

AS REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS COMO ABORDAGEM PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA MEDIANTE USO DE SOFTWARES EDUCATIVOS

M^a Margarete do Rosário Farias
UNESP-IGCE/Rio Claro
margarete333@hotmail.com

Rosana Giaretta Sguerra Miskulin
UNESP-IGCE/Rio Claro
misk@rc.unesp.br

Resumo

Esse artigo, excerto de uma dissertação de mestrado, compreende a semiótica como um importante campo de pesquisa para a área de Educação Matemática. Nesse contexto destacamos a mobilização das representações matemáticas mediada por softwares educativos como uma dimensão significativa para o ensino e aprendizagem da matemática. A metodologia adotada apresenta uma abordagem qualitativa, com ênfase na observação participante. A análise baseada na coleta de dados envolvendo três momentos distintos, porém inter-relacionados: entrevistas com alunos e professores da UNESP de Rio Claro, observação em sala e aplicação de atividades em classe, destaca a importância da perspectiva semiótica à abordagem de transitar entre várias representações matemáticas no processo de investigação e interpretação do conceito de limite e derivada de funções, por meio de softwares próprios à disciplina, ampliando assim o grau de compreensão dos mesmos.

Palavras Chaves: Semiótica; Softwares Matemáticos; Representações Matemáticas.

Abstract

This article excerpt from a dissertation comprises semiotics as a fruitful field of research for the field of mathematics education. In this context we emphasize the mobilization of mathematical representations mediated educational software as a significant dimension to the teaching and learning of mathematics. The methodology presents a qualitative approach, with an emphasis on participant observation. The analysis based on data collection involving three distinct but interrelated: interviews with students and teachers of UNESP, Rio Claro, classroom observation and application of classroom activities, highlights the importance of semiotic perspective the approach of switching among multiple mathematical representations in the process of research and interpretation of the concept of limit and derivative functions, through software themselves to the discipline, thereby increasing the level of understanding of them.

Keywords: Semiotics; Mathematical Software; Teaching of Calculus; Mathematical Representations.

1 Introdução

Esse trabalho apresenta o excerto de uma pesquisa de mestrado no qual é destacado o pensamento de Charles Sanders Peirce, apresentando a relação triádica do signo. Nesse contexto abordaremos sobre as relações entre o signo consigo mesmo, o signo com o objeto e o signo com o interpretante, relações implícitas às categorias fenomenológicas da primeiridade, secundidade e terceiridade, idealizadas por Peirce e sua relação para com o ensino e aprendizagem da matemática.

Inicialmente apresentaremos um sucinto panorama sobre a aplicação da Semiótica na matemática, buscando estabelecer uma relação com o pensamento de Charles Sander Peirce. A seguir, discutiremos brevemente sobre as relações das TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação associada a uma abordagem didático-pedagógica das representações matemáticas em uma perspectiva semiótica. Finalmente apresentaremos a metodologia abordada, na qual será delineada a descrição e análise dos dados da pesquisa. Para tanto, foram utilizados procedimentos metodológicos de coleta tais como: observação em sala de aula de uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, em um curso de licenciatura do 1º. Ano de Matemática da UNESP de Rio Claro, entrevistas e depoimentos dos alunos, entrevistas com professores que ministram ou ministraram a disciplina CDI – Cálculo Diferencial e Integral da UNESP de Rio Claro, além da aplicação de atividades exploratório-investigativas junto aos alunos.

Tendo em vista as percepções dos alunos e professores, participantes da pesquisa, foram destacados e analisados os seguintes pontos: interpretações diferenciadas sobre os conceitos matemáticos, o aspecto visual das representações matemáticas, a inter-relação entre as representações matemáticas constituindo-se em abordagem versus o tecnicismo matemático e a mobilidade das representações matemáticas possibilitando uma *ponte* entre a matemática escolar e a acadêmica.

Nesse contexto inferimos que é importante, o futuro professor compreender, que a matemática é uma forma de organização do pensamento que se concretiza por meio de signos mentais e visuais. Portanto, a mobilidade entre as representações matemáticas possibilita gerar conhecimentos que possam ser operacionalizados em diversas formas na interpretação e compreensão dos conceitos matemáticos, pelas imagens, pela escrita, pelos modelos lógicos e leis que fundamentam esses conceitos. A Semiótica vem fornecer suporte à essa compreensão, sob o aspecto epistemológico da constituição do

conhecimento, tendo como meio de comunicação, a linguagem matemática. E, que as representações matemáticas quando inter-relacionadas e mediadas por softwares educativos promovem significativamente uma compreensão unificada e global dos conceitos matemáticos, além de constituírem-se em um meio de comunicação entre a Matemática escolar e Matemática acadêmica.

