TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA ALIADA AO USO DE TDICS NO ENSINO DE FUNÇÕES DE SEGUNDO GRAU

Theory of Registers of Semiotic Representation Allied to the Using of TDICS in the Teaching of Second Degree Equations

Tailon Thiele
Eliane Miotto Kamphorst
Carmo Henrique Kamphorst

Resumo

Trata-se de um estudo acerca da teoria dos Registros de Representação Semiótica e suas implicações no ensino de funções de segundo grau, aliada a utilização de Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação. A metodologia engloba um estudo bibliográfico sobre a teoria estudada por Duval e a busca pela compreensão de contribuições desta para o planejamento e execução de atividades de ensino envolvendo o conceito de função de segundo grau. Dentre as contribuições discutidas citam-se a ampliação da compreensão de elementos essenciais da aprendizagem matemática e a construção de novas concepções sobre o ensino e incorporação de novas metodologias. Através da contextualização da teoria no ensino de funções e do uso do Software Geogebra, foi possível representar um problema matemático em diferentes registros, evidenciando algumas contribuições da teoria de Duval. Assim, destaca-se a possibilidade de compreensões dos processos cognitivos dos sujeitos, através do uso de diferentes representações.

Palavras-chave: Registros de Representação Semiótica. Ensino de Funções. Inovação. TDICs.

Abstract

This is a study about the Theory of Registers of Semiotic Representation and its benefits in the teaching of second degree functions, allied to the using of Digital Communication and Information Technologies. The methodology includes a bibliographic research on Duval's theory, and the search for understan'ding of its contribution to the planning and performance of teaching activities involving the concept of second degree function. Among the contributions discussed are the expansion of the understanding of essential elements of mathematical learning and the construction of new conceptions about teaching and incorporation of new methodologies. Through the contextualization of the theory in the teaching of second degree function and the using of the Geogebra Software, it was possible to represent a mathematical problem in different registers, evidencing some contributions of the Duval theory. Thus, the possibility of understanding the cognitive processes of the subjects is highlighted, through the use of different representations.

Keywords: Registers of Semiotic Representation. Teaching Functions. Innovation. DICT.

Introdução

O conceito de função de segundo grau é amplamente utilizado na Educação Básica, na disciplina de Matemática, e também no Ensino Superior, especialmente nas áreas das Ciências Exatas e da Terra, além das Engenharias. Dentre outras aplicações, essas funções fazem parte dos conceitos estruturantes da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, uma vez que sua compreensão é indispensável para a aprendizagem de seus conteúdos.

Entretanto, acadêmicos das áreas citadas não têm chegado ao Ensino Superior com uma compreensão sólida de conceitos básicos, conforme Gerhard e Filho (2012) descrevem ao tratar da fragmentação do pensamento científico na Educação Básica. Nesse sentido, torna-se importante intervir no princípio das dificuldades, através da busca por alternativas que possam servir de aporte metodológico para o ensino, tanto na Educação Básica, quanto na Superior.

Neste viés, surge a possibilidade de buscar contribuições da teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval (2003; 2009). Esta, por sua vez, permite construir novas concepções do processo de ensino e de aprendizagem do conceito de função de segundo grau, vista sua importância para inúmeras aplicações. Assim, podem-se propor alternativas metodológicas que possibilitem a contextualização dos conceitos e, consequentemente, contribuir para uma melhor compreensão de conceitos do Cálculo Diferencial e Integral.

A Matemática, dentre outras características, possui linguagem própria, a qual não pode ser compreendida sem o uso de representações. Nesse sentido, Damm (1999) explica que o alicerce da comunicação é o uso de representações, uma vez que os objetos matemáticos são conceitos, propriedades, estruturas e relações que podem manifestar distintas situações. Assim, é essencial o uso de diferentes formas de representação desses objetos para que haja o funcionamento e desenvolvimento dos conhecimentos.

