

Conexão entre múltiplas representações em atividades de função polinomial do 1º Grau

Renata Aparecida de Faria¹
Universidade Estadual de Londrina

Carlos Eduardo Laburú²
Universidade Estadual de Londrina

RESUMO

O presente artigo apresenta 3 (três) das atividades componentes de uma pesquisa de mestrado que está fundamentada nos referenciais das Múltiplas Representações e na Teoria dos Registros de Representação Semiótica. Considerando que os objetos matemáticos são acessíveis somente por representações e que não podemos confundir o objeto matemático com sua representação (Duval, 2009), o objetivo da pesquisa foi investigar a mobilização de representações em diferentes registros do objeto matemático Função Polinomial do 1º Grau, com alunos do 1º ano do Ensino Médio em uma escola da Rede Pública do Norte do Paraná. A pesquisa denominada qualitativa apresentou os instrumentos de coletas de informações: anotações em diário de campo da pesquisadora, gravações em áudio e protocolo dos estudantes. As interações dialógicas ocorridas no desenvolvimento das atividades permitiram a inferência das Funções Pedagógicas (Ainsworth, 2006) de complementar, restringir e/ou aprofundar a cada nova representação em conexão com a atividade cognitiva de conversão.

Palavras-chave: Múltiplas Representações; Teoria dos Registros de Representação Semiótica; Função Polinomial do 1º Grau.

Connection between multiple representations in polynomial function activities of the 1st degree

ABSTRACT

This article presents 3 (three) of the component activities of a master's research that is based on the references of the Multiple Representations and the Theory of the Semiotic Representation Records. Considering that mathematical objects are accessible only by representations and that we cannot confuse the mathematical object with its representation (Duval, 2009), the objective was to investigate the mobilization of representations in different records of the 1st Degree Polynomial Function mathematical object, with students of the 1st year of High School in a public school in the North of Paraná. The so-called qualitative research presented the instruments for collecting information, annotations in the researcher's field diary, audio recordings and students' protocol. The dialogic interactions that occurred in the development of activities, allowed the inference of the Pedagogical Functions (Ainsworth, 2006) to complement, restrict and / or deepen each new representation in connection with the cognitive activity of conversion.

Keywords: Multiple Representations; Theory of Semiotic Representation Registers; 1º Degree Function.

¹ Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática – PECEM - Universidade Estadual de Londrina (UEL). Londrina, Paraná, Brasil. Rua Nacional, 415, Cambé 2, Cambé, Paraná, Brasil, CEP: 86191-190. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4249-3993>. E-mail: rafrenata73@gmail.com

² Doutor em Educação – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil. Professor pelo Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina (UEL) Londrina, Paraná, Brasil. Rua João Wyclif 420 apto 1702, Fazenda Gleba Palhano Londrina, Paraná, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1985-9213>. E-mail: laburu@uel.br

Conexión entre múltiples representaciones en actividades de función 1º Grado

RESUMEN

El presente artículo presenta 3 (tres) de las actividades componentes de una investigación de maestría que se basa en las referencias de las Representaciones Múltiples y en la Teoría de los Registros de Representaciones Semióticas. Considerando que los objetos matemáticos son accesibles únicamente por representaciones y que no podemos confundir el objeto matemático con su representación (Duval, 2009), el objetivo fue investigar la movilización de representaciones en diferentes registros del objeto matemático Función de 1er Grado, con estudiantes del 1er año de Bachillerato en una escuela pública del Norte de Paraná. La llamada investigación cualitativa presentó los instrumentos para la recolección de información, anotaciones en el diario de campo del investigador, grabaciones de audio y protocolo de los estudiantes. Las interacciones dialógicas que ocurrieron en el desarrollo de las actividades, permitieron que la inferencia de las Funciones Pedagógicas (Ainsworth, 2006) complementara, restringiera y / o profundizara cada nueva representación en relación con la actividad cognitiva de conversión.

Palabras clave: Representaciones múltiples; Teoría de los registros de representación semiótica; Función de 1er grado.

INTRODUÇÃO

Apresentamos nesse artigo o resultado de uma pesquisa desenvolvida em nível de mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina -UEL, cujo enfoque foi a mobilização de diferentes representações em atividades de Função do Polinomial do 1º Grau.

O uso do referencial dos Multimodos e das Múltiplas Representações no ensino e aprendizagem em Ciências é bastante profícuo conforme inúmeras pesquisas, dentre elas (AINSWORTH, 1999, 2006; CAMARGO, 2014; LABURÚ; BARROS; SILVA, 2014, LEMKE, 2003; SILVA, 2016; TREAGUST; WON; YOON, 2014; WALDRIP; PRAIN, 2012).

Contudo o estímulo ao uso das múltiplas representações enquanto estratégia metodológica, não pode se limitar a uma justaposição de representações. É necessário que o estudante perceba a articulação entre as mesmas faces do conceito ensinado e a integração que tornará a aprendizagem mais efetiva (LABURÚ; ZOMPERO, 2012). Dessa forma, a multiplicidade de representações favorece o ensino e a aprendizagem do objeto matemático representado, uma vez que cada uma contribui de maneira específica com alguns aspectos do objeto (D'AMORE, 2015).

Expandimos o referencial teórico das Múltiplas Representações para situações de ensino e aprendizagem de Matemática, pois segundo o paradoxo cognitivo proposto por Duval (2011) que se baseia na natureza ontológica dos objetos matemáticos- os mesmos só podem ser acessíveis por meio de representações. Consequentemente, como não confundir o objeto matemático com suas representações?