2 Aplicações da Semiótica na Matemática

Nesses últimos quinze anos, os educadores matemáticos têm reunido diferentes perspectivas teóricas, tendo como base a Semiótica. Trabalhos desenvolvidos na Psicologia, Antropologia, Linguística e Sociologia têm como objetivo analisar e melhor compreender os processos envolvendo o ensino e aprendizagem da Matemática.

Para um início de discussão daremos evidência ao trabalho de Steinbring (2006), o qual explicita que os signos matemáticos têm ambas as funções semióticas e funções epistemológicas. A função semiótica corresponde ao signo matemático que, sob certos aspectos, significa algo para alguma coisa e, cuja ênfase consiste em privilegiar o caráter representacional do signo. A função epistemológica corresponde ao papel do signo sob a perspectiva da construção do saber e do pensamento matemático, em outras palavras poderíamos dizer que a função epistemológica refere-se a uma mediação entre objetos e signos. Como ressalta Steinbring (2006), é claro que o conhecimento matemático não deve ser traduzido e interpretado por uma mera leitura de signos, símbolos ou princípios. Essa leitura requer experiência e conhecimento implícito, ou seja, não podemos entender esses signos sem algumas pressuposições de tal conhecimento, bem como atitudes e maneiras de utilizá-lo. O que se torna fundamental dentro de uma cultura.

Otte, (2006) por sua vez adotando a teoria de C.S. Peirce, argumenta que a epistemologia da matemática sob o ponto de vista da Semiótica é essencialmente uma *epistemologia genética* enfatizando a questão da função epistemológica dos signos e do processo de generalização, o que conforme Peirce (1996, p.17), generalização é um dos mais importantes processos do pensamento matemático. A generalização também possui um papel fundamental, determinando que no processo de ensino, a epistemologia da matemática implica, principalmente, nos variantes e invariantes das suas representações. Otte (2006) também assinala que, o significado surge da relação dialética do pensamento, entre o particular e o geral, entre lei e aplicação, entre hábito e regra, entre crença e transformação.

Em relação à classificação dos signos Peirce (1976), entende, que a cognição e o efeito transformador dos signos sobre o ensino conduz a todos os envolvidos em um processo de pensamento mais generalizado sobre a atividade matemática, o que implica na importância dos signos ou símbolos sob o ponto de vista epistemológico da matemática. Esse pensamento nos chama a atenção sobre o ensino e aprendizagem da matemática, especialmente na escola, na qual, é usualmente seduzida para uma identificação dos signos e seus significados através de atividades, de maneira que o algoritmo é expresso em fórmulas quando em procedimentos de cálculo, fazendo-se uma distinção entre conceito, signos e objetos, ao invés de uma abordagem em que haja uma integração entre esses. Nesse sentido, “os conceitos matemáticos não se encontra independente de representações, entretanto não deve ser confundido com nenhuma representação em particular” (OTTE, 2006, p. 21).

Mais estudiosos buscam uma compreensão dos fenômenos matemáticos por meio de aspectos teóricos e/ou empíricos, de forma implícita ou explícita mediadas pelos vários sistemas semióticos que circundam o ensino e aprendizagem da Matemática. Miskulin, Martins e Mantoan, (1996) postulam que, uma abordagem Semiótica no contexto do ensino e aprendizagem da Matemática permite “o estudante se apropriar dos saberes com significados próprios e selecionar as linguagens e ambientes mais próprios para representarem as suas elaborações conceituais” (p.12). Em relação às representações as autoras, ressaltam que a representação possui uma função *instrumental* e um caráter de *semioticidade*. Ambos são complementares e indissociáveis. A semioticidade é abordada por diferentes modos de representação: gestos, imagens, linguagens, entre outros. A instrumentalidade da representação garante ao sujeito a possibilidade de refletir sobre os objetivos e meios os quais atua.

