



VII Encontro de Iniciação Científica e
Tecnológica
VII ENICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Câmpus Araraquara
20 e 21 de outubro de 2022



AMBIENTES DE APRENDIZAGEM INVESTIGATIVOS: PROCURANDO POSSIBILIDADES EM UM LIVRO DE CÁLCULO

SARAH CRISTINA RILKO DOS SANTOS¹, DENIVAL BIOTTO FILHO²

¹ Estudante bolsista PIBIFSP do curso de Licenciatura em Física, IFSP, campus Piracicaba, s.rilko@aluno.ifsp.edu.br

² Doutor em Educação Matemática, Docente no IFSP, campus Piracicaba, denival@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Ensino-Aprendizagem – 7.08.04.00-1

RESUMO: Este trabalho apresenta uma pesquisa de Iniciação Científica que tem como objetivo discutir o conceito de Cenários para Investigação a partir da análise de um livro didático tradicionalmente utilizado na disciplina de Cálculo Infinitesimal, também conhecida como Cálculo Diferencial e Integral. A justificativa dessa discussão parte da experiência dos próprios autores, que percebem a necessidade de um estudo acerca do uso de atividades investigativas no ensino de matérias de exatas no ensino superior. Os procedimentos adotados incluíram estudos teóricos sobre o conceito de Cenários para Investigação, uma análise sobre um livro didático selecionado, bem como uma interpretação sobre possibilidades educacionais na referida disciplina. Como resultado, verificou-se que o livro didático selecionado oferece pouco incentivo para o desenvolvimento de atividades investigativas. No entanto, argumenta-se que ainda é possível para o professor desenvolver atividades investigativas nessa situação. O artigo visa fomentar a discussão sobre o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem investigativos nas disciplinas de exatas no ensino superior.

PALAVRAS-CHAVE: educação matemática crítica; cenário para investigação; livros didáticos; cálculo diferencial e integral.

INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta uma pesquisa de Iniciação Científica no contexto da Educação Matemática Crítica, um movimento que se preocupa com questões sociais e políticas, utilizando a matemática como um instrumento de investigação e de desenvolvimento crítico do estudante (SKOVSMOSE, 2011). O interesse dos autores é discutir diferentes ambientes de aprendizagem matemática, mais precisamente no ensino do Cálculo Infinitesimal, também conhecida como Cálculo Diferencial e Integral. Percebemos que o ensino de matemática, assim como outras áreas exatas, ainda é majoritariamente formal. O modelo tradicional de ensino é aquele em que a matéria é disposta numa lousa enquanto o professor discursa sobre a teoria contida na matéria. Os alunos copiam o que está na lousa e depois realizam exercícios para a fixação do conteúdo. Nesse modelo o aluno tem um papel completamente passivo no processo de aprendizagem. Ele apenas recebe informações, fórmulas, textos, e reproduz o que aprendeu na resolução dos exercícios. Em relação aos exercícios, estes majoritariamente não oferecem nenhum ambiente propício para a investigação através de raciocínio por parte do aluno. Neste modelo, o aluno não toma a frente na busca para a resolução de problemas, não há espaço para o levantamento de hipóteses, não há espaço para conversações entre os próprios alunos sobre possíveis formas de resolução. Além disso, os problemas contidos nos exercícios são quase sempre totalmente distantes da realidade. Ou seja, não oferecem nenhum cenário que exista no cotidiano, no dia a dia

do aluno. Esse distanciamento entre a matéria e o aluno proporciona um ambiente hostil e solitário de aprendizagem, onde o aluno muitas vezes nem ao menos entende o que está estudando, nem para qual finalidade. A Educação Matemática Crítica é contra esse tipo de modelo de ensino.

O objetivo da pesquisa é discutir o conceito de Cenários para Investigação a partir da análise dos exercícios propostos em um livro didático tradicionalmente utilizado na disciplina de Cálculo. Visto que a intenção não é avaliar o livro, este trabalho omite sua identificação. A análise dos exercícios foi realizada de forma qualitativa e interpretativa, procurando possibilidades do desenvolvimento de atividades investigativas a partir dos exercícios propostos. A discussão levantada neste trabalho visa fomentar discussões sobre os materiais didáticos utilizados na disciplina de Cálculo e sobre o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem investigativo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A motivação para a realização da pesquisa partiu da experiência vivenciada pelos autores em disciplinas de Cálculo, bem como da leitura de trabalhos anteriores que abordam as limitações e obstáculos enfrentados por professores de matemática que procuram realizar atividades investigativas em suas práticas escolares (CATTAL, 2007; PENTEADO, 2001). Uma forma de discutir novas possibilidades nas aulas de matemática é por considerar os seis ambientes de aprendizagem apresentados em Skovsmose (2008), conforme destacados na Tabela 1.

