



Universidade Federal de Mato Grosso
Instituto de Ciências Exatas e da Terra
Departamento de Matemática



Modelagem Matemática e Metodologia Ativa: Práticas pedagógicas alternativas ao ensino tradicional

Luis Henrique Cabral Generoso

Mestrado Profissional em Matemática: PROFMAT/SBM

Orientador: **Prof. Dr. Vinicius Machado Pereira dos Santos**

Trabalho financiado pela Capes

Cuiabá - MT

Julho de 2019

Modelagem Matemática e Metodologia Ativa: Práticas pedagógicas alternativas ao ensino tradicional

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação, devidamente corrigida e defendida por Luis Henrique Cabral Generoso e aprovada pela comissão julgadora.

Cuiabá, 26 de julho de 2019.

Prof. Dr. Vinicius Machado Pereira dos Santos
Orientador

Banca examinadora:

Prof. Dr. Vinicius Machado Pereira dos Santos
Prof. Dr. Djeison Benetti
Prof. Dr. William Vieira Gonçalves

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT, da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Matemática**.

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

G326m Generoso, Luis Henrique Cabral.
Modelagem matemática e metodologia ativa : práticas pedagógicas alternativas ao ensino tradicional / Luis Henrique Cabral Generoso. -- 2019
x, 44 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Vinicius Machado Pereira dos Santos.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação Profissional em Matemática, Cuiabá, 2019.
Inclui bibliografia.

1. Ensino de Matemática. 2. Aprendizagem Baseada em problemas. 3. Problematização. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática em Rede Nacional - Profmat
Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança - 78.060900 - Cuiabá/MT
Tel: (65) 3615-8576 – E-mail: profmat@ufmt.br

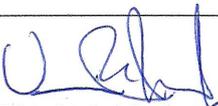
FOLHA DE APROVAÇÃO

Título: "Modelagem matemática e metodologia ativa: Práticas pedagógicas alternativas ao ensino tradicional"

Autor: Luis Henrique Cabral Generoso

defendida e aprovada em 08/07/2019.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca/Orientador Doutor 
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Examinador Interno Doutor 
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Examinador Externo Doutor 
Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso

Cuiabá, 8/7/2019.

Agradecimentos

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora Auxiliadora por toda força e proteção durante a caminhada no programa PROFMAT, desde o dia do exame de ingresso ao dia da defesa!

Agradeço ao meu pai, Antonio Generoso de Moraes, por todo carinho, auxílio, conselho e incentivo durante o mestrado! Seu exemplo de luta e dedicação pela família e pelos meus estudos sempre foram reconfortantes!

Agradeço a minha mãe, Adriana Aparecida Cabral Generoso, por todos os cuidados e atenção dados durante essa caminhada, sem a qual não conseguiria ter finalizado!

Agradeço ao meu irmão, Guilherme Cabral Generoso, por sempre estar presente, e ser meu companheiro nos momentos de alegria, diversão e medo!

Agradeço a minha família que sempre se mostrou solícita e compreensível, dando todo suporte necessário para terminar essa campanha!

Agradeço a minha noiva, Jaqueline Soares de Almeida, por toda ajuda, compreensão, carinho e incentivo para não desistir dessa caminhada!

Agradeço aos meus amigos que acompanharam essa trajetória e que sempre foram compreensíveis com os momentos ausente devido aos estudos e trabalhos!

Agradeço a família PROFMAT 2017. No início, não foi muito unido, porém, quando começamos a semear essa amizade linda e maravilhosa, engatamos em muitos momentos de estudos, lágrimas, diversão e muita comida! Obrigado Jaqueline Soares, Adriana, Claudio, Claudeir, Ondrias, Jaqueline Aparecida, Juliano, Alexandre, Priscila, Paula, Zeila, Osvaldo, Valcir, Vinícius e Silvana.

Agradeço a todos os professores do departamento de matemática da UFMT, campus Cuiabá, que sempre nos incentivaram e estavam presentes quando precisamos de ajuda, em especial meu orientador Vinícius.

Obrigado a todos.

Por isso, não percam a coragem, pois ela traz uma grande recompensa.

Vocês precisam ter paciência para poder fazer a vontade de Deus e receber o que ele promete.

Pois, como ele diz nas Escrituras Sagradas: “Um pouco mais de tempo, um pouco mesmo, e virá aquele que tem de vir; ele não vai demorar

E todos aqueles que eu aceito terão a fé em mim e viverão. Mas, se uma pessoa voltar atrás, eu não ficarei contente com ela.”

Nós não somos gente que volta atrás e se perde. Pelo contrário, temos fé e somos salvos.

Hebreus 10:35-39

Resumo

Como professor da Rede Pública de Ensino do Estado de Mato Grosso vivencio o desafio e os problemas de se ensinar matemática. Para superar os obstáculos que encontro, senti a necessidade de aprofundar os meus conhecimentos sobre práticas pedagógicas diversas que não se baseiem somente em transmitir o conteúdo de matemática. Desta forma, neste trabalho são elencadas quatro metodologias que colocam o aluno como protagonista do processo de ensino, sendo elas a Modelagem Matemática, Metodologia da Problematização, Aprendizagem Baseada em Problemas e Espiral Construtivista. O trabalho compreende uma revisão literária, apresentação das sequências didáticas de cada metodologia, fazendo um comparativo entre elas e mostrando os pontos em comum e divergentes. Objetivamos, assim, apresentar alternativas de práticas pedagógicas que oportunizem ao aluno desenvolver um pensamento crítico reflexivo e também autonomia. Aproveitando as implementações e mudanças propostas pelo Governo Federal, é apresentado também um olhar à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) pelos olhos da Modelagem Matemática e das Metodologias Ativas, de modo que possamos identificar se existe acolhimento da Modelagem Matemática e das Metodologias Ativas. No final, apresentamos um comparativo entre as metodologias e as ações propostas pela BNCC.

Palavras chave: Ensino de Matemática, Aprendizagem Baseada em Problemas, Problematização.

Abstract

As a teacher at the Mato Grosso State Public School I experience the challenge and problems of teaching math. To overcome the obstacles I encounter, I felt the need to deepen my knowledge of diverse pedagogical practices that are not based solely on conveying the content of mathematics. Thus, in this work are listed four methodologies that place the student as protagonist of the teaching process, which are the Mathematical Modeling, Problematization Methodology, Problem Based Learning and Constructivist Spiral. The work comprises a literary review, presentation of the didactic sequences of each methodology, comparing them and showing the common and divergent points. Thus, we aim to present alternatives of pedagogical practices that enable the student to develop reflective critical thinking and also autonomy. Taking advantage of the implementations and changes proposed by the Federal Government, we also present a look at the Common National Curriculum Base (BNCC) through the eyes of Mathematical Modeling and Active Methodologies, so that we can identify if there is a host of Mathematical Modeling and Active Methodologies. In the end, we present a comparison between the methodologies and the actions proposed by the BNCC.

Keywords: Teaching of Mathematics, Problem Based Learning, Problematization.

Sumário

Agradecimentos	iv
Resumo	vi
Abstract	vii
Lista de figuras	ix
Lista de tabelas	x
Introdução	1
1 Uma breve contextualização da Modelagem Matemática	7
1.1 Introdução à Modelagem Matemática	7
1.2 História da Modelagem	13
2 Metodologias Ativas	15
2.1 Problematização	16
2.2 Aprendizagem Baseada em Problemas - ABP	18
2.3 Espiral Construtivista - EC	20
3 Métodos ativos e o Ensino de Matemática	26
3.1 As metodologias no PROFMAT	26
3.2 Comparativo entre metodologias	27
3.3 A BNCC e as metodologias	36
Considerações finais	40
Referências Bibliográficas	44

Lista de Figuras

1.1	Etapas da Modelagem matemática. Fonte: Meyer et al. (2011).	10
1.2	Etapas da Modelagem matemática. Fonte: Bassanezi (2002).	12
2.1	Arco de Maguerez, adaptado por Bordenave e Pereira. Fonte: Bordenave e Pereira (1982)	18
2.2	Sete passos da Aprendizagem Baseada em Problemas. Fonte: Lima (2017)	19
2.3	Movimentos da Espiral Construtivista - EC. Fonte: Lima (2017)	21
2.4	Estrutura ESPP curso de medicina UFSCar. Fonte: Varga et al. (2009) . .	24

Lista de Tabelas

3.1	Comparativo entre processos metodológicos	32
-----	---	----

Introdução

Encontramos, atualmente, espaços para metodologias de ensino que colocam os alunos como protagonistas neste processo, muito diferente do ensino tradicional, que tem o foco na transmissão de conteúdos feita pelo professor, caracterizado por um aluno passivo que apenas atua como receptor e não participa ativamente de sua formação. Estas aberturas levam em conta as experiências vividas pelos alunos, bem como situações no cotidiano escolar e na comunidade onde a escola está inserida, pode-se propor atividades a serem desenvolvidas em situações reais buscando uma aproximação entre conteúdos e objetivos a serem alcançados.

Pensando no ponto de vista dos profissionais da educação básica, ensino fundamental e médio, existem propostas de Metodologias Ativas que podem ser incorporadas, de modo a proporcionar novas experiências de ensino-aprendizagem aos alunos, oportunizando um ensino crítico, criativo e reflexivo.

Uma tentativa de mudança nas propostas curriculares das escolas da educação básica é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que pode proporcionar mudança no processo de ensino-aprendizagem dos alunos e na ação do professor no ambiente de ensino.

Referências nacionais nos estudos de Modelagem Matemática como Bassanezi, Biembengut e Caldeira, sugerem que seja trabalhado nos cursos de formação de professores a Modelagem Matemática quanto metodologia de ensino, capacitando os professores a poder explorar os problemas encontrados na comunidade escolar, associando os trabalhos em sala aula com possíveis soluções. Dessa forma:

Os programas dessas disciplinas sugerem que, nas práticas de sala de aula, as propostas têm buscado encorajar os estudantes a se envolverem ativamente na sua aprendizagem; produzirem trabalhos a partir de necessidades, interesses, metas pessoais de forma desafiadora e talentosa e levarem a risco compromissos humanitários. Biembengut (2009).

Metodologias alternativas já podem ser observadas em algumas unidades educacionais, tanto no ensino básico quanto ensino superior, como a sala de aula invertida, pedagogia Waldorf, Aprendizagem Baseada em Projetos, cujo objetivo é proporcionar alternativas de ensino que desenvolvem o pensamento crítico criativo dos alunos. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é fazer uma comparação entre quatro metodologias que colocam os alunos como protagonistas do processo de ensino-aprendizagem, onde uma é utilizada no ensino de matemática, a Modelagem Matemática e três são comumente utilizadas na formação de profissionais da área da saúde, sendo elas: Problematização, Aprendizagem Baseada em Problemas e Espiral Construtivista.

Sendo assim, o trabalho surge como uma proposta de mostrar metodologias alternativas que têm por objetivo melhorar o desempenho dos alunos quanto ao aprendizado dos conteúdos propostos pelo currículo das escolas junto de seus objetivos de aprendizagem e o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo para resolução de problemas que possam estar relacionados a situações do cotidiano.

O questionamento entre a aprendizagem através do ensinamento teórico ou prático é debatido desde a Grécia Antiga, segundo Miorim (1998) como exemplo temos Platão e Isócrates. Platão defendia uma educação voltada para o ensino teórico, tendo como foco ou referência, o ensino de matemática, lógica e filosofia. A proposta educacional de Platão preconizava que os estudos matemáticos fossem desenvolvidos desde o nível mais básico, e não apenas no ensino superior, “a fim de ser um conhecimento importante não apenas pelo seu valor prático, mas pela sua capacidade de despertar o pensamento do Homem” (Miorim, 1998). Isócrates, por sua vez, considerado por alguns como o pai da cultura humanística, atribui ao estudo da retórica, como mais adequado para que o homem torne-se moral e espiritualmente realizado, com enfoque no ensino das artes literárias, sendo a matemática e filosofia deixadas em segundo plano, defendendo uma formação mais voltada para a prática.