Com essa declaração, podemos notar a existência de uma relação intrínseca entre as representações e seu caráter semiótico, o que não significa materializar o signo e sim corporificar as representações por meio de uma linguagem verbal e não verbal, viabilizando seus objetivos implícitos acordando que, em um contexto matemático a resolução de problemas ou realização de tarefas “identificam-se uma mobilidade crescente de representações” (MISKULIN, MARTINS e MANTOAN, 1996, p.19), isto é, permitindo o estudante pensar sobre as possibilidades de processos matemáticos frente a um dado problema.

A partir das concepções acima apresentadas entendemos que a busca para compreender a relação entre os signos, conceitos matemáticos e as implicações para o ensino e a aprendizagem da matemática é de fato relevante inserir nesse estudo a mobilização entre as representações matemáticas e que as pesquisas e olhares a cerca desse tema, devem ser conhecidos na comunidade de educadores que trabalham com o ensino da matemática, incluindo o futuro professor, e o professor que ensina na formação inicial, ambos, interpretante desse processo. Bauersfeld (1988) enfatiza esse ponto afirmando que o professor e o estudante deveriam dar-se conta das discrepâncias entre o significado da matéria (assunto), a matéria ensinada e a matéria aprendida, ou seja, a aprendizagem da matemática é essencialmente uma atividade semiótica, simultaneamente mediada, interpretação, e apropriação de uma variedade de sistemas semióticos, concebendo que a semiótica nos conduz a novas perspectivas em termos de conhecimento, representação, comunicação, ensino e aprendizagem, além de explicar a “a relação entre *subjetividade*, *intersubjetividade* e *objetividade*” (SÁENZ-LUDLOW e PRESMEG, 2006, p.2).

Vale enfatizar que muitos desses pensamentos vão ao encontro do pensamento de Peirce o qual assinala que as representações matemáticas possuem aspectos formais, sintáticos e mentais, cujo enfoque está nas relações internas entre os diversos elementos que estruturam esse tipo de signo, isto é, na composição, na forma, na medida, na estrutura e na inter-relação entre os aspectos visuais e mentais, sobre os quais o discurso matemático opera. As representações, portanto, têm um papel especial e importante na visualização dos objetos matemáticos seja essa imagem produzida por um computador ou uma imagem reproduzida no papel.

3 Uma breve apresentação sobre a semiótica de Peirce

Peirce (1975), a partir de uma complexa relação entre a noção de experiência e a doutrina que compõe toda a estrutura do pensamento concluiu que tudo que aparece à consciência assim o faz em uma gradação de três propriedades: *Primeiridade*, *Secundidade* e *Terceiridade* onde o terceiro pressupõe o segundo e o primeiro. O segundo pressupõe o primeiro e o primeiro é livre e qualquer relação superior a três passa a corresponder a uma complexidade dessa tríade.

Por primeiridade, Peirce (1975), classificou por impressão total, não analisada, provocada por qualquer multiplicidade, não vista como fato concreto, mas simplesmente como uma qualidade. A secundidade é entendida como a experiência, a energia dispensada

sobre um objetivo ou uma ideia em particular. A terceiridade implica em generalidade, continuidade, mas, a mais elementar ideia de terceiridade é aquela de um signo ou representação. Em outras palavras, a terceiridade é uma relação triádica, existente entre o *signo* ou *representamen*, o *objeto* e o *interpretante*, ou seja, um signo coloca um segundo - seu objeto em relação cognitiva para com um terceiro - o interpretante. Veja abaixo de maneira figurativa como se estabelece essa relação.

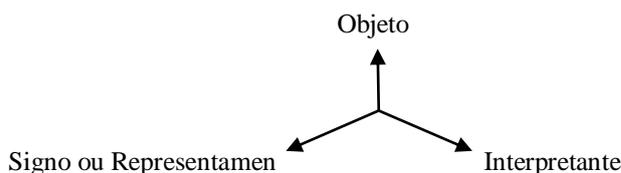


Figura 1: A relação triádica do Signo

Peirce (1975) configura a palavra signo em uma acepção ampla. Pode ser um indivíduo, uma palavra, uma ação, um pensamento ou qualquer coisa que admita um interpretante. A partir de um interpretante, e por causa dele, torna-se possível um signo. Vale, portanto esclarecer que um signo só pode fazer sentido como tal se traz o poder de representar alguma coisa diferente dele. Um signo não é um objeto, ele apenas está no lugar do objeto, fazendo referência ao objeto, de maneira que ele só pode representar esse objeto de um certo modo e em uma certa capacidade. Por exemplo, no contexto matemático, a aparência gráfica da palavra função, a representação algébrica da função, são todos signos do objeto matemático - função.