Nesse sentido, optamos pelo objeto matemático Função Polinomial do 1º Grau que apresenta contextualizações em diferentes exemplos cotidianos. Ressaltamos a abrangência desse conceito e consequentemente suas representações- dentre elas a algébrica, gráfica, tabular-, em diversas áreas do conhecimento, enquanto ferramenta que possibilita a identificação de regularidades em situações em outras áreas do conhecimento.

A partir de aspectos da Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval (2003, 2009, 2011), identificamos a conexão entre as representações apresentadas pelos

estudantes e as Funções Pedagógicas que uma representação pode denotar, conforme propõe Ainsworth (1999, 2006, 2008) inferidas a partir das interações dialógicas, nas conversões realizadas pelos estudantes.

Nas próximas sessões apresentamos uma breve relação entre Matemática e Semiótica, abordagens do referencial das Múltiplas Representações e da Teoria dos Registros de Representações Semióticas. Em seguida descrevemos os procedimentos metodológicos. Por fim, trazemos alguns exemplos de representações mobilizadas pelos estudantes em 3 atividades, a respeito do objeto matemático Função do 1º Grau e a conexão entre os referenciais e por fim, as considerações finais.

Breve descrição da semiótica e a relação com a matemática

Uma representação pode ser entendida como qualquer notação, signo ou conjunto de símbolos que representam algum aspecto do mundo externo ou de nossa imaginação na ausência do objeto (EYSENCK, KEANE apud ZÔMPERO, 2012). Uma representação caracteriza-se pela relação entre um signo e um objeto. Representar é estar no lugar de outro, de tal forma que, para uma mente interpretante, o signo é tratado como sendo o próprio objeto, em determinados aspectos. Da palavra signo -do grego *semeion* – origina-se a raiz etimológica da palavra semiótica. Segundo Eco (1975) “a semiótica se ocupa com qualquer coisa que possa ser *considerada* um signo. Signo é qualquer coisa que possa ser substituído de algo” (D’AMORE, 2015, p. 92)

Dessa forma, a semiótica é a ciência dos sistemas e dos processos sýgnicos na cultura e na natureza. Ela estuda as formas, os tipos, os sistemas de signos e os efeitos do uso dos signos, sinais, indícios, sintomas ou símbolos. Os processos em que os signos desenvolvem o seu potencial são processos de significação, comunicação e interpretação. (NÖTH; SANTAELLA, 2017, p. 07)

A semiótica como se constituiu como ciência no século XIX e “irrompeu com grande força na Didática da Matemática justamente devido aos problemas específicos, provocadores e urgentes, que o ensino-aprendizagem da matemática levantou e continua levantando nas escolas do mundo inteiro” (D’AMORE, 2015, p. 27)

Como a Matemática distingue-se de outras disciplinas quanto ao modo de acesso aos objetos do conhecimento, pois diferentemente dos outros domínios do conhecimento científico, os objetos matemáticos não são jamais acessíveis perceptível ou microscopicamente (microscópio, telescópio, aparelhos de medida etc.), o acesso aos objetos matemáticos passa, necessariamente, por uma representação semiótica.

As representações semióticas não são apenas exteriorização das representações mentais necessárias para se estabelecer uma comunicação uma vez que o indivíduo que aprende necessita delas também para elaborar o conhecimento. Portanto, elas desempenham funções de cognição: tratamento, conversão e representação. (BRANDT; MORETTI, 2016, p. 93)

Não podemos pensar que com uma única representação semiótica seja possível representar todas as componentes conceituais de um determinado objeto matemático. Ao contrário, sabe-se hoje, que cada representação semiótica veicula somente alguns aspectos

conceituais que são componentes do objeto considerado, no sentido de que um objeto matemático possui várias componentes conceituais ligadas, mescladas, umas com as outras (D'AMORE, 2015). Como apresentaremos mais adiante, a Matemática é repleta de diferentes tipos de representações que influenciam nos processos de ensino e de aprendizagem.

Múltiplas representações as funções pedagógicas de uma representação

Os modos representacionais se referem à prática de reapresentar um mesmo conceito de várias maneiras ou em diferentes linguagens, sejam elas descritivas (verbal, gráfica, tabular, diagramática, fotográfica, por mapas ou cartas), experimentais e matemáticas, figurativas (pictórica, por analogia e/ou metafórica), gestuais ou corporais.

A multiplicidade representacional pode ser entendida como a integração, no discurso científico, de diferentes modos de representar o raciocínio, os processos e as descobertas científicas, com a finalidade de que os alunos construam o significado dos conceitos, conforme forem compreendendo as diferentes formas representacionais desse discurso (TYLER; PRAIN; PETERSON, 2007).

Perante a escolha dentre as representações sugeridas, por vezes os alunos demonstram preferências a umas em detrimento de outras. A escolha não é automática, o aprendiz demonstra em qual representação sente-se mais seguro na resolução do que lhe é proposto. Além disso, a autonomia da escolha constitui um aspecto primordial, pois uma única representação pode não ser capaz de compensar deficiências na aprendizagem.

Quando múltiplas representações são integradas e avaliadas umas com as outras, podem fornecer recursos substanciais do fenômeno estudado, que pode não ser óbvio de cada representação individual (TREAGUST; WON; YOON, 2014).