“É assim que assistimos ao nascimento de uma discussão pedagógica que sempre será retomada, desse momento em diante, quando se apresenta uma nova proposta em educação. Ela diz respeito ao tipo de ensino mais adequado à formação do estudante e que tem como base a oposição entre os estudos científicos e literários. [...] O ensino mais adequado seria o teórico ou o mais voltado para as questões práticas?” (Miorim, 1998)

Na Europa medieval, a educação ficou sob domínio da igreja católica, sendo os mosteiros os mais importantes centros de cultura, com ensino destinado apenas aos clérigos, estudos voltados para o latim, com a prática pedagógica baseada na repetição e centrada nos valores e interesses do clero e da nobreza.

Com os ideais iluministas e renascentistas, os pensadores da idade moderna são reconhecidos como os primeiros autores a se contraporem à educação tradicional, onde o sujeito do ensino é o conteúdo e temas a serem trabalhados pelo professor. No entanto, mesmo as ideias centradas no homem e na razão, as práticas pedagógicas se mantiveram inalteradas, sendo o modelo, visto como inquestionável.

Jean-Jaques Rousseau (1712 - 1778) formulou a principal inovação da prática pedagógica, colocando o centro do processo de ensino aprendizagem nas necessidades e interesses dos educandos, deslocando o foco que antes era nos docentes e conteúdos, tendo repercussão no final do século XIX e início do XX com o movimento escolanovista, com enfoque nos problemas do cotidiano (Lima, 2017).

Também no início do século XX, o Behaviorismo, apresentado como uma alternativa a pedagogia tradicional, focalizou o condicionamento dos comportamentos observáveis. Tal vertente da psicologia, trabalha com o princípio de que “a conduta dos indivíduos é observável, mensurável, dando origem à teoria do comportamento ou comportamentalismo desenvolvida inicialmente pelo psicólogo norte-americano Burrhus Frederick Skinner, considerado um dos pais da psicologia comportamental” (Coelho e Dutra, 2018).

Segundo Coelho e Dutra (2018), o surgimento da concepção cognitivista vem da necessidade de explicar o pensamento humano, devido as limitações trazidas pelas concepções anteriores, com foco nos elementos subjetivos do processo de aprender ao invés do comportamento e no estudo do pensamento humano.

A teoria construtivista, que utilizou elementos da teoria genética de Jean Piaget (1896 - 1980), segundo Coelho e Dutra (2018) defende a ideia de que o ser está em constante construção e concepção em resultado da interação com o meio, a partir daí a

personalidade do indivíduo vai ser formando. Assim:

“O papel do professor na linha de pensamento piagetiana é o de observar o aluno, pesquisar quais são os seus conhecimentos prévios, seus interesses e, a partir dessa visão, procurar apresentar elementos para que o aluno construa seu conhecimento. O professor cria situações para que o aluno chegue ao conhecimento.”(Coelho e Dutra, 2018)

Outra contribuição para a teoria construtivista, veio de Lev Vygotsky e sua teoria sócio interacionista, sendo importante as relações sociais com o processo de aprendizagem. Segundo Coelho e Dutra (2018), tanto Vygotsky quanto Piaget levam em conta os aspectos biológicos, cognitivos, emocionais e sociais e defendem a interação como fator essencial no processo de construção do conhecimento.

David Ausubel, defensor da aprendizagem significativa, segundo Pelizzari et al. (2002), afirma que tal teoria de ensino e aprendizagem possui duas condições necessárias para que esteja caracterizada como aprendizagem significativa.

A primeira nos diz que para que haja a aprendizagem significativa o indivíduo deve estar disposto a aprender, caso contrário, a memorização e repetição de atividades, torna a aprendizagem mecânica.

A segunda, diz que o conteúdo a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, tem que ser lógico e psicologicamente significativo, sendo o significado lógico dependente do conteúdo a ser trabalhado e o significado psicológico, é uma experiência pessoal que o indivíduo possuiu, de modo que cada um possui sua filtragem para determinar se o conteúdo possui ou não significado para si próprio.

Durante o ano de 2017, o governo apresentou a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento de caráter normativo que se apresenta como um guia para que as escolas públicas e privadas reformulem seus Projetos Políticos Pedagógicos. Esse documento traz como proposta algumas ideias que são a favor do que a Modelagem Matemática propõe que seja trabalhada com os alunos, bem como apresenta ideias que são opostas.

Dessa forma, analisar as metodologias que serão apresentadas neste trabalho e olhar o documento BNCC a partir dessas metodologias, são objetivos de aprendizagem dessa dissertação.

No primeiro capítulo, será apresentado como pode ser caracterizada a Modelagem Matemática, tanto no âmbito educacional quanto científico. A modelagem Matemática pode ser compreendida como uma metodologia que traz o aluno para o centro do processo de ensino-aprendizagem, sendo ele protagonista e objeto principal deste processo, a par-

tir de situações vivenciadas pelos mesmos e levadas ao ambiente de ensino-aprendizagem de modo que com o auxílio do professor, as situações problemas estudadas possam ser observadas não apenas pelo olhar da matemática, mas proporcionando uma visão interdisciplinar e crítica criativa. Posterior a apresentação da Modelagem Matemática, duas sequências serão mostradas sobre como pode ser feito o processo de Modelagem Matemática de uma situação problema trazida pelos alunos para o ambiente de ensino-aprendizagem, segundo duas fontes: Meyer et al. (2011) e Bassanezi (2002). Em seguida, um breve apanhado histórico apresentando quando surgiram os primeiros trabalhos voltados para o ensino de matemática por meio da Modelagem Matemática.

Apresentaremos no segundo capítulo, a partir da leitura de textos sobre a formação dos profissionais da área da saúde, três metodologias alternativas ao ensino tradicional, também chamadas de Metodologias Ativas: a Problematização, a Aprendizagem Baseada em Problemas e a Espiral Construtivista. Tais Metodologias Ativas tem como ideia principal que o aluno/educando seja protagonista de seu processo de ensino-aprendizagem. A sequência didática apresentada por cada metodologia direciona quais os objetivos que esperam que o alunos alcancem ao final da atividade, seja em momentos de estudos ou de discussões em grupos, de pesquisas individuais ou de conversa com um professor ou tutor.

No terceiro capítulo, observaremos as metodologias apresentadas nos capítulos anteriores no banco de dissertações do PROFMAT. No segundo momento, dispomos uma tabela comparativa a partir das sequências didáticas de cada uma das quatro metodologias que serão discutidas. Posteriormente, é feito um comparativo entre a sequência didática de cada metodologia, a partir das descrições feitas nos capítulos anteriores. O objetivo desse comparativo é mostrar quais metodologias são mais próximas, os pontos e etapas comuns e também onde divergem. Sendo assim, é possível identificar qual o foco a ser trabalhado por cada metodologia e as condições necessárias para que os objetivos de aprendizagem possam ser alcançados pelos alunos. A última parte do terceiro capítulo objetiva apresentar alguns pontos da BNCC no qual a Modelagem Matemática e as Metodologias Ativas apresentam ideias que se aproximam e se afastam de tal proposta.

Nas considerações apontamos a partir das revisões literárias feitas sobre cada metodologia, verificamos e caracterizamos a Modelagem Matemática como uma Metodologia Ativa e, com base nas três Metodologias Ativas estudadas, apontamos qual delas mais se aproxima da Modelagem Matemática. Para finalizar o comparativo, uma breve

análise a partir da BNCC, observando quais pontos do documento são observados nessas Metodologias Ativas, dentre pontos comuns e de divergência.

Capítulo 1

Uma breve contextualização da Modelagem Matemática

Este primeiro capítulo tem por objetivo apresentar como é conceituado a Modelagem matemática e o seu processo histórico de construção, apontando os expoentes brasileiros no processo de difusão da Modelagem Matemática, como Rodney C. Bassanezi, Maria S. Biembengut e Aristides C. Barreto. Posteriormente, observaremos como é o processo de Modelagem Matemática segundo João Frederico da Costa de Azevedo Meyer e Rodney C. Bassanezi.

1.1 Introdução à Modelagem Matemática

A Modelagem Matemática pode ser compreendida como uma metodologia que traz o aluno como sujeito principal do ensino, tendo como prática pedagógica utilizar vivências e experiências dos alunos como situação problema para então explorar os conceitos matemáticos que podem justificar ou ser solução para o debate em questão. Sendo assim, “o primeiro passo a ser dado para se trabalhar com Modelagem é reconhecer a existência de um problema real, no sentido de ser significativo para os alunos e suas comunidades”(Meyer et al., 2011).

A Modelagem Matemática, quanto metodologia científica, pode ser entendida também como um processo dinâmico para a validação de modelos matemáticos, uma forma de prever tendências através da abstração e generalização, segundo Bassanezi (2002), “consistindo essencialmente na arte de transformar situações da realidade em problemas

matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual”.

A aplicação da modelagem no ambiente de ensino-aprendizagem, pode oportunizar a capacidade do aluno de observar o mundo ao seu redor, ao redor de sua casa, da comunidade escolar, do bairro etc., de modo que possa despertar um olhar crítico sobre as situações problemas, a partir das análises dos resultados propostos com as atividades praticadas.

Assim, educar pela matemática, na perspectiva da Cultura, fazendo uso dos pressupostos da Modelagem como uma concepção de educar matematicamente, requer dos professores e dos estudantes a sensibilidade de perceber o diferente.[...] Nesse sentido, tentar enxergar o “outro” ou o “novo” etno-conhecimento matemático não deve implicar aceitá-lo passivamente, mas fazer com que tais conhecimentos possam conduzir o estudante a um lugar diferente de onde ele está. (Meyer et al., 2011)

A situação a ser analisada é decidida no ambiente de ensino-aprendizagem pelos alunos. A exemplo, um professor pode questionar sua turma sobre o que gostariam que fosse alterado ou implantado no bairro próximo à unidade escolar, para melhor lazer das famílias. Os alunos podem chegar a conclusão de que não há um espaço de lazer, como praça ou área de exercícios e sugerir a construção de um parque de recreação com brinquedos numa praça dentro do bairro.

Alguns pontos que podem ser observados para tal construção são: área disponível para construção do parque, materiais necessários para fabricação dos brinquedos, qual praça do bairro é mais indicada (levando em consideração a iluminação, a localização, a proximidade a vias movimentadas, aos pontos de ônibus, aos comércios), valor viabilizado para construção etc..

Observamos que não temos como única variável a quantidade de gastos com tal obra, mas sim diversas variáveis que oportunizam a melhor vivência dos moradores do bairro. Desse modo, devemos eleger algumas dessas variáveis para que possamos encontrar um modelo matemático que atenda a necessidade do problema elencado pelos alunos.

Sendo assim, “todo problema tem de ser tratado com passo de simplificação, e, às vezes, a simplificação que fazemos é para facilitar a resolução matemática” (Meyer et al., 2011). Não que os itens simplificados não serão abordados pelos alunos, pelo contrário, é fundamental que o aluno compreenda a situação problema a ser estudada em sua totalidade, assim o aluno compreende quão relevante é o estudo que está fazendo e pode conseguir ter um conhecimento crítico sobre a situação a ser debatida.

Desse modo, oportunizamos aos alunos a problematização do que está aconte-

cendo ao seu redor, ajudando a desenvolver senso crítico e observar o que acontece e não apenas aceitar a situação que ocorre, mas encarando-a e investigando quais fatores compõe aquela situação, trazendo um olhar investigativo para possíveis soluções, auxiliando também para que evitem o pragmatismo daqueles que estejam frequentando os bancos escolares para apenas reproduzir e copiar.

[...]a modelagem, enquanto concepção de educar matematicamente, também fortalece tal entendimento e tem papel fundamental nesse processo, porque é por meio dela que temos a oportunidade de levar os alunos a problematizar suas práticas com situações do cotidiano - e possam dele se apropriar, intermediado pela ação do professor nas suas práticas...“ quando a atividade de modelagem é proposta, o professor pede ao aluno que busque por situações cotidianas que possam servir para compreender determinado fenômeno que ocorre na região onde mora, seja o porque de um rio estar tão poluído, saber qual a quantidade de pés de manga são suficientes para atender uma comunidade”. Meyer et al. (2011)

Como a proposta abordada pela Modelagem é de aproveitar situações vivenciadas pelos alunos (ou que estão em ênfase no bairro e comunidade escolar) nem sempre é possível encaixar todas as situações com a sequência didática do currículo escolar, que já é pré-definido.

