



SILVA, Vagner Henrique Osorio da; OLIVEIRA, Paulo César. Análise da produção escrita de estudantes na resolução de questões algébricas da avaliação diagnóstica de entrada. *In: Seminário de escritas e leituras em Educação Matemática*, 7., 2025, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: UFMG, 2025. 11p. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16938217>.

## ANÁLISE DA PRODUÇÃO ESCRITA DE ESTUDANTES NA RESOLUÇÃO DE QUESTÕES ALGÉBRICAS DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DE ENTRADA

*Vagner Henrique Osorio da Silva*  
*Universidade Federal de São Carlos*  
[vagner.osorio@estudante.ufscar.br](mailto:vagner.osorio@estudante.ufscar.br)

*Paulo Cesar Oliveira*  
*Universidade Federal de São Carlos*  
[paulooliveira@ufscar.br](mailto:paulooliveira@ufscar.br)

**Resumo:** Esse texto contempla um olhar sobre questões da Avaliação Diagnóstica de Entrada (ADE) da edição de 2022, na unidade temática de Álgebra, aplicada em uma escola pública paulista para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental e estudantes da 3ª série do Ensino Médio, com a finalidade de averiguar os conhecimentos prévios dos alunos. Esse sistema de avaliação externa foi composto por 26 questões objetivas das quais escolhemos três, as quais envolviam objetos de conhecimento algébrico. O referencial teórico-metodológico utilizado foram os registros de representação semiótica, por entendermos que o objeto matemático é abstrato e seu acesso se faz por meio das representações que envolvem a multiplicidade de linguagem como, por exemplo, a língua natural, fórmulas, entre outras. A pesquisa é de natureza qualitativa, na modalidade documental, com o propósito de analisarmos as representações matemáticas mobilizadas e coordenadas na produção escrita da atividade matemática dos estudantes. Em termos de resultado de pesquisa, quanto maior o custo cognitivo na resolução da questão proposta, menor é o desempenho escolar no sistema de avaliação em larga escala.

**Palavras-chave:** Semiótica; Avaliação somativa; Educação básica; Linguagem matemática.

### 1 Considerações iniciais

A pandemia da COVID-19 provocou uma ruptura significativa nos processos escolares e no acompanhamento das aprendizagens dos estudantes. Em 2022, o retorno presencial às aulas nas redes pública e privada de ensino do estado de São Paulo impulsionou o sistema de avaliação externa ou de larga escala como é o caso da Avaliação



Diagnóstica de Entrada (ADE), a qual é realizada no início do ano letivo para aferir o que os estudantes sabem no momento inicial de um processo educativo, a fim de balizar tomadas de decisão no que se refere ao planejamento de ensino.

O presente artigo tem como foco a análise de questões da unidade temática de Álgebra, aplicadas na Avaliação Diagnóstica de Entrada (ADE) nas turmas do 9º ano do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio de uma escola paulista do Programa de Ensino Integral (PEI) de 9 horas, integrante da diretoria de ensino do município de São Carlos.

A pesquisa propõe-se a investigar como os estudantes de diferentes etapas escolares mobilizam registros de representação semiótica na resolução de tarefas algébricas, à luz da teoria de Raymond Duval. A escolha por esta abordagem teórica-metodológica justifica-se pela relevância de compreender não apenas os erros e acertos dos alunos na resolução de três questões algébricas, mas a atividade cognitiva dos estudantes externalizada por meio de representações semióticas.

A referida avaliação externa foi composta de 26 questões objetivas, das quais selecionamos 3 delas, que continham objetos de conhecimento algébrico. Mais especificamente, selecionamos uma questão comum às avaliações 9º ano do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio. A segunda questão escolhida corresponde ao maior índice de erro entre os alunos do Ensino Médio, e a terceira foi aquela que apresentou menor índice de acertos no Ensino Fundamental. Em cada caso, buscamos identificar os registros apresentados na resolução dos problemas, os processos de conversão e tratamento realizados e as dificuldades enfrentadas pelos estudantes, relacionando os resultados obtidos com as habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018).

