JOGOS DE LINGUAGEM DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO NA RESOLUÇÃO DE POTÊNCIAS COM BASE RACIONAL E EXPOENTE NEGATIVO

Walter Aparecido Borges, Maria Helena Palma de Oliveira
Universidade Anhanguera de São Paulo. (Brasil)
w53borges@gmail.com, mhelenapalma@gmail.com

Palavras chave: jogos de linguagem, expoente negativo, potências
Key words: language games, negative exponent, powers

RESUMO
O trabalho apresenta os processos de linguagem de alunos de 1º ano do Ensino Médio de escola pública de São Paulo na resolução de atividades de divisão de frações, como condição para a aprendizagem de potências com base racional (frações) e expoente negativo, necessária para o entendimento de função exponencial. O diálogo entre os alunos no processo de resolução evidenciou o uso de jogos de linguagem como recurso na superação de dúvidas, ou como prática de resolução baseada em tecnicismo, o que expôs a falta de conhecimento teórico necessário para a efetiva aprendizagem.

RESUMEN
El artículo presenta los procesos de lenguaje de estudiantes de 1º año de secundaria en las escuelas públicas de la ciudad de São Paulo en la solución de actividades de división de las fracciones como condición para aprendizaje de potencias con exponentes negativos y base racional (fracciones), necesarios para la comprensión de la función exponencial. El diálogo entre los estudiantes en el proceso de resolución demuestra el uso de juegos de lenguaje como recurso en la superación de las dudas, o como práctica basada en tecnicismo, que expuso la falta de conocimientos teóricos necesarios para la resolución de un aprendizaje efectivo.

ABSTRACT
The article presents the processes of language from students of 1st year high school in the public schools of the city of Sao Paulo in the solution of fractions' division activities as a condition for learning powers of negative exponents and rational basis (fractions), necessary for the understanding of the exponential function. The dialogue between the students in the process of resolution demonstrates the use of language games as a resource in overcoming the doubts, or as practice based on technicality, that exposed the lack of theoretical knowledge required for the resolution of an effective learning.

Introdução

Neste trabalho, alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública da zona norte de São Paulo, participantes da nossa pesquisa, desenvolveram atividades de divisão de frações, como condição para a resolução de potências com base racional $\frac{2}{3}$ e expoente negativo, necessária para o entendimento da função exponencial f(x) = $\left(\frac{2}{3}\right)^x$.

Com este trabalho, pretendemos descrever e caracterizar os processos de linguagem presentes nos discursos de um grupo de alunos de 1º ano de Ensino Médio de escola estadual da cidade de São Paulo. Considera-se que o entendimento desses processos pode elucidar aspectos da aprendizagem matemática e do desenvolvimento dos participantes.

As manifestações presentes nas articulações entre a linguagem oral, escrita e gestual dos participantes nas atividades que envolvem a resolução de conteúdos matemáticos básicos para a aplicação em funções exponenciais e logarítmicas, permitem compreender as possibilidades e limitações cognitivas desses participantes. Essas manifestações podem expressar erros conceituais, práticas de resolução destituídas de significado matemático, relações de poder e, também, os processos de formação de conceitos científicos baseados no uso da técnica e da teoria matemática.

Nas figuras 1a e 1b a seguir, uma aluna participante explicava a resolução da expressão $\left(\frac{2}{3}\right)^{-1}$.

Figuras 1a e 1b. Explicação da aluna sobre a resolução de $\left(\frac{2}{3}\right)^{-1}$ **.**

Fonte: arquivo pessoal.

Para esta pesquisa, buscamos estudar os processos de linguagem presentes nas atividades de matemática. Um texto de matemática, que pode ser escrito com clareza, seguindo princípios pedagógicos, exige, para a sua interpretação, que o leitor tenha conhecimentos retrospectivos. Buscamos investigar os processos de linguagem nas falas dos participantes da pesquisa, que se propuseram a resolver e entender a divisão entre frações, um saber matemático esperado para alunos de 1º ano de Ensino Médio, na resolução de potências com base racional e expoente negativo, com base nos jogos de linguagem (Wittgenstein, 1999).