Dessa forma, os conteúdos e os conceitos que o professor vai apresentar como parte de resolução do problema a ser modelado, e possivelmente solucionado, pode não ser linear, dando autonomia e liberdade ao professor quanto ao conteúdo, tendo em vista que os problemas são trazidos pelos alunos.

Um complemento aos modelos que podem ser trabalhados, de modo que são inseridos conceitos computacionais aos alunos, são as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), como a utilização de softwares, ferramentas de pesquisas, planilhas, e ambiente virtuais de aprendizagem.

Pensando no professor de nível fundamental e médio, a modelagem é atrativa para interagir conceitos interdisciplinares e aproveitar os conhecimentos prévios que o aluno traz de seu ambiente familiar e regional. Tais facilitadores são chamados por David Ausubel (Pelizzari et al., 2002) de “subsunçores”, estrutura de conhecimento específica já internalizada para o aluno, tornando assim a aprendizagem potencialmente significativa. Desse modo, é intrínseco olhar para o aluno, para sua realidade, sua comunidade, suas necessidades, relações e desejos.

Meyer et al. (2011) apresenta, no esquema abaixo, figura 1.1, o processo de Modelagem Matemática contendo 5 passos.

O primeiro consiste em identificar qual o problema a ser estudado pelos alunos a partir de situações que estão presentes na realidade deles. O segundo passo é marcado pela simplificação das hipóteses do problema, dada a complexidade que a situação pode ter e permitindo-se voltar a etapa anterior e olhar a situação inicial. No terceiro momento, é feito o modelo matemático e a resolução aproximada do mesmo. A quarta etapa é a validação da solução matemática encontrada pelo modelo feito na etapa anterior. Neste momento, os resultados obtidos são avaliados e interpretados buscando compreender, de forma aproximada, quais decisões devem ser tomadas. Caso a solução encontrada seja inviável, é possível retornar a primeira etapa fazendo alterações nas hipóteses iniciais. A quinta etapa consiste nos processos decisórios que serão tomados a partir dos resultados obtidos na quarta etapa. O professor deve debater com os estudantes sobre a solução aproximada encontrada para o problema e, se possível, apresentar a comunidade escolar os resultados obtidos, indicando às autoridades responsáveis pela situação estudada uma solução para o mesmo.

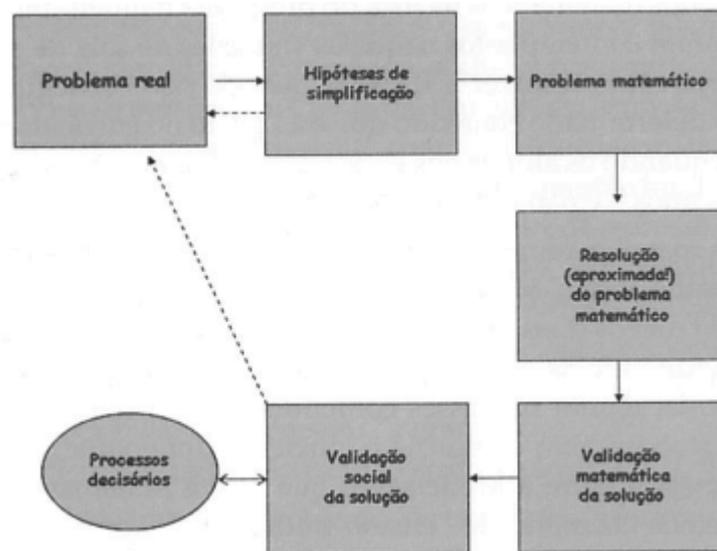


Figura 1.1: Etapas da Modelagem matemática. Fonte: Meyer et al. (2011).

Bassanezi (2002) traz os passos da Modelagem Matemática de uma situação ou problema real obedecendo a seguinte sequência:

1. **Experimentação:** Uma atividade laboratorial onde se processa a obtenção de dados, onde a contribuição de um matemático pode ser fundamental, direcionando

a pesquisa no sentido de facilitar o parâmetro do modelo e dos cálculos que serão desenvolvidos.

2. **Abstração:** Momento em que deve levar a formulação dos modelos matemáticos, procurando estabelecer: Seleção das variáveis, dentre as que descrevem a evolução do sistema e as variáveis de controle que agem sobre o sistema, tendo-as claramente bem definidas; problematização ou formulação dos problemas teóricos numa linguagem própria da área em que se está trabalhando, levando a formulação de problemas com enunciados que devem ser explicitados de forma clara, compreensível e operacional; formulação de hipóteses que servem para dirigir a investigação e são comumente formulações gerais que permitem ao pesquisador deduzir manifestações empíricas específicas; simplificação do modelo matemático, que por sua vez apresenta-se de forma bem complexa, devido as variáveis e os detalhes em questão.
3. **Resolução:** Aplicando a linguagem matemática às hipóteses do problema em questão, obtemos o modelo matemático. Tal tradução pode ser feita pelas equações. Devido a complexidade, métodos computacionais são os mais adequados para determinar uma solução aproximada do problema, dando dicas também para possíveis soluções analíticas. Sendo assim, a modelagem pode vir a ser um fator responsável para o desenvolvimento de novas técnicas e teorias matemáticas quando os argumentos conhecidos não são eficientes para fornecer solução aos modelos.
4. **Validação:** Processo de verificação e aceitação do modelo proposto. A solução apresentada é colocada juntamente às hipóteses para confirmação de que é viável como resposta para o problema, sendo o grau de aproximação o fator determinante para o aproveitamento e validação da previsão obtida. A interpretação dos resultados obtidos através dos modelos pode ser feita com o uso de gráficos, que facilita avaliar as previsões ou mesmo sugerir um aperfeiçoamento dos modelos.
5. **Modificação:** Nessa etapa, podem ser feitas modificações no modelo estabelecido devido ao resultado ser insatisfatório ou com objetivo de refinamento do modelo. Das possíveis mudanças, pode-se fazer alteração de alguma hipótese inicial, recolhimentos dos dados experimentais ou informações obtidas de forma incorreta, reconsiderar outras variáveis e revisão de possíveis erros no desenvolvimento matemático formal.

Uma representação do modelo apresentado por Bassanezi (2002) pode ser visto na figura 1.2

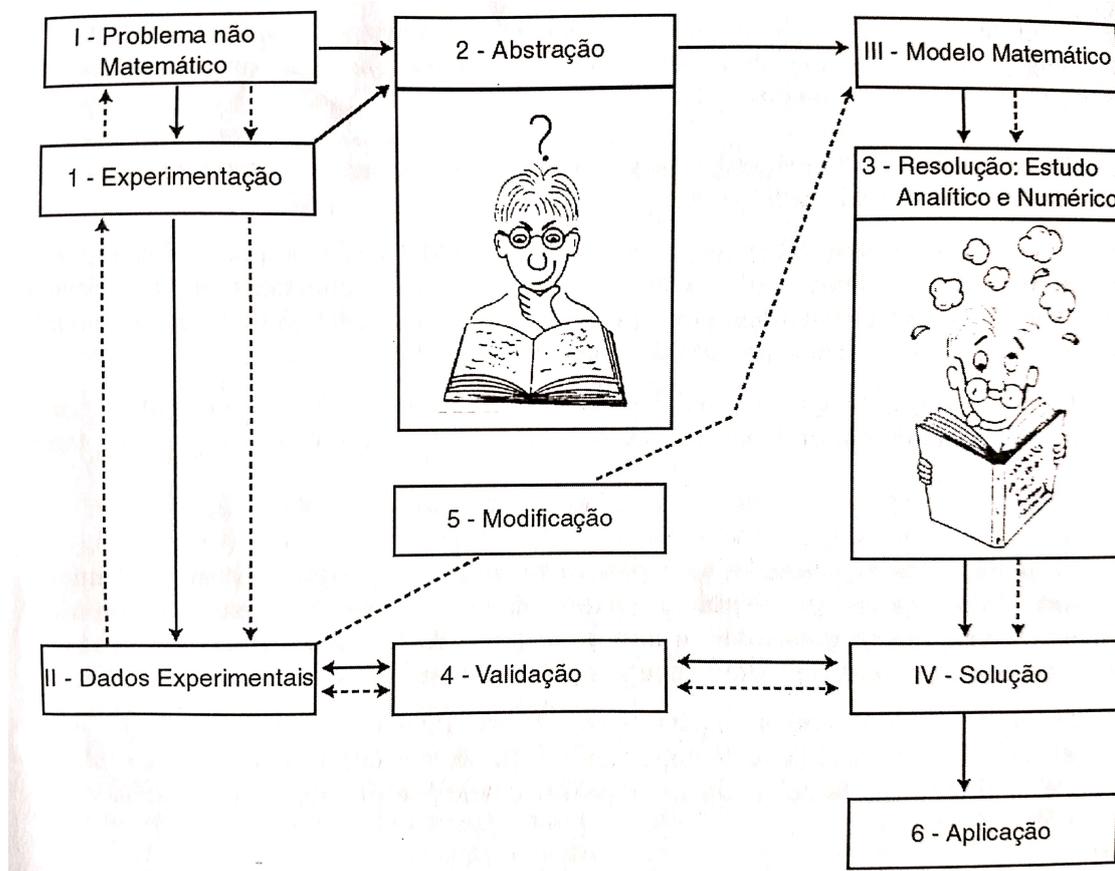


Figura 1.2: Etapas da Modelagem matemática. Fonte: Bassanezi (2002).

Nenhum modelo deve ser considerado como definitivo, sendo passível de alterações e refinamentos, sejam nas hipóteses, equações matemáticas ou dados experimentais obtidos. Assim, o aperfeiçoamento possibilita previsões mais precisas resultando em tomadas de decisões mais acertivas.

Segundo Meyer et al. (2011), o processo de avaliação feito pelo professor não é caracterizado como um dos passos do processo de Modelagem, pois diferente das avaliações feitas nas aulas tradicionais (provas, apresentação de trabalhos, resolução de listas de exercícios etc.) a avaliação do educando é feita de forma contínua, pela sua participação durante os processos. O professor tem a oportunidade de acompanhar cada aluno, ou grupo de alunos, durante o processo, de modo que fica perceptível, aos olhos do educador, quais passos estão sendo mais difíceis, quais estão mais simples, os momentos em que

o grupo interage para alcançar determinada solução, situações em que é feito trabalho individual etc..

1.2 História da Modelagem

O debate sobre Modelagem Matemática ocorre inicialmente na década de 1960, no cenário internacional, com os Utilitaristas, movimento no qual é observado a aplicação prática dos conhecimentos matemáticos para a ciência e a sociedade.

Segundo Biembengut (2009), a partir de então alguns eventos internacionais têm abordado o tema “matemática em sua realidade e aplicações no mundo”, como “Lausanne Symposium”, em 1968 na Suíça, com o tema “Como ensinar matemática de modo que seja útil”. Um grupo liderado por Hans Freudenthal e um outro, coordenado por Bernhelm Booss e Mogens Niss atuavam neste sentido. Em 1978, na cidade de Roskilde (Dinamarca), foi feito um congresso com o tema “Matemática e Realidade”, que contribuiu para a consolidação em 1983, do Grupo Internacional de Modelagem Matemática e Aplicações - (ICTMA, sigla em inglês) - filiado ao “ICMI (International Commission on Mathematical Instruction)”.

Participantes brasileiros nesses eventos internacionais influenciaram o Brasil, praticamente ao mesmo tempo, impulsionando a consolidação da modelagem na educação matemática, “tais referências como: Aristides C. Barreto, Ubiratan D’Ambrósio, Rodney C. Bassanezi, João Frederico da Costa de Azevedo Meyer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani, iniciaram um movimento pela modelagem no final do anos 1970 e início dos anos 1980” (Biembengut, 2009).