Aliado a esta concepção, o uso de atividades investigativas e de Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação (TDICs) pode representar uma importante transformação nas metodologias de ensino, através de um repensar no processo de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos, especialmente das funções de segundo grau. Barufi (1999) refere-se ao uso do computador nas suas mais diversas possibilidades, com uma ferramenta importante na formulação de indagações, reflexões e análises, as quais tornam o ambiente de aprendizagem rico em relações e articulações entre conceitos matemáticos e, consequentemente, na construção do conhecimento.

Portanto, com este artigo almeja-se apresentar um breve referencial sobre o uso das tecnologias na Educação Matemática e, de forma específica, situar o software Geogebra neste contexto. Posteriormente, serão apresentados aspectos inerentes à teoria dos Registros de Representação Semiótica, além de tecer algumas contribuições que esta teoria pode oferecer ao ensino de funções de segundo grau. Isto, por sua vez, se dará principalmente voltado à perspectiva do uso de diferentes representações, aliadas a atividades de investigação e ao emprego de TDICs.

Referencial Teórico

Inicialmente serão descritas algumas considerações acerca da incorporação das TDICs na Educação Matemática. A seguir, discutir-se-á sobre a teoria dos Registros de Representação Semiótica que foi estudada e proposta principalmente por Raymond Duval, que é amplamente reconhecido por seus estudos[1] referentes a ela. Assim, tomar-se-á como referencial base obras atualizadas deste autor, além de complementações que outros pesquisadores da área da Educação Matemática propuseram acerca da teoria.

Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação na Educação Matemática

Ainda que não seja o objetivo principal deste artigo, julgamos importante tecer algumas considerações teóricas sobre a incorporação das TDICs na Educação Matemática, uma vez que surgem como possibilidades de enriquecimento nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos. Assim, essas ferramentas serão situadas dentro desta área do conhecimento e, posteriormente, será abordado o software Geogebra neste contexto das tecnologias, uma vez auxiliará na discussão central do artigo.

Borba e Penteado (2012) abordam aspectos epistemológicos e históricos acerca da informática na educação, além de apresentarem alguns exemplos de possibilidades para a incorporação de tecnologias informáticas nos ambientes de aprendizagem. Estes autores tratam o acesso a essas ferramentas não apenas como direito, mas também como componente do processo de democratização do conhecimento. Ao discutirem sobre as técnicas relacionadas com a memória e a construção do conhecimento, destacam que a informática deve ser entendida como:

> [...] uma nova extensão de memória, com diferenças qualitativas em relação às outras tecnologias de inteligência e permite que a linearidade de raciocínios seja desafiada por modos de pensar, baseados na simulação, na experimentação e em uma “nova linguagem” que envolve escrita, oralidade, imagens e comunicação instantânea (BORBA e PENTEADO, 2012, p. 48).

Nesta mesma perspectiva, Amorin, Costa e Salazar (2011), destacam a importância do estudo geométrico de conceitos matemáticos. Os autores chamam a atenção para a possibilidade de visualização de situações que dificilmente poderiam ser observadas sem o uso de ferramentas tecnológicas digitais. Os softwares possibilitam a interação entre o aluno e o conhecimento através da expressão do seu pensamento e ideias, questionando e criticando a matemática, além de argumentar no sentido de justificar suas concepções.

Nesta mesma perspectiva, Motta et al. (2011) descrevem que o papel da educação não deve ser de repassar conhecimento estático ao aluno, mas possibilitar meios que o permitam

[1] Dentre suas obras, é relevante destacar: “Semiósis e Pensamento Humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais” (2009); “Registros de representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática” (2003); e “Ver e ensinar a Matemática de outra forma. Entrar no modo matemático de pensar: os registros de representações semióticas” (2011).

construir suas próprias concepções. Nesse sentido, os autores defendem que o computador tem papel fundamental para que o ambiente de aprendizagem esteja propício ao desenvolvimento do conhecimento, além de repensar a papel docente. Nessa configuração, a tecnologia passa a ser um complemento para a aprendizagem, especialmente a partir da análise de diferentes linguagens e representações da matemática.