Referencial teórico

Wittgenstein define jogos de linguagem como uma analogia que ilustra o modo múltiplo e diversificado da linguagem. Essa multiplicidade pode ser exemplificada por meio de muitas ações como:

> Comandar e agir segundo os comandos, descrever um objeto segundo a aparência ou conforme medidas, produzir um objeto segundo um desenho, relatar um acontecimento, conjeturar sobre o acontecimento, expor uma hipótese e prová-la, apresentar os resultados de um experimento por meio de tabelas e diagramas, inventar uma história; ler, representar teatro, cantar uma cantiga de roda, resolver enigmas, inventar uma anedota; contar, resolver um exemplo de cálculo aplicado, traduzir uma língua para outra, pedir, agradecer, maldizer, saudar, orar (Wittgenstein, 1999, p. 35).

O significado da palavra, de acordo com Wittgenstein é o seu uso na linguagem e esse uso é que permite a construção de sua significação. Na perspectiva de Wittgenstein, os jogos de linguagem resultam de uma interação social, com a participação dos sujeitos em interação dialógica, usando a linguagem como atividade ou como forma de vida. Surgem a partir das muitas necessidades que um determinado grupo social possui e é essa necessidade social que determinará a constituição e a função do mesmo (Santos e Nascimento, 2010).

No contexto dos jogos de linguagem, a interação ocorre entre os sujeitos que usam a linguagem em uma situação real e nessa situação os significados são construídos permitindo a cada um dos sujeitos a possibilidade de ter suas ações orientadas pela fala do outro. Não existe jogo de linguagem vazio, isto é, o ser humano não produziu um conjunto de regras linguísticas autossuficientes que se prestassem apenas à apreciação e à análise por meio de algum sistema lógico-formal.

Interferem na significação o tom de voz, a expressão facial e outros aspectos envolvidos na construção do sentido. A palavra isolada pode ser analisada sob o ponto de vista lógico-formal, mas a sua compreensão como parte de um jogo de linguagem específico não ocorre dessa forma. O contexto do uso é que determina o sentido específico e esse sentido é construído pelo jogo de linguagem inserido no interior de uma situação histórico-social concreta (Santos e Nascimento, 2010).

Para Gottschalk (2004), que estudou a natureza do conhecimento matemático sob a perspectiva de Wittgenstein, esse uso da palavra é *ensinado*. Nesse caso, cabe destacar que para a autora o *ensinado* não comporta apenas a ação planejada para o ensino, pode ser uma ação não intencional do outro.

Para ela, não há como adivinhar o uso da palavra com base na experiência ou na descoberta. O ensino ostensivo das palavras é um importante item da atividade educacional porque estabelece uma regra para o uso dessa palavra. Como seria o aprendizado do nome de uma sensação? A autora dá como exemplo a palavra “dor”, no caso de uma criança se machucar e chorar. Se imaginarmos um adulto que se aproxime e pergunte: “está sentindo dor?”, esse adulto estará dizendo à criança que o que ela está sentindo é “dor”, introduzindo esse termo.

De acordo com Wittgenstein, denominar e descrever não se encontram, na verdade, em um único nível: o denominar é uma preparação para a descrição. O denominar não é ainda nenhum lance no jogo da linguagem, – tampouco como colocar uma peça de xadrez no lugar não é um lance no jogo de xadrez.

Pode-se dizer: ao se denominar uma coisa nada está ainda feito. Ela não tem nome, a não ser no jogo (Wittgenstein, 1999).

O gesto ostensivo é um instrumento da língua que permite formar uma ligação (interna) entre uma palavra que dizemos e um objeto apontado por nós. Mas é possível imaginar outro momento da vida no qual esse gesto tenha significado diferente. É o jogo de linguagem no qual esse gesto está inserido que vai determinar o significado.

Assim, a expressão "jogo de linguagem" destaca o papel que as nossas formas de vida apresentam no uso das palavras. Todo jogo de linguagem abarca uma gramática dos usos, os quais estão amarrados em uma *práxis*, em uma forma de vida. Dessa maneira, a ligação semântica entre a linguagem e a realidade não é uma função apenas de regras que governam a linguagem, mas uma função dos próprios jogos de linguagem. Jogos de linguagem têm prioridade sobre as regras e com esse conceito Wittgenstein esclarece como atribuímos significados às nossas palavras: estas só adquirem significado quando operamos com elas dentro de um jogo de linguagem, de acordo com Wittgenstein; o jogo é um todo formado pela linguagem e pela atividade com a qual se entrelaça (Gottschalk, 2004).