De forma mais sistemática existem 10 divisões triádicas (não nos adentraremos em maiores detalhes nessas classificações). E dentre essas tricotomias há três mais gerais, a saber: a relação do signo consigo mesmo, a relação do signo com seu objeto e a relação do signo com seu interpretante. Desta maneira, é importante que mantenhamos na mente a leitura dos elementos da Figura 1, associados às categorias fenomenológicas de primeiridade, secundidade e terceiridade. As três subcategorias básicas, a partir dessa nova proposição triádica, Peirce (1975) concebe que todo signo em si próprio pode ser: Mera qualidade (relação do signo consigo mesmo); Existência Concreta (relação do signo com o objeto) e Lei geral (relação do signo com o interpretante).

Na relação do signo consigo mesmo temos: Quali-Signo é todo signo que é uma qualidade. Semanticamente, um determinante. Por exemplo, a imagem de um gráfico como determinante da informação de dados ou valores numéricos. Sin-Signo é todo o signo que é uma coisa existente, concreta. Em princípio, envolve vários determinantes. Legi-Signo é

uma lei, uma fórmula, uma convenção. A relação do signo com o objeto pode ser concebida como objeto imediato e objeto dinâmico. Para a compreensão desses conceitos abstratos, consideremos a apresentação do traçado de uma reta na tela do computador. A imagem da reta, nesse caso, configura-se no objeto imediato. O objeto dinâmico é o que essa imagem pode sugerir, por exemplo, uma função do primeiro grau.

Nesse sentido, três são as palavras imprescindíveis na relação entre o objeto imediato e o objeto dinâmico: representa, indica e sugere. Segundo Santaella (2002), vai depender novamente da natureza do fundamento do signo. Se for uma qualidade, o objeto imediato só poderá evocar (ícone), sugerir seu objeto dinâmico. Se for um existente (indicial), indica seu objeto dinâmico e se for uma lei (simbólico), o objeto imediato de um símbolo representa seu objeto dinâmico.

A relação do signo com o interpretante se constitui no “efeito interpretativo que o signo produz em uma mente real ou meramente potencial” (SANTAELLA, 2002, p.23). É importante enfatizar que o interpretante nem sempre é uma pessoa, constitui-se, portanto, em algo mais geral. Sendo assim, o interpretante pode ser imediato, revelando o potencial interpretativo do signo, mesmo sem mediação de um intérprete. “É algo que pertence ao signo na sua objetividade” (SANTAELLA, 2004, p.24). Uma representação matemática seja ela gráfica, algébrica, geométrica, etc., têm um potencial a ser interpretado, uma ideia. O interpretante também pode ser caracterizado por sua dinamicidade, O interpretante dinâmico é o efeito realmente produzido pela ação do signo, ou seja, a atualização de uma das possibilidades latentes do interpretante imediato. Quando o interpretante imediato é uma possibilidade, o interpretante dinâmico também o será necessariamente. Se o interpretante imediato for um existente, o interpretante dinâmico poderá ter a natureza de uma qualidade ou reação, como uma resposta espontânea a um estímulo. A terceiridade no interpretante é a primeira manifestação de um comportamento inteligente, pois indica a presença de um propósito ou intencionalidade, guiando as ações do intérprete do signo.

Nesse contexto entendemos que as palavras para significarem algo têm que necessariamente estarem conectadas com outras palavras, isto é, para compreendermos um dado pensamento precisamos interpretá-lo com outro pensamento, uma representação em outra representação, onde o signo faz o papel de mediador, pois de um lado representa o que é externo a ele, o seu objeto, e do outro lado dirige-se a alguém, o interpretante que, por sua vez processará a mensagem advinda do signo. O que significa que, elementos da terceiridade implicam em um processo de conhecimento, pois estabelecem um

pensamento, compõem uma intercessão entre o estado de primeiridade e secundidade. De acordo Peirce (1975), não é possível a terceiridade sem que a primeira e a segunda estejam presentes, de maneira que esse entrelaçamento de experiências é uma relação fundamental para a compreensão do pensamento. A partir dessas considerações o signo só pode fazer sentido se traz o poder de representar alguma coisa diferente dele, o que nos faz acreditar que se torna bastante proveitoso, para o ensino da matemática, compreender seus conceitos utilizando múltiplas representações matemáticas.

