AS ESTRATÉGIAS UTILIZADAS PELOS ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA AO RESPONDEREM QUESTÕES SOBRE NÚMEROS RACIONAIS EM AVALIAÇÕES EXTERNAS EM SÃO PAULO – BRASIL

Rosivaldo Severino dos Santos, Tânia Maria Mendonça Campos
Universidade Anhanguera de São Paulo. (Brasil)
rosivaldo100@ig.com.br, taniammcampos@hotmail.com

Palavras-chave: Avaliação Educacional; Números Racionais; Estratégias
Keywords: Educational Evaluation; Rational Numbers; Strategies

RESUMEN

Neste trabalho apresentamos o rendimento e as estratégias utilizadas por alunos da Rede Estadual de São Paulo/BR ao responderem questões sobre números racionais em avaliações externas, particularizando o SARESP/Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo. Tomamos como aporte teórico a Teoria dos Campos Conceituais, segundo a qual, o conhecimento de determinado conceito não deve ser considerado isoladamente, mas sim como inserido dentro de um campo conceitual, relacionando-se com outros conhecimentos. A pesquisa foi realizada em 04 turmas do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da Rede Estadual de São Paulo, perfazendo um total de 108 alunos, com idade média de 14 anos. Os resultados apontam que os alunos apresentam mais dificuldades ao lidar com quantidades discretas. Quanto às estratégias utilizadas pelos estudantes, observamos que para resolver um mesmo item os mesmos se utilizam de diferentes estratégias.

ABSTRACT

In this paper, we present yield and strategies used by students from São Paulo's Estadual Public School when answering questions about rational numbers, mainly those proposed for São Paulo State Educational Evaluation System. We took as theoretical framework the Conceptual Fields Theory whereby the knowledge of a certain concept should not be considered in an isolated way, but as part of a broader conceptual field, linking it to other knowledge. The survey was conducted in 04 classes in 9th grade of elementary school to a public school in Sao Paulo State Network, a total of 108 students with a mean age of 14 years. The results indicate that students have more difficulties in dealing with discrete quantities than with the continuous ones. In our analysis, we have observed that students use different strategies to respond the same item.

Introdução

Este trabalho tem como objetivo analisar o rendimento e as estratégias utilizadas por alunos da Rede Pública do Estado de São Paulo ao responderem questões de avaliações externas sobre números racionais, particularizando o SARESP/Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo. O SARESP é aplicado ao término dos terceiros, quintos, sétimos e nonos anos do Ensino Fundamental, bem como na terceira série do Ensino Médio. Essa prova avalia anualmente as disciplinas Língua Portuguesa e Matemática e, anual e alternadamente, as áreas de Ciência da Natureza (Ciências, Física, Química e Biologia) e Ciências Humanas (História e Geografia). A matriz de referência para avaliação do SARESP em Matemática é composta por quatro eixos que são: Números, operações, funções; Espaço e forma; Grandezas e medidas e Tratamento da informação. Cada eixo é composto por três grupos de competências para: observar; realizar; e compreender.

Tomamos como objeto de estudo os Números Racionais, em virtude de que nas últimas avaliações do SARESP, os itens referentes aos descritores relacionados a este componente curricular têm apresentado um baixo rendimento por parte dos alunos. Pesquisas no âmbito da Educação Matemática (Kerslake, 1986; Campos, Jahn, Leme da Silva y da Silva, 1995; Nunes, Bryant, Pretzlik y Hurry, 2003; Garcia Silva, 2007; Cardoso y Mamede, 2009; Santos, 2011; Campos, 2011; Canova, 2013;) apontam dificuldades encontradas por alunos e professores. Essas dificuldades são refletidas nos resultados das avaliações externas realizadas nos nossos sistemas de ensino, os quais são divulgados oficialmente tanto pelo Ministério da Educação – avaliação nacional – quanto pelos estados que possuem seus próprios sistemas de avaliações.

A partir desses dados, realizamos a investigação com itens referentes ao conteúdo de Números Racionais, cujo objetivo foi identificar o rendimento e as estratégias que os alunos concluintes do Ensino Fundamental mobilizam ao responderem a esses itens.

Fundamentação teórica

A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1991) oferece uma estrutura que possibilita estudar as filiações e rupturas entre conhecimentos e as relações existentes entre os conceitos. Um campo conceitual é o conjunto de situações, cuja compreensão necessita do domínio de vários conceitos de naturezas diferentes, de seus invariantes e de um conjunto de representações simbólicas.

