tentativas de resolução. Observou-se que as emoções influem diretamente na organização do pensamento durante a resolução de problemas matemáticos, e isso leva a pensar que os estados emocionais dos estudantes devem ser considerados também no planejamento didático e cotidiano das escolas.

**Palavras Chave:** estados emocionais, raciocínio matemático, resolução de problemas.

**Abstract:** The present study aims to identify and analyze the possible relationships between emotional states, mathematical reasoning and the thoughts organization of participants when asked to solve problems of proportionality. A total of 74 teachers from public schools in the state of São Paulo participated in the study, divided into two groups of 37 professionals, being one group submitted to negative emotional states before answering the problems, and the other group submitted to positive emotional states. The proportionality test of Noelting was used, consisting of 26 proportionality problems that followed an increasing order of complexity. The analysis of the answers, following the assumptions of the Theory of Organizing Models, allowed us to identify 10 different forms of thought's organization that evidenced the selection, abstraction and signification of elements applied to the resolution of proportionality problems. There was a tendency of the negative group to consider other elements not present in the problems proposed during their resolution; while the positive group in their attempt of resolution tended to use proportionality reasoning. It was observed that the emotions directly influence the organization of the thoughts in mathematical solving problems, which elicits the need that students' emotional states should also be considered in the didactic and daily school planning.

**Keywords:** emotional states, mathematical reasoning, problem-solving.

### Introdução

Na busca por compreender como se organiza o pensamento humano, a psicologia, com o marco construtivista, inaugurou a visão de um sujeito ativo sobre o seu conhecimento e passou a empreender diversos estudos em que priorizou a análise de determinados aspectos, em especial os cognitivos, em uma visão centrada no sujeito e na estruturação de seu funcionamento psíquico. Após tais avanços, os estudos sobre o funcionamento psíquico passaram a trazer outras indagações e abriram um leque de possibilidades para uma análise mais abrangente. Diante de uma situação problema, em um contexto determinado, quais aspectos, além dos cognitivos, atuam na organização do pensamento?

Responder a essa pergunta leva-nos a enxergar a afetividade como componente atuante no funcionamento psíquico e a nos inscrever no marco de estudos que imprime a necessidade do pensamento complexo na compreensão dos fenômenos (MORIN, 1991, 2000; PRIGOGINE; STENGERS, 1984; SCHNITMAN, 2003),

<sup>1</sup> Professora Livre-Docente da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Email: varantes@usp.br

<sup>2</sup> Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo. Email: vipinheiro@usp.br

abarcando uma perspectiva que extrapola os limites da fragmentação e busca desvendar as relações que se estabelecem nos processos psicológicos. Tal perspectiva está fundada em uma concepção que considera o funcionamento psíquico em sua complexidade, organizando-se na interrelação de aspectos cognitivos, afetivos, biológicos, sociais e culturais. Concebemos que o ser humano lança mão de tais aspectos de forma integrada, organizando o seu pensamento diante de contextos determinados. Assim, compreendendo tal integração e com foco no papel dos sentimentos, assumimos uma análise cognitivo-afetiva do funcionamento psíquico humano.

Partindo dessa perspectiva, nesse artigo, empreenderemos um estudo das relações entre os estados emocionais e a construção mental de professores na resolução de uma prova de proporcionalidade (NOELTING, 1980a, 1980b, 1982). Procuraremos colocar em evidência, em um enfoque funcionalista, a confluência entre os aspectos cognitivos e afetivos subjacentes à organização do pensamento humano.

### Pontos de partida teóricos

Piaget estudou, por meio de uma teoria construtivista e interacionista, como o sujeito passa de um estado de menor conhecimento para outro de maior conhecimento, ou seja, um curso ascendente rumo a uma maior complexidade. Nesse curso, o sujeito passa por estádios até atingir, em seu processo construtivo, as estruturas operatórias concretas e formais (PIAGET, 1976a, 1976b, 1979). Em sua concepção, existem condutas que não seguem exatamente a mesma linearidade, ou seja, alguns sujeitos possuem dificuldades de aplicar uma mesma estrutura mental, ou até não chegam a conseguir aplicá-la, em situações aparentemente isomórficas. A esse fato, denominou “defasagens”, para que pudesse manter a mesma ideia de que existem estágios sucessivos no desenvolvimento cognitivo humano.

Diversos autores, embora com enfoques diversos, destacam que essas defasagens, diferentemente do que postulou Piaget, não são uma exceção, mas parecem ser *a norma no funcionamento cognitivo*, visto que não se pode aplicar a mesma operação em variadas situações, ou seja, o uso de uma operação parece não estar estritamente vinculado a um estágio, mas também aos conteúdos aos quais se aplica (NOELTING, 1980a, 1980b; SIEGLER; STRAUSS; LEVIN, 1981; GARCÍA MADRUGA; CARRIEDO; GONZÁLEZ-LABRA, 2000; GARCÍA MADRUGA et al., 2001; JOHNSON-LAIRD, 1983; MORENO MARIMÓN et al., 1999). Inhelder compreendeu a necessidade de também levar em consideração os conteúdos na resolução de problemas, empreendendo parte de suas pesquisas a investigar sobre o “sujeito psicológico” – por oposição ao “sujeito epistêmico”, de Piaget –, como demonstra em seus últimos trabalhos (INHELDER; CELLÉRIER, 1992).