4 As Representações Matemáticas Mediadas pelas Tecnologias Digitais

Hitt (2003) assinala que, cada representação é parcial em relação à uma compreensão global, visto que é enganoso pensar que as representações de conceito deva conter o mesmo conteúdo ou que um transpareça no outro de forma evidente. Portanto devemos considerar como absolutamente necessário o intercâmbio entre essas diferentes representações de um dado objeto, no que corresponde à formação ou interpretação de um conceito, uma propriedade, ou outra noção matemática qualquer.

Na exploração ou investigação de um problema torna-se importante não priorizar uma representação matemática em detrimento da outra visando, deste modo, possibilitar ao aluno perspectivas de análise e percepções sobre a atividade desenvolvida, contudo levando-se em conta as dificuldades inseridas em tais transformações ou procedimentos adotados entre as representações.

No que se seguem em relação ao uso da tecnologia no trato das representações, autores como Borba e Villarreal (2005) assinalam que, com a possibilidade do uso de calculadoras gráficas e dos computadores, o uso de múltiplas representações, tem sido intensivamente discutido, especialmente para o ensino de funções. Borba (1994), Borba e Confrey (1996) têm também destacado a importância dessa abordagem que privilegia a mudança de uma representação matemática à outra, ou seja, visa contemplar em uma atividade ou em um dado problema a coordenação entre essas várias representações que podem ser ilustradas tais como tabelas, gráficos cartesianos e expressões algébricas.

Na perspectiva de Ponte et.al (2003) o uso das TIC, incluído softwares educativos próprios à disciplina ou de uso geral, pelos professores de Matemática associado à sua prática constituem-se em ferramentas que possibilitam o uso da linguagem gráfica e de novas formas de representação e, como consequência, relativizam a valor do cálculo e da manipulação simbólica.

5 Metodologia da Pesquisa

A Metodologia de Pesquisa foi baseada em uma abordagem qualitativa, com ênfase na observação participante. Nessa perspectiva, tendo em mente a pergunta diretriz: Quais as contribuições das representações matemáticas para o conhecimento do futuro professor de matemática? E, o objetivo: Investigar e evidenciar os limites e possibilidades das representações matemáticas em uma perspectiva semiótica mediante uso de softwares educativos demos inicio a coleta de dados por meio dos instrumentos de coleta: observação em sala de aula em uma turma de primeiro da disciplina CDI, entrevistas com professores e alunos da UNESP de Rio Claro, além da aplicação de atividades. As atividades foram denominadas atividades exploratório-investigativas, apoiada na perspectiva da Investigação Matemática em Sala de Aula tendo como principal referência Ponte et. al (2005). Essas atividades constituem-se em problemas nos quais os alunos envolvem-se em processo de soluções, buscando estratégias próprias, experimentando conjecturas e hipóteses a respeito das diversas partes que compõem o problema, discutindo-as com seus colegas e reelaborando-as no contexto prático no qual se insere o problema.

Na preparação das entrevistas dos professores, organizamos um roteiro em torno de quatro blocos: O primeiro referiu-se à formação do entrevistado, a sua experiência em lecionar para turmas de CDI e sobre o papel da disciplina para a formação do futuro professor de matemática. O segundo bloco versou sobre a aplicabilidade e a importância das representações matemáticas no contexto do ensino de CDI . O terceiro bloco buscou perceber a relação do professor com as TIC, sua experiência com uso de softwares educativos, sua relação da utilização dessa tecnologia com a abordagem das várias representações Matemáticas e, qual a relevância do uso dos softwares na exploração das representações matemáticas como um recurso didático e pedagógico. O último bloco versou sobre o conhecimento do futuro professor de matemática, isto é, qual a opinião do professor que leciona ou lecionou a disciplina CDI.

O roteiro de perguntas propostas aos alunos apresentou uma estrutura semelhante ao roteiro de perguntas apresentadas aos professores, subdivididas em quatro blocos. No primeiro bloco, foi perguntado aos estudantes sobre sua motivação e expectativas quanto ao curso de Matemática. No segundo bloco, foi perguntado, especificamente, sobre a disciplina CDI e sua relevância para a formação do futuro professor de Matemática. O

terceiro bloco referiu-se ao uso das representações matemáticas como uma abordagem didático-pedagógica para o ensino da Matemática, em particular, para o ensino do CDI. Neste bloco também foi interrogado ao estudante sua opinião a respeito do uso do computador como um recurso para aprender Matemática, também se já haviam utilizado essa tecnologia em sala de aula. O último bloco de perguntas referiu-se a um nível mais pessoal, inquirindo como o estudante fazia para estudar e apreender os conteúdos propostos em sala de aula, no contexto da disciplina.

