



## **Teoria Fundamentada em Dados: uma metodologia para pesquisas em Modelagem Matemática**

### **Grounded Theory: a methodology for research in Mathematical Modeling**

Lourdes Maria Werle de Almeida<sup>1</sup>

Adriana Helena Borssoi<sup>2</sup>

Karina Alessandra Pessoa da Silva<sup>3</sup>

#### **Resumo**

A Teoria Fundamentada em Dados é o aporte metodológico discutido nesse artigo com o intuito de compartilhar com a comunidade da Educação Matemática potencialidades dessa abordagem, a partir da experiência de duas pesquisas em modelagem matemática. Elementos e orientações da Teoria Fundamentada são introduzidos para então apresentarmos como se deu o seu uso nas pesquisas bem como os resultados decorrentes da análise sistemática proposta pela teoria. Dentre as contribuições dessa abordagem metodológica evidenciamos que a proximidade com os dados e o processo sistemático de codificação são diferenciais para o processo analítico bem como a identificação das categorias emergentes dos dados e a consolidação das categorias teóricas que levam à compreensão das questões da pesquisa e favorecem a enunciação da contribuição para o quadro teórico do pesquisado.

**Palavras-chave:** Metodologia de pesquisa. Teoria Fundamentada em Dados. Modelagem Matemática. Educação Matemática.

#### **Abstract**

Grounded Theory is the methodological approach discussed in this article in order to share with the community of Mathematics Education potential of this approach, from the experience of two research in mathematical modeling. Elements and guidelines of Grounded Theory are introduced to then introduce how was the use of the research and the results from systematic analysis proposed by theory. Among the contributions of this methodological approach, we noted that the proximity to the data and the systematic encoding process are differential for the analytical process as well as the identification of emerging categories of data and the consolidation of theoretical categories that lead to understanding research issues and favor the enunciation's contribution to the theoretical framework of the researched.

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Londrina. lourdes.maria@sercomtel.com.br.

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica do Paraná. ahborssoi@gmail.com.

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica do Paraná. karinapessoa@gmail.com.

**Keywords:** Research Methodology. Grounded Theory. Mathematical Modeling. Mathematics Education.

## Introdução

A pesquisa na área da Educação é atividade que se apresenta na comunidade científica com certa regularidade desde fins da década de 1930. Já na Educação Matemática, o surgimento das pesquisas daria um salto significativo a partir do Movimento da Matemática Moderna, ocorrido nos anos de 1950 e 1960. A instalação da Educação Matemática enquanto campo profissional e científico no Brasil também teve início a partir deste movimento, fortalecendo-se no final dos anos de 1970 e durante a década de 1980. É nesse período que surge a Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) e os primeiros programas de pós-graduação em Educação Matemática.

A configuração da Modelagem Matemática como linha de pesquisa na Educação Matemática parece ter sido inaugurada na década de 1980. Às vezes em sintonia, às vezes em contraponto, as pesquisas, caracterizadas como produção de conhecimento sobre modelagem matemática, buscam na Matemática, na Educação Matemática e na Educação argumentos e subsídios para responder perguntas sobre relações da modelagem com ensino, aprendizagem, currículo, formação de professores e todo o contexto educativo.

O que se pode perceber é que, seja no âmbito da Educação Matemática em geral, seja no campo da Modelagem Matemática em particular, convivem diferentes abordagens, especialmente com relação às metodologias de que se valem as pesquisas para a enunciação de resultados relevantes para o pesquisado. A modalidade de pesquisa imperante, entretanto, é a pesquisa qualitativa.

As metodologias frequentes nesta modalidade de pesquisa, segundo Martins (2004), contemplam métodos de investigação pelos quais a realidade é investigada e, “as manipulações analíticas através das quais o investigador procura assegurar para si condições vantajosas de observação dos fenômenos” (FERNANDES, 1959, p. 13). Mas também podem requerer o uso de modos de inferência e do uso de argumentos interpretativos.

Além disso, o que é característico da pesquisa qualitativa é a possibilidade de considerar as experiências individuais e os contextos em que elas são vivenciadas e

relatadas bem como a posição do pesquisador ao observar ou interagir com estas experiências. Segundo Bicudo (2014), o seu cerne “é a individualidade e descrição pormenorizada do percebido/observado” (BICUDO, 2014, p 3).

Levando em consideração que para pesquisas relativas à modelagem matemática é relevante que estas características sejam contempladas, para que o que se deseja tornar conhecido, seja sobre o ensino por meio da modelagem, sobre a aprendizagem mediada por atividades de modelagem ou seja sobre aspectos epistemológicos ou ontológicos de sua caracterização, as pesquisas têm se pautado nos pressupostos da pesquisa qualitativa.

Neste artigo delineamos alguns fundantes da metodologia para pesquisa qualitativa reconhecida como Teoria Fundamentada em Dados <sup>4</sup>. Inicialmente apresentamos elementos fundamentais da Teoria Fundamentada e na sequência discutimos o seu uso em duas pesquisas relativas à modelagem matemática, indicando resultados que a metodologia proporciona evidenciar.