Para Inhelder e colaboradores (1992), a noção de *esquemas* não é suficiente para uma abordagem a partir da resolução de problemas, cujo enfoque recai para conteúdos de situações concretas, mas é necessário recorrer ao conceito de *representações*, como instrumentos cognitivos que formam os “modelos de sujeito”. Esses autores colocam em xeque se esquemas e operações são suficientes para analisar a resolução de problemas, já que se faz necessário levar em conta também as representações do sujeito, na elaboração de esquemas cuja função principal é de organizar o conteúdo e atribuir significados. Os “modelos ad hoc”, juntamente às estruturas, são organizações subjacentes à conduta, que asseguram a “coerência” dos conhecimentos elaborados pelo sujeito.

No bojo dessas considerações, verifica-se a importância de articular, no estudo do processo de conhecimento do sujeito sobre o mundo, o papel das *estruturas* e dos *conteúdos* no modo como ele pensa a realidade. Nesse sentido, encontra-se a Teoria

dos Modelos Organizadores do Pensamento (MORENO MARIMÓN et al., 1999; MORENO MARIMÓN; SASTRE, 2010), utilizada como referencial teórico-metodológico no presente trabalho. De acordo com essa teoria, cada pessoa realiza uma seleção do que conhece e do que observa, em relação ao contexto, a partir do que atribui significado. O restante dos elementos, embora possa ser conhecido, ao não receber significados, acaba por não se configurar relevante para a organização do pensamento. Todos os elementos, selecionados a partir do que foi observado ou até inferido, são simultaneamente organizados pelo sujeito – isto é, relacionados entre si – de tal maneira que pareçam coerentes para quem lhes organiza. Como cada sujeito constroi seu sistema particular de representações de cada situação, não existe apenas uma maneira de interpretá-la, mas uma multiplicidade de formas possíveis de fazê-lo (MORENO MARIMÓN; SASTRE, 2012). Claro está que essa teoria incorpora uma visão mais complexa sobre o sujeito psicológico, abarcando sentimentos, pensamentos, crenças, valores e desejos, nas relações que estabelece consigo mesmo e com o mundo nos processos que subjazem uma forma particular de contemplar os fenômenos observáveis.

Sobre o papel dos sentimentos, deve-se ressaltar que formam parte primordial no processo de elaboração dos modelos organizadores. “Os sentimentos estão presentes em todo ato cognitivo” (MORENO MARIMÓN; SASTRE, 2010, p. 85). Como os significados estão na interpretação do sujeito sobre a realidade, eles são “flutuantes” ou transitórios de acordo com os momentos “cognitivo-emocionais” pelos quais o sujeito passa. Em uma situação conflitiva, o sujeito passa por estados emocionais muito diferentes, o que o leva a mudar os significados atribuídos aos elementos ou até a abstrair elementos diferentes em uma mesma situação. Essa forma de mudar o pensamento leva-nos a verificar que, ao mesmo tempo em que a organização do modelo solicita uma coerência interna, ela está aberta à falta de constância.

Para analisar os resultados obtidos no presente trabalho, basearemos-nos nos pressupostos teórico-metodológicos da Teoria dos Modelos Organizadores do Pensamento, que nos permitirá analisar a funcionalidade da organização do pensamento dos participantes diante de um conteúdo lógico-matemático, a prova de proporcionalidade, tendo em conta simultaneamente os elementos a que são conferidos significados, quais são os significados atribuídos e as relações e implicações que resultam dessa operação. Consideramos que os sentimentos atuam nesse processo e o uso desse instrumento pode nos permitir entender as relações que se estabelecem entre cognição e afetividade nas respostas emitidas.

### A resolução de problemas

Ao resolver um problema, cada sujeito enfrenta uma série de possibilidades de interpretação de acordo com a interação que estabelece com os conteúdos da situação. Nem todos os sujeitos que observam um mesmo fenômeno possuem uma mesma compreensão ou extraem uma mesma explicação sobre ele. De acordo com a Teoria dos Modelos Organizadores (MORENO MARIMÓN; SASTRE, 2012), isso nos permite admitir que, segundo os aspectos considerados, e da forma como são significados, poderão ser extraídos alguns tipos de elaboração a respeito do fenômeno observado. Os problemas apresentados aos sujeitos contam com um determinado número de aspectos observáveis, que podem ou não ser abstraídos para a sua resolução, o que faz as possibilidades de resolução não serem infinitas. Ao mesmo tempo, o sujeito pode, na resolução de um problema, inferir determinados elementos que não figuram na realidade, tomando-os com o mesmo *status* daqueles que configuraram a real situação.

Esse processo de seleção, abstração e significação dos elementos da realidade e outros inferidos pelo sujeito a partir de uma situação problema, leva à organização

de toda a rede estabelecida e às consequências ou implicações do conjunto elaborado. Ressalta-se o papel do sujeito como ativo na construção de seu pensamento, já que seus sentimentos, crenças e valores influem diretamente nesse processo.

Nesta pesquisa, procuramos estudar de que forma estados emocionais previamente experienciados influem na organização do pensamento para resolver um problema lógico-matemático que envolve as noções de proporcionalidade. Nesse campo, sabemos que existem, comprovadamente, inúmeras variáveis que afetam o desempenho dos sujeitos. Algumas delas estão centradas na tarefa e sugerem o papel ativo que devem ter as operações de abstração dos dados empíricos e numéricos no desenvolvimento do processo psicológico que permite a quantificação da proporção; outras correspondem às variáveis dos sujeitos e sugerem a necessidade de se considerar as diferenças individuais para se compreender os aspectos supostamente ‘comuns’ ou ‘universais’ desse processo psicológico.

