

## ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA DESENVOLVIDAS NO OLHAR DO MODELO SEMÂNTICO-CONTEXTUAL DE TIKUNOFF

### *Modeling mathematics activities developed in Tikunoff's semitical-contextual model*

Daniel Santos de Carvalho<sup>1</sup>  
Yuri Expósito Nicot<sup>2</sup>

**RESUMO:** A Modelagem Matemática tem sido aplicada em sala de aula no Brasil desde a década de 1970 e desde então muitos estudos tem sido realizado com esta proposta pedagógica. O presente artigo trata do desenvolvimento de atividades de Modelagem em uma turma de Bacharelado em Ciências da Computação em um Campus do Instituto Federal do Maranhão no segundo semestre de 2017. Nestas atividades, buscou-se identificar as influências das três variáveis do modelo semântico-contextual de Tikunoff no processo educacional, especificamente para dois alunos. Para isto, gravações foram realizadas durante as atividades em sala de aula, bem como nos encontros extraclasse realizados pelos alunos. Em seguida, foram realizadas as transcrições dos diálogos para análise, além de serem levadas em consideração as observações do pesquisador durante as atividades. A pesquisa foi de natureza qualitativa e identificou as variáveis situacionais, experienciais e comunicativas que influenciaram no desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática realizadas pelos alunos que participaram do estudo. Observou-se que a identificação das variáveis deste modelo contribuiu para compreender o desenvolvimento do ensino e da aprendizagem em atividades de Modelagem na sala de aula.

**Palavras-Chave:** Modelagem Matemática. Modelo de Tikunoff. Variáveis

**ABSTRACT:** Modeling Mathematics has been applied in Brazilian classrooms since the 1970s, period of which many studies have been conducted with this pedagogical proposal. This paper deals with the development of Modeling activities in a Computer Science Bachelor Degree class in a Campus of the Federal Institute of Maranhão in the second semester of 2017. In these activities, we sought to identify the influences of the three variables from the Tikunoff's semantic-contextual model with two students in their educational process. Thus, recordings were made during classroom activities, as well as extra-class meetings held by students. Subsequently, the dialogues were transcribed for analysis, in addition to the researcher's observations during the activities. It was a qualitative research identifying the situational, experiential and communicative variables that influenced the development of the Modeling Mathematics activities performed by the students who participated in the study. It was observed that the identification of the variables of this model contributed to understand the development of teaching and learning process using modeling activities in the classroom.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Educação Ciências e Matemática, da Rede Amazônia de Educação Ciências e Matemática/ REAMEC / Pólo UFPA. Belém, Pará, Brasil. E-mail: daniel.carvalho@ifma.edu.br

<sup>2</sup> Doutor em Educação. Professor do Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amazonas e professor credenciado no Programa em Educação Ciências e Matemática, da Rede Amazônia de Educação Ciências e Matemática/ REAMEC. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: yexposito@yahoo.es

**Keywords:** Modeling Mathematics. Tikunoff's Model. Variables

## Introdução

A Modelagem Matemática tem sido foco de várias pesquisas dentro do campo da Educação Matemática, sendo que um estudo, no âmbito internacional, realizado por Kaiser e Sriraman (2006) apresentou as diferentes perspectivas evidenciadas em trabalhos envolvendo o tema. No nível nacional, o professor Rodney Carlos Bassanezi foi um dos pioneiros em utilizar a Modelagem Matemática na sala de aula. Este teórico afirma que a utilização desta metodologia, no processo do ensino e aprendizagem, surgiu mais “por necessidade do que por acaso” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013, p.17) ao solicitar que seus alunos, da Pós-Graduação, elaborassem e resolvessem algumas questões em sala de aula. Em seguida, surgiram questões semelhantes às aquelas presentes no livro utilizado nas aulas, mas como foram elaboradas por eles, eram muito mais motivadoras. Desta forma, a Modelagem Matemática, tem sido desenvolvida nos variados níveis de ensino visando motivar os alunos na elaboração e na resolução de situações problemas do dia a dia.

Neste artigo, adotamos o conceito de Modelagem Matemática destacado por Almeida, Silva, Vertuan (2013, p.17) em que afirmam que a Modelagem “constitui uma alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da matemática, de uma situação-problema não essencialmente Matemática”. Observa-se que esta abordagem valoriza mais os procedimentos pedagógicos do que a pura formação do modelo matemático durante o processo de ensino e aprendizagem.