Conforme Gottschalk (2004), não é possível descrever os objetos da matemática da mesma forma que se podem descrever os objetos de natureza empírica. Se quisermos introduzir o conceito de triângulo, precisamos recorrer a várias formas triangulares como elementos de apresentação e estas passam a servir como regras para o uso da palavra triângulo. Constituído o conceito, este não tem mais a necessidade de outras formas triangulares para que tenha significado e possa ser usado. Dessa forma, definir o triângulo como "um polígono de três lados" não é descrever um triângulo – tal proposição define o que é um triângulo.

Fica assim estabelecido um vínculo interno entre conceitos, a definição de um símbolo é somente uma regra para o seu uso. Compreender a palavra "triângulo" é o mesmo que obter o conhecimento da regra de utilização dessa palavra e não a percepção do que é triângulo (Gottschalk, 2004).

Segundo Gottschalk (2004), ao aprender o significado de uma palavra pode-se obter uma regra ou um conjunto de regras que rege o seu uso dentro de um ou mais jogos de linguagem. Essa ideia traz consequências para a educação, como a que não faz sentido ensinar a essência do significado de uma palavra sem levar em conta seus diversos usos. Contudo, segundo Gottschalk (2004), matemática não é a nossa primeira língua a ser aprendida. Nossa forma de vida cotidiana não é feita de demonstrações de teoremas ou operações com objetos matemáticos, à maneira que nos sentamos em cadeiras ou utilizamos copos para beber água.

Wittgenstein (1987) fala sobre proposição matemática, em contraste com uma crença. Como exemplo, afirma que não se pode acreditar numa regra em um jogo de xadrez para o ataque de uma torre, mas no que a regra manda fazer. Ou seja, não importa a crença, mas o comando da regra. Segundo ele, não podemos dizer que a série natural dos números, assim como a nossa linguagem, são verdadeiras ou falsas, mas úteis, acima de tudo, são utilizadas.

Nesta pesquisa, a teoria de Wittgenstein é a base teórica para a análise dos processos de linguagem dos participantes. O significado da palavra em uso possibilita interpretar a compreensão do seu sentido entre os interlocutores e identificar características importantes nos processos de linguagem, representando processos cognitivos de formação de conceitos.

■ Método

Os dados para este trabalho foram obtidos de gravações com alunos de primeiro ano do Ensino Médio (EM) de uma escola pública estadual da periferia da zona norte da cidade de São Paulo (idade média: 15 anos). As atividades foram realizadas fora do horário de aula e os participantes foram convidados a colaborarem voluntariamente. Questões específicas foram selecionadas e apresentadas para resolução. Selecionamos para o estudo questões relacionadas com funções exponenciais e logarítmicas. Essas atividades, relativas ao terceiro bimestre do primeiro ano do EM, foram adaptadas do Caderno do Aluno (São Paulo, 2008) As gravações foram organizadas em intervalos significativos, que chamamos de episódios de ensino.

Os alunos foram divididos em grupos e as atividades foram realizadas após o horário das aulas normais. Cada aluno recebeu um texto para ser lido inicialmente em silêncio e depois em voz alta. O objetivo da leitura em voz alta era fazer com que os alunos passassem a discutir as atividades entre si. A disposição dos grupos na sala de aula foi espontânea, os alunos ocuparam os espaços de acordo com a sua escolha.

■ Análise e discussão

Como vimos, os alunos desenvolveram atividades de divisão de frações, como condição para a resolução de potências com base racional $\frac{2}{3}$ e expoente negativo, necessária para o entendimento da função exponencial f(x) = $\left(\frac{2}{3}\right)^x$. Uma aluna participante explicou a resolução da expressão $\left(\frac{2}{3}\right)^{-1}$. Apresenta-se, para análise, as falas dos participantes (K e LT) e o pesquisador (P):

> [1] P: *E como é que viu? Por que multiplicou em "x" e deu $\frac{3}{2}$? O que você multiplicou primeiro?*
> [2] K: *O 1 pelo 3 e o 2 pelo1.*
> [3] P: *E por quê?*
> [6] K, gesticulando, girando os braços, diz algo incompreensível, que segundo ela mesma, significava inverter.
> [7]LT: *Por que o um vem primeiro.*
> [8] P: *Porque o 1 está em cima?*
> [9] LT: *Não! Porque o 1 vem na frente. Essa que é a dúvida. P, qual a gente faz primeiro?*
> [13] K, oscilando a mão sobre os parênteses já grafados no quadro: *Porque estão nos parênteses, assim.*