Atualmente, pesquisas e relatos de experiências sobre o tema tem aumentado de forma expressiva, assim como professores buscando cursos (extensão e pós-graduação), publicações e cursos de formação de professores de Matemática (Licenciaturas) vêm incluindo em sua grade curricular disciplinas que abordam a temática da modelagem na educação.

“Alguns anos atrás, os professores ministravam (e muitos ainda continuam) a mesma aula de matemática para quem fazia Estatística, Geologia, Matemática, Agronomia ou Mecatrônica, porque a Matemática era uma só. Tal afirmação é essencial para compreender a necessidade do uso da modelagem como metodologia para o ensino de matemática, seja para escola básica ou nível superior, de modo que para pegá-la e levá-la para a sala de aula, temos que considerar uma variável importante: em salas de aula, existem alunos.” (Meyer et al., 2011)

Biembengut (2009) cita dois dos principais professores, pesquisadores, a trabalhar com Modelagem Matemática no Brasil: Aristides C. Barreto, o primeiro a realizar experiências de modelagem na educação brasileira e a representar o Brasil em congressos internacionais apresentando trabalhos sobre o tema, além de divulgar seus trabalhos em cursos de pós-graduação, e Rodney C. Bassanezi, um dos maiores disseminadores por meio de cursos de formação continuada e de pós-graduação em Modelagem Matemática, que ministrou em diversas instituições em quase todos os estados brasileiros.

Feita essa apresentação da Modelagem Matemática, seus passos, procedimentos e aplicações na contexto pedagógico curricular, observamos que essa metodologia coloca-se como alternativa para que o educador possa trabalhar em suas aulas e, assim, inserir os conteúdos (álgebra, geometria ou aritmética) no ambiente de ensino-aprendizagem a partir dos conhecimentos prévios e de problemas observados no cotidiano dos alunos, podendo ser usado tanto no ensino básico quanto no ensino superior.

No entanto, esse recurso não é exclusivo da área de exatas. Outras metodologias estão sendo utilizadas em cursos de outras áreas e possuem aproveitamento, tanto por parte dos educadores quanto dos educandos. No próximo capítulo, apresentaremos outras metodologias e observaremos suas características para, posteriormente, podermos comparar com a Modelagem Matemática, seja no processo de tomada de decisões, nos conhecimentos prévios dos educandos e também nos objetivos educacionais e profissionais.

Capítulo 2

Metodologias Ativas

Neste capítulo, apresentaremos o conceito de Metodologia Ativa, com ênfase em três vertentes: Problematização, Aprendizagem Baseada em Problemas e Espiral Construtivista e o processo metodológico de cada uma. As referências utilizadas são de experimentos e pesquisas realizadas em cursos de formação e capacitação de profissionais da área da saúde. Apesar do enfoque ser dado nesses setores, eles não são os únicos campos que utilizam Metodologias Ativas como prática pedagógica.

Metodologias ativas podem ser compreendidas como alternativas metodológicas com uma abordagem contrária ao ensino tradicional focado nos componentes curriculares, de modo que proporcionem o desenvolvimento do olhar crítico e reflexivo do educando em relação ao que estão fazendo.

Segundo Lima (2017), “são consideradas tecnologias que proporcionam engajamento dos educandos no processo educacional e que favorecem o desenvolvimento de sua capacidade crítica e reflexiva ao que estão fazendo”.

Observando historicamente, a formação de profissionais em cursos superiores sempre foi pautada no ensino tradicional, também conhecido como ensino bancário, onde o professor, detentor do conhecimento, atua como banco e os alunos como caixinhas de depósito de conhecimento. Sendo assim, não há interação entre o sujeito que aprende e o objeto de estudo, sendo o aluno um mero receptor. Dessa forma, “as metodologias ativas estão alicerçadas em um princípio teórico significativo: a autonomia, algo explícito na inovação de Paulo Freire. A educação contemporânea deve pressupor um discente capaz de autogerenciar ou autogovernar seu processo de formação.” (Mitre et al., 2008)

Sendo assim, colocam o aluno como sujeito do processo de ensino-aprendizagem

no ambiente que esteja inserido, com o objetivo de desenvolver o senso crítico do aluno perante a realidade ao qual está.

Tais metodologias, nos tempos atuais, são amplamente usadas na formação de profissionais da área da saúde, com várias vertentes como: Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning - PBL), Aprendizagem Baseada em Projetos, Problematização, Espiral Construtivista, dentre outras. Neste trabalho, serão feitas as descrições e comparações dentre três dessas metodologias, a ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas), Problematização e Espiral Construtivista.

Sendo assim, segundo (Cesario et al., 2018), as metodologias ativas de aprendizagem tiveram suas bases teóricas pautadas nas teorias construtivista (Jean Piaget), sócio-construtivista (Lev Vygotsky), aprendizagem significativa (David Ausubel), formação integral e a importância das emoções (Henri Wallon) e pedagogia autônoma e libertadora (Paulo Freire).

Uma característica comum dentre essas metodologias é que os temas e os problemas estudados pelos alunos são escolhidos por um professor (pode ser tratado como tutor ou facilitador) ou uma comissão de professores que fazem a elaboração dos problemas, que são situações reais (problemas clínicos), vivências de um profissional da área.

No entanto, são questões que o educador irá elaborar, trazendo prontas para o ambiente de ensino-aprendizagem e tentando relacionar com situações vivenciadas pelos educandos, de modo que não é necessariamente algo que esteja voltado para a realidade daquele aluno naquele instante, estimulando o educando a “aprender a aprender” e a desenvolver um senso crítico e criativo.

2.1 Problematização

A metodologia da Problematização é baseada no Arco de Maguerez, adaptado por Bordenave e Pereira (1982). O esquema possui cinco etapas, tendo como ponto de partida e de chegada a realidade ou um recorte da realidade, sendo eles: Observação da Realidade; Pontos-Chaves; Teorização; Hipóteses de solução e Aplicação à Realidade. Podemos ver a seguir uma releitura dos passos da problematização segundo Berbel (1998):

1. **Observação da Realidade:** é feito um olhar sobre a realidade social, concreta, pelos alunos a partir de um tema ou unidade de estudo, sendo orientado pelo pro-

fessor a olhar atentamente e registrar, sistematizadamente, o que perceberam sobre a parcela da realidade em que aquele tema está sendo vivido, podendo ser direcionados por questões que os auxiliem a focalizar. Permite que os alunos identifiquem dificuldades, carências e discrepâncias que serão transformadas em problemas, ou seja, serão problematizados. Poderá ser eleito um desses problemas para todo o grupo estudar ou, então, vários temas distribuídos em pequenos grupos.

2. **Pontos-Chaves:** Momento de refletir sobre quais são as possíveis causas da existência do problema em estudo, observando os problemas que existem a partir das informações que possuem. A partir dessa reflexão, os alunos são levados a perceber que problemas de ordem social (educação, atenção à saúde, da cultura e das relações sociais) são complexos e, geralmente, multideterminados. São levados a questionar quais os possíveis maiores determinantes do problema, percebendo que existem variáveis menos diretas, menos evidentes, mas que interferem na existência daquele problema em estudo. Essa reflexão deve levá-los a elaboração dos pontos-chaves que deverão ser estudados para compreensão do problema, de modo que leve a elaboração de uma possível solução.
3. **Teorização:** Etapa caracterizada pelos estudos e investigação. Os alunos se organizam para buscar informações sobre o problema a partir dos pontos-chaves definidos na etapa anterior, seja em biblioteca, livros especializados, especialistas sobre o assunto, observação do fenômeno, aulas e palestras etc.. Todas as informações são tratadas, analisadas e avaliadas quanto a contribuição para resolução do problema.
4. **Hipóteses de Solução:** Após todo o estudo realizado, os alunos, a partir da criatividade e criticidade, devem desenvolver possíveis hipóteses de solução como fruto da compreensão profunda que se obteve sobre o problema. O que deve acontecer para que o problema seja solucionado? O que precisa ser providenciado?
5. **Aplicação à Realidade:** A última etapa é a execução ou encaminhamento das decisões tomadas pelo grupo. Assim, é colocado em prática, depois de muito estudo e aperfeiçoamentos, os frutos dos debates.

Segue abaixo uma ilustração (Figura 2.1) da sequência dos passos da problematização:

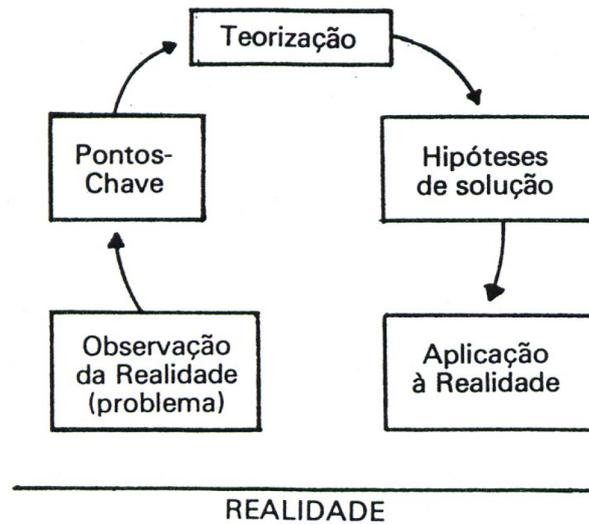


Figura 2.1: Arco de Maguerez, adaptado por Bordenave e Pereira. Fonte: Bordenave e Pereira (1982)

Caminhando por etapas distintas (figura 2.1) e encadeadas a partir de um problema constatado na realidade, os alunos exercitam a cadeia dialética de ação - reflexão - ação, constituindo a Metodologia da Problematização, “como um conjunto de métodos, técnicas, procedimentos ou atividades intencionalmente selecionadas e organizadas em cada etapa, de acordo com a natureza do problema em estudo e as condições gerais dos participantes” (Berbel, 1998). Assim, prepara-se o estudante/ser humano para tomar consciência de seu mundo e atuar com objetivo de transformá-lo num lugar melhor.

2.2 Aprendizagem Baseada em Problemas - ABP

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP ou PBL - Problem Based Learning) é uma metodologia ativa que tem sido adotada na formação de profissionais da área da saúde, em especial nos cursos de medicina. Conforme Sakai e Lima (1996)

O PBL é o eixo principal do aprendizado teórico do currículo de algumas escolas de Medicina, cuja filosofia pedagógica é o aprendizado centrado no aluno. É baseado no estudo de problemas propostos com a finalidade de fazer com que o aluno estude determinados conteúdos. Embora não constitua a única prática pedagógica, predomina para o aprendizado de conteúdos cognitivos e integração de disciplinas. Esta metodologia é formativa à medida que estimula uma atitude ativa do aluno em busca do conhecimento e não meramente informativa, como é o caso da prática pedagógica tradicional. (apud. Berbel, 1998)

Nos ambientes de ensino-aprendizagem são feitas tutorias, com grupos de 8 a 10 alunos sendo um deles o coordenador e, o outro, o secretário da tutoria, havendo rodízio

nas funções de sessão em sessão para que todos tenham a oportunidade de cumprir essas atividades. E um tutor atua como facilitador/intermediador dos debates e pesquisas.

O grupo é apresentado a um problema pré elaborado pela comissão de elaboração de problemas e devem seguir alguns passos que caracterizam a ABP, conforme o quadro abaixo (figura 2.2):

Passo 1 - Esclarecer termos e expressões no texto do problema
Passo 2 - Definir o problema
Passo 3 - Analisar o problema
Passo 4 - Sistematizar análise e hipóteses de explicação ou solução do problema
Passo 5 - Formular objetivos de aprendizagem
Passo 6 - Identificar fontes de informação e adquirir novos conhecimentos individualmente
Passo 7 - Sintetizar conhecimentos e revisar hipóteses iniciais para o problema

Figura 2.2: Sete passos da Aprendizagem Baseada em Problemas. Fonte: Lima (2017)

Para a elaboração dos problemas que serão trabalhados com os educandos, é formada uma Comissão de Proposição de Problemas composta por um grupo de profissionais habilitados na área, devido a experiência na formulação de problemas e casos clínicos, de modo que as situações propostas estejam adequados ao desenvolvimento dos temas elaborados pela Comissão de Currículo, cujo objetivo é a formulação dos componentes curriculares, juntamente com a Comissão de Avaliação e Comissões Diretoras.