O desenvolvimento de um campo conceitual requer que o pesquisador veja um conceito como sendo formado por uma terna de três conjuntos (S, I, R), onde S é um conjunto de situações que tornam o conceito significativo; I é um conjunto de invariantes (objeto, propriedades e relações) que podem ser reconhecidas e usadas pelo sujeito para analisar e dominar essas situações e R é um conjunto de representações simbólicas que podem ser usados para pontuar e representar as situações e os procedimentos para manipulá-los.

Para o estudo de um campo conceitual é preciso considerar que existe uma série de fatores que influenciam e interferem na formação e no desenvolvimento dos conceitos e que o conhecimento conceitual deve existir no interior de situações-problema. É por meio das situações e dos problemas a resolver que um conceito adquire sentido para o sujeito.

Podendo, assim, existir duas classes de situações, na primeira o sujeito dispõe em seu repertório, em um dado momento de seu desenvolvimento, das competências necessárias ao tratamento relativamente imediato da situação; na segunda classe, o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias, o que o obriga a um tempo de reflexão, a hesitações, a tentativas frustradas que o leva eventualmente ao sucesso ou ao fracasso.
Segundo Vergnaud as competências e concepções são adquiridas pela criança por meio da formação de esquemas. Os esquemas são os procedimentos, os invariantes e as condutas organizadas por regras de ações sobre uma classe de situações dadas, isto é, a forma estrutural de atividade e está acompanhado de um teorema-em-ação ou de um conceito-em-ação. O conceito-em-ação é um invariante operatório com suas propriedades e definições; quando são manifestados, geralmente são explícitos. Os teoremas-em-ação aparecem de modo intuitivo e, na maioria das vezes, são implícitos. Estão relacionados com as estratégias utilizadas pelo sujeito no momento de solucionar situações-problema, sem que ele consiga explicitá-los ou justificá-lo.

■ Procedimentos metodológicos

Inicialmente, procedemos a um levantamento dos itens do SARESP no eixo de Números e Operações, referentes aos números racionais. A partir desses itens e dos descritores da matriz de referência do SARESP no que diz respeito aos números racionais e dos boletins pedagógicos divulgados pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, elaboramos um instrumento com dez itens espelho, sendo quatro de reconhecimento de fração na ideia de parte de um todo com quantidades contínuas e dois com quantidades discretas, dois relativos à representação de números racionais na reta numérica e dois sobre equivalência de frações.

Posteriormente realizamos a pesquisa em quatro turmas do 9º ano do Ensino Fundamental de uma Escola da Rede Estadual de São Paulo, perfazendo um total de 108 alunos. As análises dos resultados serão feitas com a contribuição da Teoria dos Campos Conceituais, pois segundo Vergnaud (1990) é por meio das situações e dos problemas a resolver que um conceito adquire sentido para o sujeito.

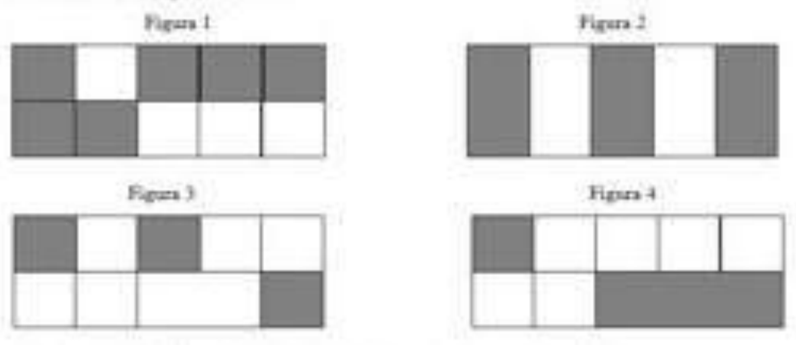
Apresentaremos neste artigo os resultados das análises de dois itens do instrumento de pesquisa que tratam do significado parte-todo com quantidades contínuas e dois com quantidades discretas.

■ Análise e discussão dos resultados

O item 01 trata da relação parte-todo com quantidades contínuas, no qual o tamanho das partes não é igual em todas as figuras. O aluno necessita perceber previamente a identificação de uma unidade, a realização de divisões e ter ideia da conservação da área para que possa fazer o ajustamento do tamanho das partes e posteriormente responder a questão.

Figura 1. Primeiro item do instrumento de pesquisa.

