



Edição Especial

III Congresso Internacional de Ensino - CONIEN
Universidade do Minho - Braga, Portugal, 2024

ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE DE TRIGONOMETRIA PARA O ENSINO MÉDIO PAUTADA NA TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA E MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES

*ANALYSIS OF A TRIGONOMETRY ACTIVITY FOR HIGH SCHOOL BASED ON
THE THEORY OF REGISTERS OF SEMIOTIC REPRESENTATION AND
MULTIPLE REPRESENTATIONS*

Ana Lara De Goes¹
Daniel Trevisan Sanzovo²

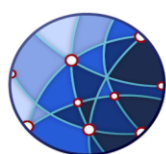
Resumo

Este artigo apresenta a análise de uma das quatro atividades que compuseram uma pesquisa de mestrado na Área de Ensino fundamentada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica e nas Múltiplas Representações. O objetivo do estudo foi elaborar e analisar os resultados da aplicação de uma proposta para o ensino de Trigonometria destinada a estudantes do Ensino Médio de uma escola particular do norte do estado do Paraná. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e utilizou os pressupostos da Teoria dos Registros de Representação Semiótica e das funções pedagógicas das Múltiplas Representações para a análise dos dados, explorando as representações produzidas pelos alunos ao resolver os desafios propostos na atividade. Os resultados indicam que os estudantes mobilizaram pelo menos dois registros de representação distintos de forma coordenada e começaram suas resoluções utilizando representações que lhes fossem familiares, e as três funções pedagógicas da Múltiplas Representações: complementar, restringir e aprofundar. Além disso, foi possível inferir que os aprendizes correlacionaram as situações

¹ Docente do Colegiado de Matemática (Campus de Jacarezinho) e egressa do Programa de Pós-Graduação em Ensino (Campus de Cornélio Procópio) da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, Paraná, Brasil.

² Docente do Colegiado de Matemática (Campus de Jacarezinho) e do Programa de Pós-Graduação em Ensino (Campus de Cornélio Procópio) da Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP, Paraná, Brasil.

REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino
Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio (PR), v. 8, n. 2, p. 944-961, 2024
ISSN: 2526-9542



III CONIEN
Congresso Internacional de Ensino
PESQUISAS NA ÁREA DE ENSINO:
IMPACTOS, COOPERAÇÕES E VISIBILIDADE



propostas com conteúdos matemáticos previamente estudados, o que contribuiu para elaboração de representações elaboradas acerca do conteúdo abordado na atividade.

Palavras chave: Teoria dos Registros de Representação Semiótica; Múltiplas Representações; Ensino de Trigonometria; Ensino Médio.

Abstract

This article presents the analysis of one of the four activities that made up a master's degree research in the Teaching Area based on the Theory of Semiotic Representation Registers and Multiple Representations. The objective of the study was to develop and analyze the results of applying a proposal for teaching Trigonometry aimed at high school students at a private school in the north of the state of Paraná. The research adopted a qualitative approach and used the assumptions of the Theory of Semiotic Representation Records and the pedagogical functions of Multiple Representations for data analysis, exploring the representations produced by students when solving the challenges proposed in the activity. The results indicate that the students mobilized at least two distinct representation registers in a coordinated way and began their resolutions using representations that were familiar to them, and the three pedagogical functions of Multiple Representations: complementary, constrain and construct deeper understanding. Furthermore, it was possible to infer that the learners correlated the proposed situations with previously studied mathematical content, which contributed to the creation of elaborate representations about the content covered in the activity.

Keywords: Theory of Registers of Semiotic Representation; Multiple Representations; Teaching Trigonometry; High school.

Introdução

Apresentamos, no presente texto, um recorte dos resultados de uma pesquisa mais ampla desenvolvida em nível de mestrado na Área de Ensino junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná (PPGEN-UENP), cujo enfoque foi a elaboração e aplicação de uma sequência de atividades pautada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) e nas Múltiplas Representações (MR) para o Ensino Médio acerca dos conteúdos de Trigonometria.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) o ensino da Trigonometria tem início nos anos finais do Ensino Fundamental, especificamente a partir do 9º ano, e serve como suporte para os conteúdos subsequentes no Ensino Médio. Seu estudo é progressivo e inicia com conceitos fundamentais, como razões trigonométricas, identidades básicas e resolução de triângulos simples.

À medida que os alunos avançam, exploram tópicos mais complexos, incluindo funções trigonométricas, gráficos trigonométricos, identidades trigonométricas mais elaboradas e aplicações práticas desses conceitos.

Entretanto, autores como Brito e Morey (2004), Silva (2013) e Weber (2005) ressaltam que a falta de contextualização e uso excessivo do formalismo matemático durante as aulas, podem dificultar a compreensão e aplicação dos conceitos trigonométricos em diferentes contextos. Além disso, temos observado ao longo de nossa prática profissional, dificuldades por parte dos alunos em assimilarem conceitos de Trigonometria devido a sua natureza abstrata.

Diante disso, Duval (2009) salienta que a inacessibilidade direta dos objetos matemáticos à percepção ou à experiência intuitiva imediata contribui para as dificuldades na compreensão da Matemática, sendo necessário representá-los para alcançá-los. De mesmo modo, o autor aborda que a produção do conhecimento está diretamente relacionada ao desenvolvimento das representações semióticas, e que a compreensão em Matemática implica no uso coordenado de ao menos duas representações semióticas distintas (Duval, 2009).