O primeiro autor deste artigo participou da *Disciplina ensino, aprendizagem e conhecimento científico: formação de conceitos do Programa de Pós-graduação Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática (REAMEC)* na cidade de Manaus/AM. Entre os temas estudados chamou-lhe muito a atenção os “modelos de explicação da vida em sala de aula” (SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 1998, p.70), que apresentavam as variáveis peculiares para a compreensão e o desenvolvimento educacional. Neste trabalho, foi analisado o modelo semântico contextual de Tikunoff em que destaca o sistema de trocas sociais para a aprendizagem na sala de aula.

O estudo do modelo de Tikunoff despertou, no primeiro autor deste artigo, a necessidade de se identificar, na sala de aula, as influências das trocas sociais em atividades de Modelagem Matemática. Desta forma, no segundo semestre de 2017 foram desenvolvidas atividades de Modelagem Matemática com alunos do segundo período do Curso de Ciências da Computação em um Campus do Instituto Federal do Maranhão. Estes alunos vivenciaram pela primeira vez atividades envolvendo esta alternativa pedagógica em sala de aula e por meio da observação e da análise de gravações realizadas foi possível identificar as variáveis que influenciaram na resolução das situações problemas.

Neste artigo, buscam-se a visualização das trocas socioculturais e a identificação do envolvimento prático dos alunos nesta alternativa pedagógica. O objetivo é compreender o desenvolvimento de dois alunos durante a realização de uma atividade de Modelagem Matemática a partir das relações entre os três tipos de variáveis apresentadas pelo modelo semântico-contextual de Tikunoff.

A identificação das variáveis do modelo de Tikunoff, em atividades de Modelagem Matemática, pode fornecer informações que favoreçam o processo de ensino e de

aprendizagem na sala de aula. Portanto, a constatação destas variáveis pode contribuir para a ação do professor ao acompanhar o desenvolvimento das atividades com cada grupo de alunos.

### **Referencial Teórico**

A Modelagem Matemática aplicada na Educação vem sendo desenvolvida a nível nacional desde a década de 1970 tendo como pioneiros os professores Aristides Camargo Barreto, Ubiratan D'Ambrósio e Rodney Carlos Bassanezi (BIEMBENGUT, 2003). Desde então, tem crescido o número de pesquisadores que buscam compreender os benefícios educacionais do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no ambiente escolar. Estas atividades são aplicadas desde a Educação Básica até às Pós-Graduações e têm surgido algumas concepções que, segundo Barbosa (2008, p.48), diferem em suas características “de acordo com os objetivos emprestados a ela”.

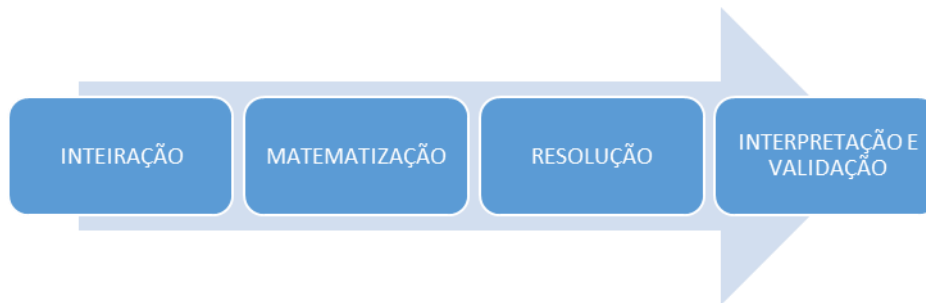
Uma concepção que fundamenta vários trabalhos na área é a de Barbosa (2001, p. 6) que afirma que “a modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade”. Neste sentido, a Modelagem é utilizada para levar os alunos a questionarem a realidade em que vivem, sendo que para isto, utilizam-se da Modelagem e da Matemática para alcançarem esse objetivo. Para este autor, a Modelagem é utilizada para despertar no aluno um senso crítico no ambiente social no qual está inserido, ou seja, levar o aluno a realizar atividades que favoreçam a abstração, a comparação, a identificação e, principalmente o conhecimento reflexivo.

O professor Rodney C. Bassanezi, que possui inúmeras contribuições para o desenvolvimento de atividades com Modelagem Matemática no país, afirma que “(...) o objetivo principal é desenvolver a criatividade matemática do aluno no sentido de torná-lo um modelador matemático quando se dedica ao estudo de alguma situação fenomenológica” (BASSANEZI, 2011, p.35). Nesta visão, pode-se observar que há uma valorização da formação do modelo matemático durante a realização de atividades desta natureza. Sendo que, o objetivo de motivar os alunos por meio desta metodologia está presente, mas a ênfase está na construção de um modelo matemático que represente a situação-problema em estudo.