## **2 Aporte teórico-metodológico**

Os registros de representação semiótica são decorrentes de uma teoria semiocognitiva que privilegia aspectos cognitivos do funcionamento do pensamento humano inerentes à aprendizagem matemática. Um pressuposto básico da teoria é que dada a natureza abstrata dos conceitos estudados em Matemática, é fundamental saber distinguir

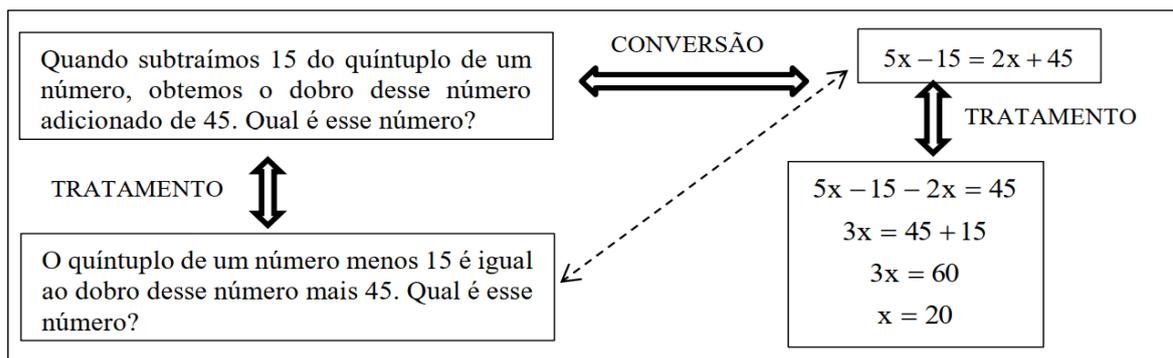


um objeto de sua representação, sem a qual a compreensão e a aprendizagem escolar ficam comprometidas (DUVAL, 2009).

Para um mesmo objeto matemático, o seu acesso se dá por meio de diferentes representações com conteúdos e significados distintos. Duval (2009, p.15) orienta que “em matemáticas, as representações semióticas não são somente indispensáveis para fins de comunicação, elas são necessárias ao desenvolvimento da atividade matemática”. Outrossim, a Matemática faz uso de uma grande variedade de representações semióticas devido ao fato de que “toda representação é cognitivamente parcial ao que ela representa e representações de registros diferentes não apresentam os mesmos aspectos de um mesmo conteúdo conceitual” (DUVAL, 2009, p.91).

Em termos de objetos algébricos, uma situação-problema pode ser representada por meio da língua natural, por meio de diagramas ou mesmo a linguagem algébrica e cada uma dessas representações apresentam possibilidades distintas de transformação. Como cada representação é parcial quanto ao que ela representa, destaca-se a importância de transitar entre essas representações de forma coordenada, por meio da atividade cognitiva de transformação via tratamento ou conversão, conforme exemplo na figura 1:

Figura 1: Representações semióticas no estudo da equação de primeiro grau



Fonte: Lourenço e Oliveira (2018, p.86)

O tratamento é uma transformação interna ao registro, na qual o registro de partida é o mesmo registro de chegada. Com base no conteúdo da figura 1, podemos destacar como exemplo a resolução da equação de primeiro grau. Diferentemente, a conversão é uma transformação entre registros que pressupõe a mobilização de ao menos dois registros distintos, na qual o registro de partida do problema não é o mesmo registro



de chegada. Com base na figura 1, podemos destacar a transição do registro da língua natural (enunciado do problema) para a linguagem simbólica, na forma de equação do primeiro grau.

Na próxima seção dedicamos a apresentação da metodologia de pesquisa que conduziu a discussão e resultados dos dados coletados.

### 3 Percorso metodológico da pesquisa

A pesquisa que aqui se reporta é de natureza qualitativa interpretativa (Creswell, 2010), pois visa analisar a produção escrita de 35 estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental e 27 da 3ª série do Ensino Médio, acerca da atividade cognitiva das transformações de representações semióticas entre registros, na resolução de três questões de natureza algébrica.

Organizamos a próxima seção com os seguintes procedimentos: apresentação de cada enunciado, a alternativa correta, o desempenho dos estudantes e a habilidade envolvida, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018). O processo de análise dessa produção de informações se pautou em duas categorias *a priori* do aporte teórico dessa pesquisa, ou seja, a mobilização e coordenação de diferentes representações semióticas entre registros, de acordo com a atividade cognitiva de tratamento e/ou conversão.

### 4. Discussão e resultados

A primeira questão contida na figura 2, fez parte tanto da avaliação do 9º ano do Ensino Fundamental (EF) quanto da 3ª série do Ensino Médio (EM), conforme conteúdo a seguir:

Figura 2 – Enunciado da primeira questão

A mãe de Paula vai fazer uma festa de aniversário para sua filha e encomendou 100 coxinhas de frango, 60 empadas e algumas bolinhas de queijo, totalizando 225 salgadinhos. A equação que permite calcular a quantidade  $x$  de bolinhas de queijo é  
A)  $x + 160 = 225$ .   B)  $x - 225 = 160$ .   C)  $x - 160 = 225$ .   D)  $x + 225 = 160$ .