Assim, Laburú e Silva (2011) propõem que o ensino pautado na pluralidade de representações se constitui em um mecanismo pedagógico importante, pois aprimora o processo de significação e oferece várias formas de interpretação e entendimento acerca de um mesmo objeto matemático.

Com base no exposto, elaboramos e aplicamos a atividade intitulada “Localização em alto mar” que abordou o cálculo de distâncias marítimas pelo método da triangulação, com o objetivo de estabelecer conexões entre os campos da História, Astronomia e Geometria, conforme sugerido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais³ (Brasil, 1998) a partir da contextualização histórica da Trigonometria e de aplicações dos seus conceitos na vida cotidiana.

Para esta atividade, optamos pelo eixo temático “Lei dos senos e dos cossenos” a fim de tentar favorecer o desenvolvimento de competências e habilidades, conforme sugerido pela Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018).

No atual recorte, procuramos responder à inquietação de quais Registros Semióticos (e suas respectivas transformações) e quais funções pedagógicas os estudantes do 2^a ano do Ensino Médio mobilizam durante a aplicação de uma atividade de trigonometria pautada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica e nas Múltiplas Representações. Assim o principal objetivo foi analisar os

³ Um exemplo da conexão entre a aprendizagem da Matemática e o desenvolvimento de habilidades e competências é a Trigonometria, quando abordada em conjunto com suas aplicações práticas, evitando enfatizar demasiadamente o cálculo algébrico de identidades e equações.

resultados obtidos a partir dos registros produzidos pelos participantes da pesquisa com relação à atividade proposta.

A seguir trazemos uma breve introdução teórica acerca da Teoria dos Registros de Representações Semiótica e das Múltiplas Representações.

Teoria dos Registros de Representação Semiótica

A Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) foi desenvolvida por Raymond Duval em 1995, inspirada em estudos sobre Semiótica realizados pelos pesquisadores Charles Sanders Peirce e Ferdinand de Saussure. Essa teoria define o conceito de registro semiótico e suas diversas representações aplicadas ao campo da Matemática.

De acordo com Duval (1995), os objetos matemáticos não são diretamente observáveis, pois não possuem existência física, e sua compreensão só é viável por meio de representações. Além disso, existe uma variedade de representações semióticas possíveis, tais como a linguagem natural, algébrica, gráficos, figuras geométricas, entre outras, que podem sofrer processos de transformação durante a resolução de um problema.

O autor destaca que, a partir das concepções e ideias que um indivíduo possa ter sobre um objeto específico, como uma imagem, uma descrição ou uma situação, é possível identificar três categorias de representações, sendo elas as mentais, computacionais e semióticas.

As representações mentais são definidas pelas concepções que uma pessoa pode ter sobre uma situação ou objeto. Isso destaca a função de significação⁴, em que o próprio sujeito descobre o significado da representação, conferindo-lhe, assim, um caráter intencional (Duval, 2011).

As representações computacionais, por sua vez, envolvem processamento cognitivo automático, quase instantâneo, e são classificadas como internas e não conscientes. Por fim, as representações semióticas são simultaneamente conscientes e externas, pois tornam acessíveis ou visíveis as representações mentais de um indivíduo e possuem valor significativo.

⁴ União efetiva entre significante (parte material do signo) e significado (conceito vinculado).

Ao tratar-se do funcionamento cognitivo do pensamento humano, Duval (1995) destaca duas atividades mentais denominadas de *semiósisis* e *noésisis*. A primeira é definida como sendo a apreensão ou produção de uma representação semiótica, enquanto que a segunda delas se refere aos atos cognitivos (tais como a apreensão de um objeto, a discriminação de uma diferença ou a compreensão de uma inferência).

Assim, na aprendizagem matemática, é essencial reconhecer que a *noésisis* e a *semiósisis* estão interligadas, pois não há conhecimento matemático que um indivíduo possa manipular sem a correspondente atividade de representação, isto é, “não há *noésisis* sem *semiósisis*” (Duval, 2009, p.17).

Além disso, Duval (2012) argumenta que a coordenação de múltiplos registros de representação semiótica é uma condição necessária para evitar a confusão entre os objetos matemáticos e suas representações, permitindo que sejam reconhecidos em cada uma delas. Portanto, para que um sistema semiótico seja considerado um registro de representação, deve permitir três atividades cognitivas fundamentais inerentes à *semiósisis*.

A primeira atividade cognitiva consiste na formação de uma representação identificável. Em outras palavras, isso implica em selecionar um conjunto de caracteres e determinações para expor uma representação mental ou evocar um objeto. Para isso, são empregados diversos sistemas, como a enunciação de uma frase na língua materna, o desenho de uma figura geométrica, a expressão de uma fórmula algébrica, esquemas, gráficos, entre outros.

A segunda atividade cognitiva diz respeito ao tratamento das representações semióticas, que pode ser entendido como uma transformação de representação interna a um registro de representação ou sistema. No contexto da Matemática, um exemplo de tratamento seria os cálculos realizados em sistemas de escrita simbólica, utilizando algarismos e letras no mesmo registro de escrita de números.

A terceira atividade cognitiva está relacionada à conversão de representações, na qual ocorre a transformação da representação de um objeto, situação ou informação de um registro semiótico em outro registro semiótico distinto. Neste contexto, exemplos de conversão incluem a ilustração de uma frase, a transição de uma imagem para um texto descritivo, a formulação equacional dos dados de um enunciado em língua materna e a tradução entre línguas distintas.