### **Teoria Fundamentada em Dados**

Teoria Fundamentada em Dados (TFD), tradução de *Grounded Theory*, é uma metodologia que tem sua gênese nas ciências sociais, tendo como precursores os sociólogos Barney G. Glaser e Anselm L. Strauss que a apresentaram em 1967 no livro *The discovery of grounded theory*. Seguindo os princípios de metodologias qualitativas, visa construir uma teoria assentada nos dados a partir da análise qualitativa destes dados.

Segundo Strauss e Corbin (1990), os procedimentos associados à TFD visam identificar, desenvolver e relacionar conceitos. Assim, associada a teorias ou pressupostos teóricos já estabelecidos, vislumbra acrescentar novos conhecimentos ao fenômeno em estudo.

Referências mais contemporâneas e bem conhecidas no que se refere à estruturação da metodologia são os livros da também socióloga Kathy Charmaz (CHARMAZ, 2006; CHARMAZ, 2009). A autora argumenta que na TFD os dados formam a base para a elaboração de uma teoria e a análise que o pesquisador faz desses

---

<sup>4</sup> Tradução de Grounded Theory.

dados origina constructos teóricos que explicitam aspectos relevantes com relação ao pesquisado.

Para Charmaz os procedimentos associados à TFD enquanto metodologia favorecem a percepção dos dados sob uma perspectiva inovadora e a exploração das ideias sobre os dados por meio de uma redação analítica desde o início da pesquisa. Estes procedimentos permitem, sobretudo, conduzir, controlar e organizar a coleta de dados bem como, construir uma análise original a seu respeito.

Neste sentido, como também já é afirmado por Santos (2011), Kathy Charmaz tem uma orientação epistemológica caracteristicamente construtivista, cujos elementos principais consideram a atenção ao contexto, o posicionamento dos participantes quanto às situações em estudo e suas ações bem como as múltiplas realidades e, assinala também a subjetividade do investigador.

Para uma análise sistemática dos dados Charmaz (2009, p.67) defende uma “parada para que possamos questionar de modo analítico os dados que coletamos”. Assim, a teoria fundamentada tem como característica oferecer diretrizes explícitas sobre a forma como o pesquisador deve proceder e possibilita que os dados sejam codificados de maneira que, ao término da pesquisa, esses constituam um fundamento para o fenômeno que está sendo investigado.

A estruturação proposta por Charmaz (2009) para a TFD indica a codificação sistemática e constante dos dados coletados a partir de uma questão de pesquisa claramente definida. A codificação, segundo a autora, implica em

Categorizar segmentos de dados com uma denominação concisa que, simultaneamente, resume e represente cada parte dos dados. Os seus códigos revelam a forma como você seleciona, separa e classifica os dados para iniciar uma interpretação analítica sobre eles (CHARMAZ, 2009, p. 69).

As codificações da TFD são identificadas como: *codificação inicial*, *codificação axial* e *codificação focalizada*.

Na *codificação inicial*, primeira etapa do processo de análise de dados, todo o trabalho é analisado por meio de fragmentos, que podem ser palavra por palavra, linha a linha ou incidente por incidente, dos quais são selecionadas palavras-chave que geram conceitos. O pesquisador deve se fixar rigorosamente nos dados, identificando os códigos criados com palavras que reflitam ação conforme indica Charmaz (2009, p. 74): "Observe atentamente as ações e, na medida do possível, codifique os dados como ações".

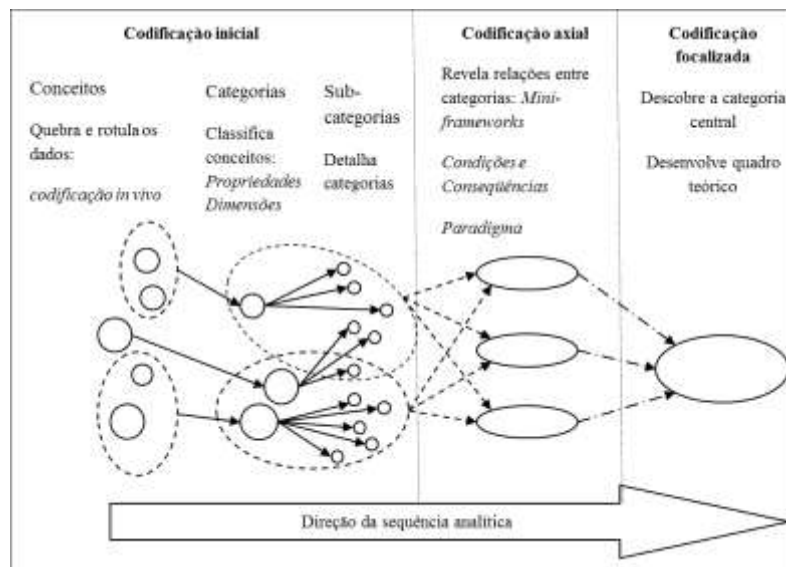
A *codificação axial* é uma etapa intermediária entre a codificação inicial e a codificação focalizada. Ela é necessária devido à existência do grande volume de conceitos originários que, de modo geral, resultam da codificação inicial. Nessa etapa analisa-se os conceitos selecionados, faz-se uma reorganização de tais conceitos e destes extrai-se uma ideia central e suas subordinações. Esta codificação “relaciona categorias a subcategorias, especifica as propriedades e dimensões de uma categoria, e reúne os dados que foram quebrados durante a codificação inicial para dar coerência à análise emergente” (CHARMAZ, 2006, p. 91).