Item 01 – Observe as figuras abaixo:



A parte sombreada pode ser representada pela mesma fração nas figuras:

a) 1 e 3 b) 2 e 3 c) 1 e 2 d) 3 e 4

Após fazer o ajustamento do tamanho das partes deverá encontrar a fração correspondente para cada figura, ou seja, ou seja, $\frac{6}{10}, \frac{6}{10}, \frac{3}{10}$ e $\frac{4}{10}$ respectivamente para as figuras 1, 2, 3 e 4 e através do invariante operatório equivalência, responder a questão, identificando as figuras 1 e 2 como as que podem ser representadas pela mesma fração. Segundo Vergnaud (1990), o reconhecimento de invariantes operatórios é a chave da generalização do esquema.

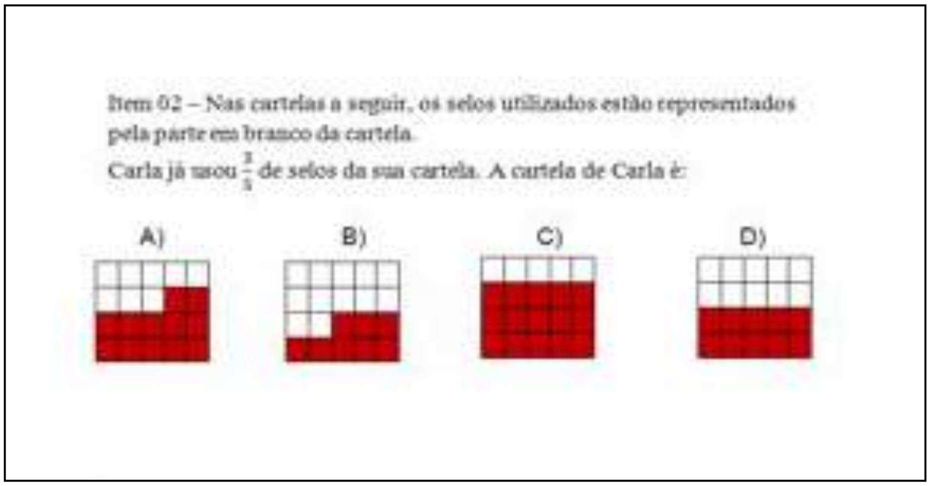
Apenas 26,9% dos alunos acertaram este item, entretanto, chama atenção à quantidade de alunos que assinalaram a alternativa (B), 44,4%, que relaciona as figuras 2 e 3. Analisando os protocolos dos alunos observamos que parte dos que escolheram essa alternativa, justificaram suas respostas afirmando que as figuras apresentavam a mesma quantidade de partes pintadas, sem considerar o tamanho dessas partes.

Esses alunos demonstram que não dominam o invariante equivalência das frações, uma vez que não conseguem perceber que a figura está dividida em partes desiguais e portanto têm representações fracionárias diferentes. Merlini (2005), em pesquisa realizada com alunos de 5ª e 6ª séries do Ensino Fundamental identificou a estratégia que ela categorizou como desprezo da conservação de área, na qual o aluno não considera a conservação da área dividida. Com relação aos itens (A) que 10,2% dos alunos escolheram e (D) que 16,7% dos estudantes marcaram, não encontramos nos protocolos dos estudantes justificativas para essas escolhas.

Apresentamos a seguir o item 02 do instrumento de pesquisa, no qual a quantidade contínua está dividida em partes iguais. Entretanto, o que é solicitado no comando do item poderá levar o aluno ao erro, uma vez que a quantidade de selos utilizados que deverá representar o numerador da fração está representada pela parte em branco e Nunes y Bryant alertam que:

Uma forma comum de apresentar as crianças às frações é mostrar-lhes todos divididos em partes, alguns dos quais distinguidos do resto, por exemplo, pintado. As crianças são informadas que o número total de partes é o denominador, então, o número de partes pintadas é o numerador. Esta introdução, junto com alguma instrução sobre algumas poucas regras para calcular, permite que as crianças transmitam a impressão de que sabem muito sobre frações (1997, p. 191).

Figura 2: Segundo item do instrumento



Neste item, 41,7% dos alunos acertaram a questão (B), entretanto o que nos chama atenção é o número de alunos que marcaram o distrator da alternativa (A), ou seja, 25% dos estudantes. Analisando os protocolos respondidos pelos estudantes, observamos que parte dos que marcaram a alternativa (A) justificaram as suas respostas alegando que $\frac{3}{5}$ do total de selos da cartela correspondiam a 12, ou seja, esses alunos conseguiram encontrar a quantidade de selos utilizados, mas não observaram que estes estavam representados pela parte em branco da figura, o que pode estar associado a observação de Nunes y Bryant (1997), ou seja, os alunos naturalizam a leitura de figuras.