Sob uma perspectiva cognitiva, Duval (2003) enfatiza que a distinção entre as três atividades cognitivas relacionadas à *semiósis* é fundamental para a aprendizagem conceitual. A atividade de conversão, em particular, é crucial para conduzir aos mecanismos subjacentes à compreensão, sendo a menos espontânea e apresentando maior grau de dificuldade de aquisição por parte dos alunos.

Nesse contexto, compreendemos que as propostas da TRRS apresentam um grande potencial no que se refere à aprendizagem matemática. No âmbito do tema abordado neste artigo, acreditamos que os diferentes registros semióticos e seus processos de tratamento e conversão podem contribuir significativamente para uma compreensão mais ampla dos conceitos de Trigonometria.

Múltiplas Representações

Segundo Faria e Laburú (2021), as Múltiplas Representações (MR) consistem na rerepresentação de um mesmo conceito em diversas formas ou linguagens diferentes. Essas linguagens podem ser descritivas (como representações verbais, gráficas, tabulares, diagramáticas, fotográficas, mapas ou cartas), experimentais, matemáticas, figurativas, gestuais ou corporais.

Nessa perspectiva, as MR devem envolver a combinação dessas diferentes formas de expressar o raciocínio, os processos e as descobertas dos alunos. Portanto, podemos defini-la como os meios e recursos perceptivos pelos quais os modos de representação podem ser expressos, pensados, comunicados ou executados (Faria; Laburú, 2021).

Assim, o significado concedido a um objeto provém da diversidade de representações a ele atribuídas (Laburú; Zompero; Freitas, 2013). Portanto, a variedade e a flexibilidade dos sistemas de representação são fundamentais para a compreensão conceitual e determinam, em grande medida, o que é aprendido.

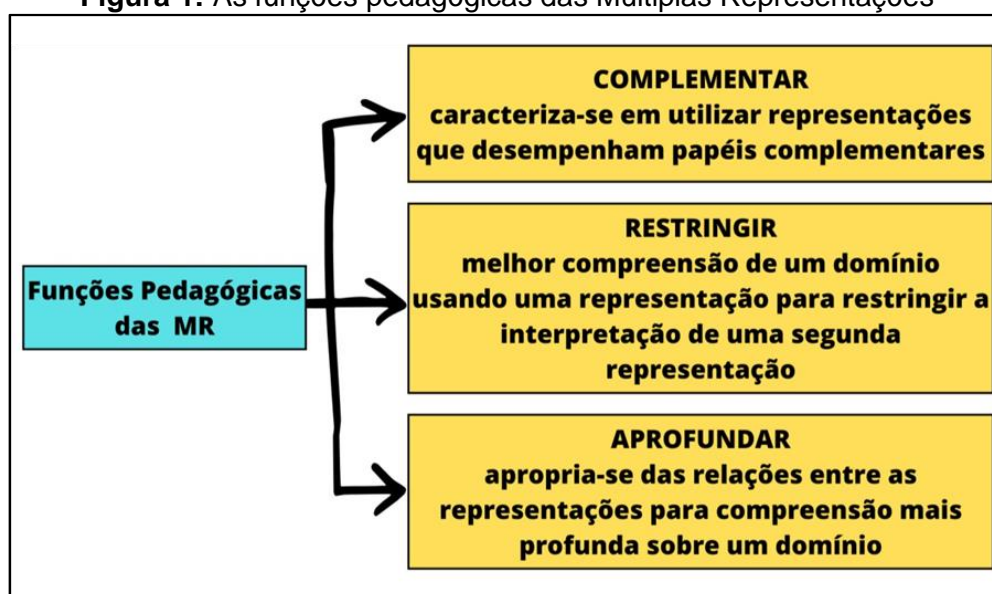
Além disso, cada representação de um conceito fornece informações sobre um aspecto específico dele, sem ser capaz de descrevê-lo por completo (Duval, 2002; Elia *et al.*, 2007). Como exemplo, as imagens e/ou figuras são pobres em expressarem significados em termos de categorias, bem como a linguagem verbal deixa a desejar para a descrição de variáveis contínuas, de relações quantitativas e de movimentos no espaço (Lemke, 1998a, 1998b).

Assim, pesquisas apontam que a estratégia das MR pode contribuir, inclusive, que os aprendizes ultrapassem “significados que eram circunscritos ao contexto dos conhecimentos prévios, senso comum, aparente, intuitivo do aprendiz” (Trevisan Sanzovo; Laburú, 2017, p.766), apresentando significados mais elaborados acerca do conteúdo específico estudado (Trevisan Sanzovo, 2017).

Em adição, as MR se tornam uma ferramenta importante para os processos de ensino e de aprendizagem científica. Seus pressupostos podem, inclusive, ser encontrados permeando a própria Base Nacional Comum Curricular da Matemática para os Anos Finais (De Goes *et al.*, 2023).

Segundo Ainsworth (2006), uma das razões frequentemente citadas para a utilização das MR no processo de aprendizagem é o potencial de despertar o interesse do aluno. Assim, a autora propõe uma taxonomia funcional, fundamentada em três funções pedagógicas principais (não excludentes): complementar, restringir e aprofundar, conforme sintetizado na Figura 1.