A concepção de Modelagem Matemática defendida por Almeida, Silva e Vertuan (2013, p.17) é que “constitui uma alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da matemática, de uma situação-problema não essencialmente Matemática”. Esta foi a perspectiva adotada neste artigo, pois se apresenta como uma opção pedagógica de se trabalhar conteúdos matemáticos partindo de situações-problemas originadas do cotidiano, valorizando assim o desenvolvimento cognitivo dos alunos durante o processo educacional. Nesta abordagem, o foco principal é a aprendizagem dos alunos em resolverem situações-problemas que lhes forem apresentados ou que queiram resolver do seu cotidiano. Destaca-se que, nestas atividades, são levados em consideração o despertar da criticidade social do aluno e a busca da formação do modelo matemático, mas o foco está nos procedimentos que ocorrem durante o desenvolvimento da Modelagem Matemática.

Para Almeida, Silva e Vertuan (2013, p.15) o processo de desenvolvimento de Modelagem Matemática passa pelas fases de “inteiração, matematização, resolução, interpretação e validação”. A inteiração é o momento em que há a escolha do tema e tem-se uma ideia do problema que se deseja investigar. Na matematização ocorre a passagem da linguagem

natural para a linguagem matemática ao utilizar os símbolos e operações dentro da matemática. A resolução é o momento em que se utilizam os conhecimentos matemáticos, realizam-se as operações e modelos adequados para que o problema seja resolvido. Após realizar a resolução, passa-se para a fase de interpretação e validação, onde se verificam as condições iniciais apresentadas, o questionamento e a resolução encontrada. Desta forma, tudo tem que ser verificado e testado para confirmar a solução apresentada. As fases deste processo podem sofrer alterações em sua sequência, isto não inviabiliza as atividades de Modelagem Matemática. Segue, na figura 1, as fases do desenvolvimento das atividades da Modelagem Matemática segundo Almeida, Silva e Vertuan (2013):



**Figura 1:** Fases da Modelagem Matemática  
**Fonte:** Almeida, Silva e Vertuan (2013)

As atividades de Modelagem Matemática, que foram desenvolvidas e analisadas neste artigo, correspondem a um dos momentos de familiarização apresentados por Almeida, Silva e Vertuan (2013), sendo conceituado da seguinte maneira:

[...] os alunos, distribuídos em grupos, são responsáveis pela condução de uma atividade de modelagem, cabendo a eles a identificação de uma situação-problema, a coleta e análise dos dados, as transições de linguagem, a identificação de conceitos matemáticos, a obtenção e validação do modelo e seu uso para a análise da situação, bem como a comunicação desta investigação para a comunidade escolar (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013, p.26).

Neste momento, os alunos trabalham em grupos de uma forma mais independente procurando solucionar as situações-problemas, sendo que o professor está sempre disponível para orientar o desenvolvimento das atividades. Mesmo com o professor dando assistência, os alunos podem apresentar dificuldades ao realizarem estas atividades, pois ainda não estão familiarizados com fases da Modelagem Matemática. Desta forma, é fundamental o incentivo do professor para com todos os grupos, a fim de que possam cumprir as fases descritas no processo de Modelagem e principalmente na comunicação dos resultados à comunidade escolar.

Considerando que o ambiente escolar é complexo e que muitas variáveis devem ser levadas em consideração no processo de ensino, foi que Tikunoff propôs o modelo semântico-contextual com enfoque ecológico de análise da sala de aula. O enfoque é ecológico, pois traz uma perspectiva de ensino em que levam em consideração as trocas socioculturais (SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 1998). Nesta abordagem, o estudo do processo educacional não fica limitado aos procedimentos metodológicos do professor, não focaliza apenas a maneira de sensibilizar o cognitivo do aluno para uma melhor aprendizagem, mas valoriza também, os sistemas de trocas sociais e culturais que estão presentes no ambiente de sala de aula. No modelo semântico-contextual de Tikunoff:

[...] assume-se que só se pode captar a vida complexa da aula, em sua riqueza, levando em conta três tipos de variáveis sempre presentes e por cujas interações se configura o sistema de trocas que provocam a aprendizagem e o desenvolvimento dos estudantes e do docente (SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 1998, p. 77).