Apostando que os aspectos afetivos afetam a organização do pensamento matemático, o presente estudo, com viés funcionalista, situa-se na confluência da afetividade (mais especificamente dos estados emocionais) com o raciocínio proporcional. É importante lembrar que o raciocínio proporcional teve como ponto de partida os trabalhos de Piaget e Inhelder (1955), que tornaram-se leituras obrigatórias até os dias atuais. Os trabalhos de Noelting (1980a, 1980b, 1982) também tornaram-se referências nesse campo e, por essa razão, elegemos a clássica prova de proporcionalidade do referido autor (Noelting, 1982) para nosso estudo, uma prova composta por 26 itens com nível de dificuldade crescente. Para nosso estudo, fizemos uma pequena adaptação do conteúdo da prova e seu enunciado foi:

*Abaixo você tem alguns desenhos. Imagine que os copos em preto estejam cheios de café e que os copos em branco estejam cheios de água. Observe atentamente os desenhos e assinale no quadradinho daquela combinação (A ou B) que lhe parece resultar no café mais forte. Caso você opine que não há diferenças entre as duas combinações (A e B), assinale no quadradinho do meio. É importante considerar que há diferentes formas de se responder ao mesmo problema e, por isso, é muito importante que você explique detalhadamente as razões de sua escolha. Suas respostas serão analisadas em função das razões apresentadas e não da opção feita.*

Pelas limitações que um artigo nos impõe, para ilustrar a prova de Noelting (1982) apresentaremos apenas a primeira e a última questão do instrumento utilizado.



Por quê?



Por quê?

## MÉTODO

### Participantes e procedimentos

Participaram deste estudo setenta e quatro professores e professoras de escolas públicas brasileiras, divididos em dois grupos de trinta e sete profissionais. Cada grupo experienciou um determinado estado emocional antes de resolver a prova de Noelting: a) o primeiro grupo experienciou emoções positivas, como satisfação, felicidade e alegria; b) o segundo grupo experienciou emoções negativas, como insatisfação, frustração, desagrado e tristeza. A partir da Teoria dos Modelos Organizadores do Pensamento, nosso estudo pretendeu identificar e comparar os modelos organizadores aplicados pelos participantes que experienciaram diferentes estados emocionais, ao resolverem a referida prova.

O encontro com cada grupo teve duração aproximada de três horas. Inicialmente foram passados para os participantes esclarecimentos sobre o anonimato e sigilo. Foi garantido o caráter voluntário da participação, bem como o respeito às diretrizes éticas que regem a pesquisa com seres humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Após dar oportunidade para aqueles que não quisessem responder ao instrumento da pesquisa se retirarem da sala de aula, demos início ao processo de coleta de dados.

*Primeiro passo:* solicitou-se aos professores e professoras que, individualmente, recordassem com detalhes alguma passagem de suas vidas, em qualquer âmbito, que lhes houvesse causado muita satisfação, alegria, agrado ou felicidade, no caso do grupo *positivo*; e grande insatisfação, tristeza ou frustração, no caso do grupo *negativo*. Após quinze minutos, aproximadamente, distribuiu-se uma folha de papel para que cada professor(a) descrevesse, detalhadamente, a situação recordada e também como se sentiu naquele momento. Foi uma escolha metodológica da pesquisadora apresentar-se, para o grupo positivo, com uma postura bastante delicada e gentil, enquanto que para o grupo negativo com uma postura mais ‘seca’ e pouco acessível, sem dar aos participantes muita abertura para comentários. Após o término da coleta de dados, alguns comentavam entre si sobre o “autoritarismo” da pesquisadora.

*Segundo passo:* pediu-se para que, voluntariamente, algumas pessoas lêssem ou relatassem a situação recordada, bem como os sentimentos experienciados naquela ocasião.

*Terceiro passo:* solicitou-se a alguns voluntários que dramatizassem uma das situações descritas, escolhida propostadamente por ter sido a que mais sensibilizou o grupo. Em alguns momentos, durante a dramatização, interrompeu-se a cena para questionar os atores e também os demais espectadores sobre os sentimentos e emoções que estavam experienciando naquele momento.

*Quarto passo:* solicitou-se aos docentes que respondessem, individualmente e por escrito, a prova de Noelting.

Ressaltamos que a prova foi entregue aos participantes após leitura e esclarecimentos sobre o seu enunciado (nesse momento foi utilizada a lousa), bem como sanadas todas as dúvidas apresentadas por eles. Comentamos, também, que

existem diferentes maneiras de se resolver o mesmo problema e que todas elas têm igual relevância para nosso estudo. Enfatizamos nosso interesse pelas idéias de todos eles e, como os problemas seguiam uma ordem de complexidade e organização do conteúdo a ser analisado, entregamos cada um dos problemas separadamente (a fim de garantir que eles não tivessem acesso à questão subsequente antes de responderem à antecedente). Solicitamos que respondessem individualmente e que explicassem detalhadamente suas respostas. Durante toda a aplicação da prova, estivemos presentes nos grupos a fim de garantir que as respostas fossem realmente individuais. Sua aplicação ocorreu no contexto de um curso de formação de professores oferecido pela Universidade de São Paulo em parceria com a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Para garantir o anonimato, pedimos aos participantes que criassem um pseudônimo.

### **Análise qualitativa dos dados**

Utilizou-se o referencial teórico-metodológico da Teoria dos Modelos Organizadores do Pensamento (MORENO MARIMÓN et al., 1999). Com base nesse referencial, buscou-se identificar, nos conteúdos de cada um dos 26 problemas, os elementos centrais abstraídos pelos participantes, os significados a eles atribuídos e, por fim, as relações e/ou implicações estabelecidas entre eles. Assim foram extraídos e, posteriormente, descritos os modelos organizadores do pensamento aplicados pelos participantes para responder aos problemas propostos. De forma complementar, procedemos com uma análise quantitativa que almejou observar a distribuição das respostas dos participantes em função dos estados emocionais e dos modelos identificados, buscando identificar tendências de organização psíquica no tocante ao raciocínio proporcional.