As atividades exploratório-investigativas foram elaboradas com questões de cunho aberto, através das quais foi possível explorar e coordenar várias representações matemáticas dentro de um ponto de vista semiótico associadas ao processo investigativo mediante uso do software *Winplot*. As atividades desenvolvidas junto aos estudantes foram denominadas respectivamente: 1) *um ponto de continuidade*, 2) *encontro da reta à curva*, 3) *o caso do retângulo inscrito*, 4) *a latinha de cerveja sobre outra perspectiva*. Os encontros para aplicação das atividades foram realizados no Laboratório de Informática da UNESP de Rio Claro, envolvendo conteúdos da disciplina Cálculo I: Limites e Derivadas.

A *atividade 1*, propunha explorar o conceito de Limite e Continuidade de uma função definida por partes, em um determinado ponto, para diferentes valores de k . A *atividade 2*, propunha investigar o conceito de Derivada partindo da representação geométrica de uma reta secante ao gráfico da função $f(x) = x^2$ dado um ponto (x,y) do seu gráfico. A *atividade 3*, propôs investigar um problema de otimização partindo da figura geométrica de um retângulo inscrito em um semicírculo e, através da coordenação entre várias representações matemáticas, conceber um modelo matemático do retângulo de maior área que pode ser inscrito em um semicírculo de raio r . A *atividade 4*, relacionou assuntos de geometria espacial, limite e derivada de funções.

6 Tecendo a Análise

Para a análise inter-relacionamos quatro dimensões: *representações matemáticas*, *softwares educativos*, *conhecimento do futuro professor de matemática*, *ensino do CDI*. A partir daí foram destacadas quatro categorias dentre mais de quarenta subcategorias.

Nessa perspectiva, três tipos de olhares foram considerados, os quais se caracterizam em: contemplativo, observacional e geral. Segundo Santaella (2002), o contemplativo caracteriza-se na capacidade de ampliar e desvendar os nossos sentidos a fim de perceber as qualidades dos fenômenos, sem, contudo, ainda interpretá-los. O

observacional relaciona-se ao estado de entrar em ação com nossa habilidade perceptiva. O geral relaciona-se ao terceiro olhar, o qual possibilita nos dirigirmos aos fenômenos, desenvolvendo efetivamente nossa capacidade de generalização.

Tendo esse panorama em vista, vamos abaixo apresentar as categorias finais baseadas na proposta das atividades exploratório-investigativas e entrevistas, analisando qualitativamente os diálogos estabelecidos pela pesquisadora, os professores e os alunos participantes da pesquisa.

6.1 Categoria 1: interpretações diferenciadas sobre os conceitos matemáticos

As representações possibilitam interpretações diferenciadas sobre os conceitos matemáticos, pois cada representação permite tirar conclusões que em outras não são evidenciadas com tanta clareza. Essa idéia foi abertamente declarada tanto pelos estudantes como pelos professores durante as entrevistas e claramente observados pela pesquisadora durante a aplicação e desenvolvimento das atividades bem como por meio das observações em classe.

Na literatura pesquisada, encontramos Hitt (2003), que aborda essa dimensão assinalando que cada representação é parcial em relação à uma compreensão global, portanto, devemos considerar como absolutamente necessário o intercâmbio entre as diferentes representações de um dado conceito matemático. Ball (1988) e Ma (1999), estabelecem que, um professor que almeja alcançar um conhecimento profundo acerca da matemática deve ter a capacidade de inter-relacionar conceitos matemáticos às suas várias representações, de maneira tal que venha refletir no seu conhecimento matemático didático e pedagógico, possibilitando a esse professor em formação, um conhecimento substancial e significativo, por conseguinte, possibilitando ao mesmo aprender um corpo unificado de conhecimentos.

6.2 Categoria 2: o aspecto visual das representações matemáticas

Considerando os comentários dos estudantes e professores é notória a relação entre representações gráficas e visualização, Os estudantes, em particular, expressaram como a possibilidade de observar os gráficos na tela do computador por meio do Winplot foi significativo e, como esse aspecto foi importante na constituição e justificação dos modelos matemáticos desenvolvidos, principalmente, durante as atividades 3 e 4 ao

determinarem a função área no caso do retângulo inscrito e custo ao modelarem o cilindro representando a latinha de cerveja.