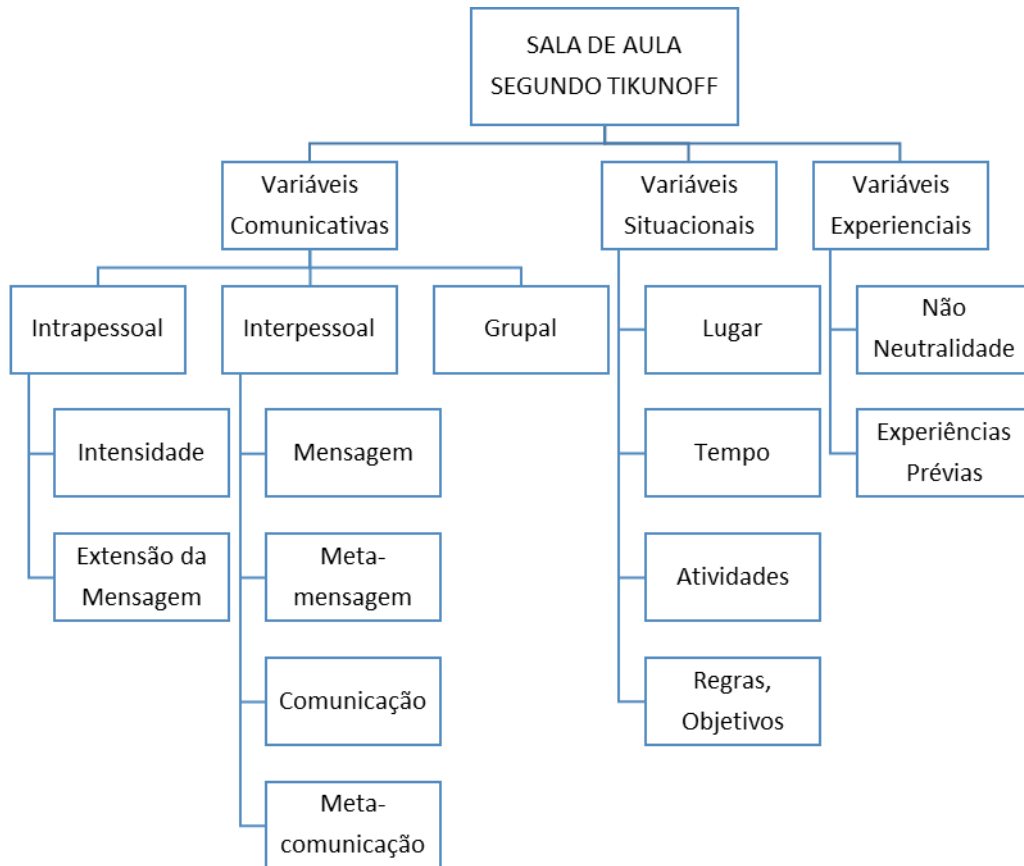
Os três tipos de variáveis destacadas neste modelo, que devem ser levadas em consideração, quando se está na sala de aula, são as variáveis situacionais, as variáveis experienciais e as variáveis comunicativas. As variáveis situacionais estão relacionadas aos aspectos físicos e psicossociais em que as aulas são desenvolvidas, pois influenciam as atividades educacionais. Nos aspectos físicos, pode-se destacar o local, tempo para se realizar determinadas atividades e os papéis desempenhados pelos envolvidos no processo educacional. No psicossocial, destacam-se os objetivos e expectativas dos professores e alunos na sala de aula, onde podem ocorrer concordâncias ou confronto de ideias neste ambiente educacional (SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 1998). Desta maneira, sempre há situações em que trocas socioculturais estão acontecendo e devem ser levadas em consideração durante o desenvolvimento das atividades escolares.

As variáveis experienciais estão relacionadas com a forma como professores e alunos se posicionam na sala de aula, observa-se que nenhum deles se apresentam de forma neutra. Professores e alunos possuem uma gama de experiências oriundas do ambiente social em que vivem e os influenciam (SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 1998). Deste modo, suas experiências contribuem para o desenvolvimento das atividades educacionais, sendo que, algumas influenciam positiva e outras negativamente. O professor, como orientador, tem a responsabilidade de conduzir as atividades educacionais coerentemente. E, quando surgirem conflitos de opiniões, frutos das experiências de cada um, é importante procurar conduzir as discussões de forma equilibrada. Nestas situações, observa-se que é fundamental a orientação do educador, mostrando que há liberdade para que todos opinem, mas que possam também respeitar as opiniões divergentes das suas, pois convivem em um meio social.