A ligação cognitiva das representações cria um todo que é maior que a soma de suas partes. A ideia de subsidiar os processos de ensino de aprendizagem a partir das múltiplas representações de um conceito é inerente ao pensamento científico e matemático. Prain e Waldrup (2006) apresentam a expressão “múltiplas representações” como a prática de (re)representar um mesmo conceito ou processo científico em diferentes formas e reafirma que os alunos precisam ser introduzidos a multimodos representacionais de conceitos científicos como parte de sua vivência. Os estudantes precisam, portanto, serem capazes de compreender e integrar esses multimodos como parte do aprendizado da natureza do conhecimento científico e sua representação.

As múltiplas representações devem ser compreendidas como os meios ou recursos perceptivos, nos quais as diversas formas representacionais podem ser expressas, pensadas, comunicadas ou executadas. A característica de formar representações multimodais em um mesmo conceito é consistente com a natureza do discurso científico, em suas possibilidades de resignificação (RADFORD; EDWARDS; ARZARELO, 2009).

Segundo Lemke (2003) os alunos precisam ter acesso a diferentes tipos de representação de um mesmo conceito para consolidar a aprendizagem. Assim, a ação progressiva do que o professor fala, escreve, utiliza experimentos, desenhos, equações e demais multimodos é que promove a significação.

A junção de um ensino pautado na pluralidade de representações com um discurso integrador constitui um mecanismo pedagógico fundamental, na medida em que aprimora

consideravelmente o processo de significação e oferece procedimentos variados de interpretação e entendimento.

Um ensino pautado na pluralidade de representações, juntamente com um discurso integrador constitui um mecanismo pedagógico fundamental, na medida em que aprimora consideravelmente o processo de significação e oferece procedimentos variados de interpretação e entendimento (LABURÚ; SILVA, 2011).

No processo de diálogos entre os envolvidos no ensino e na aprendizagem de um conceito, a linguagem oral é um modo representacional privilegiado, pois media outros modos representacionais. Ao convergir as interações dialógicas com observação do que o aluno faz ao ser confrontado com representações de diferentes situações, é possível descobrir o grau de conexões conquistadas na aprendizagem.

Ao propor situações em que o estudante possa apresentar seu entendimento de maneira oral ou escrita, cria-se a possibilidade para que seus conhecimentos se coordenem, organizem, estruturam e se aprimorem, sempre que traços-chave, ligações internas e entre representações sejam identificados, priorizados e novamente elaborados pelos estudantes (LABURÚ; SILVA, 2011).

As Múltiplas Representações utilizadas em ambientes digitais de aprendizagem de diferentes conceitos, segundo Ainsworth (1999,2006) podem ser combinadas como ferramenta do processo ensino e aprendizagem. A autora indica sigla (DeFT) enquanto combinação do *Design* (De) o modo como a informação é apresentada, (F) de *Functions* funções pedagógicas diversas que as Múltiplas Representações possuem e *Task* (T) enquanto tarefas cognitivas do aluno a partir do contato com as Múltiplas Representações

A utilização de representações não se limita a ambientes educacionais. Em atividades rotineiras as representações externas auxiliam na resolução de problemas, sendo empregadas em diversas áreas do conhecimento humano. O termo Representação Externa (COX; BRNA,1995) compreende uma gama de representações, como modelos proposicionais, sentenças em linguagem natural, sentenças em linguagens formais, tabelas, listas, mapas, esquemas, desenhos, gráficos, animações. Simulações em 3D de realidade aumentada em suportes digitais, também podem ser consideradas como exemplos de representações externas.

A partir da proposta de Ainsworth (1999, 2006) as Funções Pedagógicas das Múltiplas Representações são indicadas considerando que uma nova representação pode: complementar, restringir e/ou aprofundar um conhecimento.

Para uma nova representação ser caracterizada como complementar espera-se o apoio aos processos cognitivos e a junção das vantagens na utilização das múltiplas representações, quanto aos benefícios individuais de cada representação, e as estratégias na resolução das atividades e /ou tarefas. Um exemplo de representação com a função pedagógica complementar é o uso do algoritmo da adição, ao ser utilizado de maneira constante pelo aluno para resolver diferentes situações problemas.

A função pedagógica de restringir pode ser atribuída, quando uma representação é muito ambígua. A descrição de uma paisagem, por exemplo, é restringida por uma segunda representação mais específica ao ser representada por uma imagem.

A construção de uma compreensão mais profunda possibilita a promoção da abstração, fornecendo ao aluno uma rica fonte de interpretações de domínio, onde então ele aprofundará

ou traduzirá referências a essas representações, da extensão (generalização) que pode ser considerado como uma forma de ampliar o conhecimento que o aluno já possui, em que há uma associação entre as representações, porém sem evidência da relação entre elas. Além disso, o uso em outro domínio relacionando duas ou mais representações podem ser introduzidas simultaneamente e a aprendizagem para interação entre elas é bidirecional.

As funções de complementar, restringir e/ou aprofundar um novo conhecimento, a partir de uma nova representação, não são excludentes, pois, uma mesma representação pode apresentar uma ou mais destas funções pedagógicas.

Teoria dos Registros de Representação Semiótica

Raymond Duval, psicólogo cognitivista, desenvolveu a Teoria dos Registros de Representação Semiótica no início dos anos 1990, na qual evidencia a importância das representações no ensino e na aprendizagem em Matemática.

Primeiramente, os objetos matemáticos não são diretamente observáveis, visto que eles não têm existência física e sua apreensão só é possível por meio de representações. Além disso, existe uma grande variedade de representações semióticas possíveis para serem utilizadas (língua natural, gráficos, linguagem algébrica, figuras geométricas, entre outras), que podem ser transformadas (a partir das atividades cognitivas de tratamento e conversão) em outros registros de representações na resolução de um dado problema, conservando o mesmo objeto matemático (COLOMBO; FLORES; MORETTI, 2008).