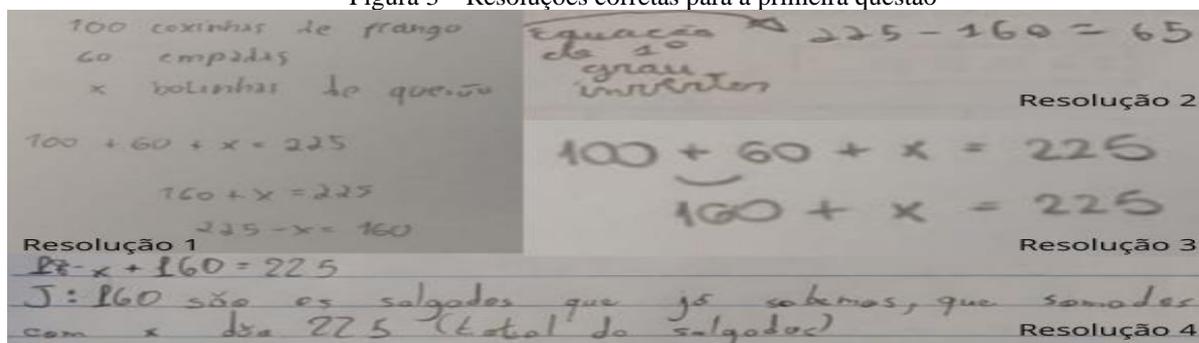
Fonte: (São Paulo, 2022, 3ª série do Ensino Médio, p.26)

A resposta correta desse problema é a alternativa “a”, sendo que 45 alunos tiveram êxito na resolução. De acordo com a BNCC, é desejável que o aluno seja capaz de



“resolver e elaborar problemas que possam ser representados por equações polinomiais de 1º grau, redutíveis à forma  $ax+b = c$ , fazendo uso das propriedades da igualdade” (BRASIL, 2018, p.307). Esse problema contém formas diversas de produzir o protocolo escrito, em termos de resolução. Todos os alunos que erraram a questão, não apresentaram registros escritos. Nesse sentido, buscamos as diferentes resoluções apresentadas de forma correta. Os protocolos escritos (figura 3) nomeados por “resolução 1” e “resolução 3” são atribuídos às diferentes atividades matemáticas desenvolvidas por alunos do 9º ano (EF), enquanto os outros dois protocolos dizem respeito aos alunos da 3ª série (EM).

Figura 3 – Resoluções corretas para a primeira questão



Fonte: cartões-resposta dos estudantes

Nas duas resoluções (1 e 3) houve a atividade de conversão da representação semiótica entre o registro da língua natural (enunciado da questão proposta) e o registro algébrico (equação do 1º grau). Nessas atividades matemáticas, “x” foi associado à uma quantia de bolinhas de queijo e isto também ocorreu na “resolução 4”, feita por aluno da 3ª série (EM).

Na “resolução 2”, realizada por aluno da 3ª série (EM), houve inicialmente a conversão da representação semiótica entre o registro da língua natural e o registro numérico, ou seja, a diferença entre o total de salgados (225) e parte da encomenda (100 coxinhas de frango e 60 empadas) foi representada como  $225 - 160 = 65$ . A partir do registro numérico não houve nenhum indício de registro escrito para justificar a conversão da representação semiótica entre o registro numérico e o algébrico (alternativa “a” da questão). A segunda questão contida na “figura 4”, fez parte da avaliação submetida para 27 estudantes da 3ª série (EM), sendo que 13 deles cometeram erros que impediram de assinalar a resposta correta (alternativa “c”).

Figura 4 - Questão aplicada para a turma da 3ª série (EM)



Daniela pilota helicópteros e trabalha como guia de turismo. Sua função, como piloto, é levar os passageiros para diversos passeios turísticos que custam R\$ 24,00 por minuto de voo. Em um desses passeios, Daniela realizou o voo com uma velocidade média de 120 km/h e duração de 30 minutos. Em outra ocasião, fazendo esse mesmo roteiro, ela manteve uma velocidade média de 80 km/h em todo o trajeto. Considerando o valor que Daniela cobra por minuto, quanto custou esse segundo passeio realizado por Daniela?