As variáveis comunicativas estão presentes em todos os momentos da vida da sala de aula e se apresentam em três níveis. O primeiro nível é o intrapessoal que está diretamente relacionado com a aquisição de novos conhecimentos que influenciam nas mudanças de comportamentos pessoais. O segundo nível é o interpessoal onde ocorre a comunicação entre todos que estão no ambiente escolar, sendo que estas metamensagens ou metacomunicações são direcionadas para orientar a todos sobre as regras de comunicação, enfatizando que estas regras devem ser seguidas durante o desenvolvimento das atividades. O terceiro nível desta variável é o grupal, onde o indivíduo, que faz parte de um grupo, deve seguir as regras que foram dadas para o coletivo, pois neste momento está sendo levado em consideração o coletivo e não o comportamento individual (SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 1998). É importante que o professor esteja atento aos três níveis das variáveis comunicativas na sala de aula, pois se a comunicação for bem direcionada pelo docente, poderá obter melhores resultados educacionais.

Sacristán e Pérez Gómez (1998) reforçam que no modelo de Tikunoff é preciso levar em consideração todos os aspectos complexos da sala de aula, neste sentido, não é suficiente compreender as metodologias educacionais, centrar a atenção no professor ou no aluno durante o processo educacional. É necessário, portanto, compreender todos estes aspectos sem deixar de lado as variáveis que estão presentes nas trocas socioculturais.

Analisando as variáveis apresentadas pelo Modelo de Tikunoff, foi possível construir um diagrama com as principais informações defendidas por este teórico, observe a figura 2 a seguir:



**Figura 2:** Modelo de Tikunoff  
**Fonte:** Sacristán; Pérez Gómez (1998)

O Modelo Ecológico de Tikunoff, como também se denomina, apresenta a complexidade dos processos contemporâneos dos quais o processo de ensino e de aprendizagem não estão alheios. Este modelo não deixa de levar em consideração a necessidade de se compreender a forma pela qual ocorre a formação dos conceitos por parte dos alunos, mas acrescenta que outras variáveis têm que ser levada em consideração no processo. Neste Modelo, podem-se considerar aspectos da teoria do desenvolvimento cognitivo de Vygotsky, onde defende que “o desenvolvimento cognitivo não ocorre independente do contexto social, histórico e cultural” (MOREIRA, 2011, p.107). A unidade de análise na perspectiva vygotskyana é a interação entre o indivíduo e o contexto social (MOREIRA, 2011), sendo que no Modelo de Tikunoff leva em consideração tanto o indivíduo, quanto o contexto e a interação social.

### Metodologia

Os dados utilizados neste trabalho foram retirados de uma atividade de Modelagem Matemática realizada com alunos do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação no segundo semestre de 2017. A turma foi dividida em oito grupos de alunos para realizarem as atividades em que utilizaram uma questão contextualizada do livro de Cálculo com os dados quantitativos prontos para que solucionassem. Depois da realização desta atividade, os grupos realizaram outra atividade utilizando a Modelagem Matemática. Nesta segunda

atividade, deveriam escolher uma situação problema do seu cotidiano para que resolvessem utilizando os conhecimentos sobre as derivadas. Neste trabalho foi analisada apenas a formação e resolução da segunda questão proposta. Após a realização da pesquisa e das reuniões para a resolução dos problemas, cada grupo socializou as suas descobertas com os demais alunos da turma.

Neste estudo, busca-se evidenciar as variáveis do Modelo Ecológico de Tikunoff ao desenvolver atividades de Modelagem Matemática. A metodologia utilizada possui abordagem qualitativa, pois de acordo com Bogdan e Biklen (1994, p. 47) “na investigação qualitativa a fonte direta dos dados é o ambiente natural”.

Após a formação dos grupos de alunos para desenvolverem atividades de Modelagem, foram feitas as análises dos dados. Estes dados foram obtidos por meio das observações do professor durante as atividades em sala, das gravações realizadas pelos alunos durante as reuniões e das explicações dos alunos ao apresentarem a solução de seus problemas aos colegas da classe. Segundo Triviños (1992) a observação livre:

[...] satisfaz as necessidades principais da pesquisa qualitativa, como, por exemplo, a relevância do sujeito, neste caso, da prática manifesta do mesmo e ausência total ou parcial, de estabelecimento de pré-categorias para compreender o fenômeno que se observa (TRIVIÑOS, 1992, p.153, 154)

A observação foi direcionada para as influências das variáveis do Modelo de Tikunoff durante as atividades de Modelagem Matemática realizadas pelos alunos. Para que houvesse melhor compreensão dos fenômenos observados foram realizadas gravações, anotações e transcrições durante todo o processo educacional. Foram gravados todos os encontros dos alunos e as apresentações realizadas em sala de aula.