A partir das ideias e concepções que um indivíduo possa ter a respeito de um determinado objeto, imagem, descrição ou situação e a associação referente a eles, Duval (2009) destaca as representações em três categorias: mentais, computacionais e semióticas. Damm (1999) salienta que tais representações não são espécies diferentes de representação, mas sim representações que realizam funções diferentes.

As representações mentais são classificadas como internas e conscientes e são identificadas pelas concepções que uma pessoa pode ter a respeito de uma situação ou objeto caracterizando a função de objetivação, isto é, a descoberta pelo próprio sujeito do significado da representação que, portanto, passa a ter um caráter intencional (DUVAL, 2011).

Já as representações computacionais são de tratamento cognitivo automático, quase instantâneo e categorizadas como internas e não conscientes.

As representações semióticas constituem-se pelo emprego de signos que pertencem a um sistema de representação com dificuldades próprias de significado e funcionamento e são intrínsecas ao processo de ensino e aprendizagem em Matemática, independentemente do nível de ensino. Além disso, são denominadas como externas conscientes e possuem a função de objetivação, expressão e de tratamento intencional fundamental para a aprendizagem (DUVAL, 2012).

De acordo com Duval (2012, p. 12) a necessidade de uma multiplicidade representacional provém do fato que atualmente se sabe “que cada representação semiótica veicula somente alguns aspectos conceituais que são componentes do objeto considerado, no sentido de que um objeto matemático possui várias componentes conceituais ligadas, mescladas, umas com as outras”.

Um aspecto essencial na Teoria dos Registros de Representação Semiótica é a compreensão do processo de aprendizagem em que os conceitos de *noésis* e *semiós* são fundamentais, ou seja, a representação e a apreensão conceitual são indissociáveis. Dizer que o conteúdo está separado da forma é afirmar que há semiose sem *noésis*.

Se chamamos de *semiós* a apreensão ou produção de uma representação semiótica e *noésis* os atos cognitivos como a compreensão conceitual de um objeto, a discriminação de uma diferença ou a compreensão de uma inferência, pareceria então evidente admitir que a *noésis* é independente da *semiós* (DUVAL, 2009, p. 15, grifo do autor)

Registros de Representação Semiótica

Um registro de representação é um sistema dotado de signos que permite identificar uma determinada representação. O registro de uma representação pode ser considerado semiótico quando permitir a formação de uma nova representação identificável, um tratamento de um registro de representação e uma conversão desse registro de representação (DUVAL, 2011)

A atividade cognitiva de formação consiste na identificação e compreensão dos signos que compõem a representação semiótica. A identificação própria de cada registro definidos pelas regras de conformidade estabelecem: a determinação de unidades elementares (símbolos, vocabulários), as combinações admissíveis de unidades elementares (regras de formação em um registro específico, gramática quanto as línguas naturais e as condições para que uma representação seja pertinente e completa (regras próprias a um gênero literário, por exemplo ou um tipo de produção em determinado registro (DUVAL, 2009, p. 55)

Por exemplo, na representação no registro algébrico da função $f(x) = -x^2 + 5$ identifica-se uma Função Polinomial do 2º Grau, a partir do expoente 2 (dois).

As regras de conformidade permitem identificar um conjunto de elementos físicos ou de traços como sendo uma representação de qualquer coisa num sistema semiótico: seja um enunciado em alemão, um cálculo, uma fórmula de física, uma figura geométrica (...). *Elas permitem então o reconhecimento das representações como representações num registro determinado.* (DUVAL, 2009, p. 56, grifo do autor)

Do mesmo modo que a formação possui regras de conformidade, o tratamento acontece por intermédio de regras de expansão informacional que garantem a representação do registro final no mesmo registro de partida.

Duval (2009) indica as regras de derivação, de natureza dedutiva, no quadro da lógica; as regras de produção de natureza inferencial, no quadro da inteligência artificial; as regras de coerência temática, de natureza linguística, no quadro das línguas naturais e; as regras associativas de contiguidade e de similitude, de natureza cognitiva, no quadro das ideias, por permitir a expansão discursiva e a mobilização de representações mentais.

Os procedimentos de justificação do objeto de estudo matemático dentro de um mesmo registro são considerados tratamento ao efetuar um cálculo somente na escrita aritmética, ou a resolução de um sistema de equações do 1º Grau no registro de representação

algébrico. Um exemplo seria o produto notável (representação registro de saída – algébrico) $(x + 3)^2$; $(x + 3)(x + 3)$; $x^2 + 6x + 9$ (representação registro de chegada – algébrico) estar mesmo registro de saída e chegada.

Por vezes, o tratamento é a atividade cognitiva mais recorrente ao apresentar a “vantagem” da economia e rapidez diante das situações propostas em sala de aula. Porém, conforme destacaremos adiante, estimular um monorregistro inibe a atividade de conversão.

A conversão consiste na transformação “**externa em relação ao registro da representação de partida**” (DUVAL, 2009, p. 59, *grifo do autor*). As conversões são transformações de representação que consistem em mudança de registro conservando os mesmos objetos denotados.

A atividade cognitiva de conversão das representações é uma operação não reversível. Converter em um sentido não implica necessariamente na possibilidade de o aluno fazê-lo no sentido inverso. Em outros termos, a operação de conversão se revela ser nem trivial nem cognitivamente neutra (DUVAL, 2009, p. 35).

