RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

LINGUAGEM MATEMÁTICA: CONHECIMENTOS E USOS DE SIMBOLOLOGIAS NA INTERPRETAÇÃO DE PROBLEMAS

MATHEMATICAL LANGUAGE: KNOWLEDGE AND USES OF SYMBOLOLOGIES IN THE INTERPRETATION OF PROBLEMS

Amanda de Souza Albuquerque[1], Heraldo Gonçalves Lima Junior[2]

Submetido em: 02/09/2021 e29737
Aprovado em: 12/10/2021 https://doi.org/10.47820/recima21.v2i9.737

RESUMO
A utilização de registros de representações semiótica no ensino da matemática influencia no processo de ensino aprendizagem, podendo facilitar a compreensão do conteúdo ou aumentar o grau de dificuldade dos estudantes, de acordo com o nível de conhecimento que estes têm no uso de signos e símbolos. Nessa perspectiva, essa pesquisa analisou a influência da simbologia na aprendizagem matemática em turmas do 8º ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública de Petrolina - PE. Para tanto, foram utilizados dois instrumentos: 1) uma lista de atividades composta de nove problemas de conteúdos diversos com questões de linguagem, representação e contextualização; e, 2) um questionário cujas questões versam sobre as dificuldades de aprendizagem em matemática e o conhecimento da simbologia matemática. Os resultados mostraram que 44 % e 70 % dos participantes da pesquisa têm dificuldade em compreender conceitos de linguagem e signos matemáticos, respectivamente, mesmo julgando-os como importante. Por outro lado, os estudantes apresentaram um melhor desempenho na resolução de questões contextualizadas, permitindo inferir que a habilidade na resolução de questões do cotidiano tem pouco significado para a resolução de questões na matemática formal em sala de aula, sobretudo se estas não estiverem associadas. Diante dos resultados obtidos, conclui-se que, na prática docente escolar, é essencial a ênfase na resolução de problemas a partir da seleção de atividades que envolvam situações cotidianas nas quais os alunos possam associá-las aos conteúdos trabalhados em sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Simbologia matemática. Linguagem matemática. Aprendizagem. Resolução de problemas

ABSTRACT
The use of registers of semiotic representations in the teaching of mathematics influence in the process of teaching learning can facilitate the understanding of the content or increase the degree of difficulty of the students, according to the level of knowledge they have in the use of signs and symbols. In this perspective, this research analyzed the influence of symbology in mathematical learning in groups of the 8th year of elementary school, in a public school in Petrolina – PE. To do so, two instruments used: 1) a list of activities with-posta of nine problems of diverse contents with questions of language, re-presentation and contextualization, and 2) a questionnaire whose questions are about the difficulties of learning in mathematics and the knowledge of mathematical symbology. The results showed that 44 % and 70 % of the participants of the research have difficulty understanding concepts of language and mathematical signs, respectively, even judging them as important. On the other hand, students presented a better performance in solving contextualized questions, allowing infer that the ability to solve daily questions has little meaning for the resolution of questions in formal mathematics in the classroom, especially if these are not associated. In view of the results obtained, it concluded that, in school teaching practice, it is essential to focus on problem solving through the selection of activities involving everyday situations in which students can associate them with the contents worked in the classroom.

KEYWORDS: *Mathematical symbology. Mathematical language. Learning. Troubleshooting*

[1] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - IF Sertão - PE
[2] Instituto Federal do Sertão Pernambucano

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

INTRODUÇÃO

No processo de formação, na universidade, percebi que números, letras e símbolos se encaixam em equações e fórmulas, sendo possível expressar e desenvolver ideias a partir dessa combinação. As fórmulas e equações são cheias de significados e a sua leitura permite compreender regras e conceitos próprios da matemática. A estrutura da matéria, a lógica, as demonstrações, tudo faz sentido após a compreensão dessa linguagem cifrada. Tal compreensão só foi possível depois que tive a oportunidade de estudar as teorias matemáticas, decodificando cada equação que me era apresentada.

Porém, ao iniciar a prática docente, percebi que a maioria dos estudantes que compunha as turmas as quais assumi não compreendia essa linguagem cifrada que tanto me encantava, sendo, portanto, um dos principais fatores de insucesso na aprendizagem dos conceitos matemáticos, sobretudo quando proposto como resolução de situações-problema. No 8º ano do Ensino Fundamental, por exemplo, quando são introduzidos os conceitos relativos à álgebra na resolução de problemas, os alunos demonstram não compreender o significado da linguagem simbólica utilizada e, consequentemente, têm dificuldade em assimilar os conteúdos lógicos envolvidos. Segundo alguns, a matemática sem a inserção de letras é mais interessante e menos complicada.

Sob a ótica histórica, essas dificuldades dos estudantes não surpreendem. Duval (2004) diz que a evolução da matemática resultou do aprimoramento de sua simbologia, sendo apoiado por Boyer (1974, p.3) que afirma que “o homem difere de outros animais de modo mais acentuado pela sua linguagem, cujo desenvolvimento foi essencial para que surgisse o pensamento matemático abstrato”, admitindo que “se o problema da linguagem não fosse tão difícil, talvez sistemas rivais do decimal tivessem feito maiores progressos” (BOYER, 1974, p. 3).

Seguindo essa lógica, é relevante pontuar que as manifestações humanas se apresentam em várias formas de linguagem; na Matemática, enquanto ciência, não é diferente das outras manifestações culturais. Lorenzato (2008, p.43) defende essa ideia quando afirma que “a matemática também possui uma linguagem própria que se apresenta com seus termos, símbolos, tabelas, gráficos, entre outros”. Nesse contexto, o professor de matemática precisa ensinar a linguagem matemática, conhecimento essencial e elementar dentro da ciência, utilizando estratégias metodológicas e situações didáticas intencionalmente comprometidas com os propósitos curriculares. A ausência desse conhecimento na formação inicial do estudante gera uma série de dificuldades de aprendizagem ao longo da educação básica, que pode comprometer o sucesso profissional do indivíduo.

Os resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), criado a partir das notas obtidas no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e o fluxo escolar, são um parâmetro relevante para avaliar quais as competências e habilidades estão sendo desenvolvidas nos estudantes que estão saindo das etapas da educação básica e ingressando na seguinte, uma vez que a prova de matemática aplicada no SAEB é baseada em resolução de questões, exigindo do estudante o conhecimento da simbologia matemática. Reforçando o desempenho dos estudantes no SAEB, os últimos dados divulgados pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA – sigla em inglês para *Programme for International Student Assessment*) mostraram que os estudantes brasileiros

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

não estão desenvolvendo competências necessárias à resolução de problemas envolvendo simbologia simples, o que sugere práticas pedagógicas inadequadas no ensino dessa ciência.

Na perspectiva de dirimir tal problema, o Ministério da Educação (MEC), por meio das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)1, enuncia que a representação e a comunicação são duas das principais competências a serem desenvolvidas nos estudantes na Ciências da Natureza e Matemática, cabendo ao sistema educacional e ao docente criar estratégias para incluir em suas aulas conhecimentos que contemplem tais competências (BRASIL, 2002).

Diante dessas considerações, e tendo como referência os índices de avaliação da aprendizagem em matemática na Educação Básica, essa pesquisa traçou como principal objetivo analisar a influência da simbologia como fator de compreensão ou insucesso na aprendizagem matemática, em turmas de 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública na cidade de Petrolina - PE, relacionando as dificuldades e aprendizagem dos conceitos matemáticos às dificuldades de compreensão da linguagem simbólica, e a linguagem matemática à língua materna.

Aplicada em uma turma com 36 estudantes, com a utilização de dois instrumentos: 1) uma lista contendo nove problemas de diversos conteúdos, com questões de linguagem, de representação e de contextualização; e, 2) um questionário cujas perguntas versam sobre as dificuldades de aprendizagem em matemática, com questões direcionadas a possibilitar a inferência de afinidade dos alunos com esta disciplina.

Os dados obtidos foram sistematizados e analisados de forma qualitativa, na tentativa de se estabelecer relações entre os resultados encontrados na solução de situações-problema e a dificuldade de compreensão dos conceitos matemáticos e/ou de compreensão da linguagem matemática e de sua simbologia. Pela amplitude de enfoques dados à linguagem matemática, irei me deter à simbologia e aos registros de representação semiótica.

Os registros de representação semiótica, possuem uma importância primordial, visto que seu desenvolvimento foi uma condição histórica essencial para a evolução do pensamento matemático (DUVAL, 2003). Além disso, existe uma grande variedade de representações semióticas utilizadas em Matemática, o que exige uma mobilidade simultânea de, pelo menos, dois registros de representação, ou a possibilidade de trocá-los a todo momento.