Tendo como foco a integração entre as categorias, esta codificação tem como objetivo principal reunir os dados e elaborar conexões entre categorias e subcategorias para "classificar, sintetizar e organizar grandes montantes de dados e reagrupá-los de novas formas" (CHARMAZ, 2009, p. 91).

A etapa final corresponde à *codificação focalizada* na qual é feita uma revisão e avaliação das categorias, o processo é validado e assume-se um compromisso com a categoria central definida na codificação axial. Para Charmaz (2009, p. 87), essa codificação "constata as suas preconcepções sobre o tópico" que está sendo analisado.

Para realizar a codificação focalizada se faz necessária a redução das categorias. Nesse momento, é preciso descobrir uniformidades no grupo original de categorias ou suas propriedades e, com isso, formular a teoria com um pequeno grupo de conceitos abstratos, delimitando a terminologia. Além disso, a lista de categorias é delimitada quando estas se tornam teoricamente saturadas. Essa saturação teórica ocorre, segundo Charmaz (2009), quando nenhum dado relevante ou novo emerge para desenvolver novos conhecimentos teóricos nem revela novas propriedades para a categoria central. A figura 1 ilustra como se dá a codificação no decorrer das análises dos dados





**Figura 1:** O processo de codificação na TFD

Fonte: HARWOOD, 2002 apud WARBURTON, 2005. Tradução nossa.

O que se pode observar na TFD é que a codificação se dá desde o início da pesquisa, quando os dados provêm da *amostragem inicial*, conforme denominação de Charmaz (2009). Essa amostragem fornece um ponto de partida para a elaboração de uma teoria fundamentada. Por meio da codificação inicial dessa amostragem algumas categorias são evidenciadas, porém, pode ocorrer que muita coisa permaneça ainda pressuposta, desconhecida ou questionável. Assim, a estratégia sugerida para o estabelecimento de categorias robustas, com bases sólidas, é a realização de nova coleta de dados para compor a denominada *amostragem teórica*.

A amostragem teórica visa buscar dados pertinentes para desenvolver a sua teoria emergente. O principal objetivo da amostragem teórica é elaborar e refinar as categorias que constituem a sua teoria. Você conduz a amostragem teórica ao utilizar a amostra para desenvolver as propriedades da(s) sua(s) categoria(s) até que não surjam mais propriedades novas. (CHARMAZ, 2009, p.134).

A codificação leva ao desenvolvimento de *categorias teóricas*, algumas das quais podem ser definidas a partir de códigos iniciais relevantes. Essas categorias teóricas levam às explicações do processo e podem ser transformadas em conceitos da teoria fundamentada.

Por meio da comparação das evidências e ideias de outros estudiosos com a sua teoria fundamentada, você pode apontar onde e como as ideias deles esclarecem as suas categorias teóricas e o modo como a sua teoria amplia, transcende ou questiona as ideias predominantes em seu campo. (CHARMAZ, 2009, p. 221).

A potencialidade da TFD para a formulação de conjecturas e de constructos para a estruturação da Educação Matemática como campo teórico tem sido percebida por diversos autores e resultados das pesquisas têm agregado conhecimento à área ou a campos específicos da área, como é o caso da Modelagem Matemática.

Neste sentido, identificamos pesquisas que sinalizam o uso da Teoria Fundamentada para a análise dos dados na formação de professores (BONNER, 2014), na modelagem matemática (GALBRAITH; STILLMAN, 2006, MAAß, 2006), na formação de professores em ambiente de modelagem matemática (OLIVEIRA; BARBOSA, 2011, SILVA; BARBOSA, 2011, SILVA; OLIVEIRA, 2012, SANTANA; BARBOSA, 2012, AGUIAR; OLIVEIRA, 2014) e no trabalho colaborativo (WALTER; BARROS, 2011, ASSIS, 2011).

Neste artigo ocupamo-nos da apresentação e discussão da TFD em duas pesquisas no âmbito do campo da Modelagem Matemática na Educação Matemática.

## **Teoria Fundamentado em Dados na Modelagem Matemática**

### **A TFD na Pesquisa sobre Modelagem Matemática, Aprendizagem Significativa e Tecnologias: articulações em diferentes contextos educacionais**

A pesquisa conduzida por Borssoi (2013) buscou na análise sistemática dos dados, seguindo os procedimentos sugeridos pela Teoria Fundamentada, a compreensão sobre *como ambientes de ensino e de aprendizagem que consideram atividades de modelagem matemática, dispõem de recursos tecnológicos e são organizados segundo os princípios de uma unidade de ensino potencialmente significativa-UEPS*<sup>5</sup>, *viabilizam a aprendizagem significativa dos estudantes.*

Foi na articulação entre os pressupostos teóricos sobre modelagem matemática, aprendizagem significativa e tecnologias que buscamos essa compreensão em três diferentes Contextos educacionais.