O aluno ao transitar de uma representação no registro gráfico para uma representação no registro algébrico, pode não apresentar o mesmo sucesso que transitar da representação registro algébrico para a representação no registro gráfico. Um exemplo de conversão seria a expressão “um número ao quadrado menos um” (representação no registro discursivo) estar indicada em $x^2 - 1$ (representação no registro algébrico).

A transformação semiótica de conversão consiste na transformação de uma representação em outro sistema de representação. As conversões são transformações de representação que consistem em mudança de registro conservando os mesmos objetos denotados (DUVAL, 2003). Converter em um sentido não implica necessariamente na possibilidade de o aluno fazê-lo no sentido inverso. Assim, ao aluno transitar de uma representação gráfica para uma representação algébrica, ele pode não apresentar o mesmo sucesso que transitar da representação no registro algébrico para a representação no registro gráfico.

A operação de conversão se revela ser nem trivial nem cognitivamente neutra. Uma constante na atividade de conversão é a heterogeneidade de sentido, em que uma representação na língua natural para a representação gráfica pode ter um custo cognitivo menor do que da representação gráfica para a língua natural. Sendo assim, a conversão é fundamental no trabalho com representações semióticas (DAMM, 1999).

Quando se privilegia um único registro de representação, a limitação da aprendizagem de um conceito matemático pode ocorrer ao solicitar que o aluno realize a conversão de representação para outros registros. Os monorregistros podem garantir um “sucesso” de aprendizagem. Porém, quando o aluno é solicitado a utilizar outros registros de representação, os bloqueios podem se evidenciar. O tratamento em apenas um registro pode levar o aluno ao enclausuramento de registro segundo Duval (2009) o que o impede de reconhecer o mesmo objeto matemático em duas de suas representações diferentes.

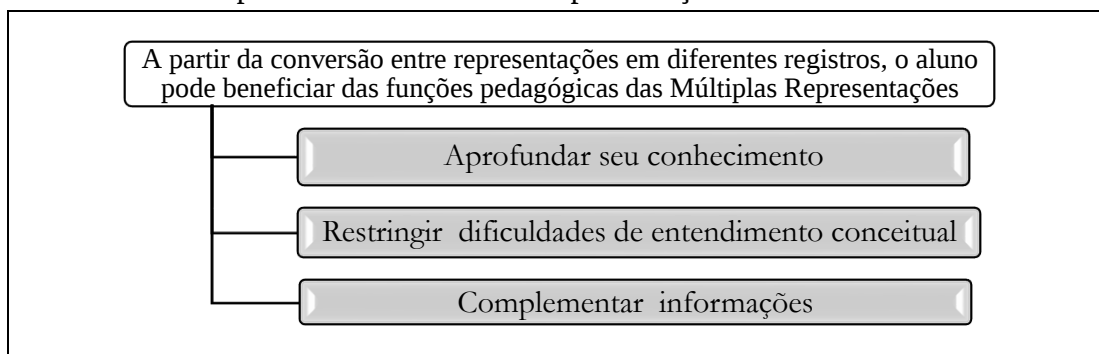
Conexão entre os Referenciais da Teoria dos Registros de Representação Semiótica e das Funções Pedagógicas de uma Representação

Segundo Duval (2009, p. 81) “a mudança de registro constitui uma variável cognitiva que se revela fundamental em didática, pois ela facilita consideravelmente a aprendizagem ou pode oferecer procedimentos de interpretação”. O autor reforça que um registro complementa o outro, ou seja, um único registro por vezes não permite ao estudante a distinção entre objeto matemático e sua representação.

É nessa mudança de registro de representações semióticas, que se observam as Funções Pedagógicas das Múltiplas Representações proposta por Ainsworth (2006), além de oferecer subsídios para dissociar o objeto matemático da sua representação.

Simultaneamente à mobilização de uma ou mais representações do mesmo objeto matemático para realizar a transformação semiótica de conversão – podem ocorrer as Funções Pedagógicas destacadas por Ainsworth a partir de uma nova representação: a complementação enquanto estratégia de resolução por ser de uso constante no entendimento conceitual do estudante, a função de restringir ao limitar uma interpretação errônea e/ou quando auxilia o estudante no reconhecimento do mesmo objeto matemático em outros registros, ou seja, quando o aluno realiza a coordenação aprofundando seu conhecimento.

Quadro 1- Conexão entre as Funções Pedagógicas das Múltiplas Representações a partir da Conversão de Representações Semióticas



Fonte: os autores

Exemplifica-se que, ao utilizar uma tabela na construção de um gráfico cartesiano, o estudante pode complementar ou restringir a noção de função, ao mesmo tempo em que realiza a conversão de um registro de representação algébrico em um registro de representação tabular para um registro de representação gráfico.

Por exemplo na função $f(x) = 2x + 3$, uma tabela pode vir a ser utilizada em relação ao gráfico, enquanto uma estratégia complementar no auxílio do registro de representação gráfico e / ou como um apoio ao restringir por familiaridade, isto é, do que o aluno conhece. Nesse sentido, a representação auxiliar (tabela) pode indicar a função pedagógica de complementaridade, conforme taxonomia proposta por Ainsworth.