Figura 1: As funções pedagógicas das Múltiplas Representações



Fonte: Os autores

A função complementar envolve o uso de representações que desempenham papéis complementares, fornecendo informações ou processos que se combinam para beneficiar os alunos com as vantagens de cada representação. Essa abordagem é recomendada quando uma única representação não consegue abranger todas as informações pertinentes a um domínio.

Por outro lado, a função de restringir visa auxiliar os alunos a desenvolverem uma melhor compreensão de um domínio ao usar uma representação para limitar sua interpretação de outra. Isso pode ser alcançado de duas maneiras: utilizando uma representação familiar para apoiar a interpretação de uma representação menos familiar ou mais complexa, ou explorando as propriedades de uma representação para restringir a interpretação de outra.

A função de aprofundar pode ser vista como uma forma de utilizar as MR para ensinar a relação entre elas, levando a uma compreensão mais profunda do domínio ao aplicar conceitos que o aluno já domina em novas situações. Nessa função, considera-se importante o uso coordenado das representações, pois se os alunos não realizarem a mobilização entre elas, o aprendizado pode ser comprometido.

Na seção a seguir, abordaremos sobre a atividade desenvolvida, bem como os participantes da pesquisa e instrumentos de coleta de dados.

Encaminhamentos metodológicos

No presente texto, apresentamos um recorte de uma pesquisa qualitativa, cujas estratégias permitem a investigação de temáticas não rigidamente quantificáveis, como os processos de ensino e aprendizagem de conteúdos científicos (Bogdan; Biklen, 1994). Essa abordagem valoriza, segundo esses autores, a utilização de dados coletados em contextos naturais, repletos de informações sobre pessoas, ambientes e diálogos, exigindo um tratamento estatístico mais elaborado.

A pesquisa foi desenvolvida durante 16 aulas de 50 minutos cada, com 12 alunos de uma turma de 2º ano do Ensino Médio em uma escola particular situada no norte do estado do Paraná, na qual a pesquisadora era docente da disciplina de Matemática. O objetivo da investigação foi a elaboração e aplicação de uma sequência composta de quatro atividades para alunos do Ensino Médio pautada na TRRS e nas MR acerca de conteúdos de Trigonometria.

O atual recorte apresenta uma dessas atividades, intitulada “Localização em alto mar”, que teve como objetivo a aplicação da Trigonometria nos cálculos de rotas para deslocamentos marítimos. Tal atividade também buscou integrar conhecimentos de diferentes áreas, como Matemática, Física, Astronomia, História, e Geografia, e apresentou a questão de estimar distâncias marítimas por meio do método da

triangulação usando uma carta náutica na qual havia o esboço de um triângulo com medidas de lados e ângulos.

A atividade foi desenvolvida em 4 aulas e realizada por grupos de 4 integrantes, denominados MLJB, GALP e ELAM. Os instrumentos de coleta de dados foram os registros produzidos pelos alunos na resolução do problema proposto na atividade.

A análise desses registros foi realizada a partir dos pressupostos da TRRS e das funções pedagógicas das MR. Para tanto, os registros foram identificados de R1 a R12, como veremos em detalhes na seção seguinte, em que apresentamos os resultados e discussão.