- A) R\$ 480,00. B) R\$ 720,00. C) R\$ 1080,00. D) R\$ 1680,00. E) R\$ 7680,00.

Fonte: Fonte: (São Paulo, 2022, p.24)

O conteúdo da segunda questão (figura 4) envolveu as grandezas velocidade e tempo, para um trajeto de comprimento fixo, são grandezas inversamente proporcionais. De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018, p.537), o conteúdo dessa questão requer a habilidade de “resolver e elaborar problemas que envolvem grandezas determinadas pela razão ou pelo produto de outras (velocidade, densidade demográfica, energia elétrica, etc.)”. Na “figura 5” apresentamos quatro formas de registros escritos obtidos na resolução dos estudantes da 3ª série (EM), de modo a obter a resposta correta (alternativa “c”)

Figura 5 – Resoluções corretas para a segunda questão

**Resolução 1**

**Resolução 2**

**Resolução 3**

**Resolução 4**

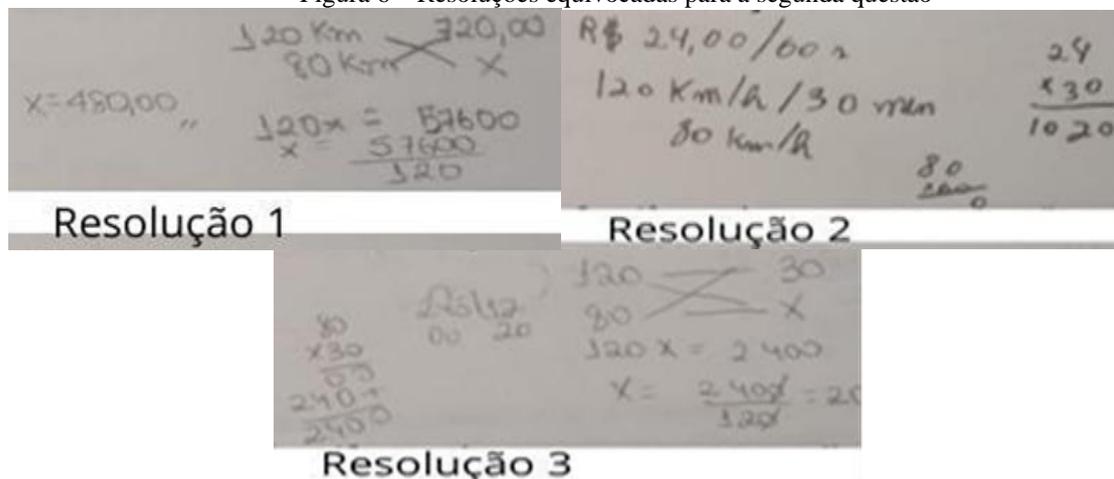
Fonte: cartões-resposta dos estudantes

Nas três primeiras resoluções contidas na “figura 5”, a atividade cognitiva de conversão das representações semióticas entre o registro da língua natural (enunciado) e o registro algébrico envolveu um custo cognitivo maior do que na primeira questão por conta da apreensão conceitual sobre a identificação e caracterização das grandezas inversamente proporcionais. A disposição correta das grandezas velocidade e tempo no algoritmo da regra de três permitiu encontrar o valor de 45 minutos para a incógnita “x”.



Na quarta resolução, a referida conversão da representação semiótica envolveu o reconhecimento da grandeza velocidade como a distância percorrida em uma determinada unidade de tempo. Na continuidade dessa resolução envolveu o reconhecimento do produto de duas grandezas, ou seja, o custo por minuto de voo que Daniela cobra nos passeios turísticos que oferece. Neste sentido, através da atividade cognitiva de tratamento na representação numérica, foi realizado o cálculo  $45 \times 24 = \text{R\$}1080,00$ . A “figura 6” contém três tipos de erros cometidos pelos alunos da turma da 3ª série (EM):

Figura 6 – Resoluções equivocadas para a segunda questão



Fonte: cartões-resposta dos estudantes

Nas três resoluções os alunos apresentaram dificuldades em reconhecer que as grandezas velocidade e tempo são inversamente proporcionais, ocasionando o erro na disposição dos valores numéricos no algoritmo da regra de três, resultando a resposta errada. A terceira questão (figura 7) foi aplicada para 35 alunos do 9º ano (EF) e houve um baixo desempenho de acertos, no caso, apenas 8 alunos assinalaram a alternativa “d” (resposta correta), a partir de tentativas de acertos e erros.