A análise apresentada neste artigo foi direcionada para o desenvolvimento das atividades de dois alunos da sala que trabalharam juntos em todas as etapas da Modelagem Matemática. Verificou-se que os dois participaram ativamente para a solução da questão, e que, durante o seu desenvolvimento foram identificadas as variáveis situacionais, comunicativas e experienciais do modelo de Tikunoff.

Como foi a primeira vez que realizaram atividades utilizando a Modelagem Matemática, os alunos tiveram algumas dificuldades em sua execução. Os grupos se reuniram na sala de aula para iniciarem as discussões sobre o que iriam trabalhar e combinarem os encontros que realizariam extraclasse. O professor realizou observações nestes encontros tanto em sala de aula quanto nos encontros extraclasse, sempre orientando os alunos nas atividades. Em seguida foram analisadas as transcrições das gravações realizadas durante as atividades.

## **Resultados e Discussão**

As atividades foram desenvolvidas com todos os alunos, mas, utilizou-se para análise neste trabalho um dos grupos desta turma, onde se buscou identificar as situações do desenvolvimento dos alunos, principalmente às variáveis do modelo de Tikunoff.

Foram analisadas as falas de dois alunos que compunham um dos grupos, um dos alunos era o mais velho da turma que foi denominado de aluno A e o outro foi um jovem que, para este artigo, foi chamado de aluno B. Os alunos receberam orientações na sala de aula sobre o

desenvolvimento das atividades e solicitou-se que todos os grupos gravassem as discussões quando se reunissem na sala de aula ou em ambientes extraclasse. Cada grupo deveria resolver uma situação problema que apresentavam todos os dados prontos e outra questão que eles iriam elaborar, coletar os dados e resolver. Todos os grupos apresentaram suas questões para a classe. Neste artigo, analisou-se apenas a segunda atividade em que os grupos deveriam resolver utilizando a Modelagem Matemática.

Após as orientações em sala, os alunos realizaram encontro extraclasse para discutirem os problemas. Os alunos A e B não tinham muito tempo para realizarem os encontros extraclasse, pois o aluno A tinha uma empresa e o aluno B prestava serviços a uma outra empresa da cidade. Nesta situação, decidiram realizar os encontros na própria Instituição nos intervalos das aulas. No primeiro encontro, que ocorreu nos corredores da Instituição, o aluno B trouxe para análise a possibilidade de vendas de marmitas com refeição a domicílio e apresentou sua ideia:

É o seguinte, o que eu pensei é aqui, eu calculei todos os gastos da marmita, uma marmita só, uma marmita trivial, tem o recipiente de alumínio, arroz 250g, feijão 100g, farofa 35g, carne 250g, macarrão 100g, salada 50g. Aí vêm os demais gastos que é 30% desses valores aqui (Gravação em áudio do 1º encontro, 01/12/2017)

Neste encontro, o aluno B já veio com esta ideia de se abrir um restaurante para vendas de marmitas com refeição que seriam entregues a domicílio e o problema seria encontrar o preço da marmita que maximizasse a receita e o lucro deste restaurante. No momento da apresentação da questão, o professor questionou o motivo que levou a realizarem esta pesquisa e a resposta veio do aluno A que disse:

O Aluno B levantou, porque a mãe dele trabalha com restaurante, em alguns sites especializados os materiais necessários para produzir uma marmita, e pesquisou sobre o assunto (Gravação em áudio da apresentação em sala, 12/12/2017)

Pode-se observar que neste momento de Inteiração, quando os alunos buscaram o que pesquisar e os dados para resolverem uma situação problema, o aluno B resolveu procurar soluções para uma situação que se apresentava no restaurante de sua mãe. Para isto, realizou pesquisas em sites e no restaurante de sua mãe para coletar os dados necessários para a elaboração e solução da questão.

Ao se levar em consideração as variáveis situacionais, observa-se que o local que decidiram se reunir e debaterem o tema, no primeiro encontro, foi nos corredores da Instituição, nos intervalos das aulas. Mas, esta situação não impediu de realizarem as atividades propostas, pois demonstraram determinação no cumprimento dos objetivos do trabalho.

A variável experiencial também se evidencia quando o aluno B sugere solucionar um problema que poderá ser aplicado no restaurante de sua mãe, mostrando a não neutralidade dos alunos em atividades propostas. As experiências prévias influenciaram o modo como atuaram e interpretaram os acontecimentos na sala de aula. Nas trocas socioculturais, que ocorreram entre eles, não houve neutralidade, pois os alunos levaram uma situação-problema que tinham interesse em resolver e fazia parte do cotidiano de um deles. Neste sentido, Sacristán e Pérez Gómez (1998, p.78) afirmam que os alunos “levam



experiências e modos de compreensão específicos, bem como pressupostos que determinam seu conhecimento e sua atuação”.