Também se referindo ao trabalho docente, Borba e Penteado (2012) compreendem que a produção de conhecimento é feita coletivamente entre seres humanos e tecnologias, e não de forma dissociada entre esses atores. Complementam que o papel dos professores de matemática deve ser de analisar como os conceitos dessa área se constituem na presença dessas novas ferramentas de investigação, além de avaliar de maneira constante os efeitos das atividades propostas. No entanto, é preciso estar preparado para situações imprevisíveis, tanto sobre o conhecimento técnico do software, quanto em relação ao conteúdo matemático.

Para situar o Software Geogebra[2] neste contexto, Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014) discutem sobre a evolução das tecnologias digitais na Educação Matemática, dividindo-a em quatro fases, que estão associadas entre si. Os autores justificam essa configuração apoiados na concepção de que uma nova fase surge no momento em que as inovações tecnológicas permitem investigações matemáticas diferenciadas do ponto de vista qualitativo. A primeira fase, iniciada na década de 80, ou seja, recente em termos históricos, esteve relacionada ao uso de computadores e calculadoras, na perspectiva do construcionismo. A segunda fase compreende a popularização dos computadores e as calculadoras gráficas, voltados especialmente à visualização e experimentação. A terceira fase, já no final da década de 90, possibilitou o acesso à internet e a interação online. Já a quarta e atual fase, iniciada na década seguinte, é percebida pela mobilidade, dinamicidade, compartilhamento, performance matemática digital e interatividade, a partir de computadores, celulares, tablets e internet rápida.

O Software Geogebra, por sua vez, surge nesta quarta fase, tendo como possibilidade, principalmente, a dinamicidade no estudo da matemática, permitindo atividades inovadoras de investigação, de modo a tornar possíveis análises conceituais a partir de uma interface que faz uma conexão entre a Álgebra e Geometria. Além disso, proporciona a compreensão das diferentes representações do mesmo objeto, indo ao encontro da teoria dos Registros de Representação Semiótica, foco principal deste artigo.

A teoria dos Registros de Representação Semiótica

A noção de representação é necessária para que os fenômenos relativos aos conhecimentos sejam estudados. - Descartes e Kant já a colocavam no centro de suas reflexões ligadas a possibilidade e constituição de um conhecimento certo, uma vez que todo objeto matemático requer uma ou mais representações para que o sujeito possa mobilizá-lo (DUVAL, 2009).

Ao observar o desenvolvimento histórico da matemática, é possível perceber que as representações semióticas possuem importância primordial. De acordo com Duval (2003), a evolução do pensamento matemático aconteceu a partir da expansão das representações semióticas e isso se deve a duas razões. A primeira, por que se torna possível a atividade de tratamento matemático, pois as operações de cálculo são dependentes do sistema de representação. Já a segunda razão está relacionada aos objetos matemáticos, os quais não são perceptíveis ou observáveis através da utilização de instrumentos. Ou seja, para que sejam designados, é necessário o uso de representações.

Damm (1999) complementa que essa necessidade pelo uso das representações semióticas para a conceituação em matemática, acontece devido ao fato de que elas (as representações) tornam possível realizar funções cognitivas fundamentais ao pensamento humano. Segundo a autora, o sujeito que apreende deve efetuar a coordenação de diferentes registros de representação de um objeto matemático.

Duval (2009), afirma que

> A especificidade das representações semióticas consiste em serem relativas a um sistema particular de signos, a linguagem, a escritura algébrica ou os gráficos cartesianos, e em poderem ser convertidas em representações "equivalentes" em outro sistema semiótico, mas podendo tomar significações diferentes para um sujeito que as utiliza. A noção de representação semiótica pressupõe, então, a consideração de sistemas semióticos diferentes e de uma operação cognitiva de conversão das representações de um sistema semiótico para outro. Essa operação

[2] Ferramenta de livre acesso que pode ser baixada no link < https://www.geogebra.org/download>.