[14] LT: *K, ele tá perguntando assim ó! Você fez 1 vezes 3 e deu 3, e 2 vezes 1 deu 2. Se você fizesse 2 vezes 1 daria 2.*

Nessa situação, é possível que a voz de K tenha sido influenciada por conhecimentos matemáticos das práticas de resolução de atividades de anos escolares anteriores, em grande parte repetitivas e mecânicas. A fala de K pode também ter sido orientada pelas regras dos jogos de linguagem presentes, que decorria da discussão sobre a divisão de frações, no momento da explicação, baseando-se na orientação espacial da posição dos números $\frac{1}{2} \text{ x } \frac{1}{3}$.

"*O um pelo três e o dois pelo um*" indica a orientação de sentido como se fosse: multiplique o número *um*, numerador da fração um meio, pelo número *três*, denominador da fração um terço e depois multiplique o número *dois*, denominador da fração um meio, pelo número *um*, numerador da fração um terço, pois K propunha multiplicar segundo uma orientação "em x".

K evidencia, ao se expressar, que o conceito de divisão de frações nesse momento dos diálogos ainda está em formação, buscando mediações com os seus conhecimentos anteriores. No entanto ainda não se pode afirmar que esse momento do processo encaminhará a aluna para entendimento matemático da resolução deste tipo de atividade.

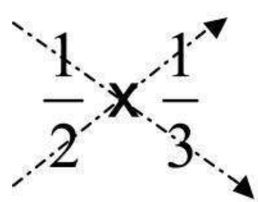
Essa resposta motivou P a avaliar a compreensão de K, ao perguntar em [3]: "*E por quê?*" Para P estava explícito o recurso usado por K na tentativa de resolução da divisão entre as duas frações, a multiplicação em "x", um recurso mecânico, que foi provavelmente memorizado por repetição, dissociado da compreensão do conceito matemático envolvido nessa divisão.

A pergunta de P revela um desacordo entre a resposta de K e a fala interior de P. Para ele, que se aproxima mais do saber matemático associado à resolução da divisão de frações, a explicação é ambígua, pois admite contraexemplos para o caso da "multiplicação em x".

Nesses mesmos jogos de linguagem, com as mesmas regras, é possível uma interpretação dessa fala de K com outro resultado, com outros modos de uso, "ainda que seja multiplicando em x", bastando para isso inverter as posições dos produtos obtidos. Ao que parece, para K, o conceito científico associado à divisão de frações ainda não se formou, os conhecimentos anteriores de K parecem não servir de mediadores, pois ela usa estratégias mecanicistas, tecnicistas.

A participante K gesticulou com os braços, girando-os sobre as frações escritas no quadro, como se quisesse iniciar um giro em uma das frações diante da expressão em [6], tentando explicar porque multiplicou 1x3, em sua multiplicação "em x", mostrada na figura 2 a seguir:

Figura 2. Multiplicação em x.



Fonte: Arquivo pessoal

Para P existiam outras possibilidades de multiplicação com as frações, isto é, multiplicação habitual dá como resultado $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$; as outras possibilidades podiam apresentar resultados diferentes como $\frac{2x1}{1x3}$, já que não havia uma ordem explícita para a escolha dos fatores a serem multiplicados e, por exemplo, em uma suposta multiplicação "em x", o resultado $\frac{2}{3}$ estaria incorreto. Essas outras possibilidades mostram ambiguidade no processo de resolução, por isso não tem fundamento matemático.

"O tecnicismo mecanicista procura reduzir a Matemática a um conjunto de regras e algoritmos, sem grande preocupação em fundamentá-los ou justificá-los" (Fiorentini, 1995, p. 3). Notamos os outros componentes não verbais dos jogos de linguagem nas respostas de K, que se revelaram nos gestos, expressões faciais, olhares, pausas, hesitações, silêncios e sorrisos.