---

<sup>5</sup> Segundo Moreira (2011), Unidade de Ensino Potencialmente Significativa é uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a da Aprendizagem Significativa. O autor parte das premissas de que não há ensino sem aprendizagem e de que o ensino é o meio e a aprendizagem é o fim.

O Contexto 1 compreende o desenvolvimento de uma unidade de ensino para o estudo de Equações de Diferenças, desenvolvida na disciplina de Modelagem Matemática na Perspectiva da Educação Matemática, do curso de Licenciatura em Matemática, de uma universidade estadual do Paraná. Dezenove alunos compunham a turma que participou das atividades no segundo bimestre de 2012. O estudo de tópicos de equações de diferenças de primeira e de segunda ordem foi mediado por atividades de modelagem matemática ao longo de doze horas-aula. Outros dois encontros, em horário extraclasse, foram destinados à orientação dos trabalhos de modelagem desenvolvidos por quatro grupos de alunos.

O Contexto 2 foi constituído pelas atividades do minicurso intitulado *Atividades de Modelagem Matemática com o uso de Recursos Tecnológicos* proposto como parte das atividades da edição de 2012 do Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática. O estudo contemplava conhecimentos matemáticos abordados desde o Ensino Fundamental, dado que o público do evento compreendia estudantes de graduação, professores do Ensino Fundamental e professores de Graduação e Pós-Graduação nas áreas de Matemática e Educação Matemática. O minicurso, com duração de três horas e trinta minutos, contou com a participação de vinte e três inscritos e teve o intuito de desenvolver atividades de modelagem permeadas pelo uso de tecnologias, dentre as quais a videoanálise.

O Contexto 3 corresponde ao projeto de ensino intitulado *Atividades de Modelagem Matemática no estudo de temas da disciplina de Cálculo Numérico*, proposto aos alunos das disciplinas de Cálculo Numérico dos cursos de Engenharia Ambiental e de Engenharia de Materiais no segundo semestre letivo de 2012 em um câmpus de uma universidade tecnológica federal. Os quarenta e cinco alunos matriculados na disciplina estavam distribuídos em três turmas, sob responsabilidade do mesmo professor. Neste caso, a pesquisa se voltou às práticas dos alunos durante as Atividades Práticas Supervisionadas que fazem parte da carga horária da disciplina. Desse modo, o projeto de doze horas foi proposto visando complementar os estudos das aulas presenciais, em que os alunos formaram quatorze grupos.

Em todos os Contextos a pesquisadora e uma das autoras deste artigo foi a orientadora das atividades e acompanhou o desenvolvimento das aulas e os trabalhos dos grupos. As informações, que compreendem os dados da pesquisa, foram captadas por



diferentes meios: registros dos participantes da pesquisa; relatórios elaborados pela pesquisadora após cada aula ou encontro de orientação e ficha de acompanhamento das atividades dos grupos; arquivos de vídeo, tanto das aulas quanto dos encontros com os grupos para orientação dos trabalhos.

Para a análise dos dados coletados, optamos pela TFD por entender que a investigação sobre a articulação entre modelagem matemática, aprendizagem significativa e tecnologias poderia ser bem discutida a partir da análise sistemática dos dados de cada Contexto e do conjunto de dados de todos os Contextos. Assim, realizamos uma *análise específica* dos dados, para cada um dos três Contextos, depois olhamos para o conjunto todo em uma *análise global*.

Seguindo as orientações da Teoria Fundamentada, com a análise dos dados provenientes do Contexto 1, que compõe o que denominamos *amostragem inicial*, identificamos categorias provisórias que procuramos compreender a partir de novos dados, provenientes da *amostragem teórica*, constituída pelo Contexto 2 e pelo Contexto 3. Com a codificação focalizada, que se deu por meio da integração dos dados desses dois Contextos à análise inicial, procuramos consolidar as categorias analíticas. A Figura 2 é uma representação de como foi estruturada a análise na pesquisa.



**Figura 2** Esquema representativo da análise dos dados  
Fonte: BORSSOI (2013)

A realização da análise proporcionou a construção de categorias teóricas, consideradas uma síntese da nossa percepção dos dados, que permitiram compreender e fundamentar os resultados da pesquisa. As categorias resultantes são:

1. Pensando juntos: um código recorrente nos três Contextos, nos fez refletir sobre a ação de pensar com a influência de outros. Em um ambiente de modelagem matemática, essa ação é uma prática incentivada durante todo o processo e não remete apenas a situações de trabalhos em grupos, de forma convencional. Desde o contato inicial com as atividades das diferentes unidades de ensino, essa expressão foi importante e se mostrou em diferentes situações (*pensar juntos*: os grupos com a professora; o grupo, a turma e a professora; a turma e a professora).