Salientamos que este item foi divulgado em um boletim pedagógico da Secretaria de Educação e utilizamos o mesmo literalmente. Com relação aos itens (C) que 23,1% dos alunos escolheram como resposta e (D) com 6,5% dos estudantes, não foram encontradas justificativas para essas respostas.

O item a seguir aborda o significado parte-todo com quantidade discreta e o aluno poderia resolvê-lo por um processo de dupla contagem, em que o número de quadradinhos pintados seria o numerador e o total de quadradinhos de cada alternativa seria o denominador, devendo em seguida simplificar a fração encontrada para chegar aos $\frac{2}{3}$.

Figura 3: Terceiro item do instrumento de pesquisa.

Item 03 – Em qual das figuras abaixo o número de quadradinhos pintados representa $\frac{2}{3}$ do total de quadradinhos?

a) ■ ■ □ □ □ □

b) ■ ■ ■ □ □ □

c) ■ ■ ■ ■ □ □

d) ■ ■ ■ ■ ■ □

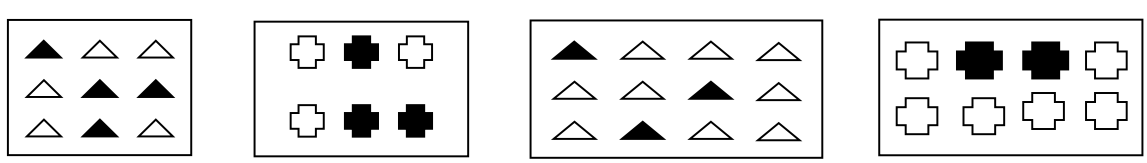
Neste item, apenas 19,4% dos alunos pesquisados respondeu corretamente o que foi solicitado no comando do item (C), o que é um dado preocupante. Entretanto, o que nos chama atenção é o fato de 38,9% dos alunos terem assinalado o distrator constante na alternativa (A) que possui dois quadradinhos pintados e 18,5% o distrator constante na alternativa (B) que tem três quadradinhos pintados. Analisando os protocolos respondidos pelos alunos, observamos que parte desses estudantes justificaram suas respostas por associarem o número de quadradinhos pintados ao numerador (2) ou ao denominador (3) da fração constante no comando do item.

O próximo item trata do invariante equivalência com quantidades discretas e o aluno necessita fazer a relação de equivalência entre duas figuras, onde não é dado um número fracionário no comando do item. Segundo Vergnaud (2009, p. 213), “a forma pela qual as informações são apresentadas tem, naturalmente, um papel na complexidade dos problemas”.

Figura 4: Quarto item do instrumento de pesquisa.

Item 04 – Observe a parte sombreada nas seguintes figuras.

Figura 1 Figura 2 Figura 3 Figura 4



A parte sombreada pode ser representada pela mesma fração nas figuras:

a) 1 e 3 c) 2 e 4
b) 2 e 3 d) 3 e 4

Neste item apenas 20,4% dos alunos marcaram corretamente o gabarito (D), entretanto devemos observar a quantidade de alunos que marcaram o distrator constante na alternativa B, ou seja, 59,3%. Analisando os protocolos dos estudantes, observamos que parte desses alunos justificaram suas respostas pelas duas figuras terem a mesma quantidade de partes sombreadas, sem levar em consideração o total de elementos constantes em cada figura. Com relação às alternativas (A) e (B) que 9,3% dos alunos escolheram cada uma dessas opções não encontramos nos protocolos dos estudantes justificativas para essas respostas.

Na seção seguinte apresentamos as nossas considerações para este estudo que teve como objetivo analisar o rendimento e as estratégias utilizadas por alunos da Rede Pública do Estado de São Paulo ao responderem questões de avaliações externas sobre números racionais, particularizando o SARESP/Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo.

Considerações

Podemos observar que, quando se trata representação fracionária associada a quantidades contínuas, dependendo de como são apresentadas as figuras nos itens, os resultados apresentados podem ser diferentes. Um fato a ser observado na tabela 01 a seguir é que quando a quantidade contínua está dividida em partes desiguais, o aluno apresenta mais dificuldade e, consequentemente, o número de acertos é menor do que quando a figura está dividida em partes iguais. Segundo Vergnaud (2009) no geral, a complexidade cresce no interior de uma mesma classe de problemas e podemos observar que a forma como as figuras são apresentadas pode aumentar a complexidade do item, bem como o que é solicitado no comando do item também pode contribuir para o aumento dessa complexidade.