Alguns alunos demonstram mais facilidade em um tipo de registro de representação semiótica – a algébrica, por exemplo – recorrendo a outros registros para complementar e/ou

restringir seu entendimento. Optar entre as representações semióticas $\frac{1}{2}$ ou $\frac{4}{8}$ no registro numérico em representação fracionária, ao invés da representação imagética 

pode ser consequência do estímulo aos vários registros de representação de um mesmo objeto matemático

[...] a escolha inicial de uma representação semiótica não é neutra, nem indiferente, como não o é a escolha das eventuais representações auxiliares na passagem de uma representação semiótica para outra. Se, por exemplo, estamos numa situação de comunicação, a escolha pode ser determinante para a eficácia comunicativa e para a construção cognitiva de um objeto matemático (D'AMORE, 2015).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesse artigo apresentamos o recorte de uma pesquisa qualitativa que segundo Bogdan e Biklen (1994) se caracteriza por os fenômenos em seu contexto natural levando em consideração as singularidades e complexidades, em que o processo é mais importante que o produto. Além disso, a pesquisa possui uma abordagem interpretativa, pois no processo de análise e interpretação das informações recorre a perspectivas próprias.

A pesquisa foi desenvolvida durante 5 (cinco) aulas de 50 minutos cada, com estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública situada no Norte do Paraná., cujo objetivo da pesquisa foi a mobilização de diferentes representações em 6 (seis) atividades relacionadas ao objeto matemático Função Polinomial do 1º Grau. Ressaltamos que a pesquisadora era docente da disciplina de matemática da referida turma.

Apresentamos aqui 3 (três) dessas atividades desenvolvidas em 3 (três) aulas, em que a atividade 2 foi realizada em grupos com 2 a 4 integrantes. A pesquisadora está indicada como P e os estudantes cujas representações serão analisadas aqui indicados respectivamente como: estudantes J, G, R, D, E e A. Os instrumentos de coleta de informações foram o diário de campo da pesquisadora, gravações em áudio e fotos- coletados em aparelho smartphone- essenciais na inferência quanto as representações mobilizadas e a conexão entre a conversão e as funções pedagógicas das Múltiplas Representações.

No quadro a seguir indicamos 3 (três) de um total de 6 (seis) atividades desenvolvidas na pesquisa, que aqui estão denominadas como Atividade 1, 2 e 3 respectivamente.

Quadro 2 - Atividades propostas Função Polinomial do 1º Grau

Atividade 1	Se doze produtos custam R\$ 72,00; quanto uma pessoa pagará em: nove produtos, cinco produtos e três produtos? Se você tivesse que explicar essa atividade e sua resolução para alguém, como você iria fazer?
Atividade 2	Utilizando palitos de sorvete, responda: Qual a menor quantidade de palitos necessários para formar 2 quadrados? E 10 quadrados? E para qualquer quantidade de quadrados?
Atividade 3	Elabore uma Função do 1º e faça uma ou mais representações.

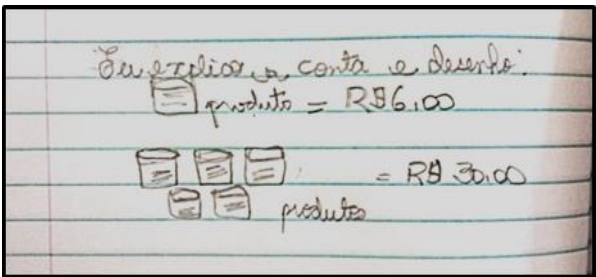
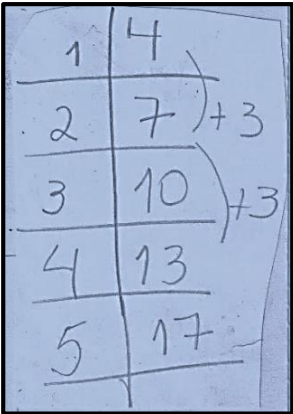
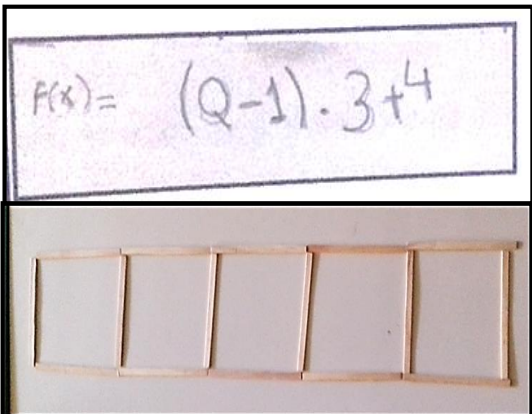
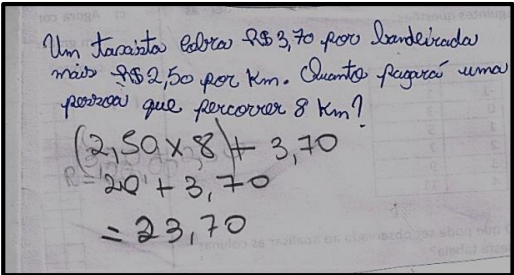
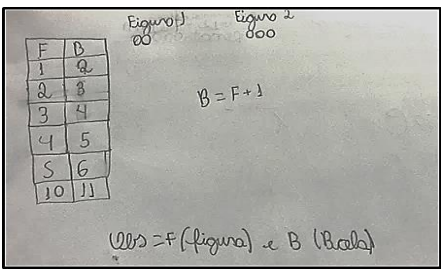
Fonte: os autores

ANÁLISE E RESULTADOS

A atividade cognitiva da conversão -a mobilização de uma ou mais representações em diferentes do registro de saída-, conforme proposta da Teoria dos Registros de Representação Semiótica ressalta a importância da multiplicidade representacional no ensino e aprendizagem de matemática.

O objetivo aqui é verificação das representações mobilizadas pelos estudantes a partir das atividades 1,2 e 3 e a conexão com as funções pedagógicas das Múltiplas Representações. Ressaltamos que as funções pedagógicas não são excludentes, ou seja, uma mesma representação pode apresentar mais de uma função pedagógica.