1 DEFININDO LINGUAGUEM

Ao longo da História, a linguagem humana tem sido arquitetada de diversas maneiras e utilizada para o processo de evolução do homem na construção do espaço geográfico. Nas concepções da linguagem, ela tem sido usada como representação do mundo e do pensamento, como ferramenta de comunicação como forma de ação e interação entre as sociedades (KOCH, 2003), fortalecendo os laços entre tribos e compartilhando o conhecimento que seria a chave-metra para a evolução científica e tecnológica.

Na primeira concepção, conforme sugere Koch (2003), o homem representa para ele mesmo por meio da linguagem o seu próprio pensamento acerca de seus conhecimentos. Por outro lado, na

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

segunda concepção, em que a linguagem é vista como ferramenta de comunicação, a língua é o meio pelo qual há a comunicação, assim a linguagem assume o papel de transmissão de informações (KOCH, 2003).

Como forma de ação ou interação, a linguagem é encarada como "atividade", como forma de ação, como lugar de interação que possibilita aos cidadãos a prática dos mais diversos tipos de atos, que vão exigir das semelhantes reações ou comportamentos, levando ao estabelecimento de vínculos e compromissos anteriormente inexistentes (KOCH, 2003). Assim, torna-se necessário definir linguagem e língua tornando clara a diferença entre elas. De acordo com Santaella (2003), a língua que falamos e escrevemos, também chamada de língua nativa, materna ou pátria, é uma forma de linguagem, porém não é a única e exclusiva forma de linguagem.

A aparente dominância da língua materna por vezes se sobrepõe a outras formas de comunicação que o ser humano utiliza, tais como a leitura e/ou produção de formas, volumes, massas, interações de forças, movimentos, imagens, gráficos, sinais, setas, números, luzes, através de objetos, sons musicais, gestos, expressões, cheiro, tato, através do olhar, do sentir e do apalpar. O homem é uma espécie animal tão complexa quanto são complexas e plurais as linguagens que o constitui como ser simbólico, isto é, seres de linguagem.

Santaella (2003, p. 2) acrescenta que:

> Cumpre notar que a ilusória exclusividade da língua, como forma de linguagem e meio de comunicação privilegiados, é muito intensamente devida a um condicionamento histórico que nos levou à crença de que as únicas formas de conhecimento, de saber e de interpretação do mundo são aquelas veiculadas pela língua, na sua manifestação como linguagem verbal oral ou escrita. O saber analítico, que essa linguagem permite, conduziu à legitimação consensual e institucional de que esse é o saber de primeira ordem, em detrimento e relegando para uma segunda ordem todos os outros saberes, mais sensíveis, que as outras linguagens, as não-verbais, possibilitam.

A autora salienta que há uma abundância de linguagens que também se fundam em sistemas sociais e históricos de representação do mundo. Quando é referido a linguagem, refere-se, na verdade, a uma variedade de formas sociais de comunicação, representação e de significação entrelaçadas. O homem, na sua inquieta investigação para a compreensão dos fenômenos, revela significações. É no homem e pelo homem que se opera o processo de alteração dos estímulos emitidos pelos objetos do mundo em signos ou linguagens – produtos da nossa consciência. Nesse sentido, a linguagem engloba sistemas aparentemente desumanos, como a linguagem binária utilizadas pelas máquinas na comunicação entre estas e o homem, como é o caso do computador, até a linguagem da natureza, dos sinais de energia vital do corpo, ou mesmo a linguagem do silêncio (MODEL, 2005).

Estas perspectivas teóricas estão respaldadas nos estudos de Vygotsky (1998), quando este afirma que o conhecimento e a aprendizagem não resultam da interação direta dos sujeitos com os objetos, somente, mas de uma interação mediada pela linguagem. Portanto, entende-se que, quando nos referimos à linguagem, além da língua utilizada para falar ou escrever, sugere também uma organização complexa e plural de expressão, representação, comunicação e interação.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

2. LINGUAGUEM MATEMÁTICA

Existem várias formas de linguagem que devem ser consideradas para a comunicação, entre elas, a artística, a corporal, a gráfica, a escrita, a simbólica, linguagem de sinais entre outras, e cada uma apresenta características próprias. A linguagem científica é um tipo de linguagem que assume particularidade de acordo com a área em que é expressa. Assim como nas outras ciências, na Matemática é utilizada uma linguagem específica que possibilita a explicação das teorias e favorece a manipulação da informação (LORENZATO, 2008).

De acordo com Granell (2003), a linguagem matemática pode ser definida como um sistema simbólico, com símbolos próprios que se relacionam segundo determinadas regras; esse conjunto de símbolos e regras deve ser entendido pela comunidade que o utiliza, sendo a apropriação desse conhecimento indissociável ao processo de construção do conhecimento matemático. Portanto, a transposição da linguagem natural para uma linguagem formalizada específica da disciplina é essencial para o melhor entendimento dos conteúdos matemáticos em sala de aula, que será utilizada na leitura, na interpretação e no registro de símbolos associados a conceitos específicos.

A linguagem matemática apresenta particularidades que podem significar obstáculo no processo de ensino aprendizagem. O uso de palavras herméticas, que quando utilizada na Matemática têm um significado e fora dela tem outro (volume, área, diferença, produto entre outros) (FEIO, 2009); e a sua codificação por meio de símbolos, gráficos e expressões algébricas. Tais particularidades devem ser consideradas como fatores que potencializam a importância de aprender a linguagem matemática, uma vez que, sendo ela uma ciência exata, cada palavra e/ou símbolo possui um significado preciso. Esse é um dos motivos pelo qual seus conteúdos são inseridos gradualmente na escola.

No início da vida escolar a criança começa a aprender os conceitos de maior/menor, grande/pequeno, cheio/vazio, mais/menos e a ordenar os números. Nessa fase, a Matemática é facilmente assimilada porque ela está inserida no dia a dia da criança. À medida que os estudos matemáticos avançam, os conceitos e conteúdos se tornam mais difíceis e, dessa maneira, a Matemática trabalhada na escola se distancia cada vez mais da Matemática do cotidiano tornando-se mais abstrata, sendo indispensável a compreensão da simbologia matemática para o sucesso do aprendizado.

Partindo desse pressuposto, a transição do concreto para o abstrato no ensino da matemática precisa ser feita por meio de estratégia que facilitem a compreensão desses novos conceitos por parte do estudante. O uso de letras com números frequentemente é citado como um fator que dificulta a compreensão do conteúdo, reforçando a importância do ensino da simbologia para que o aluno consiga avançar nas séries escolares com as habilidades e competências necessárias ao sucesso escolar.

Nessa linha de raciocínio, Boyer (1974, p.3) afirma que “o homem difere de outros animais de modo mais acentuado pela sua linguagem, cujo desenvolvimento foi essencial para que surgisse o pensamento matemático abstrato”, o que sugere uma evolução e, para tanto, a adoção de uma linguagem própria com símbolos (signos) que não estão presentes na linguagem materna. Diante disto,

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

pode-se supor que a compreensão da simbologia matemática é primordial para que o pensamento abstrato seja eficiente.

Os PCN+ abordam essa ideia defendendo que:

> O domínio de linguagens, para a representação e a comunicação científico tecnológicas, é um campo comum a toda a ciência e a toda a tecnologia, com sua nomenclatura, seus símbolos e códigos, suas designações de grandezas e unidades, boa parte dos quais já incorporada à linguagem cotidiana moderna. A articulação dessa nomenclatura, desses códigos e símbolos em sentenças, diagramas, gráficos, esquemas e equações, a leitura e interpretação destas linguagens, seu uso em análises e sistematizações de sentido prático ou cultural, são construções características dessa área de conhecimento, mas hoje integram um instrumental igualmente necessário para atividades econômicas e para o pensamento social. Por isso, o desenvolvimento de códigos e linguagens em ciência e tecnologia deve ser tomado como um aspecto formativo de interesse amplo, ou seja, no ensino de cada disciplina científica, esse desenvolvimento não está somente a serviço dessa determinada ciência ou das ciências, mas sim promovendo uma competência geral de representação e comunicação (BRASIL, 2004, p. 24).

Nessa perspectiva, o uso de linguagem específica para a compreensão de teorias não é exclusivo da matemática; está presente em todas as áreas do conhecimento sendo essencial à aplicação, entendimento e evolução da ciência e tecnologia. Na Matemática, a modernização da ciência e o desenvolvimento de pesquisas na área de didática matemática a partir da década de 1960 fomentou maior valorização da linguagem específica para essa área do conhecimento, aproximando a Matemática escolar da Matemática pura (BRASIL, 1998).