É importante ressaltar que, para além de uma análise dos conhecimentos quantitativos objetivos apresentados pelos participantes, interessava-nos adentrar nas variáveis explicativas apresentadas que são, quase sempre, qualitativas. Os Modelos Organizadores permitiram-nos identificar os processos seguidos pelos participantes para construir suas argumentações qualitativas, de acordo com uma dinâmica complexa e adaptativa entre os elementos, os significados e as implicações e/ou relações estabelecidas entre eles.

### **Apresentação dos Modelos Organizadores do Pensamento**

Identificamos dez diferentes modelos organizadores do pensamento, que refletem formas distintas de organizar o conteúdo analisado. É importante registrar que, como em qualquer estudo, a referida análise está limitada aos argumentos que nos foram apresentados pelos participantes (ou não, tendo em vista que os modelos organizadores consideram aqueles elementos que também foram rechaçados e/ou ignorados).

- **Modelo 1:**

Os(as) professores(as) que aplicam esse modelo optaram apenas por assinalar a combinação que lhes parece resultar no café mais forte (*A* ou *B* ou *=*), sem apresentar as razões que sustentam suas escolhas. Inicialmente pensamos em descartar essas respostas, tendo em vista que os participantes não atenderam ao que foi solicitado. Ocorre que, tendo em vista os propósitos do nosso estudo (investigar a influência do estado emocional no raciocínio proporcional), pareceu-nos relevante considerar a opção de recusa à tarefa proposta. Efetivamente isso teve um impacto na análise comparativa entre os grupos positivo e negativo. Independentemente disso,

levamos em consideração se a opção do participante estava correta ou não e isso conduziu-nos a subdivisão do modelo em 2 sub-modelos:

- **Sub-modelo 1a:** aqueles que assinalam a alternativa incorreta.
- **Sub-modelo 1b:** aqueles que assinalam a alternativa correta.

- **Modelo 2:**

Os(as) professores(as) que aplicam esse modelo organizam suas explicações em torno de conteúdos que transcendem aqueles que compõem a prova. Mais do que isso, além de abstraírem elementos que não constam no problema apresentado, suas inferências são de natureza não-numérica. O exemplo a seguir ilustra com clareza essa característica do modelo:

*“Nessa situação apresenta-se forte [o café]. Depende de quem faz. Como faz? Como gosta? E como foi acostumado... estando sujeito a alterações emocionais”.*

Seguindo o mesmo princípio aplicado no modelo anterior, levamos em consideração se a opção assinalada pelo participantes estava correta ou não:

- **Sub-modelo 2a:** aqueles que assinalam a alternativa incorreta.
- **Sub-modelo 2b:** aqueles que assinalam a alternativa correta.

- **Modelo 3:**

Os(as) professores(as) que aplicam esse modelo também abstraem elementos de natureza não-numérica e que são centrais para suas implicações. Apesar disso, optamos por definir essas respostas como diferentes daquelas do modelo 2 porque, de maneiras diversas, estão focadas nos conteúdos apresentados na prova (mais especificamente no elemento café e na qualidade do café utilizado nas combinações propostas). Vejamos um exemplo:

*“Este café é de melhor marca, pois deu para fazer mais copos de café”.*

Como nos modelos anteriores, o fato de terem assinado as resposta correta ou não caracterizam os sub-modelos:

- **Sub-modelo 3a:** aqueles que assinalam a alternativa incorreta.
- **Sub-modelo 3b:** aqueles que assinalam a alternativa correta.

- **Modelo 4:**

A característica central desse modelo é o fato de os(as) professores(as) que o aplicam “negarem-se” a responder ao que foi questionado (e explicado detalhadamente pela pesquisadora) e, além de não analisarem qual das combinações (*A* ou *B*) lhes parece o café mais forte (ou se não há diferenças entre elas), optam por modificar a demanda experimental e sugerem outro problema. O princípio que rege essa organização é juntar os copos de água e de café presentes nas duas combinações (*A* e *B*). A titulo de ilustração, segue uma resposta típica desse modelo:

*“Tem mais café do que água. Mas se eu juntar *A* e *B* posso fazer o *A* apenas café e o *B* apenas água. Daí o *A* continuará mais forte”.*

Novamente os sub-modelos são definidos pela resposta corretas ou não:

- **Sub-modelo 4a:** aqueles que assinalam a alternativa incorreta.

- **Sub-modelo 4b:** aqueles que assinalam a alternativa correta.

- **Modelo 5:**

Contrariamente aos modelos anteriores, a partir do modelo 5 os elementos abstraídos pelos(as) professores(as) são de natureza estritamente numérica. Também diferentemente dos modelos anteriores, cujos sub-modelos foram definidos a partir do acerto ou erro do problema, os modelos 5, 6 e 7 têm como característica comum o fato de os participantes terem errado na opção feita (*A*, *B* ou  $=$ ). A característica central do modelo 5 é o fato de terem abstraído apenas um elemento central (o *café* ou a *água*) e a divisão em sub-modelos deu-se pelo fato de os participantes terem considerado apenas uma combinação (*A* ou *B*) ou ambas (*A* e *B*). Vejamos:

- **Sub-modelo 5a:** abstraem e retêm como elemento significativo o *café* ou a *água* de uma das combinações (*A* ou *B*).