A construção do problema segue algumas orientações seguidas pela faculdade de Medicina da Universidade de Maastricht-Holanda, segundo Sakai e Lima (1996), deve

1. consistir de uma descrição neutra do fenômeno para o qual se deseja uma explicação no grupo tutorial;
2. ser formulado em termos concretos;
3. ser conciso;
4. ser isento de distrações;
5. dirigir o aprendizado a um número limitado de itens;
6. dirigir apenas a itens que possam ter alguma explicação baseada no conhecimento prévio dos alunos;
7. exigir não mais que em torno de 16 horas de estudo independente dos alunos para que seja completamente entendido de um ponto de vista científico (complementação e aperfeiçoamento do conhecimento prévio). (apud. Berbel, 1998)

Aliado aos problemas, situações para treinamento de habilidades psicomotoras devem ser desenvolvidas de modo que desenvolva a autonomia e independência dos alunos. Assim, proporciona que o educando estude situações suficientes para se capacitar a procurar o conhecimento por si mesmo, segundo (Berbel, 1998) aprendendo a aprender,

para quando se deparar com situações problemas do cotidiano. Observamos essa característica na teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, conforme Pelizzari et al. (2002)

As avaliações podem ser: feitas em cada módulo; avaliações progressivas dos conhecimentos dos alunos; das habilidades esperada em cada tutoria; ao término de cada módulo temático; com objetivo de avaliar a qualidade de cada módulo. Sobretudo, avaliando os problemas que foram utilizados para abordar os temas estudados, observando como foi a interação e a discussão entre os membros do grupo e as atitudes dos educandos durante as tutorias.

2.3 Espiral Construtivista - EC

Marcada por ser uma metodologia problematizadora, a Espiral Construtivista (EC) é uma metodologia ativa onde a aprendizagem ocorre com base na visão do todo para, posteriormente, se organizar em partes. Fazendo uso das ideias da concepção construtivista de educação, do princípio da globalização e da teoria sociointeracionista, de modo que:

“busca substituir processos de memorização e de transferência fragmentada de informações do professor para o estudante. Parte da premissa de que aprender não é reproduzir a realidade, mas ser capaz de elaborar uma representação pessoal sobre esta e seus conteúdos”. (Varga et al., 2009)

O educador/facilitador traz para o ambiente de ensino-aprendizagem temáticas com os objetivos de aprendizagem já estabelecidos. Sendo assim, tal facilitador tem um objetivo a cumprir e conduz o desenvolvimento dos educando, de modo que sempre acolhe as informações e observações trazidas. Desta forma, o educando deve estar disposto a aprender, sendo o conteúdo potencialmente significativo, lógica e psicologicamente e então, “quanto mais relevante para a vida do estudante for o conhecimento adquirido, mais capacidades podem ser desenvolvidas de forma efetiva no processo de aprendizagem”. Varga et al. (2009)

Verificamos abaixo um modelo visual da EC feita por Lima (2017), mostrando a sequência dos movimentos desenvolvidos pelos educandos:



Figura 2.3: Movimentos da Espiral Construtivista - EC. Fonte: Lima (2017)

O movimento da espiral possui 6 momentos (figura 2.3), sendo divididos em duas partes: Síntese Provisória e Nova Síntese. A Síntese Provisória é composta pelos momentos Identificação de problemas, Formulação de especulações e Elaborando questões. A Nova Síntese é formada pela Busca de novas informações, Construindo novos significados e Avaliando processo e produtos.

A Síntese provisória corresponde ao momento de síntese, como uma visão global e inicial da realidade e a Nova Síntese, aos momentos de análise e síntese. A partir da busca, a Nova Síntese representa a possibilidade de reconstrução dos saberes, à luz da ciência. Dos seis movimentos da EC, somente a busca é realizada individualmente. Os demais são desenvolvidos em encontros de pequenos grupos com oito a dez educandos e um facilitador de aprendizagem, que devem estabelecer um conjunto de pactos para o trabalho coletivo. (Lima, 2017)

Podemos observar abaixo uma releitura, segundo Lima (2017), dos seis movimentos da EC, que começam pela **Síntese Provisória**, composta por:

1. **Identificando Problemas:** A partir dos conhecimentos, percepções, sentimentos e valores prévios de cada educando, os problemas ou desafios identificados, podem ser agrupados, representando o ponto de partida do processo de ensino-aprendizagem;
2. **Formulando Explicações:** A partir da identificação, cada educando faz a exposição dos pressupostos iniciais sobre a ocorrência dos problemas, compartilhando as explicações que justificam tal situação, surgindo, assim, as hipóteses para a resolução do problema. “Os repertórios construídos nas experiências de cada educando devem ser, respeitosamente, considerados. O conhecimento de imprecisões,

incompletudes, incongruências, ambiguidades e outros desafios devem resultar na elaboração de questões de aprendizagem” (Lima, 2017).

3. **Elaborando Questões:** As questões representam as necessidades de aprendizagem dos educandos, devendo focalizar em aspectos que permitam ao grupo ampliar seu entendimento e possibilidades de intervenções sobre uma determinada situação e coletivamente construídas e pactuadas, permitindo o testes das hipóteses. Assim, “A importância que todos pesquisem as mesmas questões é decorrente da estratégia de validação de um determinado conhecimento por meio da análise e confronto de diferentes fontes e autores” (Lima, 2017).

A **Nova Síntese** é formada pelos seguintes passos:

1. **Buscando Novas Informações:** A partir das facilidades e dificuldades no acesso a informações, o facilitador apoia e impulsiona a análise das estratégias de busca e do grau de confiabilidade das fontes.
2. **Construindo Novos Significados:** Esse movimento é caracterizado pelo confronto entre saberes prévios e as novas informações trazidas pelos educandos, sendo essas novas informações compartilhadas, tendo um consenso das fontes pesquisadas, e a consistência, coerência ou abrangência dos sistemas explicativos encontrados na literatura. Assim, “ embora haja a possibilidades de serem construídos novos saberes na Síntese Provisória, essa construção assume um caráter científico na Nova Síntese, fundamentado por melhores evidências” (Lima, 2017).
3. **Avaliando Processo e Produtos:** O objetivo da avaliação na EC é a melhoria ou ampliação de capacidades para aprender, trabalhar em grupo e para intervir na realidade, sendo assim, o facilitador deve promover retornos mais claros e objetivos possíveis, podendo incluir o impacto produzido pelos desempenhos observados, tendo então um caráter formativo, devendo ser verbal e realizado ao final de cada encontro. “O primeiro passo é a autoavaliação, incluindo a metacognição, uma avaliação orientada à identificação de facilidades e dificuldades no processo de aprender, visando à melhoria no acesso, análise e organização de informações” (Lima, 2017). Após a autoavaliação, é feita a avaliação de seus pares e do facilitador, sendo necessário também a autoavaliação do facilitador, oferecendo retorno ao educando sobre o desempenho e o trabalho coletivo.

A interação entre os educandos com a situação problema (disparador de aprendizagem) marca a Síntese Provisória. Os disparadores de aprendizagem podem ser: situações-problemas elaboradas por docentes; narrativas de prática elaboradas pelos educandos ou; produtos sistematizados a partir da atuação dos educandos em cenários reais ou simuladores. Sendo assim, é possível contemplar situações controladas e mais estruturadas, como as situações-problemas; situações semiestruturadas, como as simulações; e situações pouco controladas, como narrativas ou produtos elaborados a partir da atuação em cenários reais.

Em relato de experiência trazido por Varga et al. (2009), aplicado no curso de medicina na UFSCar, os alunos do primeiro e segundo semestre praticam as situações simuladas em três unidades educacionais: Unidade Educacional de Prática Profissional (UEPP); Unidade Educacional Eletiva (UEE) e Unidade Educacional de Simulação e Prática Profissional (UESPP).

A UEPP, segundo Varga et al. (2009), é realizada em cenários reais de prática profissional, onde os estudantes se vinculam às equipes de Saúde da Família e são acompanhados por professores, sejam docentes da UFSCar (facilitadores) ou profissionais da saúde vinculados aos serviços de saúde (preceptores) onde são desenvolvidas as atividades.

A UEE é formada por atividades curriculares complementares, estruturadas como ensino/pesquisa/extensão, podendo ser trabalhada tanto no cenário acadêmico quanto de trabalho.

A UESPP é um ambiente de simulação feito na própria universidade, utilizando disparadores simulados (situação problema desenvolvida nos ambientes de simulação) para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem em um ambiente com situações controladas. “O objetivo da ESPP é construir com os estudantes a competência para identificar necessidades de saúde e elaborar planos de cuidado, por meio do desenvolvimento de capacidades cognitivas, afetivas e psicomotoras.” Varga et al. (2009)

É feito treinamento com tutores/facilitadores (educandos) e atores para as práticas de simulação, de modo que os “pacientes” sigam um roteiro e façam a encenação, explicando os sintomas e condições de saúde para os alunos, com o objetivo de que os educandos, através da experiência e estudos, consigam identificar e formular hipóteses a cerca da doença que está sendo estudada em determinado módulo.

Facilitadores fazem também a avaliação dos educandos quanto as competências

e habilidades aprendidas em cada módulo e a avaliação de seus colegas de grupo quanto a simulação e análise da situação.

Na figura (2.4), vemos um esquema que apresenta a organização da Estação de Simulação Prática Profissional (ESPP), utilizada no curso de medicina da UFSCar trazido por Varga et al. (2009).

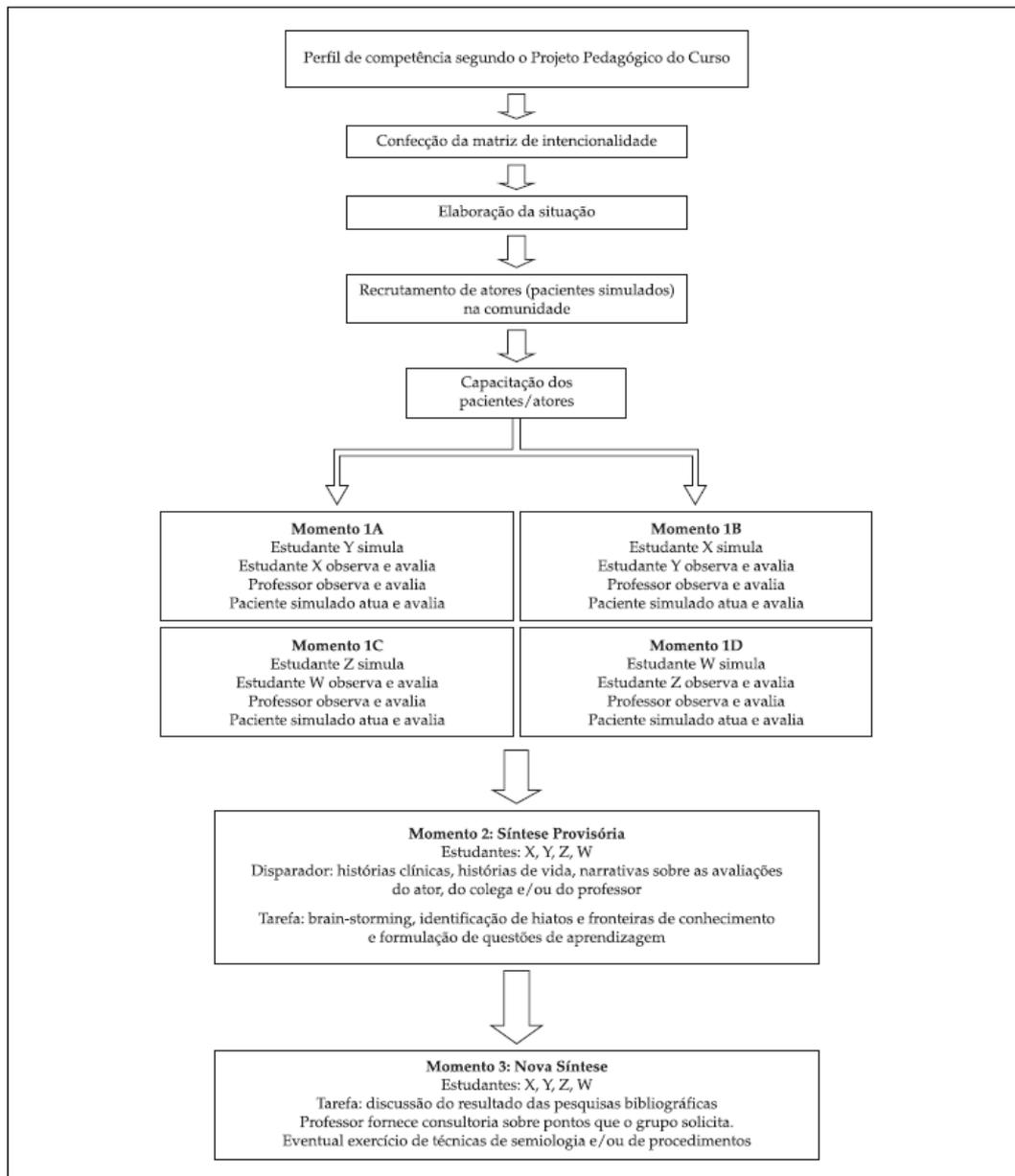


Figura 2.4: Estrutura ESPP curso de medicina UFSCar. Fonte: Varga et al. (2009)

Com a apresentação das metodologias ativas, podemos observar que é possível fazer mudanças nos componentes curriculares de modo a promover o desenvolvimento do olhar crítico do educando.