A resposta de K, era até certo ponto esperada, dadas as circunstâncias da elaboração da atividade. Considerando que essa elaboração não foi feita isoladamente por K, mas em conjunto com os demais participantes, podemos conjecturar que a resolução fluiu por meio dos jogos de linguagem constituídos, ou seja, os modos de uso da linguagem orientaram-na. As condições de produção da fala de K e dos participantes possibilitaram o desenvolvimento dessa resolução por meio da multiplicação em "x".

As falas dos alunos podem ser tomadas como importante fonte de realimentação da prática pedagógica que o professor pode desenvolver. As dúvidas reveladas nas falas sobre a resolução da divisão de frações possibilitaram que P assumisse uma postura que procurava resgatar conhecimentos anteriores desses alunos.

A orientação dos algarismos para a multiplicação fez com que os participantes se confundissem, pois sem o apoio da técnica necessária à divisão de frações, corre-se o risco de se inverter a orientação. Os alunos buscaram a resolução por meio de uma estratégia tecnicista com o uso de uma metáfora espacial, indicando a operação de multiplicação e procedendo a multiplicação cruzada, em "x", sem o apoio da base algébrica como teoria e técnica de resolução, o que evitaria um resultado incorreto.

As análises dos processos de linguagem presentes no episódio indicaram a precariedade dos conhecimentos matemáticos retrospectivos dos alunos para que pudessem dar conta da resolução das atividades. A forma mecânica de resolver $\left(\frac{2}{3}\right)^{-1} = \frac{3}{2}$ isto é, simplesmente inverter a fração por imitação, sem a compreensão matemática do porquê dessa inversão revelou que não foi possível o avanço no entendimento da aluna e nem dos demais participantes do grupo na construção desse conceito

■ Considerações finais

Neste trabalho, as análises dos processos de linguagem expressos na resolução de uma divisão de fração expuseram a falta de conhecimentos matemáticos retrospectivos dos alunos na atividade proposta. Os processos de linguagem também indicaram uma motivação, presente nos demais episódios, na direção do conhecimento, quando os participantes tentavam explicar mesmo que de forma incompleta ou equivocada a resolução das atividades.

Cabe lembrar que esses conhecimentos devem ser trabalhados nos primeiros anos do Ensino Fundamental II, que vai da 5ª até a 8ª série, ou do 6º até o 9º ano, e que também devem ser desenvolvidos nas séries seguintes, para que não representem uma barreira aos alunos para aprendizagem de funções no 1º ano EM. Sem dúvida, essa aprendizagem é uma abordagem inicial ao conceito de funções, mas conceitos como continuidade, crescimento, decrescimento, transformações, acabam sendo prejudicados pois os alunos, geralmente, precisariam resgatar uma aprendizagem anterior, das operações básicas.

Essa defasagem acaba por transferir o problema para o futuro, pois os conhecimentos retrospectivos a serem mobilizados para o próximo ano letivo ficam precários em virtude do atraso verificado para estes alunos por ocasião da coleta e que impediram o desenvolvimento esperado nas atividades.

■ Referências bibliográficas

Fiorentini, D. (1995). Alguns modos de ver e conceber o ensino de matemática no Brasil. Campinas: *Zetetiké, 3*(4), 1-38.

Gottschalk, C. (2004). *A natureza do conhecimento matemático sob a perspectiva de Wittgenstein*: algumas implicações educacionais. *Cad. Hist. Fil. Ci.,* Campinas, Série 3, 14(2), 305-334. Recuperado em 1 de agosto de 2012 de http://www.cle.unicamp.br/cadernos/pdf/Cristiane%20Gottschalk.pdf.

Santos, I. e Nascimento, M. E. F. (2010). Bakhtin e Wittgenstein: teorias em diálogo. Pouso Alegre, MG: *Theoria – Revista eletrônica de filosofia*, 76-85. Recuperado em 1 de agosto de 2012 de http://www.theoria.com.br/edicao0310/bakhtin_e_wittgenstein.pdf

São Paulo (Estado) (2008). Secretaria de Educação. *Caderno do Aluno*. Fundação para o Desenvolvimento da Educação FDE.

Wittgenstein, L. (1987). *Observaciones sobre los fundamentos de las matemá*ticas. Madrid: Alianza Editorial.

Wittgenstein, L. (1999). *Investigações filosóficas*. (J.C. Bruni trad.). São Paulo: Nova Cultural.