- **Sub-modelo 5b:** abstraem e retêm como elemento significativo o *café* ou a *água* das duas combinações (*A* e *B*).

A classificação da resposta por sub-modelo foi relativamente fácil, porque, quando se vê a alternativa marcada e os argumentos apresentados, sabe-se com clareza se o participante refere-se a uma ou a ambas combinações. Vejamos uma resposta típica desse modelo:

- “*A quantia de água é maior*”. (*Sub-modelo 5a*)

- “*Porque está claro que tem menos copos de café aqui do que no B*”. (*Sub-modelo 5b*)

- **Modelo 6:**

Também de natureza numérica, no modelo 6 os participantes marcam a opção errada (*A*, *B* ou  $=$ ). A diferença em relação ao modelo anterior reside no fato de, nesse modelo, os participantes abstraírem como centrais os dois elementos presentes na prova apresentada (*café* e *água*). Seguindo o mesmo princípio do modelo 5, a divisão dos sub-modelos deu-se de acordo com as combinações consideradas pelos participantes (*A* ou *B*; *A* e *B*):

- **Sub-modelo 6a:** abstraem e retêm como elemento significativo o *café* e a *água* de uma das combinações (*A* ou *B*).

- **Sub-modelo 6b:** abstraem e retêm como elemento significativo o *café* e a *água* das duas combinações (*A* e *B*).

Como exemplos temos:

- “*Tem mais água do que pó*”. (*Sub-modelo 6a*)

- “*A água está em mais quantidade nessa do que na outra, e o café em menos quantidade do que na outra*”. (*Sub-modelo 6b*)

- **Modelo 7:**

Como nos modelos 5 e 6, aqueles que aplicam o modelo 7 assinalam incorretamente a resposta. A particularidade desse modelo reside no fato de os participantes recorrerem ao conceito de proporção em seus argumentos. Se essa proporção mencionada está centrada em apenas uma das combinação (*A* ou *B*) ou nas duas (*A* e *B*), definem-se seus sub-modelos:

- **Sub-modelo 7a:** análise proporcional de uma das combinações ( $A$  ou  $B$ ).
- **Sub-modelo 7b:** análise proporcional das duas combinações ( $A$  e  $B$ ).

Para ilustrar apresentamos dois exemplos:

- “Porque a proporção de pó para cada copo de água é maior”. (Sub-modelo 7a)
- “Porque a proporção de café é maior no B do que no A”. (Sub-modelo 7b)

- **Modelo 8:**

Além de apresentarem argumentos de natureza numérica, a partir do modelo 8 prevalece a característica de os participantes terem acertado na opção feita ( $A$ ,  $B$  ou  $=$ ), ou seja, elegeram a resposta correta. O modelo 8 segue a mesma lógica de organização do modelo 5: os participantes abstraem apenas um elemento central (o café ou a água) e a divisão em sub-modelos deu-se pelo fato de os participantes terem considerado apenas uma combinação ( $A$  ou  $B$ ) ou ambas ( $A$  e  $B$ ). Vejamos:

- **Sub-modelo 8a:** abstraem e retêm como elemento significativo o café ou a água de uma das combinações ( $A$  ou  $B$ ).
- **Sub-modelo 8b:** abstraem e retêm como elemento significativo o café ou a água das duas combinações ( $A$  e  $B$ ).
- “Porque a quantidade de água é menos”. (Sub-modelo 8a)
- “No primeiro tem mais café que no segundo” (Sub-modelo 8b)

- **Modelo 9:**

Também de natureza numérica e assinalando a resposta correta, o modelo 9 segue o mesmo princípio do modelo 6: os dois elementos (café e água) são abstraídos como centrais e o fato de considerarem uma ou ambas as combinações, caracterizam os sub-modelos:

- **Sub-modelo 9a:** abstraem e retêm como elemento significativo o café e a água de uma das combinações ( $A$  ou  $B$ ).
- **Sub-modelo 9b:** abstraem e retêm como elemento significativo o café e a água das duas combinações ( $A$  e  $B$ ).

Vejamos os exemplos:

- “Nessa aparece muito mais pó do que a água”. (Sub-modelo 9a)
- “Tem mais água do que pó no B. No A também”. (Sub-modelo 9b)

- **Modelo 10:**

Assinalando a opção correta ( $A$ ,  $B$  ou  $=$ ) e recorrendo ao conceito de proporção, o princípio desse modelo segue a mesma lógica do modelo 7. O fato de a proporção mencionada centrar-se apenas em uma das combinações ( $A$  ou  $B$ ) ou nas duas ( $A$  e  $B$ ), define os sub-modelos:

- **Sub-modelo 10a:** análise proporcional de uma das combinações ( $A$  ou  $B$ ).
- **Sub-modelo 10b:** análise proporcional das duas combinações ( $A$  e  $B$ ).