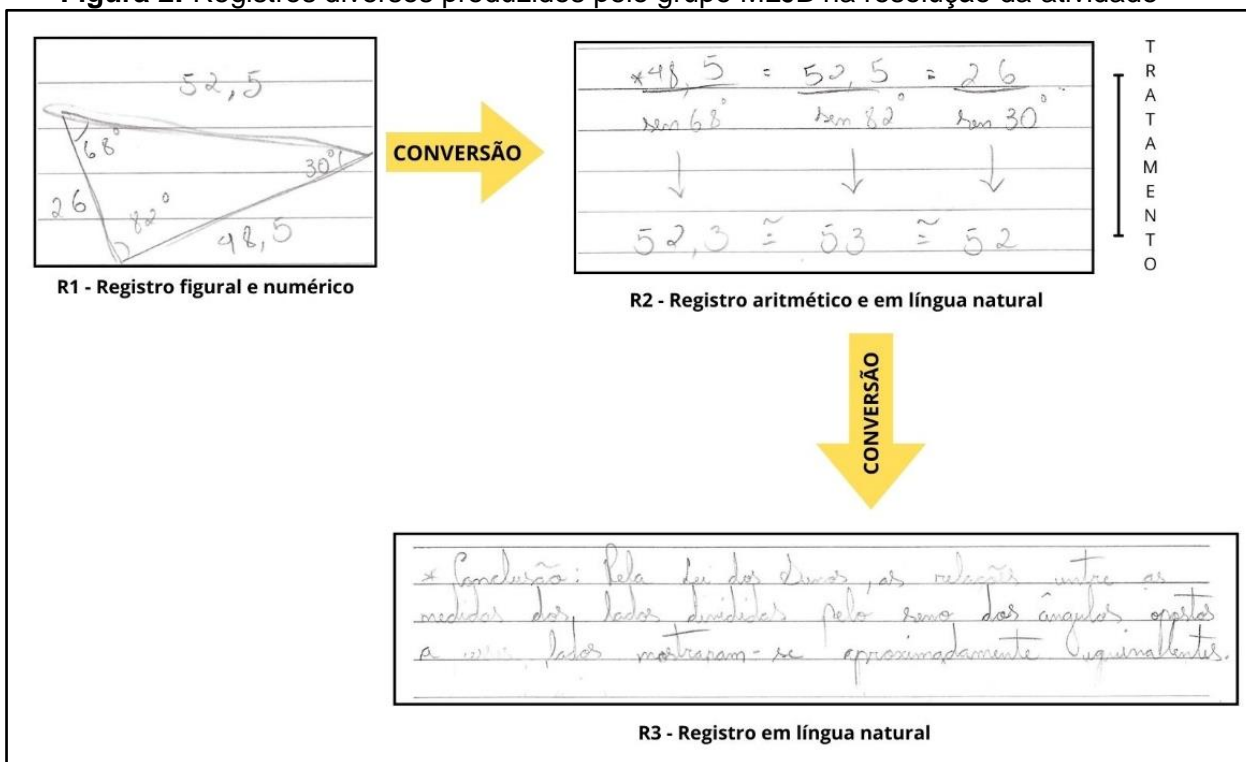
Resultados e Discussão

O propósito deste estudo é examinar as representações produzidas pelos alunos na resolução da atividade, bem como suas respectivas relações com as funções pedagógicas das MR e com as atividades de transformação realizadas. É importante destacar que as funções pedagógicas não são mutuamente exclusivas, ou seja, uma mesma representação pode desempenhar mais de uma função.

A Figura 2 sintetiza os registros produzidos pelo grupo MLJB na resolução da atividade descrita e analisada no atual texto, além das transformações semióticas (tratamento e conversão) identificadas.

Com base nos registros produzidos pelo grupo MLJB, inferimos que os alunos realizaram a *conversão* do registro figural e numérico (R1) para o registro aritmético e em língua natural (R2) fazendo uso da lei dos senos. Do mesmo modo, identificamos a correspondência entre os elementos dos registros R1 e R2 no que se refere aos ângulos internos e medidas dos lados do triângulo. Desta forma, identificamos que os registros R1 e R2 desempenharam em conjunto a função pedagógica *complementar*, pois compartilhavam informações entre si.

Figura 2: Registros diversos produzidos pelo grupo MLJB na resolução da atividade



Fonte: dados da pesquisa

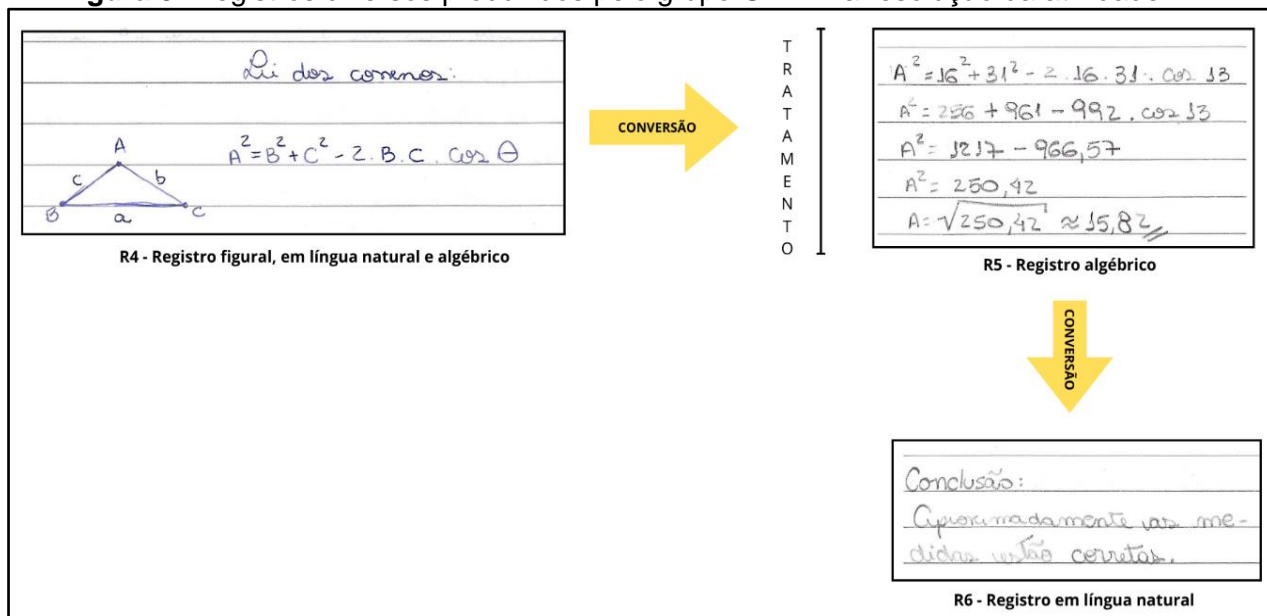
Em seguida, o grupo resolveu as operações de divisão presentes no registro R2 o que demonstra a atividade de *tratamento* dessa representação. Ao serem questionados a respeito do método escolhido para a resolução do problema, os alunos explicaram que optaram pela lei dos senos pois a lei dos cossenos era mais 'difícil'. Desse modo, identificamos que o registro R2 também desempenhou a função pedagógica *restringir*, pois caracterizou o uso de uma representação familiar na resolução dos cálculos.

Por fim, os estudantes realizaram a *conversão* do registro R2 para o registro em língua natural (R3) expressando a conclusão de seus cálculos. A partir disso, identificamos que o grupo apresentou indícios do entendimento da propriedade da lei dos senos, onde para um triângulo qualquer, a razão entre cada lado e o seno do ângulo oposto a esses lados é constante.