No entanto, a teorização excessiva dos conteúdos resultou no aumento da dificuldade de entendimento, em especial por aqueles das séries iniciais do Ensino Fundamental, realidade que se perpetua em todas as etapas da educação básica, em nos diferentes sistemas educacionais. Nesse sentido, D'Ambrosio (1998) afirma que:

> A matemática dos sistemas escolares é congelada. São teorias em geral antigas, desligadas da realidade. Foram concebidas e desenvolvidas em outros tempos, outros espaços. Será que essa matemática, que chamamos de acadêmica, é importante para todos os povos? Sem dúvida. A sociedade moderna não funciona sem essa matemática, a tecnologia moderna não se aplica sem essa matemática, as teorias científicas não podem ser trabalhadas sem essa matemática. Mesmo as artes e as humanidades estão impregnadas dessa matemática (D'AMBROSIO, 1998, p. 3).

Os problemas apresentados pelo autor são resultado de práticas pedagógicas pouco eficazes no ensino da disciplina, que foram perpetuadas e precisam ser reavaliadas. Seguindo essa ideia, na década de 80 destacou-se como o foco do ensino da Matemática a necessidade de se compreender a relevância de aspectos sociais, antropológicos e linguísticos, na aprendizagem da Matemática e isso levou a uma ampla discussão sobre as práticas didáticas de ensino da Matemática. Uma das propostas lançadas foi a ênfase na resolução de problemas, destacando-se o Programa Etnomatemática.[1]

[1] A etnomatemática é um termo que surgiu na década de 1970, e baseia-se em críticas sociais relacionadas ao ensino tradicional da matemática. Cunhada com a junção dos termos *techné*, *mátema* e *etno*, esta proposta educacional defende que a matemática deve ser explicada e entendida dentro de um contexto cultural próprio, tendo Ubiratan D'Ambrósio como precursor e idealizador no Brasil.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

A ênfase na resolução de problemas envolvendo situações do cotidiano pressupõe a capacidade de compreender, analisar, tomar decisões, estabelecer estratégias de ação, interpretar e dominar a linguagem simbólica própria da Matemática. Nessa direção, Viali e Silva (2007) defendem que o uso da linguagem simbólica na resolução de problemas é recente e, para a sua plena compreensão, são necessários esforços, maturidade e o desenvolvimento de capacidades e habilidades.

De acordo Menezes (2000 *apud* ZUCHI, 2011), a matemática é uma área de vasto saber e, portanto, é natural que seja pródiga em vários aspectos, entre eles possuir linguagem própria, o que, em alguns momentos históricos, se confundiu com a própria matemática. A linguagem matemática, assim como a música e a arte, apresenta uma universalidade, exigindo conhecimento bem sedimentado para e alicerces rígidos por ser uma ciência exata, exigindo um rigor matemático em sua aplicação. Além do rigor, o aspecto utilitário e a importância para a comunicação são evidenciados pela universalidade da linguagem matemática (KLÜSENER, 2001).

Segundo Silveira (2005), um dos fatores que gera dificuldade na compreensão da linguagem matemática é a economia de símbolos para se dizer muito de um determinado elemento matemático. Na sentença A = $\{x \in \mathbb{Z} / -3 \leq x \leq 3\}$, o uso de símbolos diferentes pode gerar grande dificuldade para aqueles que não têm o domínio da linguagem matemática, reforçando, desse modo, a concepção errônea de que as pessoas que compreendem e manipulam a simbologia matemática são gênios, porque símbolos e fórmulas matemáticas são difíceis. Entretanto, se forem estabelecidos elementos primordiais e estudo eficaz, é possível estabelecer uma comunicação eficiente (ZUCHI, 2011).

Por conseguinte, na escola a linguagem representa um grande papel na aprendizagem, pois ela é o meio pelo qual o aluno aprende. O professor, por sua vez, é parte importante no elo entre a linguagem matemática e a linguagem materna, mostrando a sua significação, importância e aplicação. Como afirma Boyer (1974, p.3) “Se o problema da linguagem não fosse tão difícil talvez sistemas rivais do decimal tivessem feito maiores progressos.” A simbologia matemática só tem sentido se as combinações dos símbolos tiverem algum significado para quem os estiver lendo. Para que ocorra a comunicação, é necessário que o professor traduza a linguagem simbólica matemática para a língua materna e vice-versa, de forma clara e objetiva, evitando, assim, interpretações e conclusões equivocadas por parte dos alunos. (FLORÊNÇO JÚNIOR, 2014).

Granger (1974, p. 135) afirma que:

> Toda prática poderia ser descrita como uma tentativa de transformar a unidade da experiência em uma unidade de uma estrutura, mas essa tentativa comporta sempre um resíduo. A significação nasceria das alusões a este resíduo. (...) na prática que os elabora, os elementos e as relações de uma estrutura abstrata são necessariamente associações de signos; estes, inicialmente, remetem, pois em princípio a um conjunto de noções abstratas.

Para o autor, os símbolos *per si* não mostram de modo explícito os seus significados. A simbologia da expressão $A \cup B$ por exemplo, não traz explicitamente o significado de união de dois conjuntos, nem tampouco esclarece o que é união. Nesse sentido é que o autor afirma existir sempre um resquício subjacente à simbologia de uma linguagem formalizada como a da Matemática. Para este

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

ponto de vista, os símbolos matemáticos adquirem significados para o aluno a partir do momento em que ele consegue compreender os sentidos que estão ausentes na linguagem codificada da Matemática (GRANGER, 1974).

Ao falar sobre o estilo da linguagem matemática, Granger (1974, p. 141) assegura que "todo matemático utiliza a linguagem matemática em simbiose com sua língua natural", ou seja, é por meio da oração do professor que se constitui a comunicação com os alunos a fim de que estes compreendam a escrita simbólica, codificada e formalizada da linguagem matemática. Partilhando dessa ideia, Machado (2003,) afirma que:

> Entre a Matemática e a língua materna existe uma relação de dependência mútua. Ao considerarem-se esses dois temas enquanto componentes curriculares, tal impregnação se revela através de um paralelismo nas funções que desempenham, uma complementaridade nas metas que perseguem, uma imbricação nas questões básicas relativas ao ensino de ambas. É necessário conhecer a essencialidade dessa impregnação e tê-la como fundamento para a proposição de ações que visem à superação das dificuldades com o ensino de Matemática (MACHADO, 2003, p. 10).

Nessa perspectiva, as dificuldades com o ensino e a aprendizagem da Matemática podem ser minimizadas se forem dadas a importância à essencialidade da impregnação recíproca entre a língua materna e a linguagem matemática. Segundo Zuchi (2011), o excesso de simbologia gera dificuldades desnecessárias para o aluno, contribuindo para que ele não compreenda a ideia representada pelo símbolo, gerando insucesso no processo de apreensão do conhecimento matemático.

3. A SEMIÓTICA E A TEORIA DE RAYMOND DUVAL

Semiótica, do grego *semeion* – signo, e *ótica* - ciência, é o estudo dos signos. Por signo entende-se como representante de um determinado objeto ou coisa, formado por um significante (a imagem acústica) e um significado (uma ideia que se tem em mente relativamente a uma palavra qualquer) (MICHAELIS, 2002). Para Charles Peirce (1839-1914), o signo é uma entidade composta por uma tríade, o significante (o suporte material), o significado (a imagem mental) e o referente (o objeto real ou imaginário a que o signo faz alusão).

O cérebro humano tem acesso ao mundo externo por meio de representações (signos), expresso pela decodificação de objeto no campo da visão e que permite a criação de uma imagem, que é algo parecido com o objeto, mas não é o objeto, pois ele não está na nossa cabeça. Desse modo, quando é falando em representações na Matemática, essas representações podem transmitir as abstrações matemáticas que advêm em nossos pensamentos. Isso ocorre porque os objetos matemáticos[2] não são palpáveis, mas estruturas ou relações que podem expressar situações diversas. Deste modo, no ensino e na aprendizagem da Matemática se faz imprescindível considerar diferentes formas de representação para este objeto (NEHRING,1996; CARVALHO et al., 2016).

[2] Os objetos matemáticos, segundo Duval (2003), nem sempre são diretamente acessíveis à percepção ou a uma experiência intuitiva imediata como os ditos objetos "reais" ou "físicos". É necessário, então, dar-lhes representantes via a representação semiótica adotada ou utilizada.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Para compreender melhor o termo “registro de representação” é relevante conhecer a trajetória de Raymond Duval e a teoria dos registros de representação. Filósofo e psicólogo francês, é um dos principais pesquisadores nesta área, ele desenvolveu estudos na área da Psicologia Cognitiva no Instituto de Pesquisa em Educação Matemática (IREM) de Estrasburgo, na França de 1970 até 1995. Autor de várias pesquisas, em sua extensa produção, Duval trata do funcionamento cognitivo, implicando sobretudo na atividade matemática e nos problemas de aprendizagem.