Semioticamente podemos inferir que não só as representações gráficas possuem a capacidade de apresentar uma qualidade, o aspecto visual, mas todas as representações sejam elas na forma escrita, geométrica, gráfica, todas possuem iconicidade, e dimensões diagramáticas, cuja capacidade de referência, provoca no receptor interpretações diversas. Nesse sentido, Bem-Chaim, Lappan e Houang (1989), Borba e Villarreal (2005), e Miskulin (1999), assinalam que a possibilidade do estudante/professor em inter-relacionar distintas representações associada à capacidade de visualização possibilitam-lhes a capacidade de interpretar e compreender informações figurais e conceituais, considerando que toda representação possui aspectos semióticos e instrumental, de maneira que a semioticidade pode ser percebida de várias formas, seja em desenhos, gráficos, gestos, discursos, palavras, entre outras e a instrumentalidade das representações está relacionada aos objetivos de se realizar tal representação.

6.3 Categoria 3: inter-relacionar diversas representações matemáticas constitui-se em abordagem versus o tecnicismo matemático.

Ma (1999), certifica a importância dos futuros professores adquirirem um conhecimento profundo da Matemática, mostrando que um dos caminhos para alcançar essa sabedoria advém da possibilidade de múltiplas perspectivas na abordagem de um problema, inter-relacionando as várias representações matemáticas. Além disso, que seja capaz de fornecer justificações dessas abordagens e argumentos apresentados. Assim, na concepção de Ma (1999), essa capacidade possibilita o professor conduzir os seus alunos em direção a uma compreensão substancial da disciplina.

Acreditamos, portanto, que no processo de ensino e aprendizagem da matemática torna-se necessário e fundamental o futuro professor estar em contato com uma abordagem teórico-metodológica, a qual prioriza a coordenação das diversas representações, adicionada, quando possível o uso de softwares matemáticos. Acrescentamos ainda que tal abordagem possa possibilitar tanto aos professores como aos seus alunos a experiência de apreender os conceitos matemáticos de maneira significativa, sem memorizações, evitando assim, o uso de técnicas desnecessárias. Essa preocupação foi ressaltada fortemente na fala dos professores e alunos pesquisados.

6.4 Categoria 4: mobilidade das diversas representações matemáticas possibilitando uma “ponte” entre a matemática escolar e a acadêmica.

Trazendo essa percepção em um contexto mais específico para o ensino do CDI, Klein (1927) assinala que, o ensino do Cálculo está intimamente ligado a um bom domínio de função por parte do aluno, o que só poderia vingar se o educando transitar com relativo embaraço pelas várias representações matemáticas. Precisamente, o referido autor, afirma com propriedade que “no campo do Cálculo Infinitesimal a descontinuidade entre o ensino secundário e o superior alcança grau máximo” (KLEIN, 1927). Esse tema amplamente discutido na área da Educação Matemática revelou-se importante em nossa pesquisa, pois entendemos que, inter-relacionar e coordenar distintas representações matemáticas significa gerar um contexto didático-pedagógico de possibilidades no caminho da continuidade entre a Matemática escolar e a acadêmica.

7 Considerações Finais

“Ao se pensar em Semiótica e suas relações com a Educação Matemática mediada por computadores, se sobressai a imagem da interação entre estudantes e professores” (MISKULIN, MOURA E SILVA, 1996, p.3). Em nossa pesquisa essa interação foi gerada por meio das observações realizadas em classe, nas entrevistas culminando no desenvolvimento e aplicação das atividades exploratório-investigativas.

O uso dos softwares nesse contexto encorajou os sujeitos da pesquisa a incorporarem a proposta de investigação dos problemas. Nesse sentido, entendemos que há um grande potencial para a criação de um ambiente educacional dinâmico e acessível ao ensino do Cálculo na constituição do conhecimento do futuro professor de Matemática, de forma que os estudantes possam se apropriar de conceitos, com significados próprios, levando em conta a inter-relação e coordenação de múltiplas representações matemáticas nas suas elaborações conceituais.

Assim sendo, o estudo da Semiótica nos dá suporte aos modelos que pretendemos representar adequando a produção de conhecimento por meio dos diagramas visuais, expressões e formas algébricas, escrita e oralidade, auxiliando o estudante, futuro professor a interpretar e transformar a sua realidade no contexto de ensino e aprendizagem da Matemática.