Desta forma, o ensino tradicional pautado nos conteúdos dá espaço a uma prática pedagógica que permita buscar os conhecimentos prévios dos alunos e utilizá-los dentro do ambiente de ensino-aprendizagem, oportunizando uma aprendizagem significativa.

Vamos, agora, traçar um paralelo entre as metodologias ativas e a Modelagem Matemática, de modo que possamos compreender se a Modelagem Matemática pode ser tratada como uma metodologia ativa ou não.

Capítulo 3

Métodos ativos e o Ensino de Matemática

Neste capítulo, apontamos algumas pesquisas encontradas no acervo de trabalhos do PROFMAT, seguido do comparativo entre as metodologias apresentadas nos capítulos anteriores e, por fim, discutiremos a Base Nacional Comum Curricular, com algumas de suas propostas e finalidades para o ensino da Matemática.

3.1 As metodologias no PROFMAT

Observando o acervo de dissertações do PROFMAT, encontramos 89 trabalhos com a palavra-chave “modelagem matemática”, dois com a palavra-chave “metodologia ativa” e um com a palavra-chave “aprendizagem baseada em problemas” e nenhum trabalho com as palavras “problematização” e “espiral construtivista”.

Fizemos essa pesquisa com o objetivo de levantar informações sobre os temas e os tópicos abordados nas demais dissertações do programa (até a data de 20 de maio de 2019) e verificar qual a relevância deste trabalho, observando em quais pontos diferentes e importantes posso contribuir.

Dos trabalhos com a palavra-chave “modelagem matemática”, fizemos uma separação por segmentos para facilitar a análise: trabalhos sobre Modelagem Matemática aplicada (em pesquisas experimentais e computacionais) e Modelagem Matemática com relatos de experiência e sugestões de trabalhos voltados à, sala de aula.

Dentro desses dois grupos, observamos quais apresentam o desenvolvimentos

histórico da Modelagem Matemática, sejam os primeiros registros em eventos internacionais ou no desenvolvimento da Modelagem Matemática no Brasil.

Sendo assim: 16 são sobre Modelagem Matemática aplicada, dos quais, 3 apresentam um desenvolvimento histórico dos estudos e trabalhos sobre modelagem pelo mundo e/ou no Brasil; 73 apresentam relatos, atividades e experimentos voltados para o uso da Modelagem Matemática na sala de aula ou como aprimoramento da prática pedagógica, destes, 28 apresentam abordagem histórica do desenvolvimento da Modelagem Matemática como processo prático pedagógico tanto no Brasil como no mundo, inclusive, apresentando alguns professores e pesquisadores que disseminaram essa prática pelo Brasil.

Das duas dissertações que tem como palavra-chave “Metodologia Ativa”, uma apresenta como exemplo o uso de uma plataforma digital, de modo que o aluno se torna ativo no seu processo de busca pelo conhecimento e informação e o professor propõem que o aluno participe de seu processo de ensino aprendizagem. A segunda faz uso de uma metodologia sequência didática contrária a do ensino tradicional, apresentada por “sala de aula invertida”. Ambos os trabalhos são relatos de experiência que trazem ao final o desenvolvimento de atividades em sala de aula.

A terceira palavra-chave pesquisada, “Aprendizagem Baseada em Problemas”, teve um único resultado obtido, uma dissertação publicada em 13 de março de 2019, sobre o uso dessa Metodologia Ativa no ensino de matemática. O trabalho apresenta uma proposta de atividade e o relato do seu uso em sala de aula.

3.2 Comparativo entre metodologias

Feita a apresentação das diferentes metodologias, vamos traçar um paralelo entre elas, apontando os pontos em que convergem e divergem. Assim, poderemos observar quais das três Metodologias Ativas mais se assemelham à Modelagem Matemática.

Como pudemos observar, as quatro metodologias são diferentes. Entretanto, podemos destacar características semelhantes entre elas.

Na Modelagem Matemática e na Problematização, temos uma perspectiva semelhante, pois é opção do professor a implementação da metodologia no ambiente de ensino-aprendizagem, podendo ser utilizadas para o ensino de determinados temas, mas

nem sempre possível de se aplicar a todos os conteúdos propostos pelo currículo escolar. Também, não exige que os trabalhos sejam realizados em um ambiente específico, como laboratório, biblioteca ou sala com atividades práticas de simulação.

Na Aprendizagem Baseada em Problemas e Espiral Construtivista, observamos que a implementação da metodologia é uma opção de todo um corpo docente, administrativo e acadêmico, já que é uma estruturação de todo o curso e não apenas da condução de uma disciplina ou aula. Sendo assim, direciona toda uma organização curricular, o que implica em ambientes de ensino-aprendizagem que estejam de acordo com a proposta metodológica, sendo necessárias mudanças estruturais na instituição de ensino, como por exemplo, laboratórios e salas de estudos.

Uma mudança significativa nestas práticas pedagógicas, em relação ao ensino tradicional centrado nos conteúdos, é colocar o aluno como objeto principal do processo de ensino-aprendizagem, aproveitando os conhecimentos prévios trazidos pelos alunos. No entanto, observamos diferentes formas de aproveitar os conhecimentos prévios.

Na Modelagem Matemática, o professor busca a partir dos conhecimentos de mundo de cada aluno, um problema observado no cotidiano. A partir de então, o professor constrói junto dele um modelo matemático que tem por finalidade buscar uma solução aproximada que pode satisfazer a situação.

De forma semelhante, a Problematização se inspira na realidade, figura (2.1), dos educandos e a partir daí busca uma situação em que consiga encaixar o conteúdo a ser estudado. Servindo assim “para ser utilizada para o ensino de determinados temas de uma disciplina, nem sempre apropriada para todos os conteúdos” Berbel (1998).

A Aprendizagem Baseada em Problemas se preocupa primeiro com a formação do problema, utilizando-se de uma comissão para a elaboração do mesmo, mas ainda atentos a forma que o problema a ser estudado pelos educandos seja significativa e consiga aproveitar parte dos conhecimentos prévios dos mesmos.

A Espiral Construtivista também faz uso dos conhecimentos prévios trazidos pelos alunos para os ambientes de simulação, de modo que permita uma aprendizagem significativa. Dessa forma, o aluno pratica exercícios em situações controladas, criando uma padronização dos problemas apresentados pelos colegas que fazem papel de pacientes nas simulações. Assim, os educandos avaliam o desempenho das habilidades desenvolvidas e que fazem parte dos objetivos de aprendizagem estabelecidos para o módulo que estão

trabalhando.

No entanto, na Modelagem Matemática e na Problematização, os problemas são trazidos e identificados pelos alunos. O professor os instiga a questionar seu ambiente de convívio, com o intuito de refletirem sobre as situações encontradas em busca de possíveis soluções. A origem da situação estudada vem de uma situação problema observada no cotidiano, sendo então identificados os temas que serão estudados, adequando com os conhecimentos prévios que os alunos tem sobre aquele determinado conteúdo. Sendo assim, é possível dizer que ambas contrapõem o currículo engessado, pois sua atuação consiste nos problemas trazidos pelos alunos, de modo que pode não obedecer uma sequência didática pré-estabelecida pela estrutura curricular da unidade escolar.

Nas metodologias Aprendizagem Baseada em Problemas e Espiral Construtivista, as situações são previamente elaboradas de modo que os alunos são levados a um ambiente controlado, de tal forma que os temas e objetivos a serem estudados são pré-estabelecidos de modo que os alunos devem atingir um determinado grau de conhecimento e cumprir um cronograma de competências e habilidades que devem ser desenvolvido ao final de cada ciclo.

Dessa forma, na Modelagem Matemática e Problematização, é possível que haja desdobramentos a partir do tema trabalhado, com aprofundamento em questionamentos e apontamentos elencados pelos alunos ou cativados pelo professor. Diferente do que ocorre na Aprendizagem Baseada em Problemas e Espiral Construtivista, pois os temas e as situações problemas estão todos pré-definidos, com os objetivos de aprendizagem estabelecidos e se o aluno não alcançar tais objetivos “os problemas são substituídos, para que se encontrem outros mais efetivos para provocar tais aprendizagens” Berbel (1998).

Todas as metodologias incluem uma etapa de formulação de hipóteses destinada aos alunos. Podemos observar essas etapas de formulação nos esquemas de cada metodologia representadas nas figuras (1.1); (1.2); (2.1); (2.2); (2.3), sendo a formulação de hipóteses fundamental para que se comece a entender na íntegra como aquele problema ocorre e quais as variáveis fundamentais para solução e análise do problema, seja na Modelagem Matemática ou na Problematização. “Este é um momento crítico de buscar captar relações sociais, políticas, econômicas [...] os alunos partem de seus conhecimentos prévios, que poderão ser comprovados ou reformulados pelo estudo” Berbel (1998).

Na Aprendizagem Baseada em Problemas e na Espiral Construtivista, as hipóteses

elaboradas pelos alunos buscam possíveis explicações da situação problema proposta antes de seu estudo. Dessa forma, são estimulados a partir de seus conhecimentos prévios e experiências anteriores a debater a ocorrência em questão.

Outra característica que encontramos nas quatro metodologias é o estudo em grupos. Na Modelagem Matemática, o grupo trabalha praticamente o tempo todo junto, com o auxílio do professor e podendo haver a distribuição de tarefas. Na Problematização, ocorre de forma análogo, o professor acompanha o grupo de alunos que está fazendo teorizações sobre o tema, construindo o conhecimento através das etapas do Arco de Maguerz, adaptado por Bordenave e Pereira (1982), figura (2.1), trazendo os passos do processo pedagógico utilizado pela metodologia de Problematização.

A Aprendizagem Baseada em Problemas e a Espiral Construtivista proporcionam momentos semelhantes para o trabalho em grupo. Como a proposta é de solução de problemas a partir de um ambiente real ou de simulação, os educandos discutem e apresentam suas hipóteses e possíveis soluções juntos. Os momentos de discussões são feitos em grupos, mas os momentos de estudo e pesquisas são individuais, onde os alunos preparam suas tutorias e seus materiais a partir da bibliografia transmitida pelos professores.

Momentos destinados a pesquisa sobre o problema estudado pode ser realizado em ambientes próprios para pesquisas (sala de estudos, biblioteca, laboratório de informática etc.) ou tirando dúvidas com o professor, que atua como tutor/facilitador, e fica a disposição dos educandos durante o período de tutoria/módulo.