Em sua vasta produção, Duval abordou, basicamente, o funcionamento cognitivo na atividade matemática e nas dificuldades de sua aprendizagem. Estudou sobre o emprego específico da língua materna nos procedimentos matemáticos, além da compreensão de textos de matemática e da aprendizagem de diversas formas de raciocínio e argumentação (MACHADO, 2003). Em sua pesquisa sobre as diferentes representações movimentadas pela visualização matemática, ele estabeleceu um modelo de funcionamento cognitivo do pensamento em relação à mudança de registros de representação semiótica (MACHADO, 2003).

Assim, sua teoria dos registros de representação manifesta-se como uma importante ferramenta de pesquisa no estudo da complexidade da aprendizagem de Matemática, uma vez que uma análise do conhecimento matemático é, necessariamente, uma análise do sistema de produção das representações semióticas referentes a esse conhecimento (MACHADO, 2003).

Duval (1993, p. 39 *apud* DAMM, 1999, p.143) define representação semiótica como “produções constituídas pelo emprego de signos pertencentes a um sistema de representação os quais têm suas dificuldades próprias de significado e de funcionamento”. Para o autor, um mesmo elemento matemático pode ser representado através de vários sistemas semióticos. Duval (2003) defende que o desenvolvimento da matemática foi possível, sobretudo, pelo aprimoramento das representações semióticas, condição fundamental para a evolução do pensamento matemático.

A importância das representações semióticas se deve a duas razões, primeiramente pela facilidade de cálculos matemáticos, uma vez que operar os números na base decimal é muito mais fácil do que utilizando o sistema de numeração romana. A outra razão refere-se a forma na qual representamos objetos matemáticos que podem tornar mais simples o seu manejo, pois não estamos tratando de algo palpável.

Conforme Duval (2003) existem vários tipos de representações semióticas na matemática: os sistemas de numerações, as figuras geométricas, a linguagem algébrica, a representação gráfica e a linguagem natural. Assim, para designar os diferentes tipos de representações semióticas utilizadas em Matemática, o autor introduz a ideia de registros de representação e salienta que existem quatro tipos distintos de registros, conforme veremos no quadro 3.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Quadro 1 - Tipos distintos de registros semióticos de acordo com a teoria de Duval (2003).

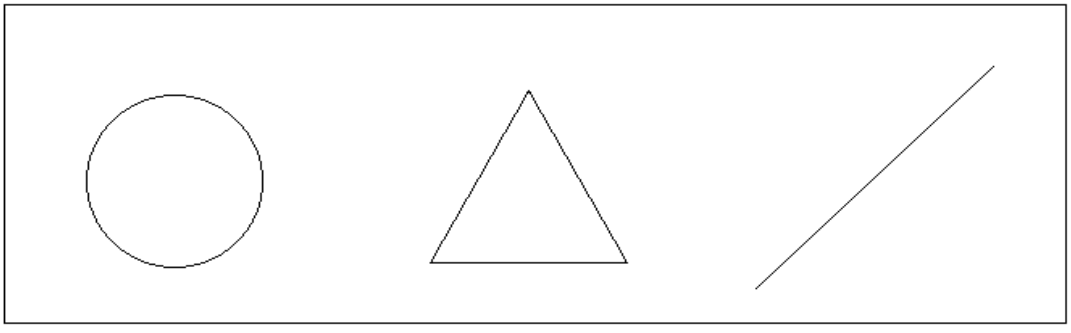
	REPRESENTAÇÃO DISCURSIVA	**REPRESENTAÇÃO NÃO DISCURSIVA**
REGISTROS MULTIFUNCIONAIS: Os tratamentos não são algoritmizáveis	Língua natural Associações verbais (conceituais). Forma de raciocinar: • Argumentação a partir de observações, de crenças.	Figuras geométricas planas ou em perspectivas (configurações em dimensão 0, 1, 2 ou 3) • Apreensão operatória e não somente perceptiva;
REGISTROS MONOFUNCIONAIS Os tratamentos são principalmente algoritmos	Sistemas de escritas: • Numéricas (binária, decimal, fracionária...). • Algébricas; • Simbólicas (línguas formais).	Gráficos cartesianos • Mudanças de sistema de coordenadas; • Interpolação, extrapolação

Fonte: Duval (2003)

A originalidade das atividades matemáticas está na capacidade de mobilizar as representações matemáticas ao mesmo tempo ou de trocar de uma representação para outra conforme a necessidade. Para tanto, o estudante deve conseguir fazer a transposição de, pelo menos, duas dessas representações quando ele adquire conhecimento de um determinado conteúdo. E é, justamente, a aquisição desta sistematização que faz surgir as dificuldades em Matemática (Duval, 2003).

Entretanto, é importante não confundir o objeto com sua representação. Isso quer dizer que não se pode confundir os números, as funções ou as retas, por exemplo, com suas representações, ou seja, com a escrita decimal ou fracionária, os símbolos, os gráficos, os traçados de figuras, isso porque representações muito diferentes podem evidenciar um mesmo objeto matemático (DUVAL, 2009 apud FEIO, 2009). Como exemplo, pode-se usar 3, $\frac{12}{4}$, três, 6.0,5 são representações diferentes de um mesmo objeto matemático.

Figura 1- Signos como registros de representações matemáticos.



Fonte: Própria Autora (2019).

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

As representações na figura 1 não é um círculo, um triângulo e uma reta, e sim signos que são usados para representar esses objetos matemáticos. Esses signos, como quaisquer outros que representam os objetos matemáticos, são convenções aceitas pelo formalismo da linguagem matemática que pretende ser universal. (FEIO, 2009). Segundo Duval existem dois tipos de transformações de representações semióticas: os tratamentos e as conversões, definido da seguinte maneira:

> Os tratamentos são transformações de representação dentro de um mesmo registro: por exemplo, efetuar um cálculo ficando estritamente no mesmo sistema de escrita ou de representação dos números; resolver uma equação ou um sistema de equações; completar uma figura segundo critérios de conexidade e de simetria. As conversões são transformações de representação que consistem em mudar de registro conservando os mesmos objetos denotados: por exemplo, passar da escrita algébrica de uma equação à sua representação gráfica (DUVAL, 2003, p. 16).

Para reforçar a diferença entre um tratamento e uma conversão, imagine a seguinte situação: a equação y + 2x = 1 reescrita como y = -2x +1 permanece no mesmo sistema de escrita, mas passou por uma transformação, um tratamento. Por outro lado, a equação y + 2x = 1 e reescrita em sua representação cartesiana sofre uma conversão.

Conforme Duval (2003), a conversão pode ser analisada sob dois aspectos: do ponto de vista matemático e cognitivo. Do ponto de vista matemático, a conversão é utilizada somente para a escolha de um determinado registro no qual é utilizado um tratamento menos trabalhoso, mais potente, ou ainda, para obter um segundo registro que serve de suporte ou de guia aos tratamentos que se efetuam em um outro registro. Neste caso, a conversão não tem nenhum papel essencial para justificar ou provar algo, é como se ela atuasse em um papel de apoio para visualização de alguns casos e facilitar a compreensão e resolução de alguns problemas.

Do ponto de vista cognitivo, a atividade de conversão aparece como atividade de transformação representacional fundamental, conduzindo aos mecanismos subjacentes à compreensão no processo de ensino e de aprendizagem da Matemática. Nesse sentido, Duval (2003) diz que a representação semiótica possui o papel essencial de mostrar através de

> Um sistema particular de signos, linguagem natural, língua formal, escrita algébrica ou gráficos cartesianos, figuras de um objeto matemático... onde existe diversidade de representações para um mesmo objeto representado ou ainda a dualidade das representações semióticas: forma (ou representante) e conteúdo (ou representado) (DUVAL, 2003, p.53)

Na sala de aula, o professor deve atentar-se à essa abordagem teórica, para fazer uma avaliação do conteúdo ministrado, e não ficar enfatizando apenas o tratamento que é utilizado para responder uma atividade proposta, uma vez que pode induzir os alunos a memorizarem regras e utilizarem algoritmos que não fazem nenhum sentido para eles (FEIO, 2009). Corroborando com essa ideia, Nehring (1996) salienta que:

> Para se representar a metade de um inteiro podemos usar a forma decimal (0,5) ou a forma fracionária (1/2). Porém quando o aluno representa o valor metade de um inteiro, o registro de representação 0,5 é mais facilmente compreendido do que o registro de representação ½ (pensando principalmente na realidade brasileira, onde o uso do número decimal é mais utilizado que o fracionário). Ou seja, o tratamento estabelecido para os números racionais na representação decimal é mais facilmente construído pelos alunos do que a representação fracionária, principalmente quando representamos

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

> usando frações, números maiores que um inteiro (P.e. 17/5). Não podemos esquecer que a única mudança nestes dois registros (decimal e fracionário) foi a forma de sua representação e não o conteúdo representado (NEHRING, 1996, p.54)

A conversão efetivada entre as representações semióticas desse exemplo acontece quando o aluno observa que 0,5 = ½, pois "converter uma representação é mudar a forma pela qual um conhecimento é representado" (NEHRING, 1996, p. 54), notando que a diferença entre as representações da metade de um inteiro está na forma e não no conteúdo representado. Sob o ponto de vista matemático, a conversão intervém apenas na seleção do registro no qual serão realizados tratamentos mais poupados ou potentes, ou também, para oferecer apoio aos tratamentos realizados através de um outro registro obtido pela conversão.