> tem sido primeiramente descrita como uma "mudança de forma" (DUVAL, 2009, p. 32).

O autor complementa ainda que a linguagem natural, as línguas simbólicas, os gráficos, as figuras geométricas, entre outros, são exemplos de registros de representação semiótica. Segundo o autor, esses registros "constituem os graus de liberdade de que um sujeito pode dispor para objetivar a si próprio uma ideia ainda confusa, um sentimento latente, para explorar informações ou simplesmente para poder comunicá-las a um interlocutor" (DUVAL, 2009, p. 37).

Para entender a essência da teoria dos Registros de Representação Semiótica, é necessário compreender dois conceitos chaves da teoria: tratamento e conversão. O tratamento é uma transformação de representações realizada internamente a um mesmo registro de representação. Já a conversão, é uma transformação externa a um registro, ou seja, muda-se de registro de representação, conservando os objetos matemáticos (DUVAL, 2003).

É necessário salientar a importância de fazer esta distinção entre tratamento e conversão. Separá-las torna possível analisar as atividades cognitivas realizadas pelos sujeitos da aprendizagem e, posteriormente, intervir nesse processo de mobilização de conceitos matemáticos. O sujeito precisa realizar ambas as transformações, tanto interna quanto externamente aos registros.

Outro aspecto importante a ser destacado acerca da teoria dos Registros de Representação Semiótica é a necessidade do uso de no mínimo dois registros de representação. Isso vem ao encontro da conversão. Duval (2003; 2009) destaca que a diversidade de registros de representação permite aprendizagens específicas em cada registro. Além disso, o autor diz que

> A diversificação dos registros de representação semiótica é a constante do desenvolvimento dos conhecimentos tanto sobre o ponto de vista individual quanto científico ou cultural. Sua importância para o funcionamento do pensamento é geralmente explicada pelas diferenças de custo ou de limitação para a função de tratamento, e por aquelas possibilidades de apresentar para a função de comunicação, que existem entre os registros (DUVAL, 2009, p. 80).

De acordo com Patrício e Almeida (2011), a semiótica é a ciência que investiga as relações entre os símbolos e objetos. Segundo eles, as representações semióticas são formadas por um sistema de signos, como por exemplo, língua materna, linguagem algébrica ou numérica, gráficos cartesianos, dentre outros registros.

No âmbito da Educação Matemática, Bassoi (2006) descreve que a teoria dos Registros de Representação Semiótica permite identificar dificuldades existentes na aprendizagem, tanto na Educação Básica como no Ensino Superior, especialmente sobre a representação conceitual das formas matemáticas. Ainda, a autora destaca que as atividades cognitivas são comprometidas em função das lacunas existentes na compreensão da linguagem matemática empregada nos diferentes registros de representação.

Flores (2006), ao realizar um estudo sobre a história e epistemologia do conhecimento matemático, além de uma análise sobre aspectos inerentes à sua aprendizagem, cita as representações como sendo a base para a apreensão do objeto matemático. Ou seja, por intermédio da materialização, é possível visualizar o objeto e, isto é processo cognitivo. A autora complementa que a representação fornece a ideia de referência sobre o objeto:

> O importante é ver que a abstração requerida, quando da relação entre representação e referência, permite apreender o objeto matemático independentemente da representação que se use. Este fato permitiu tanto a produção de novos registros de representações, a partir de regras dadas por um sistema semiótico, portanto, de representações semióticas, como também a elaboração da lógica matemática e da reflexão sobre os fundamentos da matemática (FLORES, 2006, p. 17).