Após a realização das pesquisas para descobrirem o que era preciso para compor a marmita, o valor de cada ingrediente e outras despesas, iniciou-se a fase da matematização, onde os dados são transformados em linguagem matemática. O aluno A, pelo fato de ter experiência no mercado como empresário, já possuía familiaridade com os termos empresariais como a demanda, o custo fixo, o custo variável, a receita e o lucro empresarial. Agora, os dois foram estudar a maneira de como matematizar os dados do problema, que se realizou no segundo encontro na sala de aula em horário vago. Neste encontro eles começaram a fazer estimativas para entender as funções que iriam utilizar na questão. No desenvolver do encontro o aluno A disse:

[...] então essa é minha função custo:  $C(x) = 10x + 2500$ . Vamos supor que vendemos 100 marmitas. Então meu custo vai ser R\$ 3.500,00. Agora vamos colocar um preço na marmita. Qual o mínimo que dá para vender essa marmita? Baseado na concorrência. Posso então pôr 50% de lucro, digamos que a minha marmita vá custar R\$ 15,00. Agora nós iremos montar nossa função receita. A função receita é  $p.x$ . Então o ponto de equilíbrio é quando eu vendo mais ou menos 234 marmitas. Dessa forma, eu consigo pagar o custo fixo e os insumos do produto, mas não ganhei nada (Gravação em áudio do 2º encontro, 02/12/2017).

Observa-se que a partir dos dados coletados, os alunos começaram a fazer hipóteses para compreender a construção das fórmulas necessárias para resolverem a situação-problema. Neste segundo encontro, fica evidente a fase da matematização e em seguida da resolução da questão. As variáveis comunicativas estão presentes em ordem intrapessoal na medida em que o diálogo entre os alunos possibilitam a incorporação de novos conhecimentos em suas estruturas cognitivas, pois estão sendo feitas descobertas neste momento (SACRISTÁN; PÉREZ GÓMEZ, 1998).

O aluno B procurou exemplos semelhantes em livros e na internet para melhor compreender a questão. Este aluno, em determinado momento explica:

Esse valor, ele põe na equação do custo... Não. Espera. Ele substitui o  $x$  na equação da demanda mesmo. Obtendo assim o preço que deve ser vendido para maximizar a receita (Gravação em áudio do 2º encontro, 02/12/2017).

As discussões para a compreensão e resolução do problema possibilitaram o entendimento da questão, pois há uma troca de informações entre os membros do grupo na interação social. Nestes intercâmbios de informações, entre os alunos, está presente o nível interpessoal da variável comunicativas do Modelo de Tikunoff. É importante que se leve em consideração a complexidade da vida escolar para que possa ser possível fazer as orientações educacionais de forma mais efetiva.

Após a realização das etapas de matematização e resolução, os alunos fizeram as interpretações e validação dos modelos que encontraram no terceiro encontro que fizeram na Instituição. Os grupos apresentaram o resultado desta atividade em sala de aula para todos os alunos da classe, apresentando o passo a passo da construção da questão e sua resolução. Durante a apresentação, ficou evidente o nível grupal das variáveis comunicativas quando o professor enunciou as regras nas quais os alunos teriam que cumprir durante a

explicação da situação-problema. Pois cada grupo teria em torno de vinte minutos para a apresentação e cinco minutos para responderem perguntas do professor ou de qualquer aluno da sala. Todos os membros do grupo expuseram uma parte do trabalho realizado, enquanto isto, os demais grupos respeitaram os outros que estavam se apresentando. Desta forma, identificaram-se as trocas experienciais, situacionais e comunicativas durante o desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática na sala de aula.

### **Considerações Finais**

Através do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática em uma turma de Ciências da Computação em um Campus do Instituto Federal do Maranhão no segundo semestre de 2017, buscou-se identificar as variáveis complexas do Modelo Ecológico de Tikunoff. O foco foi direcionado para a atuação de dois alunos que formavam um grupo no desenvolvimento destas atividades.