O aproveitamento dos resultados obtidos com os estudos é feito de forma diferente entre as quatro metodologias. Na Modelagem Matemática, os resultados alcançados a partir das situações problemas trazidas pelos alunos, observadas no cotidianos, podem ser levadas à autoridades competentes pela situação que foi estudada, de modo que o problema que deu origem a Modelagem possa ser resolvido. Sendo assim, os alunos podem observar, analisar, solucionar e, se possível, acompanhar a solução encontrada enquanto for executada.

A Problematização faz uso dos resultados de forma análoga. O Arco de Maguerz, adaptado por Bordenave e Pereira (1982), figura 2.1, faz o ciclo que sai da realidade e volta para a realidade, de maneira que possa surgir uma intervenção onde o problema que deu origem a discussão possivelmente seja solucionado com base nos resultados obtidos.

Na Aprendizagem Baseada em Problemas, os conhecimentos adquiridos através

dos estudos individuais e debates nas tutorias serão utilizados para resolver problemas como exercícios e nas práticas de laboratório, seja em ambientes do cotidiano de trabalho ou simulações.

A Espiral Construtivista tem objetivos semelhantes aos observados pela Aprendizagem Baseada em Problemas. “Todo esse processo tem por objetivo propiciar ao estudante a construção de competência clínica e a vivência de uma prática reflexiva.” Varga et al. (2009). Sendo assim, o foco é na formação profissional, aprendendo a como se preparar para as situações do cotidiano através de situações problemas simuladas nos ambientes controlados e de simulação, de modo que consigam aplicar as habilidades desenvolvidas, estando preparados para ocasiões adversas semelhantes as trabalhadas nos ambientes controlados.

Na tabela 3.1 abaixo, observamos os momentos/passos de cada metodologia descrita neste trabalho. Com essa tabela podemos observar algumas diferenças citadas acima de modo que é possível identificá-las entre as metodologias.

Tabela 3.1: Comparativo entre processos metodológicos

Modelagem Matemática	Problematização	ABP	EC
Determinar a situação (Problema real)	Observação da realidade	Esclarecer termos e expressões no texto do problema	Identificando o problema
Hipóteses de simplificação	Elencar Pontos-chaves	Definir o problema	Formulando explicações
Resolução aproximada do problema matemático	Teorização	Analisar o problema	Elaborando questões
Validação matemática da solução encontrada	Hipóteses de solução	Sistematizar análises e hipóteses de explicação ou solução do problema	Buscando novas informações
Definir a tomada de decisão com base nos resultados	Aplicação das decisões à realidade	Formular objetivos de aprendizagem	Construindo novos significados
		Identificar fontes de informação e adquirir novos conhecimentos individualmente	Avaliando processos e estudos
		Sintetizar conhecimentos e revisar hipóteses iniciais para o problema	

Cada coluna apresenta uma metodologia apresentada neste trabalho com suas etapas pedagógicas. A partir da primeira linha, observamos os passos iniciais que cada metodologia apresenta e seus demais momentos. Todas partem da determinação da situação problema. Na Modelagem Matemática, é apresentada a situação problema que os alunos decidiram para estudar e compreender. Na Problematização, temos a observação da realidade, como descrito pelo Arco de Magueréz adaptado por Bordenave e Pereira (1982). Na Aprendizagem Baseada em Problemas, são esclarecidos os termos do problema desenvolvido pela Comissão de Elaboração de Problemas bem como os objetivos a serem alcançados pelos alunos. Na Espiral Construtivista, é feita a identificação do problema a ser estudado e trabalhado no ambiente de simulação. Tal problema também

é elaborado pelos professores.

Logo no primeiro momento é possível verificar uma diferença marcante entre as metodologias: as ações do professor/educador. Em duas metodologias, Modelagem Matemática e Problematização, o professor deixa livre, para que o aluno faça a busca da situação a ser observada. Na Aprendizagem Baseada em Problemas e Espiral Construtivista, as situações já estão estabelecidas e são entregues aos alunos. Então podemos dizer que o papel do professor nas duas primeiras metodologias é passivo, onde o aluno tem a ação independente de procura e a escolha do tema, enquanto nas outras duas metodologias, o professor dá o direcionamento do problema e do estudo.

Podemos observar que o segundo momento, em duas das quatro metodologias apresentadas, é dedicado a formulação de hipóteses, sendo elas a Modelagem Matemática e Espiral Construtivista. A Problematização e Aprendizagem Baseada em Problemas reserva o seu quarto momento para a formulação de hipóteses, sendo o segundo momento dedicado a escrita dos pontos-chaves da situação estudada na Problematização e definição do problema na Aprendizagem Baseada em Problemas. Na Modelagem Matemática, o professor apresenta, a partir do tema escolhido para análise, conteúdos que podem ser estudados e um possível modelo matemático, levando em consideração a simplificação das hipóteses.

Mesmo com etapas distintas, é possível notar que, nesse segundo momento, o aluno continua ativo na construção de seu conhecimento. Tanto a formulação de hipóteses quanto a observação dos pontos-chave da situação-problema estudada é feita pelos alunos, seja de forma individual ou em grupo. Tal observação possibilita que o aluno desenvolva olhar crítico e reflexivo sobre o tema.

No terceiro momento, a Modelagem Matemática se dedica a resolução aproximada do problema matemático elaborado na etapa anterior. A Problematização foca na teorização do problema, a Aprendizagem Baseada em Problemas faz a análise do problema em questão e a Espiral Construtivista faz elaboração de questões em busca da solução da situação estudada. Nessa etapa, em todas as metodologias, podemos identificar a cooperação entre os alunos para determinar uma solução ou análise da situação-problema colocada em questão, tendo também o auxílio do professor para compreensão dos resultados obtidos.

No quarto momento, a Modelagem Matemática se dedica a validação da solução

encontrada, observando se o resultado pode ser aplicado como solução da situação estudada. A Espiral Construtivista parte para a busca de novas informações que contribuam para a solução da situação problema estudada. Nesse momento, os educandos fazem estudos individuais para trazerem para discussão posteriormente.

Tanto a Problematização quanto a Aprendizagem Baseada em Problemas dedicam a quarta etapa para hipótese de solução (sistematizar análises e hipóteses de explicação ou solução do problema). Nesse momento, surge a oportunidade do desenvolvimento do pensamento crítico criativo, pois o aluno deve refletir sobre quais situações estão interferindo naquela situação estudada e o que pode ser feito para solucioná-la.

O quinto passo da Modelagem Matemática é a tomada de decisão a partir da validação da solução encontrada pelos alunos junto professor. A decisão é colocar em prática a solução do problema estudado. Se for um problema que possa ser solucionado pelos alunos ou então, levado à alguém que possa solucioná-lo (caso for algo relacionado ao bairro ou a comunidade, pode ser direcionado ao presidente de bairro ou ao prefeito; se for um problema da escola, enviado à direção ou Conselho Deliberativo da Comunidade Escolar e etc.).

O quinto passo da Problematização é a aplicação à realidade das decisões encontradas a partir dos estudos das etapas anteriores. Etapa semelhante a Modelagem Matemática, onde os alunos, junto ao professor, trazem a proposta de solução encontrada no ambiente de ensino-aprendizagem para o mundo real.

Na Aprendizagem Baseada em Problemas, o quinto passo é caracterizado pela formulação dos objetivos de aprendizagem que devem ser identificados nos alunos a partir dos momentos de estudos individuais e pelas tutorias em grupos, momentos dedicados as discussões em grupo a cerca do problema elencado.

Nesse momento, o professor/tutor atua como intermediador dos debates, com considerações pontuais e permitindo que o diálogo e a troca de informações obtidas pelos estudos individuais enriqueçam as discussões.

Na Espiral Construtivista, o quinto momento tem por objetivo a construção de novos significados a partir das informações buscadas no passo anterior. Nesse momento, também é feita a discussão perante os membros dos grupo e a partir dos estudos feitos re-significando algumas informações a partir das novas, momento em que é observado a aprendizagem significativa, pois, a partir de conhecimentos prévios, novas informações são

trazidas incorporando aos conhecimentos anteriores.

O sexto passo da Aprendizagem Baseada em Problemas é a identificação das fontes de informação e momento de buscar novos conhecimentos em busca de completar os objetivos de aprendizagem estabelecidos na etapa anterior, de modo que o educando alcance tais objetivos.

A sexta etapa da Espiral Construtivista é a Avaliação dos processos e estudos. Nesse momento, os alunos são avaliados quanto aos objetivos de aprendizagem e significados que devem ser aprendidos, sendo avaliado também os processos decisórios, o desempenho dos educandos e educadores e do problema utilizado.

A sétima etapa da Aprendizagem Baseada em Problemas é a revisão das hipóteses iniciais para o problema e sintetização dos conhecimentos, servindo de avaliação sobre todos os passos anteriores quanto ao desempenho dos alunos. Caso seja observado que os educandos não desenvolveram os objetivos de aprendizagem exigidos, é estudado outro problema de modo que consigam alcançar tais objetivos.

Após a comparação entre as etapas das metodologias Modelagem Matemática, Problematização, Aprendizagem Baseada em Problemas e Espiral Construtivista, vamos analisar as metodologias ativas pelo ponto de vista da Modelagem Matemática e, posteriormente, analisar a Modelagem Matemática pelo ponto de vista de uma metodologia ativa.

Dentre as Metodologias Ativas que foram estudadas nesse trabalho, podemos dizer que a Problematização é uma identificação da Modelagem Matemática nas metodologias ativas. Essa percepção surge pelas suas características semelhantes na forma em que o aluno é protagonista de seu processo de ensino-aprendizagem, desde a escolha do tema até as decisões que podem ser efetuadas com os resultados obtidos, como apresentado na figura 2.1, partindo da realidade e retornando a realidade, diferente da Aprendizagem Baseada em Problemas e Espiral Construtivista que, por já ter objetivos de aprendizagem pré estabelecidos, possuem grupo de profissionais que fazem as atividades e exercícios dos educandos.

Olhando a Modelagem Matemática, podemos caracterizá-la como uma Metodologia Ativa por apresentar uma proposta que coloca o aluno como personagem principal do processo de ensino-aprendizagem, sendo o professor um guia/orientador do processo de construção do conhecimento, oportunizando que o aluno obtenha pensamento crítico

criativo reflexivo.

Apesar dos diferentes modelos de metodologias ativas, a Modelagem Matemática se qualifica como uma delas. Coloca o aluno como protagonista do processo educacional, tem por objetivo o desenvolvimento do pensamento crítico criativo e reflexivo dos alunos, promove momentos de interação e trabalho em grupo, fugindo do modelo tradicional de ensino.

3.3 A BNCC e as metodologias

Apresentaremos a seguir uma breve análise da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) quanto a sua proposta e como podemos identificar tanto a Modelagem Matemática quanto as Metodologias Ativas em sua estrutura proposta.

A BNCC, proposta pelo Governo Federal, por meio do Ministério da Educação e Cultura, apresenta-se como um guia para as escolas públicas e privadas como modelo para formulação dos currículos e das propostas pedagógicas, de modo que possam atender competências e habilidades básicas que os estudante da Educação Básica (educação infantil, ensino fundamental e ensino médio) necessitam alcançar. Sendo assim, a BNCC tem como proposta “ajudar a superar a fragmentação das políticas educacionais, enseje o fortalecimento do regime de colaboração entre as três esferas de governo e seja balizadora da qualidade da educação” (Ministério da Educação, 2018).

O documento de caráter normativo apresenta dez competências gerais, que esperam ser atingidas e observadas no desenvolvimento dos alunos, de modo a “estimular ações que contribuam para a transformação da sociedade, tornando-as mais humana, socialmente e, também, voltada para a preservação da natureza” (Ministério da Educação, 2018). Dentre as competências gerais da educação básica, podemos citar:

1 - Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. 2 - Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.[...] 5 - Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer o protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. 6 - Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade. (Ministério da Educação, 2018)

O desenvolvimento de tais competências oportuniza, também, que o aluno manifeste um olhar crítico sobre o mundo ao seu redor, de tal forma que o acúmulo de informações não seja o fator determinante para essa prática, mas sim a interpretação dessas informações, de modo que é preciso um enfoque na educação integral do aluno, visando a formação e o desenvolvimento do ser humano global, com o objetivo de incentivar a “construção intencional de processos educativos que promovam aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea” (Ministério da Educação, 2018).