2. Relações com a Tecnologia e seus Usos: a forma com que os alunos se relacionam com a tecnologia, desde o que falam sobre, até os usos que fazem dela, foi codificada e analisada ao longo dessa pesquisa. Foram identificados diversos usos da tecnologia nas atividades. Procuramos então a compreensão analítica de aspectos recorrentes nos diferentes Contextos, e as implicações para a aprendizagem significativa nos ambientes de modelagem ao discutir o *pensando juntos, com a tecnologia, a tecnologia que acomoda e a tecnologia que desperta*.

3. Link entre modelagem e atuação profissional: foi recorrente nos três Contextos da pesquisa o estabelecimento de relações entre modelagem e situações da realidade e a ligação da modelagem matemática com a prática profissional, bem como o interesse na integração destas com a tecnologia, seja na prática docente, enquanto estudantes de licenciatura, ou das engenharias, quando estudantes de engenharia.

4. Conteúdo em Foco: as atitudes dos alunos em relação à aprendizagem de conteúdos e evidências de que a modelagem e a tecnologia influenciam a facilitação da aprendizagem significativa nas unidades de ensino foram discutidas nessa categoria. Em cada unidade de ensino o objetivo era a aprendizagem de conteúdos específicos (Equações de diferenças, aplicação de tópicos de cálculo numérico e modelagem matemática com a videoanálise).

Em nossa trajetória analítica, por um lado, culminamos na codificação focalizada, com as quatro categorias teóricas conclusivas a partir dos dados. Por outro lado, reconhecemos propriedades comuns entre as categorias teóricas, dentre outras, a influência da intencionalidade do aluno.

Durante a pesquisa, inúmeras vezes observamos que as intenções e atitudes dos alunos em relação às atividades de aprendizagem eram fatores determinantes. Notamos que a intencionalidade é uma condição importante para a aprendizagem, e não é influenciada apenas por aspectos cognitivos, mas também por fatores motivacionais e por características do ambiente de ensino e aprendizagem.

Embora tenhamos constatado que a aprendizagem significativa seja evidenciada quando o aluno se envolve com as atividades de ensino e de aprendizagem de forma intencional, ativa, construtiva, autêntica e colaborativa, a intencionalidade se mostrou um fator com forte influência tanto em casos de maior como de menor sucesso em relação à aprendizagem. Entendemos que esse atributo é equivalente a uma das condições que Ausubel indica para que a aprendizagem significativa ocorra, a predisposição positiva do aluno para aprender significativamente. A esse respeito, os resultados de nossa pesquisa corroboram com esse aspecto da teoria.

### **A atribuição de significado em atividades de modelagem matemática a partir de um olhar sobre os signos interpretantes**

A pesquisa relatada em Silva (2013) valeu-se da metodologia TFD para investigar a atribuição de significado para o problema e para o objeto matemático que emerge em atividades de modelagem matemática. A pesquisa, por um lado, visa investigar como se dá a atribuição de significado no decorrer do desenvolvimento de atividades de modelagem pelos alunos. Para isto fundamenta-se nos pressupostos da semiótica peirceana, mais especificamente em assertivas de Peirce indicando que o significado é, sob certas condições, revelado nos signos produzidos pelos alunos.

Por outro lado, a pesquisa fundamenta-se em constructos da modelagem matemática relativos às diferentes fases associadas ao desenvolvimento das atividades bem como a indicações de que a familiarização dos alunos com estas atividades deve se dar de forma gradativa, identificando-se três momentos, de modo que a independência dos alunos em relação aos procedimentos na atividade vai aumentando do primeiro ao terceiro momento. Assim, a pesquisa visa elucidar determinadas especificidades da atribuição de significado levando em consideração estas fases e estes momentos.

As discussões apresentadas são oriundas das análises empreendidas sobre atividades de modelagem desenvolvidas por alunos do 4º ano de um curso de Licenciatura em Matemática na disciplina de Modelagem Matemática na Perspectiva da Educação Matemática durante o ano letivo de 2011. A professora da disciplina bem como a pesquisadora são duas das autoras deste texto.

A análise foi dividida em duas etapas: uma análise específica na qual foram realizadas as codificações inicial e axial e uma análise geral, compondo a codificação focalizada.

Na codificação inicial, estabelecemos uma codificação incidente por incidente, em que cada incidente foi relacionado a cada uma das fases pelas quais os alunos ‘caminharam’ nas atividades de modelagem que desenvolveram no decorrer dos três momentos de familiarização. Nesse sentido, para a codificação inicial os dados usados são advindos de registros escritos, falados e gesticulados produzidos pelos alunos no desenvolvimento de cada atividade. Tais dados são os códigos in vivo, que correspondem a termos próprios utilizados pelos alunos e fornecem um vantajoso ponto de partida analítico. Para Charmaz (2009), os “códigos in vivo ajudam-nos a conservar os significados dos participantes da pesquisa” (p. 84).

Na codificação axial utilizamos dados da codificação inicial associados a dados coletados em questionários e entrevistas realizadas na retomada da pesquisa de campo, após os alunos terem desenvolvido cada atividade. Esta volta ao campo da pesquisa teve como objetivo complementar os dados com falas e textos dos alunos com relação aos signos interpretantes produzidos por eles em relação ao problema e ao objeto matemático em cada atividade desenvolvida. Desta codificação originaram-se as categorias teóricas.