Nesse sentido, é necessário reafirmar a necessidade de se transitar em diferentes registros de representação para que, de fato, a aprendizagem aconteça em relação ao objeto matemático, e que este não seja confundido com sua representação. Cognitivamente, as diferentes representações levam o pensamento científico à mesma referência, o objeto matemático.

Contribuições da teoria dos Registros de Representação Semiótica no ensino de funções de segundo grau

O conceito de função, especialmente a função de segundo grau, é amplamente estudado na Educação Básica, e serve como base para muitos conceitos vistos no Ensino Superior. Assim, a compreensão deste conceito é fundamental para que sejam amenizadas as dificuldades enfrentadas por estudantes de cursos de graduação das Ciências Exatas e Engenharias, uma vez que a aprendizagem de conceitos do Cálculo Diferencial e Integral, por exemplo, depende do conhecimento dessas funções.

Entretanto, estudos recentes de pesquisadores da área da Educação Matemática (WISLAND, FREITAS e ISHIDA, 2014; PAGANI e ALLEVATO, 2014; BARUFI, 1999) têm mostrado altos índices de reprovação e evasão na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Neste cenário, devem-se buscar alternativas para melhorar a aprendizagem dos conceitos bases da disciplina, dentre eles, as funções de segundo grau e, entendemos que a teoria dos Registros de Representação Semiótica, aliada ao uso de atividades de investigação e das TDICs, pode contribuir tanto na compreensão de processos cognitivos inerentes a aprendizagem, quanto na construção de novas concepções acerca das metodologias de ensino empregadas, corroborando com as ideias apresentadas por Bassoi (2006) e Silva (2008).

Como descrito anteriormente, a essência da teoria dos Registros de Representação semiótica está nas atividades de tratamento e conversão, ligadas ao uso de diferentes registros. O tratamento é uma transformação realizada internamente ao registro, enquanto que a conversão é uma transformação realizada entre dois ou mais registros de representação.

Analisemos um exemplo de função de segundo grau, através da atividade de tratamento. Usar-se-á a função $y = -x^2 + 5x$. O sujeito deverá encontrar as raízes da função utilizando a fórmula de Bháskara, ou outra resolução possível:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-5 \pm \sqrt{5^2 - 4.(-1).0}}{2.(-1)}$$

$$x = \frac{-5 \pm \sqrt{25}}{-2} \qquad (1)$$

$$x = \frac{-5 \pm 5}{-2}$$

$$x' = 0 \text{ e } x'' = 5$$

Então, o conjunto solução desta função é S = {0, 5}.

Seguindo a concepção apresentada pela teoria dos Registros de Representação Semiótica, esta atividade é um tratamento, uma vez que o sujeito permanece num único registro, o registro algébrico. Entretanto, este tipo de problema matemático geralmente não proporciona uma aprendizagem significativa, já que a resolução não possui uma significação.

A atividade de tratamento é simples, pois não exige do sujeito uma interpretação do problema. Entretanto, ela é importante tanto quanto a atividade de conversão, uma vez que ambas são necessárias e se complementam na resolução de um problema matemático. Analisemos a seguir a mesma função, porém com o uso de diferentes registros de representação.

A mesma função pode ser contextualizada na língua formal, no seguinte problema matemático: O movimento de um objeto, lançado para cima verticalmente, é descrito pela função $y = -x^2 + 5x$. Onde y é a altura, em metros, atingida pelo objeto x segundos após o lançamento. Qual a altura máxima atingida e o tempo que esse objeto permanece no ar? Esboce o gráfico que representa este movimento. (SILVA, 2016, adaptado)

É possível realizar uma atividade de tratamento para encontrar a altura máxima e o tempo necessário. A altura máxima pode ser calculada, dentre outras formas, da seguinte maneira:

$$y = \frac{-\Delta}{4a}$$

$$y = \frac{-25}{4.(-1)} \qquad (2)$$

$$y = \frac{-25}{-4}$$

$y = -6{,}25$ metros.