Deste modo, uma das propriedades fundamentais da atividade matemática é a mobilização indispensável de uma diversidade de registros de representação semiótica. Entretanto, Duval (2003) enfatiza que dificilmente essa variedade é considerada no ensino, embora exista uma ampla variedade de registros de representação de um mesmo objeto matemático, e que a articulação desses diversos registros é condição efetiva para o entendimento matemático.

Isso se deve ao fato que cada registro de representação de um mesmo objeto possui diferente conteúdo ou permite uma representação parcial em relação àquilo que ele representa, tornando essencial a compreensão e articulação de todos esses registros para alcançar uma visão total e multifacetada do objeto estudado. (DUVAL, 2003).

4. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida com 36 estudantes do oitavo ano do Ensino fundamental de uma escola da rede estadual de Petrolina – PE, com 523 alunos matriculados entre Ensino Médio e Fundamental II. A escola possui duas turmas de cada série, e cerca de 53% dos estudantes fazem parte de família de baixa renda, inseridos em Programa de distribuição de renda do Governo Federal.

A pesquisa foi aplicada em turmas do 8º ano do ensino fundamental, partindo do pressuposto de que é nessa série que é apresentado de forma mais efetiva a linguagem algébrica, exigindo, dessa maneira, o aprimoramento do pensamento abstrato para apreensão dos conteúdos.

As atividades foram desenvolvidas com todos os participantes juntos numa sala de aula, a fim de que os estudantes pudessem se sentir à vontade para responder aos questionários sem constrangimentos e com o máximo de sinceridade possível. Todas as perguntas contidas no questionário respeitaram a confidencialidade do participante, permitindo, desse modo, maior liberdade na expressão das respostas. As atividades foram registradas em papel com as possíveis observações sobre as falas dos estudantes durante a realização, para que fosse possível realizar a análise dos dados após as atividades.

As perguntas feitas aos estudantes foram desenvolvidas e pré-selecionadas pelos pesquisadores, que as organizaram na mesma ordem para toda a amostra da pesquisa. No momento em que os estudantes estavam respondendo aos questionamentos, a pesquisadora se manteve em

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

silêncio e não expressou qualquer opinião sobre o conteúdo, visando minimizar possíveis induções ou constrangimentos no momento da coleta (ALVES-MAZZOTTI, 1998).

As coletas desses dados foram feitas utilizando dois instrumentos, descritos abaixo:

a) Instrumento I: consiste em um teste contendo nove exercícios envolvendo equação, conjuntos, números figurados, implicações lógicas e entre outros (APÊNDICE B). Os problemas propostos objetivaram avaliar as habilidades e competências adquiridas, relacionadas à compreensão da linguagem simbólica, da linguagem matemática e da língua materna.

É importante observar que o questionário aplicado foi submetido a uma análise de juízo que foi feita por dois professores de matemática da rede Estadual de Ensino, a fim de fazer as devidas correções, evitando que as questões ficassem com sentidos dúbios e/ou inconsistência no enunciado das questões. Além disso, foi realizada uma aplicação piloto com 10 estudantes, escolhidos aletoriamente, para análise da eficácia do instrumento utilizado.

Os problemas contidos no teste podem ser classificados conforme o quadro 4:

Quadro 2 - Tipologia de problemas abordados no instrumento I, aplicado a turma do 8º ano de uma escola estadual do município de Petrolina – PE.

TIPO DE PROBLEMAS	DEFINIÇÃO
REPRESENTAÇÃO	Problemas no qual no enunciado as informações e dados são apresentados por meio de representação simbólica e gráficas.
LINGUAGEM CONCEITUAL	Problemas no qual no enunciado as informações e dados são apresentados por enunciados conceituais usando a linguagem matemática.
CONTEXTUALIZADOS	Problemas voltados para contextos em que exigem aplicação de conceitos em diferentes contextos.

Fonte: Própria Autora (2019).

b) Instrumento II: Consiste em um questionário estruturado como uma entrevista, aplicado aos estudantes no final da resolução de problemas, visando identificar as dificuldades dos alunos sob o ponto de vista deles (APÊNDICE B).

Para coletar informações numa realidade que é socialmente construída por meio de definições individuais ou coletivas e em que os participantes são sujeitos do processo, optou-se em utilizar uma abordagem metodológica de caráter predominantemente qualitativo. Na pesquisa qualitativa o investigador não pode se colocar fora da história nem da vida social, pois este também é sujeito do processo, influenciando e sendo influenciado pela realidade em que se insere a pesquisa. (MODEL, 2005).

Em atividade informais, é comum a utilização de formas explícitas e latentes para representar pessoas e grupos. Todas elas consistem em ferramentas discursivas que os sistemas linguísticos possuem e que, conforme os propósitos comunicativos, escolhe-se uma ou outra a depender da relação ideológica construídas. Os efeitos de sentido decorrentes dessa relação constituem os principais fatores

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

responsáveis pela formação de identidades e representações sociais. Diante dessa tese, investigações sobre a representação de fenômenos sociais fazem desses estudos uma arena produtiva de pesquisas que, por meio de vários paradigmas, ajudam a repensar as teorias sobre a matemática, o lugar e o papel da linguagem na construção do conhecimento.

Os dados obtidos foram sistematizados e analisados de forma qualitativa, para construir uma descrição e a apresentação de dados por meio de tabela e gráficos, no intuito de evidenciar quais tipos de problemas apresentam maior quantitativo de erros e ausências de respostas, e os quantitativos de dificuldades apresentadas pelos alunos, seja pela falta de compreensão dos conceitos matemáticos e/ou pela falta da compreensão da linguagem matemática (ALVES-MAZZOTTI, 1998).

5. DESEMPENHO DOS ESTUDANTES E SUAS PERCEPÇÕES SOBRE OS PROBLEMAS APLICADOS

Os resultados foram analisados em função do desempenho por tipo de problemas, tipos de erros e acertos e em função do tipo de operação. De acordo com os resultados, de um modo geral, há uma quantidade expressiva de problemas com soluções corretas. Entretanto, para as questões representadas nos problemas 3, 5 e 6 a quantidade de erros predominou sobre os acertos. Tal fato pode ser explicado porque o problema 3 trata-se de exercícios com um grau elevado de dificuldade, em que o estudante deveria criar uma sentença matemática por meio de uma sequência de figuras.

No problema 5, o exercício proposto estava relacionado a conjuntos, utilizando a língua materna, em que o aluno deveria relacionar a ideia de contém e contido. No problema 6, utilizou-se a linguagem da lógica matemática, buscando testar as competências dos estudantes na substituição de textos da língua materna por símbolos matemáticos. O problema 7 não apresentou quantitativo de erros e acertos, uma vez que se trata de uma questão subjetiva.

Em avaliação às respostas, foi percebido que, na maioria dos acertos foi usado a “lógica” do dia a dia para responder à questão, e não o procedimento formal na resolução de problemas matemáticos.

Com o intuito de aprofundar os motivos para o desempenho dos participantes em cada problema, é relevante fazer uma análise de cada problema, mostrando o objetivo do pesquisador em cada problema e os casos em que ocorreram respostas “corretas”, mas com justificativas não válidas. Desse modo, começando pelo problema 01, que trata de sequência de números, o pesquisador buscava avaliar se o estudante compreendia a ideia de “x” como algo variável e que para cada x seria obtido um valor diferente na sequência.

Este problema foi dividido em 3 tópicos, sendo eles: a, b e c. No tópico a, foi apresentado a sequência $n = 3x + 5$ e um quadro em que x variava de 1 a 10, para o qual os estudantes deveriam completar a sequência. Alguns estudantes substituíram os valores de x na fórmula dada, porém a grande maioria percebeu que a sequência aumentava de 3 em 3, e terminaram de completar o quadro sem fazer a substituição do valor x, mostrado na figura 2.

Figura 2 - reposta apresentada pelo estudante 3.

a) Complete o quadro dos dez primeiros números dessa sequência.

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35

São acrescidos +3

b) Faça o mesmo para uma sequência em que cada número é determinado por $n = x^3 - x^2$.