Figura 7 - Questão aplicada no 9º ano (EF)

Observe a sequência numérica apresentada e as quatro expressões algébricas indicadas em seguida: **2, 6, 12, 20, 30, ...**      **I**  $6n$     **II**  $2n+2$     **III**  $3(n-1)$     **IV**  $n^2+n$   
 Qual dessas expressões algébricas permite determinar cada termo da sequência apresentada em função da posição **n** que ele ocupa nessa sequência?  
 A) I.    B) II.    C) III.    D) IV.

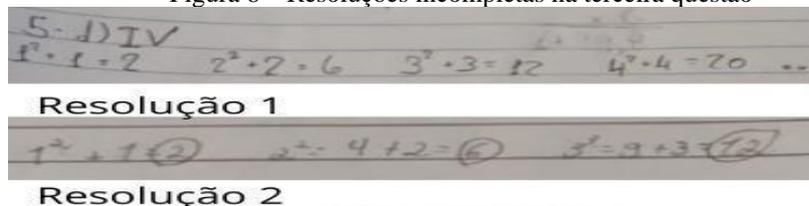
Fonte: (São Paulo, 2022, p.16)

De acordo com a BNCC, é desejável que o aluno seja capaz de “utilizar a simbologia algébrica para expressar regularidades encontradas em sequências numéricas” (BRASIL, 2018, p.307) para resolver corretamente a questão. No entanto, apresentamos na



“figura 8” resoluções incompletas dessa questão:

Figura 8 – Resoluções incompletas na terceira questão



Fonte: cartões-resposta dos estudantes

Nessas duas resoluções os alunos se limitaram à atividade cognitiva de tratamento, ou seja, dado um sistema semiótico simbólico, permaneceram no mesmo tipo de registro e aplicaram procedimentos numéricos, em busca de regularidades na sequência numérica. Porém, não foram capazes que atingir a generalidade em relação a simbologia algébrica e, provavelmente, por tentativa e erro, deduziram que a resposta correta estava na alternativa “d”.

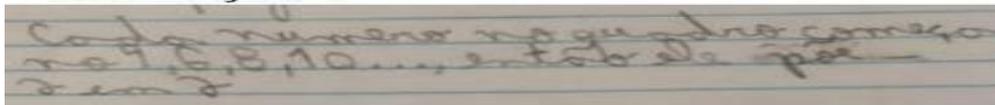
Uma possível resolução para essa questão seria desenvolver a atividade cognitiva de tratamento da representação semiótica, reescrevendo os termos da sequência numérica como um produto de dois números naturais consecutivos, ou seja, “2, 6, 12, 20, 30, ...” equivale a “1.2, 2.3, 3.4, 4.5, 5.6, ...”. Na sequência, é esperado o n-ésimo termo da sequência apresentada em função da posição “n” possa ser escrito como  $n.(n+1)$  para todo “n” natural e maior ou igual a 1. Nesse momento da resolução, ocorre a conversão da representação semiótica entre o registro numérico (1.2, 2.3, 3.4, 4.5, 5.6, ...) e o registro algébrico “ $n.(n+1)$ ”. Por fim, a equivalência  $n.(n+1) = n^2+n$  (resposta da alternativa “d”) é resultado da atividade cognitiva de tratamento da representação semiótica na forma simbólica (registro algébrico).

A “figura 9” contém duas resoluções na busca de expressar regularidades a partir da sequência numérica “2, 6, 12, 20, 30, ...”, porém sem êxito na utilização da simbologia algébrica, necessária para assinalar a alternativa correta.

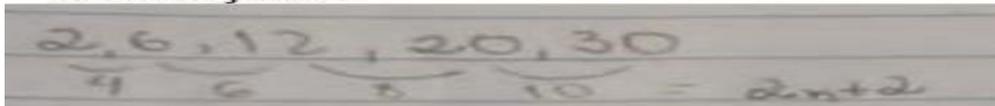
Figura 9 – Resoluções equivocadas para a terceira questão



### Resolução 1



### Resolução 2



Fonte: cartões-resposta dos estudantes

Em ambas as resoluções, a atividade cognitiva desenvolvida foi o tratamento da representação semiótica simbólica na forma de registro numérico. No processo de resolução, foi feito o cálculo da diferença entre os termos consecutivos imediatos, gerando uma nova sequência de números naturais infinitos expressos por “4, 6, 8, 10...” e, pela transformação dessa representação semiótica via conversão em registro algébrico, gerou a expressão “ $2n+2$ ”. Embora, a equivalência referencial “4, 6, 8, 10...” e “ $2n+2$ ” esteja correta, não é a resposta adequada à proposta do enunciado dessa questão.