Constatou-se que houve influências das variáveis do modelo de Tikunoff na realização de atividades de Modelagem Matemática. As variáveis experienciais influenciaram na escolha do tema que pesquisaram, pois o aluno A já havia tido experiências com administração em sua empresa, enquanto o aluno B foi influenciado pelas atividades da venda de refeição a domicílio de sua mãe. O local da realização dos encontros dos alunos foram nos corredores da Instituição e na sala de aula nos horários vagos, isto revela a influência das variáveis situacionais, pois fica evidente que estes alunos não tinham muito tempo para realizarem as atividades fora da Instituição, por causa de seus empregos. Apesar destas dificuldades, os alunos persistiram na pesquisa e na resolução da questão, pois ficaram na expectativa de solucionarem o problema, isto revela uma variável situacional, qual seja, o objetivo de elaborar e resolver um problema que envolvesse o conteúdo de Derivadas da disciplina de Cálculo I. As variáveis comunicativas se revelaram em nível intrapessoal quando os alunos solucionaram os problemas que outrora não sabiam como resolver, ou seja, houve aprendizado durante as atividades. Evidenciou-se no nível interpessoal quando apresentaram suas argumentações aos demais membros do grupo. E, finalmente, o nível grupal se revelou no momento em que obedeceram as regras pré-estabelecidas durante a apresentação do trabalho aos outros alunos da turma.

Em relação aos outros sete grupos de alunos, que desenvolveram as atividades de Modelagem Matemática, foi possível verificar que realmente as variáveis de comunicativas, situacionais e experienciais estiveram presentes na sala de aula. O professor com o olhar do Modelo de Tikunoff teve melhores possibilidades de interagir com os alunos e favorecer o aprendizado dos conceitos em estudo. Todos os grupos realizaram encontros na sala de aula e em ambientes extraclasse, neste caso, foram verificadas as variáveis situacionais, pois realizaram as atividades nos locais mais diversos como na sala de aula, na biblioteca, nos corredores da Instituição ou nas residências dos membros do grupo. Observou-se também a presença das variáveis experienciais, na medida em que os alunos elaboravam questões que envolviam algum tema de seu cotidiano e utilizaram, para isto, o Cálculo das Derivadas. Nestas variáveis, levou-se em consideração às experiências prévias dos alunos, constatando que realmente não há neutralidade no desenvolvimento das atividades em sala de aula, pois até mesmo na elaboração e resolução das questões, os alunos recorrem aos conhecimentos e informações nas quais receberam alguma influência prévia. As variáveis comunicativas foram amplamente verificadas durante as apresentações dos trabalhos na sala de aula por cada grupo, sendo que, nestas apresentações eles relataram como foi o processo de

pesquisa e resolução das questões e das discussões realizadas nos encontros. Neste caso, ficaram evidenciadas as variáveis comunicativas interpessoais, intrapessoais e a grupal.

Com este estudo foi possível confirmar que, em atividades de Modelagem Matemática, as variáveis de Tikunoff estão presentes, influenciando significativamente no processo de ensino e aprendizagem. Observou-se que a vida em sala de aula é complexa e várias situações influenciam no processo educacional durante a realização das atividades, não apenas os de ordem cognitiva, social ou na interação entre eles, mas em todos estes fatores simultaneamente. Desta forma, confirma-se que é importante levar em consideração as várias variáveis da vida complexa da sala de aula, pois elas influenciam no processo educacional.

### Referências

ALMEIDA, Lourdes Werle de; SILVA, Karina Pessôa da; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. Modelagem **Matemática na Educação Básica**. 1ª ed., 1ª reimpressão – São Paulo: Contexto, 2013.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia. 3. ed., São Paulo: Contexto, 2011.

BARBOSA, J. C. As discussões paralelas no ambiente de aprendizagem modelagem matemática. **Acta scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, Canoas, v. 10, n. 1, p. 47-58, 2008.

BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico**. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. Anais... Rio Janeiro: ANPED, 2001. Disponível em [http://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/funcoes\\_modelagem/modulo\\_1/modelagem\\_barbosa.pdf](http://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/funcoes_modelagem/modulo_1/modelagem_barbosa.pdf)> Acesso em 19 fev. 2017.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem Matemática: Mapeamento das Ações Pedagógicas dos Educadores de Matemática**. Tese de Pós - Doutorado, USP, São Paulo - SP, 2003.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Portugal: Porto Editora, 1994.

DIAS, Maria Sara de Lima et al. A formação dos conceitos em Vigotski: replicando um experimento. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 18, n. 3, 2014.

KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. **The International Journal on Mathematics Education**, v. 38, n. 3, p. 302-310, jun. 2006.

MARCOS, Ana Rodríguez. Análisis y mejora de la propia enseñanza. **Revista Contexto & Educação**, v. 21, n. 76, p. 127-150, 2013.

MOREIRA, Marco A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2011.

PÉREZ GÓMEZ, A. I. Ensino para a compreensão. In: SACRISTAN, J. Gimeno; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **Compreender e Transformar o ensino**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-97.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Ed. Atlas, 1992.