As categorias teóricas construídas indicam como os signos interpretantes produzidos fornecem indícios de atribuição de significado em atividades de modelagem nos três momentos de familiarização. Vale ressaltar que os signos interpretantes ao mesmo tempo em que revelam aquilo que caracterizamos como categoria, a sua produção no decorrer das atividades de modelagem também é influenciada por este mesmo aspecto indicado pela categoria. Resultam da nossa análise cinco categorias:

1) A *familiaridade* que o intérprete (aluno) possui com o objeto influencia a atribuição de significado ou seja, a intimidade prévia com aquilo que o signo denota é importante para o aluno.

2) A atribuição de significado decorre da *intenção* do aluno em significar o objeto, e a partir de alguma referência o aluno busca uma articulação entre o objeto e o contexto em que este é utilizado.

3) A atribuição de significado é mediada por uma *ideia* que remete ao objeto.

4) A atribuição de significado decorre da *experiência colateral* do aluno com o objeto. Neste caso contatos anteriores ou paralelos com aquilo que o signo indica favorecem a atribuição de significado.

5) A atribuição de significado é desencadeada pela possibilidade de uma *consequência futura* no que se refere à compreensão ou ao uso do objeto, indicando alguma sintonia entre pensamento e ação.

No que se refere à fase de inteiração da modelagem matemática, em que o aluno vai inteirar-se da situação, identificamos especificidades no que se refere aos signos interpretantes produzidos pelos alunos nos diferentes momentos de familiarização com as atividades de modelagem matemática.

Nas atividades relativas ao primeiro momento em que a professora sugeriu aos alunos um problema para investigar e proporcionou-lhes acesso às informações necessárias para esta investigação, os signos interpretantes produzidos na fase de inteiração estão relacionados à busca de informações e revelam a *familiaridade* que os alunos já têm, seja sobre o problema em estudo, seja com relação à matemática que julgam ser adequada para construir soluções.

Do desenvolvimento de atividades no segundo momento de familiarização em que, embora a professora ainda tenha indicado o tema a ser estudado, os próprios alunos coletaram dados e definiram hipóteses que iriam configurar um problema matemático a ser estudado, originaram-se as categorias *intenção de significar o objeto* e *ideia que remete ao objeto*. De fato, neste momento ao mesmo tempo em que o aluno ainda não se sente seguro para navegar sozinho em busca de procedimentos e conteúdos para resolver o problema, ele tem anseio de encontrar uma boa solução para o problema. Assim, busca o significado, mas o faz com referência em ideias que já tem sobre a situação e até sobre a matemática a ser usada.

Já nas atividades do terceiro momento, em que os alunos foram responsáveis pela escolha da situação que desejam estudar, na fase de inteiração a produção de interpretantes está relacionada com o tipo de problema que eles se propuseram a



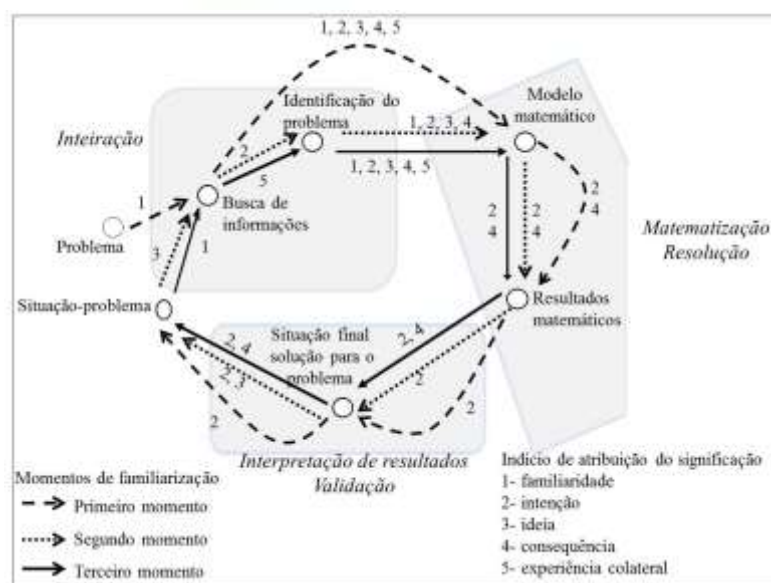
investigar. Para os alunos que o problema era algo similar ao que desenvolveram no 1º e/ou 2º momentos, a *familiaridade* e a similaridade interferiram na produção de interpretantes. No caso em que a situação referia-se a problema não familiar aos alunos os interpretantes revelam que a *experiência colateral*, seja advinda das discussões entre alunos dos grupos, seja das pesquisas realizadas sobre o tema, desencadeia a atribuição de significado. Além disso, neste momento os alunos também revelam um entusiasmo em relação ao que a atividade vai lhes proporcionar em termos de novos conhecimentos e de como poderão usá-lo em situações posteriores, daí a identificação da categoria *consequência futura*.