Tabela 01: Resultados dos itens com quantidades contínuas

Item	Frequência	% acertos
Item 01	48	26,9
Item 02	45	41,7

A tabela 02 a seguir mostra os resultados dos itens 03 e 04 que tratam de quantidades discretas. Observamos que quando a representação fracionária é associada à quantidade discreta, os estudantes participantes deste estudo apresentam mais dificuldades, o que é refletido nos resultados dos itens apresentados.

Tabela 02: Resultados dos itens com quantidades discretas.

Item	Frequência	% acertos
Item 03		19,4
Item 04		20,4

Os resultados mostram que, apesar dos alunos participantes deste estudo estarem concluindo o Ensino Fundamental, os mesmos apresentam dificuldades ao encontrarem situações envolvendo o conceito de fração (**referente**), na sua forma fracionária ou pictórica (**significante**) para se apropriar dos invariantes das frações, que são ordem e equivalência (**invariantes**).

Com relação às estratégias utilizadas pelos estudantes ao responderem os itens do instrumento de pesquisa, observamos que não houve regularidade no uso das mesmas, uma vez que identificamos o uso de estratégias diferentes para tentar resolver uma mesma questão, bem como o uso da mesma estratégia em questões com significados diferentes, resultado observado também por Merlini (2005) e Santos (2011).

Por fim, ressaltamos a importância do papel do professor como educador matemático e a necessidade do mesmo ter acesso às estratégias utilizadas pelos alunos nas avaliações de larga escala, para que, a partir dessas informações, possa repensar a sua prática de sala de aula. De posse dessas informações, o professor poderá discutir essas estratégias com os alunos, para, como afirma Vergnaud, ajudá-los a transformar conhecimento intuitivo em conhecimento explícito.

■ Referências Bibliográficas

Campos, T., Jahn, A. P., Leme da Silva, M. C. e da Silva, M. J. (1995). *Lógica das equivalências*. Relatório de pesquisa não publicado, Pontífice Universidade Católica de São Paulo, Brasil.

Campos, T. M. M. (2011). Sobre ensino e aprendizagem de frações. In: *XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática*, Recife.

Canova, R. F. (2013). *Um estudo das situações parte-todo e quociente no ensino e aprendizagem do conceito de fração***.** Tese de Doutorado não publicada, Universidade Bandeirante Anhanguera de São Paulo, Brasil.

Cardoso, P., y Mamede, E. (2009). *Considerações sobre o ensino-aprendizagem do conceito de fração à luz de um estudo com alunos 6º ano do ensino básico*. Recuperado em 12 de março de 2011, de http://www.educcion.udc.es/grupos/ gipdaedocumentos/congresso/Xcongresso/pdfs/t17/t17c211.pdf

Garcia Silva, A. F. (2007). *O desafio do desenvolvimento profissional docente*: Análise da formação continuada de um grupo de professores das séries iniciais ensino fundamental, tendo como objeto de discussão o processo de ensino e aprendizagem das frações*.* Tese de Doutorado não publicada, Pontífice Universidade Católica de São Paulo, Brasil.

Kerslake, D. (1986). *Fractions: children's strategies and errors*: a report of the strategies and errors in secondary mathematics project. Windsor: NFER – Nelson.

Merlini, V. L. (2005). *O conceito de frações em seus diferentes significados*: um estudo diagnóstico com alunos de 5ª e 6ª séries do Ensino Fundamental. Dissertação de Mestrado não publicada, Pontífice Universidade Católica de São Paulo, Brasil.

Nunes, T., y Bryant, P. (1997). *Crianças fazendo matemática.* Porto Alegre: Artes Médicas.

Nunes, T., Bryant, P, Pretzlik, U. e Hurry, J. (2003). *The effect of situations on children´s understanding of fractions***.** Trabalho presented no encontro da British Society for Research on the Learning of Mathematics, Oxford, Reino Unido.

Santos, R. S. (2011). *Analisando as estratégias utilizadas pelos alunos da Rede Municipal do Recife na resolução de questões do SAEPE sobre números racionais*. Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

Vergnaud, G. (1990a) La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, *10*(23), 133-170.

Vergnaud, G. (1991). A teoria dos campos conceituais. *Recherches em didactique des Mathématiques*, 10(23), 155-191.

Vergnaud, G. (2009). *A criança, a matemática e a realidade.* Curitiba: Ed. Da UFPR.