Desse modo, podemos entender que R3, em conjunto com R1 e R2, desempenharam a função pedagógica *aprofundar*, uma vez que MLJB utilizou das relações entre as representações produzidas (R1 e R2) em conjunto com R3 para resolver o problema proposto.

A Figura 3 sintetiza os registros produzidos pelo grupo GALP na resolução da atividade descrita e analisada no atual texto, além das transformações semióticas (tratamento e conversão) identificadas.

Figura 3: Registros diversos produzidos pelo grupo GALP na resolução da atividade



Fonte: dados da pesquisa.

A partir dos registros produzidos pelo grupo GALP, observamos que os alunos iniciaram a resolução do problema por meio da produção de um registro figural, em língua natural e algébrico (R4) com elementos da lei dos cossenos. Quando questionados sobre essa representação, explicaram que não poderiam utilizar o Teorema de Pitágoras para solucionar o problema proposto, pois não se tratava de um triângulo retângulo. Assim, o grupo optou por utilizar a lei dos cossenos, pois tinham mais familiaridade com sua expressão. Desse modo, recorreram ao livro que utilizavam nas aulas de Matemática e copiaram o triângulo e a expressão da lei dos cossenos.

Dessa maneira, identificamos que o registro R4 desempenhou a função pedagógica *restringir*, pois tratou-se do uso de uma representação familiar na resolução do problema proposto.

Em seguida, os alunos realizaram a *conversão* do registro R4 para o registro algébrico (R5) por meio da substituição das medidas dos lados e ângulo do triângulo da carta náutica na equação da lei dos cossenos.

Após efetuar o *tratamento* do registro R5, os alunos realizaram a *conversão* deste para o registro em língua natural (R6) expressando a conclusão de seus cálculos. Quando questionados sobre o motivo de terem considerado as '*medidas corretas*', o grupo explicou que haviam escolhido dois lados do triângulo da carta náutica para realizarem os cálculos e observaram que o resultado final apresentou um valor aproximado da medida do terceiro lado desse triângulo.

Diante disso, entendemos que R6, em conjunto com R4 e R5, desempenharam a função pedagógica *aprofundar*, uma vez que GALP utilizou das relações entre as representações produzidas (R4 e R5) em conjunto com R6 para resolver o problema proposto.

A Figura 4 sintetiza os registros produzidos pelo grupo ELAM na resolução da atividade descrita e analisada no atual texto, além das transformações semióticas (*tratamento e conversão*) identificadas.

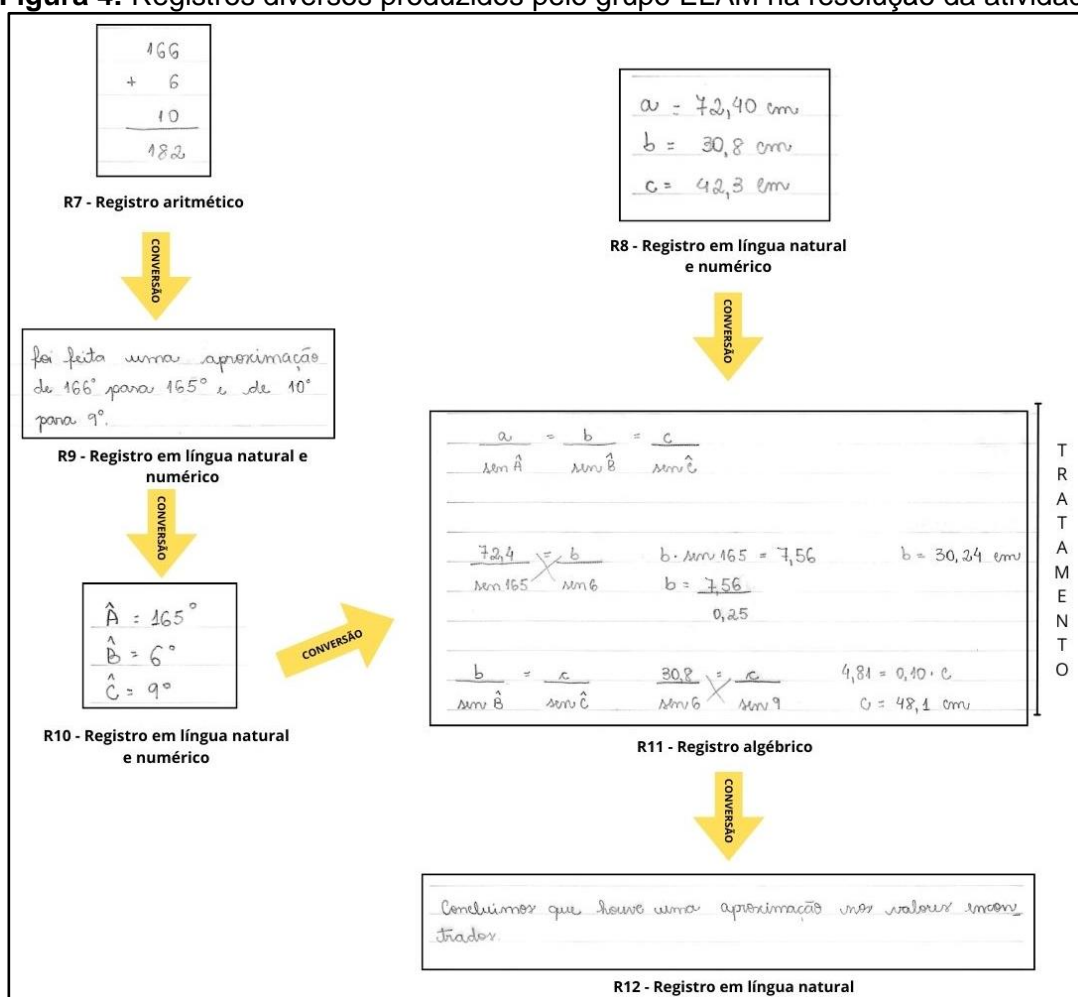
O grupo ELAM iniciou a resolução da atividade construindo os registros aritmético (R7) e em língua natural e numérico (R8) simultaneamente, indicando as medidas dos ângulos internos e lados do triângulo. Após isso, realizaram a *conversão* do registro R7 para o registro em língua natural e numérico (R9) expressando a necessidade de algumas adequações na medida dos ângulos internos do triângulo da carta náutica.