Nas fases de matematização e de resolução os signos interpretantes produzidos pelos alunos dão indicativos de significado atribuído aos objetos matemáticos. Nos três momentos de familiarização a ação dos alunos visava buscar informações para abarcar os objetos matemáticos. No primeiro e segundo momentos, entretanto, os alunos ficaram numa certa expectativa do que a professora poderia lhes sugerir ou então aguardavam alguma validação da professora para o que estavam fazendo. Assim, a atribuição de significado vai se estruturando no decorrer do desenvolvimento das atividades. Confirmam-se nesta fase as categorias *familiaridade com o objeto*, *intenção de significar o objeto*, *ideia que remete ao objeto*, *consequência futura do uso do objeto* e *experiência colateral com o objeto*. O que difere é que com a familiarização, a autonomia dos alunos com relação à produção de interpretantes na matematização se intensifica.

Os signos interpretantes produzidos nas fases de interpretação de resultados e de validação que indicam a atribuição de significado visavam a apresentação de uma solução, uma resposta ao problema. Tais interpretantes produzidos indicam: o envolvimento com o problema; a identificação do modelo que ‘melhor’ representa a situação; a necessidade de argumentar; o fato de os alunos não ficarem convencidos com os resultados matemáticos; as aproximações com a realidade. A categoria que se identifica nestas fases é a *intenção de significar o objeto*, seja ele o problema, seja ele o objeto matemático que emergiu da situação.

Na análise geral, na qual em termos da TFD foi realizada a codificação focalizada, ‘traçamos’ ciclos de modelagem para as atividades desenvolvidas pelos alunos em cada momento de familiarização a partir dos registros entregues por eles para as atividades bem como das respostas de entrevistas e questionários obtidas. Nessa análise, as

categorias já construídas se confirmaram, conferindo assim certa estabilidade para essa codificação. Configura-se assim e a categoria central, algo a acrescentar ao quadro teórico da Modelagem na Educação Matemática: desvelar uma relação profícua entre modelagem matemática e significado para o objeto, seja ele o problema em estudo na atividade, seja ele o conteúdo matemático usado para construir uma solução para este problema. A figura 3 ilustra como se dá atribuição de significado nos diferentes momentos e diferentes fases da modelagem matemática.



**Figura 3:** A atribuição de significado em atividades de modelagem matemática  
Fonte: Construída pelas autoras

## Discussão Final

Ao fazermos opção metodológica da TFD nas pesquisas relativas à modelagem matemática entendemos que estar próximo dos dados é um fator fundamental para colher as evidências que levam a compreensão das questões de pesquisa. Fazer a codificação, desde o início da pesquisa, permite observar lacunas nos dados e buscar novos dados para proceder a compreensão analítica do fenômeno estudado, com subsídios para planejar intervenções que levem a obter dados relevantes.

No que se refere às categorias identificadas na pesquisa de Borssoi (2013), elas constituem constructos teóricos para a configuração de um diálogo entre aprendizagem significativa e modelagem matemática e nos permitem avançar na compreensão do

fenômeno que busca evidências de aprendizagem significativa no decorrer do desenvolvimento de atividades de modelagem matemática.

Neste sentido as codificações realizadas com os dados coletados nos três Contextos educacionais foram relevantes uma vez que os códigos inicialmente estipulados puderam ser agrupados, confirmados ou mesmo rejeitados na medida em que novos elementos foram sendo revelados em outro Contexto.

Particularidades destas quatro categorias teóricas resultantes da codificação focalizada, entretanto puderam ainda ser percebidas de modo a mostrar como atividades de modelagem podem favorecer condições propostas por David Ausubel quando da estruturação da teoria da aprendizagem significativa. Exemplo disso é a estreita relação entre a intencionalidade do aluno e a sua predisposição positiva para aprender caracterizada por Ausubel.

Já no que diz respeito à pesquisa de Silva (2013) a codificação realizada considerando as atividades desenvolvidas nos três momentos de familiarização do aluno com atividades de modelagem e a possibilidade de realizá-la ainda com as atividades em curso, proporcionou que se identificassem especificidades desse desenvolvimento nos momentos. Não obstante os dados de registros e gravações em áudio e vídeo, a necessidade da realização de entrevistas e aplicação de questionários percebida pela pesquisadora ainda quando os alunos estavam envolvidos com as atividades, foi importante para a complementação dos dados, em consonância com as amostragens definidas pela TFD.

As cinco categorias criadas com relação à caracterização da atribuição de significado para o problema ou para a matemática usada em sua resolução são bons indicativos de que a condução de atividades de modelagem matemática na sala de aula deve considerar o que o aluno já sabe, especialmente sobre modelagem matemática. Por outro lado, fazer o aluno defrontar-se com situações novas, inusitadas, também representa um estímulo uma vez que, se por um lado a experiência colateral é uma categoria, aquilo que o aluno vislumbra fazer e aprender por meio da atividade também é fator que contribui para a atribuição de significado.

O que estas categorias também revelam é que, por meio da familiarização com atividades de modelagem, a produção de signos interpretantes, tanto para o problema quanto para a matemática, vai se estendendo pelas fases de desenvolvimento da atividade

pois, se por um lado o aluno sente ‘o peso da autonomia’ por outro também sente a ‘satisfação da independência’.