Quadro 3 – Representações em Registros diversos a partir das atividades 1,2 e 3

Atividade 1  Representações em Registro Descritivo Escrito e Imagético
Atividade 2   Representações em Registro Tabular , Algébrico e em 3 D
Atividade 3  

Na atividade 1, os estudantes mobilizaram diferentes representações em registros distintos. Apresentamos aqui a representação no registro imagético que caracteriza uma conversão , pois o registro de representação foi diferente da representação no registro descritivo escrito ,no qual a atividade foi proposta .

A atividade desenvolveu a *semioses* (produção de representações) e *noésis* (apreensão dos conceitos), ao contemplar situações em que o estudante é provocado a explicar um objeto matemático para alguém utilizando diferentes representações. Além disso, possibilitou ao estudante a dissociação do objeto matemático e suas representações , como indicada na representação imagética em que os estudante descreve que além da conta, em que a representação no registro aritmético s caracteriza como complementar enquanto estratégia de resolução também faz o desenho explicativo .

Quando questionado pela pesquisadora a respeito da representação, o estudante J diz: *o desenho é fácil entender...* Inferimos a partir dessa afirmação a função pedagógica de restrição no sentido de limitar qualquer interpretação errônea.

Em relação a atividade 2, os estudantes receberam vários palitos de sorvete para indicarem a quantidade mínima de palitos necessários para fazer quadrados. Salientamos que alguns estudantes utilizarem 8 palitos para fazer 2 quadrados. No Quadro 2, trouxemos 3 (três) representações- de um mesmo grupo constituído ‘pelos estudantes G, R e D -, nos registros tabular, algébrico e 3D. A mobilização da representação no registro tabular , e consequentemente a conversão, demonstra o que Duval (2009) afirma quanto uma representação pode denotar diferentes aspectos conceituais.

Na tabela, verificamos que a cada linha há indicação + 3, ou seja, para cada quadrado são necessários 3 (três) palitos. A elaboração da tabela restringiu por familiaridade o entendimento da generalização da quantidade de quadrados de acordo com a quantidade de palitos, segundo o estudante G: “*Vai completando a tabela que só aumentando o total dos palitos. Viu, a tabela é sempre fácil, sempre tamo (sic) fazendo...*”. Inferimos que a representação do registro tabular é comum aos estudantes sendo utilizadas também em situações cotidianas .

Quando a pesquisadora pergunta *P : Vocês acham que é uma função?* , o estudante D indica a relação entre variáveis – quadrados e palitos- presente na função ao responder estudante D: *É sim, né ... quanto mais palitos mais quadrados...* Em seguida o estudante R mostra a representação no registro algébrico e diz: *: Sim, olha aqui - indica a função $f(x) = (Q - 1).3 + 4$. Após a atividade retomamos a atividade 2 em que a determinação da função $f(q) = 3q + 1$ foi discutida. A representação no registro algébrico apresentou a função pedagógica de aprofundamento em que houve entendimento do domínio do conceito e integração com outras representações.*

A atividade 3 permitia que o estudante elaborasse uma função utilizando diferentes representações. O estudante E mobilizou representações no registro tabular, imagético e

algébrico – indicamos que a expressão algébrica correta é $B(f) = f + 1$, considerando as variáveis figuras e bolinhas. A transformação semiótica de conversão é reforçada pela afirmação do estudante E: “[...]é tudo a mesma coisa... a tabela, as figuras, as letras, é tudo daqui”(se referindo à $B(f) = f + 1$). A função pedagógica proposta por Ainsworth (2006) de aprofundar o conhecimento foi atribuída a representação no registro algébrico, no sentido de abstração do conceito, ao possibilitando a mobilização de representações em diferentes registros.

Ainda em relação a atividade 3, o estudante A elaborou uma situação problema e mobilizou representações em 2 registros: descritivo escrito e aritmético para responder à questão elaborada por ele. A representação no registro aritmético se caracterizou como complementar, de utilização contínua, pois conforme o estudante A: [...] *muito fácil né...Tamo (sic) cansado de fazer...*”.

Quando questionado quanto a escolha da situação problema no registro descritivo escrito, o aluno se refere a situações recorrentes já ensinadas em sala de aula “[...] lembrei do um problema tipo do táxi, uma situação sabe.... Pensei numa conta de água também...”, configurando a função pedagógica de aprofundamento de um conhecimento para esse registro, ao associar a representação descritiva com outras situações vivenciadas por ele.

Desse modo, sintetizamos no Quadro 4 as representações mobilizadas nos diferentes registros e as funções pedagógicas inferidas em cada atividade .

Quadro 4 - Conexão entre as representações mobilizadas e as funções pedagógicas das representações

Atividade 1	Representações Registros Imagético e Aritmético	Complementar enquanto estratégia de resolução
		Restringir uma interpretação
Atividade 2	Representações Registros Tabular, Algébrico e 3D	Restringir uma interpretação
		Aprofundamento de um conceito
Atividade 3	Representações Registros Imagético, Tabular, Aritmético, Algébrico e Descritivo Escrito	Complementar por familiaridade
		Aprofundamento de um conceito ao expandir a informação e abstração do conceito

Fonte: os autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação a respeito das representações mobilizadas em atividades referentes a Função Polinomial do 1º Grau com estudantes do 1º ano do Ensino Médio , a partir do referencial da Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval em consonância com o conceito de multiplicidade representacional e mediadas por interações dialógicas, destacou a importância de que um ensino pautado em uma diversidade representacional propicia aos educandos um entendimento conceitual mais amplo.