TABELA 1. Ambientes de aprendizagem em aulas de Matemática.

	Paradigma do Exercício	Cenário para Investigação
Matemática pura	1	2
Semirrealidade	3	4
Realidade	5	6

Fonte: Skovsmose (2008).

A escala é dividida entre Paradigma do Exercício e Cenário para Investigação. O Paradigma do Exercício se refere ao modelo tradicional, onde o professor apresenta o conteúdo teórico da matéria e em seguida solicita a resolução de exercícios pré-selecionados. Em contrapartida, o Cenário para Investigação é aquele em que o aluno é convidado para participar ativamente do processo de construção do conhecimento através de sua integração no processo de resolução do problema. Ou seja, durante todo o processo, incluindo o momento da apresentação da teoria referente à matéria, o aluno é convidado a discutir e investigar o assunto.

O autor associa o Paradigma do Exercício e o Cenário para Investigação à três referências: matemática pura, semirrealidade e realidade. A matemática pura, como o nome já sugere, se refere ao tipo de abordagem que não apresenta nenhuma contextualização externa à matemática. Quando o Paradigma do Exercício faz referência à matemática pura (ambiente 1 da tabela), esse ambiente de aprendizagem apresenta apenas explicações, exemplos e exercícios internos aos conteúdos matemáticos. Uma forma simples de constatar um exercício desse tipo é que ele não apresenta nenhuma contextualização, geralmente escrito apenas como “calcule” em suas descrições. Para a resolução de um problema dessa forma, o aluno se baseia nas explicações expositivas do professor e exemplos apresentados. Não existe uma investigação por parte dos alunos sobre elementos internos ou externos da matemática. No entanto, é possível desenvolver um ambiente investigativo que trate de questões puramente matemáticas (ambiente 2 na tabela). Nesse tipo de ambiente, os alunos assumem uma postura investigativa, construindo e testando hipóteses e construindo conclusões e resultados. Exemplos do desenvolvimento desse tipo de ambiente podem ser encontrados em Skovsmose (2008) e Skovsmose (2011).

Em seguida, um ambiente que faz referência à semirrealidade busca dar sentido aos conteúdos por apresentar aplicações em situações que não fazem referência à realidade de fato, mas em situações similares à realidade, construídas apenas para dar sentido às ideias apresentadas. Em geral, são situações pouco prováveis de acontecerem. Um exemplo: “João comprou 43 melancias [...]”. Ou seja, é possível que alguém compre 43 melancias? Sim. Isso é provável de acontecer no cotidiano? Se o indivíduo não é um revendedor de melancias,

se não irá realizar um grande evento em que um dos ingredientes é melancia, é muito improvável que alguém vá no mercado e compre 43 melancias. Além disso, nessa semirealidade, não importa questões que envolvam, por exemplo, a qualidade das melancias, como João fará o transporte delas ou o prazo de validade delas. Mas em uma situação real, essas questões seriam importantes. A semirealidade também é tradicionalmente utilizada em exercícios utilizados na abordagem do Paradigma do Exercício (ambiente 3 da tabela). Mas também é possível explorar a semirealidade de forma investigativa (ambiente 4 da tabela). Exemplos do desenvolvimento desse tipo de ambiente podem ser encontrados em Biotto Filho (2008) e Skovsmose (2008).

Por fim, um ambiente de aprendizagem que faz referência à realidade é aquele que traz uma situação real, ou apresenta dados reais. Porém, de forma similar, tais dados podem ser utilizados somente para a contextualização de um exercício (ambiente 5 da tabela) ou podem apresentar um problema a ser explorado ou investigado (ambiente 6 da tabela). Exemplos do desenvolvimento desse tipo de ambiente podem ser encontrados em Biotto Filho (2008) e Biotto Filho (2015).

Apesar de haver muitos trabalhos sobre os Cenários para Investigação apresentados por Skovsmose (2008), há a necessidade de mais pesquisas que tragam essas discussões para o contexto do uso materiais didáticos, em particular, aqueles que são comumente utilizados em disciplinas matemáticas do ensino superior.