O tempo que o objeto permanece no ar pode ser calculado da seguinte forma:

$$x = \frac{-b}{2a}$$

$$x = \frac{-5}{2(-1)} \qquad (3)$$

$$x = \frac{-5}{-2}$$

$x = 2{,}5$ segundos.

Porém, este é tempo de subida do objeto. Como no movimento vertical, o tempo de subida é igual ao tempo de descida, o objeto permaneceu no ar por 5 segundos.

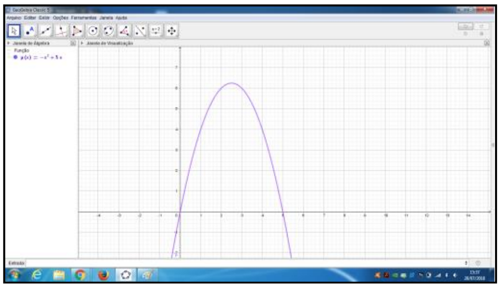
É possível observar que na resolução (1) da função, sem a contextualização em um problema, o conjunto solução S = {0, 5} não tinha uma significação. Já nas resoluções (2) e (3), através do uso de dois registros de representação (língua formal e linguagem algébrica), a solução do problema leva apenas em consideração a resposta de valor 5, uma vez que somente esta possui significação para o problema proposto, corroborando com a importância do uso de diferentes registros de representação.

Contudo, ao esboçar o gráfico da função, será realizada uma atividade de conversão, pois será feita uma transformação do registro algébrico para o registro gráfico. Essa transformação poderá auxiliar o sujeito na compreensão do problema.

O gráfico, por sua vez, poderá ser construído através de métodos normalmente utilizados em sala de aula. Entretanto, preferimos mostrar aqui como as TDICs podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Softwares matemáticos podem ser amplamente utilizados no ambiente de aprendizagem, auxiliando para uma melhor compreensão dos conceitos estudados, além de tornar a aprendizagem mais dinâmica e atrativa aos estudantes.

Nesse sentido, a atividade de conversão do registro algébrico para o registro gráfico será feita no Software Geogebra. Apenas inserindo a função $y = -x^2 + 5x$ na entrada do software, o gráfico será construído (figura 1), mostrando o movimento do objeto em função do tempo.

Figura 1: Esboço do gráfico relativo ao movimento do objeto.



Fonte: Dos autores.

No gráfico, é possível identificar a altura máxima de 6,25 metros atingida pelo objeto, ao tempo exato de 2,5 segundos. Também é possível observar que o tempo de subida é igual ao tempo de descida, ou seja, o tempo em que permaneceu no ar foi de 5 segundos.

Isso evidencia a importância dos diferentes registros de representação para que o sujeito tenha mais possibilidades de compreensão do conceito estudado, além de construir uma significação para o problema que está resolvendo. Além destes registros, no caso das funções também é possível construir uma tabela com os diferentes valores que as variáveis podem assumir, realizando uma nova conversão.

É importante destacar também que o uso de softwares matemáticos possibilita a realização de atividades de investigação matemática, com o teste de hipóteses e construção de concepções próprias acerca do objeto matemático em estudo. No caso desta atividade, o professor poderia, por exemplo, solicitar aos alunos que tornassem o coeficiente *a* da função positivo, a fim de comparar os gráficos e observar quais as alterações. Isso possibilita o estudo da concavidade da parábola, além do ponto máximo e mínimo.

Resultados e Discussão

A compreensão do conceito de função de segundo grau é importante na Educação Básica, bem como para estudantes de Cursos Superiores das áreas das Ciências Exatas e Engenharias. Por isso, torna-se importante que os alunos tenham uma aprendizagem sólida deste conceito, para que sejam amenizadas as dificuldades na apreensão de novos conceitos, especialmente do Cálculo Diferencial e Integral.