X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36

Fonte: Própria Autora (2019)

No tópico b) foi apresentado uma sequência em que cada número era determinado por $n = x^3 - x^2$. Seguindo a mesma ideia do item a, o estudante deveria completar o quadro onde variava de 1 a 10. Ao resolver essa questão, os alunos tiveram mais dificuldade e, consequentemente, foi verificado um maior número de erros quando comparado à questão anterior. Tal resultado pode ser explicado pela complexidade da operação presente na questão, uma vez que envolve operação com potência. Além disso, muitos alunos acreditaram que se tratava de uma progressão aritmética, como ocorreu no item a, retratados na figura 2. Os alunos que obtiveram sucesso na resolução fizeram o que Duval (2003) chama de transformação, seguindo os seguintes passos: $n = x^3 - x^2 = x(x^2 - x)$ e saíram substituindo o valor de x.

No item c, os estudantes ficaram à vontade para criar uma lei e gerar a sequência. Nesse item foi observado que todos optaram em escrever uma lei que gerasse uma progressão aritmética, e, embora a sequência tenha sido criada por eles $\frac{1}{3}$ dos estudantes erraram ao preencher o quadro.

No problema 2 foi dada uma sequência de números figurados em formato de quadrados. Os pitagóricos desejavam compreender a natureza íntima dos números, então elaboraram os *números figurados*, expressos como reunião de pontos numa determinada configuração geométrica. A quantidade de pontos representa um número e estes são agrupados de formas geométricas sugestivas – para que a partir da sequência eles respondessem a três itens (BOYER, 1974).

No tópico a os estudantes deveriam responder quantos pontinhos teria a próxima figura. Para essa questão, quase 90% dos participantes responderam de forma correta, alguns utilizaram, inclusive, o que Duval (2003) chama de conversão, observando que os números formavam quadrados perfeitos,

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

apresentando resposta tais como $5^2 = 5.5 = 25$. Alguns estudantes utilizaram o mesmo sistema e reproduziram a figura para chegar à conclusão.

No item b, os estudantes apresentaram o mesmo percentual de acerto apresentado no item a, entretanto, limitaram-se a escrever 100 pontinhos, ou ainda $10^2 = 100$. Ao responder à terceira pergunta do problema 2, para a qual eles deveriam assinalar a alternativa que apresentava a fórmula capaz de determinar o número de pontinhos, a quantidade de acertos diminuiu. Tal resultado que seria a generalização dos itens a e b, sofrendo uma redução no percentual de acerto de 90% para 53%.

Apesar do número expressivo de erros, foi possível observar que os participantes procuram alguma relação com números quadrados, sugerindo uma familiaridade em trabalhar com regularidades/padrões ao completar sequências que é uma das propostas dos números figurados.

O problema 3 foi subdividido em dois itens a) e b). Nele, foi apresentada uma sequência de quatro figuras e solicitado no quesito a) que eles desenhassem a quinta figura. Foi constatado que mais da metade dos estudantes não conseguiu entender a sequência, o que influenciou na construção do desenho. Neste caso, foi observado 90% de erro. No entanto, vale ressaltar que questão apresenta um grau de dificuldade considerado elevado para a série em que os estudantes participantes estão inseridos.

O problema 04 foi selecionado para o instrumento de pesquisa visando avaliar se os estudantes, ao lerem um texto em língua materna, conseguiram transcrever e/ou perceber que se tratava de um problema sobre equação do 1º grau. No entanto, nenhum aluno fez uso da equação para resolver o problema. Como é um exercício organizado em alternativas, cerca de 90% responderam às questões utilizando a técnica da exclusão. Os demais, o que representa 10% dos participantes, fizeram uso da aritmética para resolver o problema.

A proposta contida na questão era a seguinte: “Pedro tem 6 anos a mais do que Marcos. Os dois juntos têm 54. Quantos anos tem cada um?”. As respostas foram feitas da seguinte forma:

$$54 - 6 = 48$$

$$\frac{48}{2} = 24$$

$$24 + 6 = 30$$

Logo, Pedro tem 30 e Marcos 24.

Apesar dos resultados para o problema 4 chamou a atenção. Primeiro, por considerar que a presença de alternativas pode ter atrapalhado na resolução das questões, entendendo que sem elas, os estudantes teriam procurado outro mecanismo para a resolução; segundo, por observar que parte dos estudantes, mesmo sendo a minoria, mostrou a compreensão da aritmética envolvida nas equações do primeiro grau.

Um quantitativo acima de 90 % dos estudantes considera importante o estudo de equações, embora tenha demonstrado pouca habilidade quando precisam utilizar os conceitos de equação para resolver as questões proposta, como foi visualizado nas respostas ao problema 4. Pode-se inferir que

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

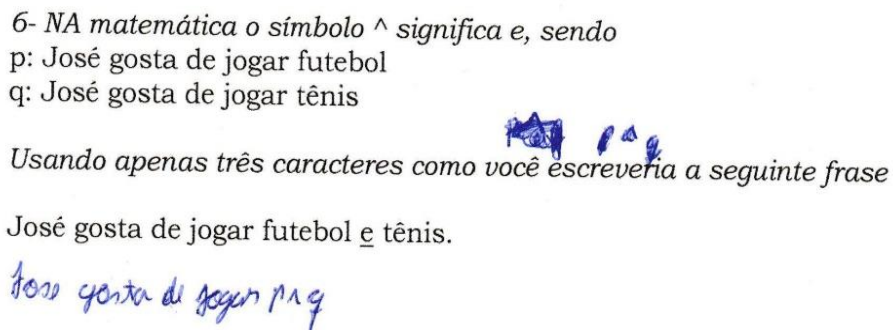
um quantitativo expressivo de estudantes que errou os problemas não compreendeu a linguagem, a representação ou os conceitos utilizados.

Nessa direção, um tipo de erro frequentes observado durante a análise dos dados é que muitos alunos confundiram a relação de inclusão entre conjuntos. O problema 5 pode ser utilizado para demonstrar esse tipo de erro. Nele, há a seguinte afirmação: “Todos os professores são chatos”, assim sendo,

a) O conjunto dos professores contém o conjunto dos chatos;
b) O conjunto dos chatos contém o conjunto dos professores;
c) Todos os chatos são professores;
d) Alguns professores não são chatos.

A maioria dos estudantes optou pelo uso da ideia de que o conjunto dos professores continha os chatos, cometendo um erro comum para esse tipo de questão. Já no problema 6, utilizando a linguagem da lógica matemática para testar a habilidade dos estudantes na substituição de textos da língua materna por símbolos matemáticos. Apenas 39% dos participantes responderam de forma correta e 61% restante utilizou a simbologia parcialmente, como mostrado na figura 3. Alguns responderam mudando a letra da sentença, o que torna isso interessante uma vez que é comum a utilização de letra inicial do nome para representá-lo numa sentença matemática. Este exemplo está ilustrado na figura 4.

Figura 3 - resposta dada pelo estudante 18.

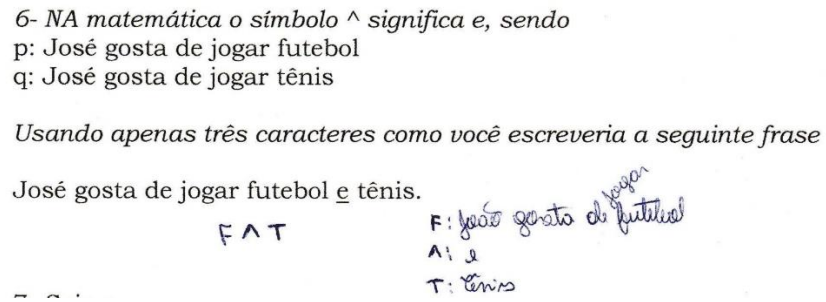

6- NA matemática o símbolo ^ significa e, sendo
p: José gosta de jogar futebol
q: José gosta de jogar tênis

Usando apenas três caracteres como você escreveria a seguinte frase

José gosta de jogar futebol e tênis.

Fonte: Própria Autora (2019).

Figura 4- resposta dada pelo estudante 28


6- NA matemática o símbolo ^ significa e, sendo
p: José gosta de jogar futebol
q: José gosta de jogar tênis

Usando apenas três caracteres como você escreveria a seguinte frase

José gosta de jogar futebol e tênis.

F ^ T

F: João gosta de jogar futebol
^: e
T: tênis

Fonte: Própria Autora (2019).