O erro cometido por esses alunos está na forma de tratamento da sequência numérica original “2, 6, 12, 20, 30, ...”, a qual demanda uma equivalência referencial de reescrever os termos da sequência numérica como um *produto* de dois números naturais consecutivos ao invés da *diferença* entre os mesmos.

## 5 Considerações finais

A primeira questão, aplicada nas duas turmas, resultou o melhor desempenho na resolução (média de 72% de acertos), comparado às outras duas questões; devido à atividade cognitiva de decodificação direta das informações disponíveis, na conversão entre o registro da língua natural e algébrico. Em termos de habilidade prescrita pela BNCC, os alunos foram capazes de representar uma equação polinomial de 1º grau, redutíveis à forma  $ax+b = c$ , fazendo uso das propriedades da igualdade.

A segunda questão, contida na prova da 3ª série do Ensino Médio, resultou um baixo desempenho, pois metade dos alunos cometeram equívocos na resolução da tarefa proposta. O baixo desempenho justifica-se pelo fato de que a atividade cognitiva de conversão da representação semiótica transcendeu a decodificação das informações. O custo cognitivo nessa atividade matemática perpassa pela apreensão conceitual de



grandezas inversamente proporcionais, no caso, a velocidade e o tempo decorrido. Tomando por base as habilidades prescritas na BNCC, constatamos que 13 alunos não foram capazes de resolver um problema envolvendo grandezas determinadas pela razão ou pelo produto de outras, como é o caso da velocidade.

A terceira questão, contida na prova do 9º ano do Ensino Fundamental, resultou um baixo desempenho, pois apenas 8 alunos (em média, 22% da turma) obtiveram êxito ao assinalar a alternativa correta. Na verdade, com base na habilidade da BNCC, nenhum aluno da turma conseguiu expressar a regularidade e padrão da sequência numérica na forma de expressão algébrica. O êxito por parte de 22% da turma deu-se por um processo de tentativa de erro e acerto na busca de teste de cada alternativa, até conseguir assinalar a letra “d” como alternativa correta da questão.

O presente artigo mostrou a relação do custo cognitivo no que diz respeito a bagagem do conhecimento prévio do aluno como fator relevante na mobilização e coordenação das representações semióticas entre registros, nas atividades de conversão e tratamento. Em termos de aprendizagem, no que diz respeito a capacidade de desenvolvimento de habilidades e competências, é importante valorizar a produção escrita dos alunos no processo de resolução das tarefas matemáticas.

O aluno pode desenvolver estratégias eficientes por tentativa e erro, por exemplo, como procedimento para obter êxito no sucesso com questões objetivas, mas apresentar situações de fracasso escolar numa mesma atividade matemática, quando lhe é exigido o desenvolvimento da argumentação escrita da resolução da tarefa. Isto ocorreu na análise da terceira questão, portanto, é importante averiguar o processo da resolução da tarefa ao invés de apenas apresentar estatísticas de desempenho escolar na Avaliação Diagnóstica de Entrada, bem como nos diversos outros sistemas de avaliação de larga escala.

## 6 Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC):** Educação é a base. Brasília: MEC, 2018. 600p.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução de Magda Lopes. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DUVAL, R.. **Semiósis e pensamento humano:** registro semiótico e aprendizagens intelectuais (Sémiosis et Pensée Humaine: Registres Sémiotiques et Apprentissages

## VII SEMINÁRIO DE ESCRITAS E LEITURAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (VII SELEM)



Intellectuels). Tradução de L.F.Levy e M.R. A. da Silveira. São Paulo: Editora Livraria da Física, fascículo I, 2009.

LOURENÇO, E.; OLIVEIRA, P. C. Congruência semântica e equivalência referencial em problemas envolvendo equações de 1º grau. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v.20, n.1, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/35043>. Acesso em: 11 jul. 2025.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. **Avaliação Diagnóstica de Entrada**. São Paulo: SE, CAEd - UFJF, 2022, 9º ano do Ensino Fundamental.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. **Avaliação Diagnóstica de Entrada**. São Paulo: SE, CAEd - UFJF, 2022, 3ª série do Ensino Médio.