Quando questionados a respeito desse registro, os alunos explicaram que em primeiro momento, a soma dos ângulos internos do triângulo teria ultrapassado consideravelmente a medida 180° , e que isso estava ligado ao fato de terem desenhado inicialmente o triângulo na carta náutica sem o auxílio de uma régua adequada.

Então, após as correções, conseguiram reduzir o erro de suas medidas para 182° . A partir disso, realizaram uma última adequação e apresentaram as medidas finais por meio da *conversão* do registro R9 para o registro em língua natural e numérico (R10).

Desse modo, identificamos que o registro R10, em conjunto com R7 e R9 desempenharam a função pedagógica *aprofundar*, uma vez que ELAM utilizou das relações entre as representações produzidas (R7 e R9) em conjunto com R10 para resolver o problema da soma dos ângulos internos do triângulo.

Figura 4: Registros diversos produzidos pelo grupo ELAM na resolução da atividade



Fonte: dados da pesquisa.

Em seguida, os alunos realizaram a *conversão* dos registros R8 e R10 para o registro algébrico (R11), simultaneamente, por meio das substituições das medidas dos lados e ângulos do triângulo na expressão da lei dos senos, bem como o tratamento dessa representação. Nesse caso, identificamos que os registros R8 e R10 desempenharam a função pedagógica *complementar*, pois suas informações foram utilizadas em conjunto para realizar os cálculos.

Quando questionados sobre o método de resolução, os alunos explicaram que a lei dos senos foi a forma mais '*rápida*' de verificação, pois assemelhava-se a uma regra de três. Assim, identificamos que o registro R11 desempenhou a função pedagógica *restringir*, pois tratou-se do uso de uma representação familiar.

Por fim, o grupo realizou a *conversão* do registro R11 para o registro em língua natural (R12), expressando a conclusão de seus cálculos.

Desse modo, sintetizamos, no Quadro 1, os registros utilizados na primeira coluna, seguida das atividades de transformações semióticas e funções pedagógicas identificadas nas demais colunas, respectivamente.

Quadro 1: Síntese da análise das representações mobilizadas

Registros Utilizados	Transformações Identificadas	Funções Pedagógicas Identificadas
R1 - Figural e numérico R2 - Aritmético e em língua natural R3 - Língua natural	Conversão (de R1 para R2; de R2 para R3) Tratamento (em R2)	Complementar (R1 e R2 compartilhavam as medidas dos lados e ângulos do triângulo)
		Restringir (R2 uso de representação familiar nos cálculos)
		Aprofundar (R1, R2 e R3 aprofundou a compreensão sobre a lei dos senos)
R4 - Figural, em língua natural e algébrico R5 – Algébrico R6 - Língua natural	Conversão (de R4 para R5; de R5 para R6) Tratamento (em R5)	Complementar (R4 usado para obter R5)
		Restringir (R4 uso de uma representação familiar na resolução do problema)
		Aprofundar (R4, R5 e R6 aprofundou a compreensão sobre a lei dos cossenos)
R7 - Aritmético R8 - Língua natural e numérico R9 - Língua natural e numérico R10 – Língua natural e numérico R11 – Algébrico R12 – Língua natural	Conversão (de R7 para R9; de R9 para R10; de R8 e R10 para R11; de R11 para R12) Tratamento (em R11)	Complementar (R8 e R10 nos cálculos de R11)
		Restringir (R11 uso de representação familiar)
		Aprofundar (R7, R9 e R10 aprofundou o conceito de soma dos ângulos internos de um triângulo)

Fonte: os autores

Considerações Finais

O presente texto, recorte de uma pesquisa mais ampla de mestrado na Área de Ensino, procurou evidenciar quais os Registros Semióticos (e suas respectivas transformações) e quais funções pedagógicas os estudantes do 2^a ano do Ensino Médio de uma escola particular mobilizam durante a aplicação de uma atividade de Trigonometria pautada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) e nas Múltiplas Representações (MR).

A pesquisa a respeito das representações mobilizadas na atividade acerca de conteúdos de Trigonometria evidenciou a importância de que o ensino pautado na pluralidade representacional propicia aos alunos o entendimento conceitual mais aprofundado.

Destacamos que o uso de diversos registros durante a resolução da atividade proporcionou a complementaridade de informações quanto ao entendimento conceitual dos objetos matemáticos “Lei dos senos” e “Lei dos cossenos”. Isso implica que não é somente o uso de diversas representações que poderá garantir a apreensão conceitual.