Neste contexto, surge a teoria dos Registros de Representação Semiótica que proporciona novas concepções acerca da aprendizagem, uma vez que ela nos direciona a duas atividades essenciais, de tratamento e conversão. A partir da compreensão desses conceitos, foi possível analisar o conceito de função de segundo grau sob diferentes aspectos, levando em consideração principalmente a importância do uso de diferentes registros para um mesmo objeto matemático. Nesta mesma perspectiva, o uso das Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação vem ao encontro da teoria de Duval, uma vez que estas permitem ao estudante representar os conceitos estudados de forma atrativa, além de possibilitar uma visão mais real do problema matemático.

De acordo com Damm (1999), apesar de conseguirem realizar tratamentos em diferentes registros, a principal dificuldade dos estudantes está na passagem de um registro a outro, ou seja, na conversão. Entretanto, a autora destaca que a apreensão do objeto matemático só acontece quando o sujeito consegue fazer as duas atividades cognitivas. Nesse sentido, as TDICs podem ser uma importante ferramenta em sala de aula, pois tornam o ambiente de aprendizagem um local mais dinâmico, além de possibilitar a investigação matemática através de problemas abertos.

É importante destacar que ao realizar a transição entre diferentes registros de representação, a sujeito privilegia uma aprendizagem não fragmentada, contextualizada e significativa. Além disso, o uso de diferentes registros de representação possibilita o uso de tratamentos mais econômicos, como evidencia Duval,

> Em efeito, um registro pode permitir efetuar certos tratamentos de uma maneira muito mais econômica e mais possante que outro registro. Pelo Cálculo, numérico ou algébrico, a escritura decimal dos números e as notações literais constituem um registro incrivelmente mais econômico e mais possante que a linguagem natural. Da mesma maneira, o recurso a registros analógicos (figuras, esquemas, diagramas...) pode igualmente se revelar mais simples e mais possante que o recurso a registros de linguagem (texto descritivo, lista de fórmulas ou de relações...) para a resolução de problemas físicos ou geométricos. Porque as figuras e os esquemas permitem representar a totalidade das relações entre os elementos, constituindo um objeto ou uma situação. (DUVAL, 2009, p. 80 e 81).

Referindo-se as funções, Damm (1999) diz que a sua representação pode ser através dos registros algébrico, tabelas e/ou gráficos, que são diferentes registros de representação. Além disso, podemos citar como exemplo o registro em linguagem formal, através da descrição de um problema matemático. Como vimos anteriormente, através da conversão do registro algébrico para o registro gráfico, realizar essa atividade é de extrema importância para uma aprendizagem significativa.

Considerações finais

Através do estudo teórico acerca da teoria dos Registros de Representação Semiótica, além da contextualização com o conceito de função de segundo grau, é possível observar que a teoria de Duval pode ser um importante meio para a formação de novas concepções acerca da aprendizagem matemática, além da incorporação de novas metodologias de ensino.

Além disso, as Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação também são ferramentas que podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, inclusive na perspectiva da teoria dos Registros de Representação Semiótica, por possibilitarem atividades de conversão de objetos matemáticos em diferentes registros, além da investigação matemática.

É importante destacar que ainda existem poucos estudos que contextualizam essa teoria ao ensino de conceitos específicos. Até então, os estudos privilegiam apenas uma contextualização geral sobre a Matemática. Entretanto, analisar conceitos específicos torna possível um diálogo mais aproximado entre os profissionais da educação, principalmente voltado à discussão de novas maneiras compreensões dos processos cognitivos inerentes à aprendizagem, além da busca por novas ferramentas e metodologias de ensino.

Referências

AMORIM, F. V.; COSTA, G.; SALAZAR, J. V. Atividades com Geogebra para o ensino de Cálculo. In. **Conferência Interamericana de Educação Matemática**, XIII, 2011, Recife - PE. Anais da XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática, Recife – PE, 2011, p. 1-13.