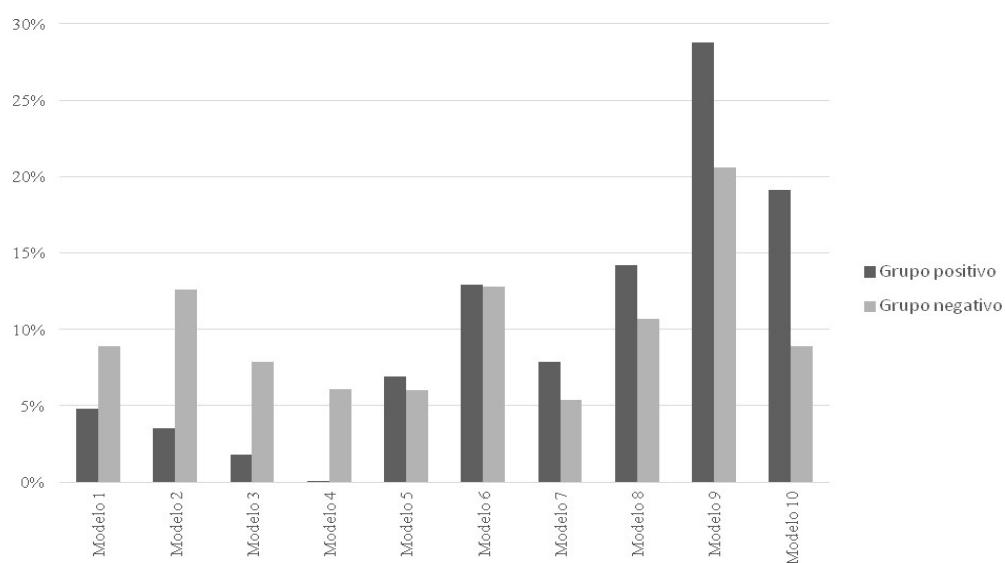
Para ilustrar apresentamos dois exemplos:

- “Tem mais quantidade de pó proporcional à quantidade de água”. (Sub-modelo 10a)
- “Proporcionalmente ao número de copos em A e B, a proporção de café é maior na segunda situação do que na primeira”. (Sub-modelo 10b)

### Análise quantitativa dos dados

De forma complementar à análise qualitativa e, no nosso caso, fundamental para os propósitos do trabalho, a seguir apresentamos a distribuição das respostas em função dos modelos organizadores aplicados e dos grupos de participantes, a fim de identificar as possíveis tendências de organização do pensamento proporcional, em função dos estados emocionais prévios.

Gráfico 1: Distribuição das respostas dos participantes em função do estado emocional e dos modelos organizadores



O gráfico 1 mostra a distribuição das respostas dos participantes em função dos modelos organizadores e dos diferentes estados emocionais. Buscamos, com isso, identificar se o estado emocional das pessoas pode influenciar seu raciocínio proporcional. Nota-se uma tendência acentuada de aplicação dos modelos 1 a 4 pelo grupo negativo (modelo 1 = 8,9% / n = 86; modelo 2 = 12,6% / n = 121; modelo 3 = 7,9% / n = 76; modelo 4 = 6,1% / n = 59), se comparado ao grupo positivo na aplicação desses modelos (modelo 1 = 4,8% / n = 46; modelo 2 = 3,5% / n = 34; modelo 3 = 1,8% / n = 17; modelo 4 = 0,1% / n = 1). Há uma tendência maior de aplicação dos modelos 7, 8, 9 e 10 pelo grupo positivo (modelo 7 = 7,9% / n = 76; modelo 8 = 14,2% / n = 137; modelo 9 = 28,8% / n = 277; modelo 10 = 19,1% / n = 184), em comparação ao grupo negativo (modelo 7 = 5,4% / n = 52; modelo 8 = 10,7% / n = 103; modelo 9 = 20,6% / n = 198; modelo 10 = 8,9% / n = 86). Os modelos 5 e 6 apresentam uma tendência de igualdade, se comparando os dois grupos (modelo 5: grupo positivo = 6,9% / n = 66; grupo negativo = 6,0% / n = 58 / modelo 6: grupo positivo = 12,9% / n = 124; grupo negativo = 12,8% / n = 123).

Considerando a complexidade e grande variação dos modelos (e sub-modelos) aplicados pelos participantes na resolução dos problemas, realizamos um agrupamento

de modelos a partir das semelhanças e implicações por eles estabelecidas. Dessas semelhanças emergiram três grandes categorias que, vale ressaltar, seguem a lógica da teoria dos Modelos Organizadores de não pré-definição de categorias. São elas:

- **Categoria A (composta pelos modelos 1, 2, 3 e 4)**

Por razões diferentes, os *modelos 1, 2, 3 e 4* parecem-nos fora dos padrões esperados para a prova apresentada: ou porque os participantes se negam a atender a demanda apresentada (*modelo 1*), ou porque alteram essa demanda (*Modelo 4*) ou porque apresentam argumentos de ordem não-numérica (*modelos 2 e 3*). De um jeito ou de outro, essas diferentes formas de se manifestarem impossibilitou-nos de analisar o raciocínio proporcional, objetivo central do nosso estudo.

- **Categoria B (composta pelos modelos 5, 6 e 7)**

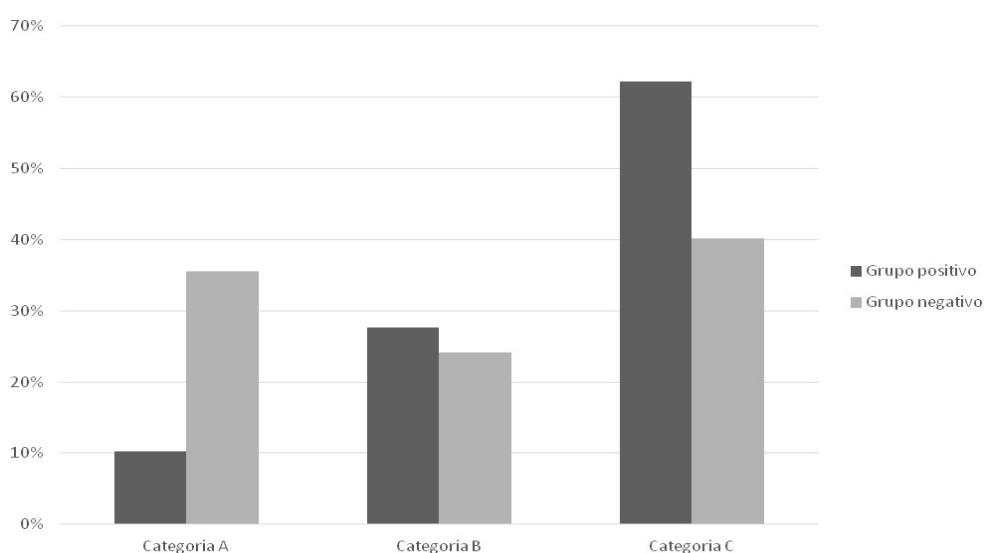
Caracterizada por apresentar respostas consideradas “erradas” do ponto de vista do raciocínio proporcional, os modelos 5, 6 e 7 representam aquelas respostas de natureza matemática e/ou que apresentam o conceito de proporção.