Dentre as contribuições dessa abordagem metodológica, evidenciamos que a proximidade com os dados e o processo sistemático de codificação são diferenciais para o processo analítico bem como a identificação das categorias emergentes dos dados e a consolidação das categorias teóricas que levam à compreensão das questões da pesquisa e favorecem a enunciação da contribuição para o quadro teórico do pesquisado.

De fato, a aproximação da modelagem matemática com a aprendizagem significativa na pesquisa de Borssoi (20013), traz indicativos de como a aprendizagem significativa pode ser evidenciada, em menor ou maior grau, a partir da interação do aluno com atividades de modelagem mesmo em diferentes Contextos educacionais.

Também no caso da pesquisa de Silva (2013) o resultado do processo de codificação aponta que, em certa medida, um incremento para o quadro teórico da modelagem matemática é a identificação do potencial de atividades de modelagem com relação à atribuição de significado, seja para a situação estudada, seja para a matemática usada neste estudo.

## Referências

AGUIAR, W. R.; OLIVEIRA, A. M. P. A transformação dos materiais curriculares educativos por professores de matemática: uma análise dos princípios presentes na prática pedagógica. **Bolema**, Rio Claro, v. 28, n. 49, p. 580-600, ago. 2014.

ASSIS, L. S. **Uma aproximação prática no ambiente de trabalho: resolução de problemas em Matemática e processo de manutenção de sistemas computacionais**. 2011. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica, São Paulo.

BICUDO, M. A. V. Meta-análise: seu significado para a pesquisa qualitativa. **REVEMAT**. Florianópolis (SC), v. 9, Ed. Temática (junho), p. 07-20, 2014.

BONNER, E. P. Investigating practices of highly successful mathematics teachers of traditionally underserved students. **Educational Studies in Mathematics**. Springer, v. 86, p. 377-399, 2014.

BORSSOI, A. H. **Modelagem Matemática, Aprendizagem Significativa e Tecnologias: articulações em diferentes Contextos Educacionais**. Tese de Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

CASSIANI, S. H. de B.; CALIRI, M. H. L.; PELÁ, N. T. R. A teoria fundamentada nos dados como abordagem da pesquisa interpretativa. **Rev.latino-am.enfermagem**, v. 4, n. 3, p. 75-88, dez. 1996.

CHARMAZ, K. **A construção da teoria fundamentada: guia prático para análise qualitativa**. Tradução de Joice Elias Costa. Porto Alegre: Artmed, 2009.

CHARMAZ, K. **Constructing Grounded Theory: a practical guide through qualitative analysis**. Londres: SAGE Publications, 2006.

FERNANDES, F. **Fundamentos empíricos da explicação sociológica**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

GALBRAITH, P.; STILLMAN, G. A framework for identifying student blockages during transitions in the modeling process. **ZDM**. Springer, v. 38, p. 143-162, 2006.

MARTINS, H. H. T. S. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.30, n.2, p. 289-300, maio/ago. 2004.

MAAß, K. **Barriers and Opportunities for the Integration of Modelling in Mathematic Classes: Results of an Empirical Study**. Disponível em <http://www.icme-organisers.dk/tsg20/Maass.pdf> capturado em 9/7/2006.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas - UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**. V1(2), pp. 43-63. 2011.

OLIVEIRA, A. M. P.; BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e situações de tensão na prática pedagógica dos professores. **Bolema**, Rio Claro, v. 24, n. 38, p. 265-296, abr. 2011.

SANTANA, T. S.; BARBOSA, J. C. A intervenção do professor em um ambiente de modelagem matemática e a regulação da produção discursiva dos alunos. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 991-1020, ago. 2012.

SANTOS I, L. E. Grounded Theory segundo Charmaz: experiências de utilização do método. **Infriessources**. Set 2011. Publicação Eletrônica. Disponível em <<http://www.infriessources.ca/MyScriptorAdmin/scripto.asp?resultat=462761>>.

SILVA, K. A. P. **Uma interpretação semiótica de atividades de Modelagem Matemática: implicações para a atribuição de significado**. 285 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

SILVA, J. N. D.; BARBOSA, J. C. Modelagem matemática: as discussões técnicas e as experiências prévias de um grupo de alunos. **Bolema**, Rio Claro, v. 24, n. 38, p. 197-218, abr. 2011.



SILVA, L. A.; OLIVEIRA, A. M. P. As discussões entre formador e professores no planejamento do ambiente de modelagem matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 1071-1101, ago. 2012.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Basics of qualitative research**. Thousand Lage Daks: Lage Publications, 1990. 267 p.

WALTER, J. G.; BARROS, T. Students build mathematical theory: semantic warrants in argumentation. **Educational Studies in Mathematics**. *Springer*, v. 78, p. 323-342, 2011.

WARBURTON, W. I. What are grounded theories made of?. In: **University of Southampton Lass Faculty Post-Graduate Research Conference, 10, 2005, UK**. Southampton... 2005. Southampton, UK, Faculty of Law, Arts and Social Sciences LASS, p. 1-10.

**Submetido em maio de 2015**

**Aprovado em setembro de 2015**