BARUFI, M. C. B. **A Construção/Negociação de significados no Curso Universitário Inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. 1999. (195 f). Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BASSOI, T. S. **Uma professora, seus alunos e as representações do objeto matemático funções em aulas do Ensino Fundamental**. 2006. (176 F). Tese (Doutorado em Educação) – Departamento de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 5ª Ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2012. 104p. Coleção Tendências em Educação Matemática, 2.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento.** 1ª Ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

DAMM, R. F. Registros de representação. MACHADO, S. D. A. (Org.). **Educação Matemática: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 1999, p. 13 - 42.

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

DUVAL, R. Registros de representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática. MACHADO, S. D. A. (Org.). **Aprendizagem matemática: Registros de representação Semiótica**. Campinas, SP: Papirus, 2003, p. 11 – 33.

DUVAL, R. **Semiósis e Pensamento Humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais.** 1ª Ed. São Paulo: Editora da Física, 2009.

FLORES, C. R. Registros de Representação Semiótica em Matemática: história, epistemologia, aprendizagem. **Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro – SP, v. 19, n. 26, p. 1-22. 2006.

GERHARD, A. C.; FILHO, J. B. R. A fragmentação dos saberes na Educação Científica Escolar na percepção de Professores de uma escola de Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre – RS, v. 17, n. 1, p. 125-145. 2012.

MOTTA, M. S.; ROLIM, M. R. L. B.; SILVEIRA, I. F. ARAÚJO JUNIOR, C. F. O uso de tecnologias educacionais no desenvolvimento da aprendizagem matemática. **Revista Ceciliana**, Santos – SP, ano 22, n. 32, p. 153-162, dez. 2011.

PAGANI, E. M. L.; ALEVATTO, N. S. G. Ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral: um mapeamento das teses e dissertações produzidas no brasil. **Revista Vidya**, Santa Maria – RS, v. 34, n. 2, p. 61-74, jul/dez. 2014.

PATRÍCIO, R. S.; ALMEIDA, M. S. L. O papel das representações semióticas no ensino de matemática. In. **II Congresso Nacional de Educação Matemática** – CNEM, 2011, Ijuí – RS. Anais do II Congresso Nacional de Educação Matemática. Ijuí – RS: Editora Unijuí, 2011. Não paginado.

SILVA, M. N. P. Problemas Envolvendo Funções do 2º Grau. **Brasil Escola.** 2016. Disponível em <https://brasilescola.uol.com.br/matematica/problemas-envolvendo-funcoes-2-grau.htm>. Acesso em 03, jun. 2018.

SILVA, M. O. **Esboço de Curvas: uma análise sob a perspectiva dos Registros de Representação Semiótica.** 2008. (143 f). Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

WISLANDI, B.; FREITAS, M. C. D.; ISHIDA, C. Y. Desempenho acadêmico dos alunos em curso de Engenharia e Licenciatura na disciplina de Cálculo I. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering,** Florianópolis – SC, v. 6, n. 11, p. 94 – 112. 2014.

Tailon Thiele - Graduando em Licenciatura em Matemática (URI/FW). Bolsista de Iniciação Científica. Integrante do Grupo de Estudos e Pesquisas em Matemática e Física (URI/FW).

Eliane Miotto Kamphorst - Licenciada em Matemática e Física (URI/FW). Mestre em Modelagem Matemática e Doutoranda em Educação nas Ciências (UNIJUÍ). Grupo de Estudos e Pesquisas em Matemática e Física (URI/FW). Docente do Departamento de Ciências Exatas e da Terra (URI/FW).

Carmo Henrique Kamphorst - Licenciado em Matemática e Ciências Naturais (UFSC) e Matemática e Física (UNOESC). Mestre em Matemática Aplicada (UFRGS) e Doutor em Engenharia Mecânica (UFRGS). Docente do IF Farroupilha - Campus Frederico Westphalen.