- **Categoria C (composta pelos modelos 8, 9 e 10)**

Caracterizada por apresentar respostas consideradas “certas” do ponto de vista do raciocínio proporcional, os modelos 8, 9 e 10 representam aquelas respostas de natureza matemática e/ou que apresentam o conceito de proporção.

No gráfico 2, a seguir, encontram-se os resultados obtidos em função das categorias dos modelos organizadores aplicados e dos estados emocionais dos participantes. Vejamos:

Gráfico 2: Distribuição dos participantes em função do estado emocional e das categorias de modelos organizadores.



A tendência verificada no primeiro gráfico se confirma no gráfico 2: a maioria das respostas da categoria A pertence aos participantes do grupo negativo (35,5% / n = 342 respostas), enquanto a maioria das respostas da categoria C pertencem ao grupo positivo (62,2% / n = 598 respostas). Curiosamente, na categoria B temos uma maior igualdade entre as respostas dos dois grupos (positivo = 27,6% / n = 266 respostas; negativo = 24,2% / n = 233 respostas).

Esses resultados sugerem-nos algumas reflexões teóricas e metodológicas sobre os processos psicológicos, à luz dos procedimentos por nós adotados. Podemos afirmar que os estados emocionais influenciaram fortemente o tipo de modelo que cada participante aplicou em cada uma dos problemas resolvidos. Vimos como um mesmo problema pode receber tratamentos diferentes e antagônicos, dependendo do estado emocional prévio da pessoa que o resolve. Os resultados sinalizam que, quando estamos tristes, insatisfeitos ou frustrados tendemos a, diante de um problema matemático, rechaçar elementos pertinentes ao raciocínio para o referido problema. Dito de outra forma, nossa análise revelou que determinados estados emocionais podem “bloquear” ou “impedir” a abstração de elementos necessários para a elaboração de uma organização condizente com o raciocínio proporcional exigido.

Os resultados também mostram que a grande maioria dos participantes do grupo positivo usou o raciocínio proporcional para resolver os problemas propostos. Os resultados sugerem que, quando estamos felizes e/ou satisfeitos, tendemos a abstrair e significar os elementos presentes no problema matemático, levando em consideração a sua natureza. Mais ainda, sob um estado emocional positivo, ainda que não atinjamos o resultado esperado, tendemos a atuar com maior “constância” e a buscar estratégias mentais coerentes para se resolver o problema, posto que tendemos a abstrair elementos imprescindíveis para tal fim.

Coerentemente com os pressupostos da teoria dos Modelos Organizadores do Pensamento, constatamos que o estado emocional exerceu grande influência na forma como os participantes resolveram um problema de proporção; os modelos com os quais eles analisaram a situação foram construídos não somente a partir da lógica subjacente às suas estruturas mentais, mas também a partir de seus sentimentos e afetos. E isso nos conduz a duas considerações relevantes.

A primeira diz respeito ao processo de abstração de elementos na elaboração de um modelo organizador. Fazendo uma análise minuciosa de cada um dos modelos identificados, vimos que, além das implicações estabelecidas, a maior diferença entre eles parece estar, especialmente, na abstração (ou não) de elementos presentes nos problemas analisados. Isso nos leva a entender que o estado interno das pessoas tem um papel fundamental no processo de abstração de elementos. Em suma, uma variação no estado emocional pode impedir uma pessoa de abstrair determinados elementos (imprescindíveis) da situação analisada.

A segunda consideração que gostaríamos de fazer diz respeito ao papel da afetividade no funcionamento psíquico. Os resultados sinalizam o papel funcional dos estados emocionais na organização do pensamento matemático. Eles influenciaram de maneira evidente a própria capacidade organizativa do pensamento, com consequências diretas nos raciocínios proporcionais. Disso emerge a necessidade de se pensar um modelo de racionalidade em que os sentimentos e emoções estejam integrados, de forma dialética, aos aspectos cognitivos do pensamento.