8 Referências

BALL, D. L. **Knowledge and reasoning in mathematical pedagogy**: Examining what prospective teachers bring to teacher education. Michigan State University, 1988.

BAUERSFELD, H. Interaction, Construction and Knowledge: alternative perspectives for mathematics education. In GROUWS, D. A; COONEY, T. J; Jones, D. (Eds.), **Effective Mathematics Teaching**. Reston, Virginia: NCTM e Lawrence Erlbaum, 1988. p. 27-46.

BEN – CHAIM, D; LAPPAN, G; HUANG, R. **The Role of Visualization in the Middle School Mathematics Curriculum**, Focus on Learning Problems in Mathematics. 1989, p. 49 – 60.

BORBA, M, C. Computadores, Representações Múltiplas e a Construção de Idéias Matemáticas. **Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, São Paulo, Brasil, 1994, v. 9, n.3, p. 83-101.

BORBA, M.C; CONFREY, J. **A Student's Construction of Transformations of Functions in a multiple representational environment**, Educational Studies in Mathematics, 1996, p.319-337.

BORBA, M.C; VILLARREAL, M.C. **Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking**: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization. Austrália: Springer, 2005.

HITT, F. Una reflexion sobre la construccion de conceptos matemáticos en ambientes com tecnologia. **Boletin de la Asociacion Matemática Venezolana** , Caracas, 2003, v. X, n.2, p.6.

KLEIN, F. Matemática Elemental Desde um Punto de Vista Superior, v.1. **Coleção Biblioteca Matemática**. Madrid, 1927.

MA, L. **Knowing and teaching elementary mathematics**: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States. MAHWAH, N.J: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.

Autor 2. **Concepções Teórico - Metodológicas sobre a Introdução e a Utilização de Computadores no Processo de Ensino e Aprendizagem da Geometria**. 1999. 577 f.

Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

Autor 1. **As Representações Matemáticas Mediadas por Softwares Educativos em uma Perspectiva Semiótica: uma contribuição para o conhecimento do futuro professor de matemática.** 2007.210f.(Dissertação em Educação Matemática) – Univeridade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

Autor 2; MARTINS, M.C; MANTOAN,M.T.E. Análise Microgenética dos Processos Cognitivos em Contextos Múltiplos de Resolução de Problemas: Campinas: NIED NIED/UNICAMP, memo nº 31, 1996, p 43.

Autor 2; MOURA, A.R.L; SILVA, M.R.C. Um Estudo sobre a Dimensão Semiótica da Tecnologia na Educação e na Educação Matemática. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2, 2003, Santos, **Anais...** São Paulo: Editora, 1996, p. 1-20

OTTE, Michael. Mathematical Epistemology from a Peircean's Semiotic Point of View. In: **Educational Studies in Mathematics**, Nethelands, 2006, v. 61, n. 1-2, p. 11 -38,

PEIRCE, C. S. **Semiótica e Filosofia**: introdução, (O. Mota & L. Hegenberg, trans).São Paulo: Cultrix; Editora da Universidade de São Paulo.(Original Mass:Harvard University, 1931 -1958), 1975.

PEIRCE, C. S. **The new elements of mathematics**. Bloomington: Indiana University, 1976.

PONTE, João Pedro da. BROCARD, Joana. OLIVEIRA, Hélia. **Investigações Matemáticas na Sala de Aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005, 152 p.

PONTE, J.P; OLIVEIRA,H; VARANDAS, J.M. In: FIORENTINI, D. (Org.). **Formação de professores de matemática**: explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado de Letras, 2003, p. 159-192.

SÁENZ-LUDLOW.A; PRESMEG.N. Semiotic Perspectives on Learning Mathematics and Communicating Mathematically. **Educational Studies in Mathematics**, Nethelands. 2006, v. 61, n. 1-2, p. 1-10.

SANTAELLA, L.**Semiótica Aplicada**. São Paulo: Thomson, 2002.

SANTAELLA, L. **O que é Semiótica**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 2004,86 p.

STEINBRING, Heinz. What Makes a Sign a Mathematical Sign? An Epistemological Perspective on Mathematical Interacion. In: **Educational Studies in Mathematics**, Netherlands, 2006, v. 61, n. 1-2, p. 133-162.