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Para o problema 7 foi proposto uma questão subjetiva, portanto, sem valores quantitativo e sem possibilidade de classificá-la como erros e acertos. O objetivo da questão era levar os participantes da pesquisa a pensar um pouco sobre a importância de um sistema de numeração viável, considerando a necessidade de ter outros sistemas de numeração caso o sistema de numeração decimal apresentasse eficiência (BOYER, 1974). A questão foi organizada da seguinte forma:

"Sejam:

O número 1 representado por A

O número 2 representado por B

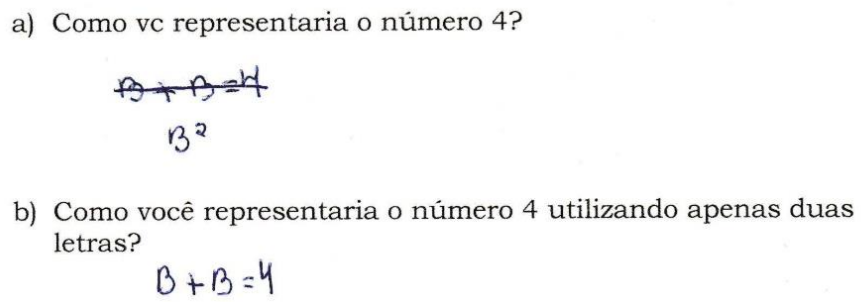
O número 5 representado por C

a) Como você representaria o número 4?

b) Como você representaria o número 4 utilizando apenas duas letras?"

Ao responder o item *a* e *b*, era esperado que o aluno fizesse alusão ao sistema de numeração romana, apresentando respostas do tipo AAAA ou AC. Entretanto, não foram encontradas resolução deste tipo, mas foram constatadas respostas que podem ser remetidas a elas. Alguns estudantes utilizaram letras que não tinha nenhuma relação com as letras dadas na questão. Alguns colocaram Q, T, D, e F, porém, cerca de 50% dos entrevistados fizeram uso de operação como: B^2, BxB, B^B, B+B. Alguns desses casos podem ser observados na figura 5.

Figura 5 - resposta dada pelo estudante 17.



Fonte: Própria Autora (2019).

Vale lembrar que no item *a* os estudantes podiam usar a quantidade de letras que julgassem necessárias, enquanto no item *b* foram limitados o uso de apenas duas letras. Em análise às figuras 7, 8 e 9, é possível observar que os estudantes adaptaram as operações conhecidas para obter como resultado 4. Observe que B + B = 2 + 2 = 4, e $B^B = 2^2 = 4$ e ainda BB = 2.2 = 4.

O problema 8 e 9, referem-se a questões de relação de pertinência entre elemento e conjunto, visando avaliar o nível de compreensão do aluno sobre simbologia. Nessas questões, apesar do quantitativo expressivo de acertos, foram apresentadas justificativas incorretas. Em análise às questões, considerando como correta apenas aquelas que apresentaram uma justificativa plausível, o percentual de acertos sai de 90% para 64%. Tal resultado possibilita a inferência de que os estudantes sabiam de forma "inconsciente" que aquele determinado elemento pertencia ou não ao referido conjunto, porém eles não conseguiam justificar.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

De acordo com as respostas, todos os estudantes compreendem a ideia de que o conjunto A é infinito, afirmando que sim, com justificativas coerentes e corretas. Entretanto, podem ser observados uma confusão na hora de classificar os conjuntos numéricos. Essa incoerência também foi verificada para o problema 9. Os erros cometidos pelos alunos foram analisados por tipos de problema, com a intenção de analisar quais tipologias de problemas tiveram maior índice de erros.

O instrumento de pesquisa é composto por três tipos de problemas, exigindo dos estudantes a capacidade de compreensão de situações que envolvem a linguagem, a representação e a contextualização. Nos problemas de representação procurou-se analisar a compreensão do aluno sobre as formas de representação, tais como: (i) formas pictóricas; (ii) equações, os símbolos e objetos matemáticos.

As questões contextualizadas foram as que obtiveram o menor índice de erro, sugerindo maior habilidade dos estudantes em responder questões que retratem situações cotidianas. No entanto, é relevante observar que os problemas contextualizados também apresentaram um alto percentual de erro, evidenciando dificuldade de compreensão de conceitos. O maior percentual de erro apareceu em questões de linguagem e representação, o que sugere que a resolução dessas questões requer um conhecimento maior e mais formal da matemática, diferente das questões contextualizadas que podem ser resolvidas de maneira empírica e lógica.

Já nos problemas que envolvem de linguagem, buscou-se verificar se o aluno, ao ler um problema na linguagem corrente e/ou materna, compreende que se trata de uma questão matemática, sendo capaz de codificar para a linguagem matemática, a simbologia, e responder o problema.

E o uso dos problemas contextualizados teve o intuito de averiguar se o estudante conseguia aplicar os conceitos ensinados em sala de aula para resolver problemas cotidianos. O fato dos problemas que envolvem contextos diários apresentarem maior rendimento pode ser justificado pelo fato dos alunos terem a percepção da aplicação deste conteúdo para resolver os problemas do dia a dia. Os dados apresentados no gráfico 4, em que a maior parte dos participantes afirma que consegue perceber as aplicações dos conceitos no dia a dia corrobora com os dados do gráfico 3.

Pode observar que os dados apresentados nesse trabalho indicam que a dificuldade de compreensão da linguagem e dos conceitos matemáticos estão associados a dois fatores de insucesso na aprendizagem, pois para um bom desempenho é preciso domínio dos conceitos e da linguagem matemática e sua representação, que é corroborado pelos resultados apresentados no gráfico 6.

Como a álgebra é presente na série em que estamos trabalhando foi questionado aos entrevistados o que eles entendiam sobre letras em matemáticas as repostas foram agrupadas e apresentadas na tabela 3. Dos 36 estudantes mais da metade compreende que as letras são usadas como forma de representação.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Tabela 1 - Distribuição das respostas apresentadas sobre letras em matemática.

O QUE ENTENDE SOBRE LETRAS EM MATEMÁTICA?	QUANTITATIVO
Nada	8
Números a serem descobertos	7
Uma forma de representação	17
Que é igual a 1	2
Uma incógnita	2

Fonte: Própria Autora (2019).

Os resultados da tabela 1 não são suficientes para afirmar que os estudantes entendem sobre registros e representações, bem como dominam a simbologia matemática. Os resultados obtidos com os problemas propostos sugerem que os estudantes têm dificuldade em usar os conceitos da simbologia matemática por não entenderem a proposta apresentada no problema. Neste caso, parte da dificuldade está presente na leitura e interpretação e transformação dos dados, gerando dificuldade na resolução de questões.

.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O insucesso na aprendizagem da matemática pode ocorrer por vários fatores, sejam eles cognitivos, afetivos ou físicos. Entretanto, o desenvolvimento de competências e habilidade que contemplem leitura e interpretações pode fomentar melhores resultados para a disciplina, uma vez que a intepretação de questões problemas é parte primordial para o sucesso na resolução de questões.

Ao iniciar esta pesquisa, as inquietações em relação ao ensino da Matemática e a falta de interesse dos estudantes em aprendê-la eram inúmeras. Portanto, o estudante foi colocado como principal objeto do estudo de maneira que fosse possível entender quais eram as suas impressões, opiniões e medos diante da Matemática. Para tanto, buscou-se compreender o nível de dificuldade desses estudantes com relação à simbologia matemática, o que pode gerar inabilidade em compreender a simbologia algébrica utilizada no ensino de Matemática, interferindo na construção do conhecimento matemático dos estudantes a partir dos anos finais do Ensino Fundamental.

Com os resultados obtidos, foi possível perceber que existe uma dificuldade dos estudantes em compreender os símbolos matemáticos, o que pode estar associados a uma série de fatores, inclusive metodologias usadas para ensinar esses conteúdos. O instrumento I gerou dados que possibilitam inferir a necessidade de metodologias que evidenciem uma diversidade de situações para que as operações e conceitos envolvidos possam ser melhor compreendidos, pois a pesquisa aponta que os estudantes não compreendem os conceitos e a linguagem matemática.

É importante lembrar que a incompreensão dos conceitos e linguagem não ocorre em um determinado período da vida escolar, e que tal linguagem deve ser construída ao longo da vida escolar, de forma gradativa.

Com o desenvolvimento desse trabalho ficou evidente a importância de metodologias que fomentem o ensino da simbologia matemática em sala de aula. Sem essa competência desenvolvida a

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

compreensão de grande parte dos conteúdos da matemática fica comprometida, gerando resultados aquém das projeções estabelecidas em avaliações externas, além de gerar insatisfação nos estudantes reforçando a ideia de que a matemática é difícil.

Os resultados mostraram que em muitas situações o aluno consegue se expressar utilizando a linguagem materna, mas não consegue expressar ideias em linguagem matemática. Foi possível perceber que os participantes tentaram se expressar em língua materna até mesmo quando não era necessário fazer isso. O uso desse registro evidencia como os alunos estão interpretando e compreendendo os objetos matemáticos e os enunciados.

O fato dos problemas contextualizados apresentarem quantitativos menores de erros em relação aos outros tipos, aponta que propor problemas cotidianos é uma maneira de tornar a matemática ensinada mais dinâmica e melhorar o processo de aprendizagem. Nessa pesquisa, considerando, ainda, as questões aplicadas aos alunos, foi observado que os participantes utilizaram, além do registro figural presente no enunciado, a linguagem materna, a algébrica e a aritmética.