Segundo o documento, o que permite que tais aprendizagens possam ser alcançadas são as ações tomadas a partir do currículo, adequando as expectativas a serem alcançadas pela BNCC com a realidade de mundo vivenciada pela comunidade onde a unidade escolar está inserida, considerando as características dos alunos. Algumas decisões a serem tomadas são:

Decidir sobre as formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação a gestão do ensino e da aprendizagem; selecionar e aplicar metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas, recorrendo a ritmos diferenciados e a conteúdos complementares, se necessário, para trabalhar com as necessidades de diferentes grupos de alunos, suas famílias e culturas de origem, suas comunidades, seus grupos de socialização etc; construir e aplicar procedimentos de avaliação formativa de processo ou de resultado que levem em conta os contextos e as condições de aprendizagem, tomando tais registros como referência para melhorar o desempenho da escola, dos professores e dos alunos; selecionar, produzir, aplicar e avaliar recursos didáticos e tecnológicos para apoiar o processo de ensinar e aprender. (Ministério da Educação, 2018)

As propostas apresentadas pela BNCC, para a área de matemática e suas tecnolo-

gias, “propõe a ampliação e o aprofundamento das aprendizagens essenciais desenvolvidas até o 9º ano do Ensino Fundamental” (Ministério da Educação, 2018), possibilitando que os estudantes construam uma visão mais integrada da matemática, ainda na perspectiva de sua aplicação à realidade. As habilidades de matemática do ensino fundamental, estão organizadas segundo unidades de conhecimento da própria área (Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, Probabilidade e Estatística). Com o objetivo de introduzir e estimular o pensamento tecnológico, propõe também o incentivo do uso das tecnologias em sala de aula por meio de planilhas e calculadora, proporcionando a interpretação e elaboração de fluxogramas e algoritmos.

Para o ensino médio, a perspectiva é a construção de uma visão integrada da matemática, aplicada à realidade, levando em consideração a realidade do aluno e suas referências, suas condições socioeconômicas, interações com a tecnologia, exigências do mercado de trabalho, entre outros, para “promover ações que estimulem e provoquem seus processos de reflexão e de abstração que deem sustentação a modos de pensar criativos, analíticos, indutivos, dedutivos e sistêmicos” (Ministério da Educação, 2018).

O alcance dessas habilidades estão relacionados com os processos de investigação, construção de modelos e resolução de problemas, que “devem mobilizar seu modo próprio de raciocinar, representar, argumentar, comunicar e [...] aprender conceitos e desenvolver representações e processos cada vez mais sofisticados” (Ministério da Educação, 2018).

Para integrar ainda mais os diferentes campos da matemática, foram definidos um conjunto de pares de ideias fundamentais que produzem articulações entre os vários campos importantes para o desenvolvimento do pensamento matemático. Dentre esses pares temos:

Movimento e posição estão presentes na localização de números em retas, de figuras ou configurações no plano cartesiano e no espaço tridimensional; direção e sentido, ângulos, paralelismo e perpendicularidade, transformações geométricas isométricas, homotéticas. [...] Atividades investigativas com softwares dinâmicos que inter-relacionem movimento e posição podem também promover o desenvolvimento dessas ideias importantes em cartografia e na movimentação diária do cidadão comum. (Ministério da Educação, 2018)

Portanto, é apresentado uma proposta de mudanças pedagógicas e curriculares, um grande conjunto de características, competências, habilidades e medidas a serem estabelecidas.

Para a implementação de atividades que visam um olhar inovador sobre o que precisa ser aprendido pelos alunos no processo educativo, de tal forma que os alunos

consigam atingir as competências e habilidades propostas pela BNCC, é importante questionar se a formação profissional do docente está de acordo com o que é apresentado pelo documento.

Concluídas as comparações entre as metodologias apresentadas nos capítulos anteriores, as observações sobre as metodologias observadas nos trabalhos do PROFMAT e a breve apresentação da Base Nacional Comum Curricular, seguiremos para as considerações com propostas e sugestões de continuidade para discussões futuras.

Considerações finais

A BNCC não é um projeto novo do governo, porém não houve suporte para aprovação nos anos de 1990 e, agora, depois de muitos pesquisadores e professores contribuírem, observando experiências sobre educação para aprimorar sua composição, passou pelo processo de aprovação pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), em 2018.

O documento propõe uma perspectiva próxima a realidade e tem como proposta ser referência para todas as escolas públicas e privadas do país, como um documento obrigatório para a construção de seus currículos e propostas pedagógicas, como tentativa de elevar a qualidade do ensino sem distinções e desigualdades, dizendo que preservará as particularidades regionais e locais.

Dentre os pontos apresentados pelo documento, os que dificultam o trabalho utilizando a Modelagem Matemática ou as Metodologias Ativas são: o currículo escolar que é fixo e engessado; a infraestrutura da escola que não traz ambientes propícios, como um laboratório para pesquisa ou debates e salas de aula em condições mínimas para o trabalho; falta de cooperação por parte da burocracia imposta ao corpo docente, a exemplo do momento de formação embutido na carga horária de trabalho, cujos temas trabalhados são pré-estabelecidos pela Secretaria de Educação e não pela comunidade escolar e corpo docente.

Sendo assim, ao tornar o currículo fixo, desperdiçamos uma grande oportunidade de trazer práticas metodológicas alternativas ao ensino tradicional para o ambiente de ensino-aprendizagem, pois o currículo fixo tira a autonomia dos estudantes em escolher os temas de estudos, ponto fundamental para trabalhar Modelagem Matemática e também a Problemática, onde os alunos observam situação em seu cotidiano que são de relevância para os mesmos.

Assim, a Modelagem tem seu papel em potencial para contrapor esse currículo fixo e rígido:

É por isso que não utilizamos a Modelagem como um método que serve para legitimar algum currículo rígido. A Modelagem é uma perspectiva de educar matematicamente, que vai problematizar também o currículo e usar as ferramentas matemáticas para aquele tipo específico, que está sendo investigado naquele momento. (Meyer et al., 2011)

Apesar da BNCC apontar para mudanças pedagógicas que são próximas as da Modelagem Matemática, a execução de tais medidas são propostas de forma questionável para que ocorra o desenvolvimento do senso crítico dos alunos. Como exemplo, podemos citar a prática do ensino a distância para os alunos do ensino médio e tratar apenas as disciplinas de português e matemática como obrigatórias.

No entanto, deve-se levar em consideração que alunos de escolas públicas, em sua grande maioria, trabalham no contra-turno para complementar a renda familiar, tendo, muitas vezes, que sair mais cedo da escola para conseguir chegar pontualmente ao trabalho. Além disso, o baixo incentivo do desenvolvimento intelectual fora da escola para as camadas mais populares não contribui para que os alunos realizem pesquisas/leituras fora do ambiente escolar. É função da escola suprir essa falta de incentivo.

A partir do momento em que a BNCC traz essa concepção, que serve apenas para uma elite mais abastada da sociedade, que tem contato maior com uma vasta cultura produzida e acumulada pela humanidade, e tem a oportunidade de estudar sem a necessidade trabalhar, mostra que a preocupação do governo com seus jovens da classe média/baixa não é a prioridade.

A escola é um ambiente de ensino-aprendizagem que deve ser local de convivência e comunhão de informações e pontos de vistas, se propor colaborativo para que a criatividade e criticidade dos alunos possam ser desenvolvidas. O ambiente escolar deve proporcionar que os alunos tenham contato com opiniões diferentes e possam desenvolver, a partir dessas interações, argumentos que consolidem suas opiniões e desenvolvam sua criticidade.

Como observado, o documento se apresenta com uma proposta de desenvolvimento do pensamento criativo dos alunos, dessa forma, proporcionando o desenvolvimento do ser humano global. Portanto, encontramos elementos que são característicos da Modelagem Matemática e das Metodologias Ativas no documento proposto: promover ações que estimulem os processos de reflexão e proporcionem o desenvolvimento do senso crítico do aluno.

Dada a necessidade de ambientes de trabalho e pesquisa, como observado pela metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas e Espiral Construtivista, é preciso refletir se as unidades escolares tem estrutura para aplicar essas mudanças na metodologia com a atual infraestrutura.

Outra forma em que a BNCC expressa sua falta de comprometimento com o desenvolvimento dos alunos é tornar apenas as disciplinas de português e matemática como obrigatórias e as demais sendo a escolha do aluno. O próprio documento pede que a matemática seja interdisciplinar, acolha o ponto de vista do aluno e os conhecimentos prévios que o mesmo traz, no entanto, coloca disciplinas de história, geografia, ciências, sociologia, filosofia, dentre outras, como menos essenciais.

Para finalizar, fica a proposta de continuação do projeto, uma aplicação das Metodologias Ativas na educação básica. A preparação do plano de ensino para o desenvolvimento de aulas ou oficinas, registro de atividades e acompanhamento dos alunos, observando o desenvolvimento dos objetivos de aprendizagem estabelecidos e desempenho nas demais disciplinas curriculares. Outra sugestão é o trabalho dessas metodologias em cursos de formação de professores (como a sala do educador que é organizado pela assessoria pedagógica da Secretaria de Educação), com o objetivo de trazer uma proposta de prática pedagógica alternativa aos educadores.

Referências Bibliográficas

- Bassanezi, R. C. (2002). *Ensino–aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. Contexto, S.Paulo.
- Berbel, N. N. (1998). A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? *Interface*, 2(2):139–154.
- Biembengut, M. S. (2009). 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(2):7–32.
- Bordenave, J. D. e Pereira, A. M. (1982). *Estratégias de Ensino–Aprendizagem*. Vozes, Petrópolis.
- Cesario, R. R. e Asevedo, A. G. R. de A. e Souza, A. C. J. e Santos, C. G. dos. e Lanfredi, D. e Rodrigues, D. N. A. e Calsani, J. R. da. S. e Guerra, S. A. F. e Junior, W. C. (2018). Espiral construtivista na pós–graduação: um relato de caso. PBL for the next generation – Blending active learning, technology and social justice International Conference, feb 16-19, IEEE Ed., 1–12, 2018, Santa Clara, California USA.
- Coelho, M. A. e Dutra, L. R. (2018). Behaviorismo, cognitivismo e construtivismo: confronto entre teorias remotas com a teoria conectivista. *Caderno de Educação*, 1(49):51–76.
- Lima, V. V. (2017). Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino–aprendizagem. *Interface*, 21(61):421–434.
- Meyer, J. F. C. A., Caldeira, A. D., e Malheiros, A. P. S. (2011). *Ensino–aprendizagem com modelagem matemática*. Ed. Autêntica, S.Paulo.

- Ministério da Educação (2018). Base Nacional Comum Curricular. URL: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso 10 de novembro de 2018.
- Miorim, M. A. (1998). *Introdução à história da educação matemática*. Atual, S.Paulo.
- Mitre, S. M., Batista, R. S., Mendonça, J. M. G. de., Pinto, N. M. de. M., Meirelles, C. de. A. B., Porto, C. P., Moreira, T., Hoffmann L. M. A. (2008). Metodologias ativas de ensino aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. *Ciência e Saúde Coletiva*, 13(sup2):2133–2144 .
- Pelizzari, A., L.Kriegl, M., P.Baron, M., L.Finck, N. T., e I.Dorocinski, S. (2002). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *PEC*, 2(1):37–42.
- Varga, C. R. R., Almeida, V. C., Germano, C. M. R., Melo, D. G., Chachá, S. G. F., Souto, B. G. A., Fontanella, B. J. B., e Lima, V. V. (2009). Relato de Experiência: o Uso de Simulações no Processo de Ensino-Aprendizagem em Medicina. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 33(2):291–297.