## Considerações finais

Os resultados obtidos em nossa pesquisa sinalizam que o paradigma teórico utilizado para analisar as respostas dos participantes desempenha um papel

fundamental para a compreensão do funcionamento psíquico, no caso específico, do raciocínio proporcional. De forma mais concreta, podemos afirmar que, dependendo do paradigma empregado, o raciocínio proporcional é sensível ou não ao estado emocional dos participantes. Isso porque, se as respostas fossem analisadas na perspectiva de Noelting, não teríamos considerado os modelos que compõem a categoria A, cujas organizações fogem dos padrões esperados para uma prova matemática. A teoria dos Modelos Organizadores do Pensamento, os procedimentos e o instrumento empregados nesse estudo permitiram-nos, por meio de processos dinâmicos e complexos, identificar elementos reais ou imaginários nos fenômenos de natureza matemática estudados, apreender os significados atribuídos a esses elementos, bem como compreender as relações e/ou implicações estabelecidas entre estes e outros elementos abstraídos e retidos como significativos (de natureza não-matemática) na organização dos raciocínios proporcionais dos participantes. Tais resultados corroboram os estudos que enfatizam a relevância dos aspectos afetivos no funcionamento psíquico, reiterando a necessidade de compreendermos o campo do pensamento matemático constituído não apenas pelos aspectos cognitivos e estruturais que orientam o raciocínio e o desenvolvimento, mas também por outros aspectos (afetivos, sociais, culturais, etc.). Isso reitera nossa crença de que, para o avanço da compreensão do psiquismo humano, para além de um problema de pesquisa relevante e bem delimitado, é imprescindível adotar modelos teóricos e metodológicos que contemplam e considerem a complexidade do referido problema. Dito de outra forma, é preciso romper velhos paradigmas e buscar novas formas de se compreender a mente humana, sem promover reducionismos ou simplificações.

Pode-se afirmar, também, que, para analisar as complexas relações entre as dimensões afetivas e cognitivas, é necessário superar aqueles paradigmas que postulam a existência de relações disjuntivas entre os dois domínios mentais. Nesse sentido, acreditamos que os resultados dessa pesquisa ajudam a entender um pouco mais sobre a complexidade do raciocínio mental nos processos de aprendizagem. Esse é um caminho que está longe de ser imparcial (o que seria contraditório com o paradigma por nós adotado), mas fruto de nossas escolhas, imbuídas de sentimentos, pensamentos, crenças, etc.

Do ponto de vista educacional, nossos resultados sinalizam a necessidade de incorporarmos, no cotidiano das escolas, o trabalho sistematizado com os sentimentos e emoções, rompendo com aquelas concepções educacionais que fragmentam os campos científico e cotidiano do conhecimento, e as vertentes racional e emocional do pensamento. Pensar, sentir e agir são ações que fazem parte de um *continuum* no funcionamento psíquico do ser humano. Uma proposta educacional que assume essa premissa deve incorporar os conteúdos relacionados à vida pessoal (considerados do âmbito privado) ao trabalho educativo e ao cotidiano escolar, considerando, ao mesmo tempo, as interações afetivas e cognitivas nos processos de construção de conhecimentos. Entendemos que um planejamento didático e pedagógico elaborado segundo essa perspectiva, bem como sua condizente realização no cotidiano das salas de aula, para além de favorecer a formação ética e moral dos estudantes, pode contribuir significativamente para o êxito no processo de ensino e aprendizagem.

## Referências bibliográficas

GARCÍA MADRUGA, J. A.; CARRIEDO, N.; GONZÁLEZ-LABRA. **Mental models in reasoning**. Madrid: UNED, 2000.

- GARCÍA MADRUGA, J. A.; MORENO, S.; CARRIEDO, N.; GUTIÉRREZ, F; JOHNSON-LAIRD, P. N. Are conjunctive inferences easier than disjunctive inferences? A comparison of rules and models. *Quartely Hournal of Experimental Psychology*, 54 A (2), 613 – 632.
- INHELDER, B.; PIAGET, J. **De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent.** Paris: PUF, 1955.
- INHELDER, B.; CELLÉRIER, G. (Orgs.). **O desenrolar das descobertas da criança:** pesquisa acerca das microgêneses cognitivas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.
- JOHNSON-LAIRD, P. M. **Mental models.** Cambridge University Press, 1983.
- MORENO, M.; SASTRE, G.; BOVET, M. LEAL, A. **Conhecimento e mudança:** os modelos organizadores na construção do conhecimento. Campinas/Unicamp; São Paulo: Moderna, 1999.
- MORENO, M; SASTRE, G. **Cómo construimos universos: amor, cooperación y conflicto.** Barcelona: Gedisa, 2010.
- MORENO, M; SASTRE, G. La construcción de sistemas de organización. In J. A.GARCÍA-MADRUGA et. al. (Orgs.). **Construyendo mentes:** ensayos en homenaje a Juan Delval. Madrid: UNED, 2012.
- MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo.** Lisboa: Instituto Piaget, 1991.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.
- NOELTING, G. The Development of Proportional Reasoning and the Radio Concept. Part I. Differentiation of Stages. *Educational Studies in Mathematics*, 217-253, 1980a.
- NOELTING, G. The Development of Proportional Reasoning and the Radio Concept. Part II. Problem Structure at Successive stages. Problem Solving Strategies and the Mechanism of Adaptive Restructuring. *Educational Studies in Mathematics*, 331-363, 1980b.
- NOELTING, G. **Le développement cognitif et le mécanisme l'équilibration.** Chicontimi, Québec: Gaetan Morin Editeur, 1982.
- PIAGET, P. **A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento.** Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1976a.
- PIAGET, J. **Da lógica da criança à lógica do adolescente.** São Paulo: Pioneira, 1976b.
- PIAGET, J. **Aprendizagem e conhecimento.** Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1979.
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança: a metamorfose da ciência.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1984.
- SCHNITMAN, D. (Org). **Novos paradigmas na resolução de conflito.** São Paulo: Artes Médicas, 2003.
- SIEGLER, R.; STRAUSS, S.; LEVIN, I. Developmental sequences within and between concepts. In **Monographs of the society for research in child development**, v. 46, n, 2, pp. 1-84. New Jersey, Ed. Wiley, 1981.

Recebido para publicação em 16-02-17; aceito em 13-03-17