A partir dos dados, inferimos que as atividades cognitivas de *tratamento* e *conversão* realizadas estão relacionadas com as preferências dos alunos quanto ao tipo de registro utilizado, podendo variar de acordo com a interpretação das informações do problema.

Com relação à mobilização das funções pedagógicas das MR, identificamos todas as três (complementar, restringir e aprofundar), que estiveram presentes nos três grupos analisados: MLJB, GALP e ELAM.

Identificamos que os pressupostos da Teoria dos Registros de Representação Semiótica e das Múltiplas Representações pode oferecer, tanto na elaboração de atividades quanto na análise dos registros produzidos pelos participantes, uma estrutura valiosa para o ensino de Trigonometria, promovendo uma abordagem mais dinâmica e abrangente que considerou a variedade de formas com que os alunos puderam compreender e expressar conceitos matemáticos.

Apesar do atual recorte apenas apresentar uma das quatro atividades realizadas na pesquisa mais ampla, cabe destacar que uma das dificuldades encontradas na realização da investigação foi manter a continuidade das atividades, pois o colégio em que realizamos a aplicação das atividades possuía uma política

interna de não ter aulas de Matemática geminadas, o que gerou sempre a necessidade de retomadas das atividades das aulas anteriores e tornou o trabalho mais cansativo. Porém, ressaltamos que os ganhos obtidos a partir da aplicação das atividades propostas superaram quaisquer dificuldades encontradas ao longo de sua aplicação.

Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de Pesquisa em Ensino e Formação de Professores (GPEFOP) da UENP (Campus de Cornélio Procópio – endereço no diretório do CNPq: dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/7759491633620600) e ao Grupo de Estudos e Pesquisa sobre Ensino de Ciências e Educação Matemática (GPECEM) da UENP (Campus de Jacarezinho) pelas valiosas contribuições dadas para a execução da pesquisa.

Referências

AINSWORTH, Shaaron. DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. **Learning and instruction**, v. 16, n. 3, p. 183-198, 2006.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. 1ª ed. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto: Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília, 1998.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRITO, Arlete de Jesus; MOREY, Bernadete Barbosa. Trigonometria: dificuldades dos professores de matemática do ensino fundamental. **Horizontes**. Bragança Paulista, v. 22, n.1, p. 65-70, 2004.

DE GOES, Ana Lara; DA SILVA, Dieicon Christian; TREVISAN SANZOVO, Daniel; LUCAS, Lucken Bueno. Base Nacional Comum Curricular: uma perspectiva perante a Aprendizagem Significativa e Múltiplas Representações no ensino da Matemática. **Revista Espaço Pedagógico**, v.30, e14832, 2023.

DUVAL, Raymond. **Sémiosis et Pensée Humaine: Registres Sémiotiques et Apprentissages Intellectuels**. 1 ed. Bern: Peter Lang, 1995.

DUVAL, Raymond. The cognitive analysis of problems of comprehension in the learning of mathematics. **Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education**, v.1, n.2, p.1-16, 2002.

DUVAL, Raymond. **Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática**. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara. *Aprendizagem em matemática*. Campinas: Papirus Editora, 2003.

DUVAL, Raymond. **Semiósis e pensamento humano: registro semiótico e aprendizagens intelectuais**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

DUVAL, Raymond. Gráficos e equações: a articulação de dois registros. **Revista Eletrônica de Educação Matemática - REVEMAT**, v. 6, n. 2, p. 91-112, 2011.

DUVAL, Raymond. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Trad. de Méricles T. Moretti. **Revista Eletrônica de Educação Matemática - REVEMAT**, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012.

ELIA, Iliada; PANAOURA, Areti; ERACLEOUS, Anastasia; GAGATISIS, Athanasios. Relations between secondary pupils' conceptions about functions nad problem solving in different representations. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 5, p. 533-556, 2007.

FARIA, Renata Aparecida; LABURÚ, Carlos Eduardo. Conexão entre múltiplas representações em atividades de função polinomial do 1º Grau. **REMATEC**, v. 16, p. 310-325, 2021.

LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura da. Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 7-33, 2011.

LABURÚ, Carlos Eduardo; ZOMPERO, Andreia de Freitas; BARROS, Marcelo Alves. Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [S. l.]**, v. 30, n. 1, p. 7-24, 2013.

LEMKE, Jay. Teaching all the languages of science: Words, symbols, images, and actions. In: **Conference on Science Education in Barcelona**. 1998a.

LEMKE, Jay. Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, J.; (EDS.), R. V. **Reading science**. London: Routledge, 1998b. p. 87-113. 1998b.

SILVA, Wellington. **O ensino de trigonometria: perspectivas do ensino fundamental ao médio**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2013.

TREVISAN SANZOVO, Daniel. **Níveis Interpretantes alcançados por estudantes de licenciatura em ciências biológicas acerca das Estações do Ano por meio da utilização da estratégia de Diversidade Representacional: uma Leitura Peirceana para sala de aula**. 2017. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

TREVISAN SANZOVO, Daniel; LABURÚ, Carlos Eduardo. Níveis significantes do significado das Estações do Ano com o uso de Diversidade Representacional na Formação Inicial de Professores de Ciências. **RBPEC**, v.17, n.3, p.745-772, 2017.

WEBER, Keith. Students' understanding of trigonometric functions. **Mathematics Education Research Journal**, v. 17, n. 3, p. 91-112, 2005.