Um aspecto evidenciado aqui é a conexão entre a mobilização de representação em registros distintos, com as funções pedagógicas de uma nova representação proposta por

Shannon Ainsworth em que uma nova representação pode complementar, restringir e/ou aprofundar um conhecimento a partir da atividade cognitiva da conversão.

A utilização de representações em registros diversificados possibilita a complementaridade entre um registro e outro no entendimento conceitual do objeto matemático, independentemente do nível de ensino, ou seja, não é somente a justaposição de variadas representações que poderá garantir uma apreensão conceitual.

A mobilização de representações possíveis em determinado(s) registro(s), não é imparcial, além disso, a preferência de um registro de representação pelo outro pode variar no universo de uma sala de aula de acordo com as informações coletadas.

Cabe ao docente uma sensibilidade em reconhecer que cada representação apresenta custos cognitivos específicos e, portanto, ao priorizar um ensino fundamentado em múltiplas representações, fornecerá ao estudante condições futuras de reconhecimento de um mesmo conceito matemático em representações nos diferentes registros.

REFERÊNCIAS

ARZARELLO, F., Paola, D., ROBUTTI, O. et al. **Education Study Mathematics**, 2009, 70: 97. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9163-z>

AINSWORTH, S. The functions of multiple representations. **Computers & Education, Pergamon Press**, n. 33, p. 131-152, 1999.

AINSWORTH, S. DeFT A conceptual framework for considering learning with multiple representations. In **Learning and Instruction. Elsevier**, v. 16, issue 3, p. 183-198, jun. 2006.

AINSWORTH, S. The Educational Value of Multiple-representations when Learning Complex Scientific Concepts. In GILBERT, J. K. et al. (Eds). *Visualization Theory and Practice. Science Education. Springer*, p. 191-208, 2008.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Características da investigação qualitativa. Investigação qualitativa em educação uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Portugal: Porto, p. 47- 51, 1994.

BRANDT, C. F.; MORETTI, M. T. (Org.). *Ensinar e Aprender Matemática: possibilidades para a prática educativa. Ponta Grossa: Editora UEPG*, 2016.

CAMARGO, P. S. **Estratégia de ensino multirrepresentacional aplicada para o desenvolvimento do conceito de medição**. 2014.319f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2014.

COLOMBO, J. A. A.; FLORES, C. R.; MORETTI, M. T. Registros de representação semiótica nas pesquisas brasileiras em Educação Matemática pontuando tendências. **Zetetiké**, Campinas, v. 16, n. 29, p. 41-72, 2008.

COX, R.; BRNA, P. Supporting the use external representations in problem solving: the need for flexible learning enviroments. **Journal of Artificial Intelligence in Education**, v. 6, n. 2, p. 239-302, 1995.

DAMM, R. F. Registros de Representação. In MACHADO, S. D. A. et al. **Educação Matemática: uma introdução**. São Paulo: EDUC, p. 135-153, 1999.

D'AMORE, B. **Primeiros Elementos de Semiótica sua presença e sua importância no processo de ensino-aprendizagem da matemática**. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

DUVAL, R. Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática. In MACHADO, Silvia D. A. (Org.). **Aprendizagem em matemática registros de representação semiótica**. Campinas: Papirus, p. 11-33, 2003.

DUVAL, R. **Semiósis e pensamento humano registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. Fascículo I. São Paulo: Livraria da Física, 2009

DUVAL, R. **Ver e ensinar a Matemática de outra forma** - Entrar no modo matemático de pensar os registros de representações semióticas. v. 1. São Paulo: Proem, 2011.

DUVAL, R. Registros de Representações Semiótica e Funcionamento Cognitivo do pensamento- **Revemat**: Revista Eletrônica de Educação Matemática, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012. <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.201>.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SILVA, O. H. M. Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 469-487, 2011.

LABURÚ C. E.; ZÔMPERO, A. F.; BARROS, M. A. Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 7-24, 2012.

LEMKE, J. L. Teaching all the languages of science words, symbols, images, and actions. 2003.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, 2006.

RADFORD, L.; EDWARDS, L.; ARZARELLO, F. Introduction: beyond words. **Educational Studies in Mathematics**, New York, v. 70, n. 2, p. 91-95, 2009.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Introdução à semiótica**: passo a passo para compreender os signos e a significação / Lucia Santaella. — São Paulo: Paulus, 2017

SILVA, M. V. D. **Uma Proposta de Análise Semiótica do processo de Integração de Múltiplas Representações**. 2016. 194f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

TYLER, R.; PRAIN, V.; PETERSON, S. Representational issues in students learning about evaporation. **Research in Science Education**, v. 37, p. 313-331, julho. 2007.

TREAGUST, D.; WON, M.; YOON, H. Students' Learning Strategies with Multiple Representations Explanations of the Human Breathing Mechanism. **Science Education**, v. 98, n. 5, p. 840-866, set. 2014.

WALDRIP, B.; PRAIN, V.; CAROLAN, J. Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science. **Research in Science Education**, v. 40, p. 65-80, 2010.

Submetido em: 10 de Setembro de 2021.

Aprovado em: 28 de Novembro de 2021.

Publicado em: 02 de Dezembro de 2021.

Como citar o artigo:

FARIAS, R. A.; LABARÚ, C. E. Conexão entre múltiplas representações em atividades de função polinomial do 1º Grau. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura - REMATEC**, Belém/PA, v. 16, Fluxo Contínuo, p. 295-309, Jan.-Dez, 2021.

<https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2021.n.p295-309.id356>