É importante considerar que esse trabalho foi realizado apenas com uma turma e que, portanto, não é presumível fazer generalizações sobre as conclusões. Certamente, aplicado com outras turmas surgiriam resultados diversos e até mesmo diferentes. Há muitas pesquisas que discutem o estudo da linguagem e da linguagem matemática, e agora esse trabalho faz parte desse grupo. A pretensão é que ele possa contribuir para futuras pesquisas sobre a Linguagem Matemática e a Resolução de Problemas por meio de representações, entendendo eu que o estudo dessa temática carece de outras pesquisas de modo que outras situações sejam analisadas, inclusive em outras etapas da Educação Básica.

REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, A. O Planejamento de Pesquisas Qualitativas. *In.:* ALVESMAZZOTTI, A.; GEWANDSNAJDER, F. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais**: pesquisa quantitativa e qualitativa. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1998, p. 107-203.

BOYER, C. B. **História da Matemática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio**: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/linguagens02.pdf. Acesso em: 18 maio 2018.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: matemática. Brasília: MEC/SEF, 1997. v. 3.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf. Acesso em: 10 maio 2015.

CARVALHO, D. S.; RAMOS, S. A.; CAVALCANTE, E. H. M.; LIMA NETO, S. C. Olimpíadas de conhecimento: ferramenta para o ensino da matemática em Petrolina, PE. **Extramuros**, Petrolina-PE, v. 5, n. 1, p. 14-29, 2017.

CARVALHO, P. M. **Simbologia Algébrica: a questão do "x" sob o olhar dos estudantes de um curso Pró-Técnico**. 2015. 140f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Tecnológico

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

de Educação de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

D'AMBROSIO, U. Matemática e educação matemática: o problema da convergência palestras proferidas em 1998. *In.:* **IV Encontro de Educação Matemática - SBEM-ES**, Vitória, 21 de novembro de 1998. Disponível em: https://sites.google.com/site/etnomath/23. Acesso em: 20 jan. 2019.

DAMM, Regina Flamyng. Registros de Representação. *In.:* MACHADO, Silvia Dias Alcantara et al. **Educação Matemática**: uma introdução. São Paulo: EDUC, 1999.

DICIONÁRIO Michaelis [CD-ROM]. São Paulo: Melhoramentos, 2002.

DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. *In.:* MACHADO, S. D. A. **Aprendizagem em Matemática**: registros de representação semiótica. Campinas, SP: Papirus, 2003.

FARJADO, R. A. dos S. **Teoria dos Conjuntos.** Notas de aula da Disciplina Laboratório de do Instituto de Matemática e Estatística (IME) da Universidade de São Paulo (USP), 2012. Disponível em: http://www.ime.usp.br/~fajardo/Conjuntos.pdf. Acesso em: 15 ago. 2018.

FEIO, E. S. P. **A Conversão da Língua Natural para a Linguagem Matemática à Luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica**. 2005. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

FLORÊNÇO JÚNIOR, R. L. A linguagem matemática na sala de aula: perspectivas e dificuldades. **E-xacta**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 29-34, 2014. Disponível em: www.unibh.br/revistas/exacta/.Acesso em: 15 jul. 2018.

FLORES, C. R. Registros de representação semiótica em matemática: história, epistemologia, aprendizagem. **Boletim de Educação**, v. 1, n. 26, 2006.

FREITAS, T. S. **Língua Materna e Linguagem Matemática**: influências na resolução de problemas matemáticos. Campina Grande, 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

GÓMEZ-GRANELL, C. Rumo a uma epistemologia do conhecimento escolar: o caso da educação matemática. *In.:* RODRIGO, M. J.; ARNAY, J. (Orgs.). **Domínios do conhecimento, prática educativa e formação de professores**. São Paulo: Ática, 1998. p. 15-41.

GOMES-GRANELL, C. A aquisição da linguagem matemática: símbolo e significado. *In.:* TEBEROSKY, Ana; TOLCHINSKY, Liliana (Org.). **Além da alfabetização: a aprendizagem fonológica, ortográfica, textual e matemática**. São Paulo: Ática, 2003.

GRANGER, G. G. **Filosofia do estilo**. Tradução de Escarlett Zebertto Marton. São Paulo: Perspectiva, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974.

GUERRA, M. das G. G. V.; CUSATI, I. C.; SILVA, A. X. da. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade: dos conhecimentos e suas histórias. **Revista Ibero Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 13, n. 03, p. 979-996, jul./set. 2018. ISSN:19825587. DOI: 10.21723/riaee.v13.n3.2018.11257.

KLÜSENER, R. Ler, Escrever e Compreender a Matemática, ao Invés de Tropeçar nos Símbolos. *In.:* NEVES, Iara et al. **Ler e Escrever**: compromisso de todas as áreas. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2001. p. 177-191.

KOCH, I. G. V. **A inter-ação pela linguagem.** São Paulo: Contexto, 2003.

LORENZATO, S. **Educação Infantil e percepção matemática**. 2. ed. Campinas-SP: Editora Autores Associados, 2008.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

MACHADO, S. D. A. (Org). **Aprendizagem em Matemática**: registros de representação semiótica. Campinas: Papirus, 2003.

MENEZES, Mindé Badauy de.; RAMOS, Wilsa Maria. **Proformação (Programa de Formação de Professores em Exercício) - Coleção Magistério:** Módulo IV (Unidades 2, 3 e 7 de autoria de Iracema Campos Cusati). Brasília: MEC, FUNDESCOLA, 2000.

MODEL, S. L. **Dificuldades dos alunos com a simbologia matemática.** 2005. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MONTEIRO, L. C. S. **Sentidos e significados para uma abordagem semiótica em educação matemática**: uma análise sobre as discussões das interpretações do paradoxo de Zenão. 2015. 177f. Tese (Doutorado) - Universidade Anhanguera, São Paulo, 2015.

NEHRING, C. **A Multiplicação e seus Registros de Representação nas Séries Iniciais**. 1996. 125f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências da Educação, Universidade de Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

OBST, O. N. **Resolução de problemas e linguagem em EJA**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual Paulista, Marília, 2015.

PAIVA, T. V. S. **O desafio da linguagem matemática através das novas tecnologias**. 2016. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2016.

PIMENTEL, D. E. **Metodologia da resolução de problemas no planejamento de atividades para a transição da aritmética para a álgebra**. 2010. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

RAMOS, S. A.; CARVALHO, D. S.; LIMA NETO, S. C. Um pouco da OBMEP: você pertence a qual grupo? **Revista do Professor de Matemática**, n. 99, p. 58-63, 2019.

ROCKENBACH, W. L. "**Advinha número":** Número é uma questão de simbologia. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – a Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

SANTAELLA, L. **O que é Semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 2003.

SANCHEZ, J. N. G. **Dificuldades de Aprendizagem e Intervenção Psicopedagógica.** Porto Alegre: Artmed, 2004.

SILVA, A. R. **Por que usamos símbolo em Matemática?.** 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

SILVA, C. M. S. **No Paraíso dos Símbolos**: surgimento da lógica e teoria dos conjuntos no Brasil. Disponível em: http://www.ufes.br/circe/administrador/artigos/arquivos/artigo60.htm. Acesso em: 24 nov. 2018.

SILVEIRA, M. R. A. Compreensão da matemática no uso de símbolos e da gramática. **Rev. Guillermo de Ockham**, v. 15, n. 1, p. 51-57, 2017.

SILVEIRA, M. R. A. **Produção de sentidos e construção de conceitos na relação ensino/aprendizagem da matemática**. 2005. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ROCKENBACH, W. L. **Adivinha Número**: número é uma questão de simbologia. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

TINOCO, L. A. A. et al. Caminho da álgebra na escola básica. *In.:* **Seminário de Pesquisa em Educação Matemática do Estado do Rio de Janeiro, 6.** 2008. p. 1-8. Disponível em: http://www.sbemrj.com.br/sbemrjvi/artigos/b2.pdf. Acesso em: 21 jul. 2018.

VALLILO, S. A. M. **A linguagem matemática no estudo de números racionais**: uma abordagem através da resolução de problemas. Rio Claro, 2018. 238f. Dissertação – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2018.

VIALI, L.; SILVA, M. M. A linguagem matemática como dificuldade para os alunos do ensino médio. *In.:* **Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM, 9,** 2007. Belo Horizonte. Disponível em: http://www.sbembrasil.org.br/files/ix_enem/Html/comunicacaoCientifica.html. Acesso em: 18 ago.2018.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1998.

ZUCHI, I. A importância da linguagem no ensino de matemática. **Educação matemática em revista**. Rio de Janeiro, n. 16, ano 11, p. 49-55, 2004.