METODOLOGIA

Os métodos desenvolvidos nessa pesquisa foram inspirados na metodologia de pesquisa proposta por Skovsmose (2009) para a investigação de possibilidades. Para tanto, o trabalho desenvolvido envolveu análise de exercícios, exemplos e atividades propostas em um livro de Cálculo Diferencial e Integral. Levando em consideração o caráter qualitativo e interpretativo da pesquisa, decidimos manter o livro escolhido em anonimato. Além disso, na presente pesquisa não se faz juízo de valor, mas sim uma análise pedagógica dos tipos de abordagens escolhidas no livro em questão. Por isso, não trazemos trechos do livro na análise aqui desenvolvida. Para a escolha do material didático, fizemos uma primeira seleção levando em conta quais livros dessa disciplina são comumente utilizados nos cursos de graduação da instituição em que essa pesquisa foi desenvolvida. Para tanto, consultamos os projetos pedagógicos dos cinco cursos de graduação desse campus: Bacharelado em Engenharia de Computação, Bacharelado em Engenharia Elétrica, Bacharelado em Engenharia Mecânica, Licenciatura em Física, Tecnologia em Automação Industrial. Em seguida, um desses livros foi selecionado para análise, levando em consideração sua disponibilidade em bibliotecas universitárias e livrarias virtuais para consulta e em relação à sua relevância pedagógica. Após isso, foi feita uma leitura de todo o livro para classificar seus exemplos, exercícios e outras atividades para serem classificados em um dos seis ambientes de aprendizagem apresentados na Tabela 1 proposta por Skovsmose (2008). Podemos notar que todo o livro se encontrava nos ambientes do *Paradigma do Exercício*, deixando pouco espaço para o desenvolvimento investigativo de um ponto de vista pedagógico e didático. Em seguida, procuramos interpretar o que foi encontrado na classificação desses elementos e discutir possibilidades para o uso do livro nas aulas de Cálculo Diferencial e Integral. Ou seja, nosso interesse foi discutir o uso dos materiais no desenvolvimento de ambientes de aprendizagem investigativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a seleção do material didático, a classificação de suas atividades e uma análise interpretativa das suas possibilidades, foi possível desenvolvimento de resultados e discussões. Mesmo na fase de coleta de dados já ficou evidente o caráter amplamente tradicional da abordagem do livro escolhido para a presente pesquisa. Em todo o material, desde as etapas iniciais de apresentação das teorias, passando pelos exemplos e chegando aos exercícios propostos, foi observado uma predominância uma abordagem tradicional de ensino, podendo ser identificada com o *Paradigma do Exercício*, fazendo referência à matemática pura. Ou seja, de modo geral, as atividades propostas no livro podem ser classificadas no ambiente 1 da Tabela 1. Isso quer dizer que não apresentam nenhuma possibilidade de investigação por parte do aluno. Não há a inclusão de problemas que convidem o aluno a “pensar por si próprio”, nem a levantar discussões com colegas e professores sobre possíveis formas de resolução de problemas.

Esse caráter tradicional aponta para uma abordagem de ensino em que o aluno é retirado totalmente do processo de construção do conhecimento e passa a ter um papel de um repetidor de fórmulas e teorias decoradas. O próprio fenômeno da “decoreba” demonstra o quão condicionados os alunos estão a simplesmente decorarem o que é passado em lousa para posteriormente aplicarem em exercícios previamente propostos. O aluno não é, em momento algum, convidado a explorar as infinitas possibilidades de resolução de diferentes problemáticas do cotidiano. Isso torna o processo de ensino maçante e desestimulante. Este caráter tradicional é oposto às correntes da Educação Matemática Crítica, que defende uma abordagem investigativa de ensino e que instiga o aluno a desenvolver formas individuais de aprendizagem.

É importante ressaltar que um processo de aprendizado investigativo não tem efeito apenas em sala de aula, onde o aluno se torna progressivamente mais independente intelectualmente, buscando formas individuais de resolução de problemas. O processo impacta toda uma sociedade, já que indivíduos que buscam pela resolução de problemas através da discussão, investigação e análise têm mais chances de se tornarem cidadãos mais integrados nas questões que perpassam a vida em sociedade.

Apesar do livro analisado não possuir um ambiente propício à investigação, isso não quer dizer que o professor em sala de aula não possa utilizá-lo para o desenvolvimento desses ambientes. Por exemplo, Cattai (2007) relata que, apesar das dificuldades enfrentadas por professores na tentativa de criarem atividades mais dinâmicas dentro de sala de aula, muitos desses professores conseguem desenvolver propostas inovadoras nesse contexto. Além disso, Biotto Filho (2008) defende que os professores “caminhem” pelos diferentes ambientes de aprendizagem, e que dentro até em propostas mais inovadoras existem alguns momentos mais tradicionais. Nessa perspectiva, o professor não habita apenas um ambiente, mas caminha pelos diferentes ambientes da Tabela 1.

Assim como Cattai (2007) e Biotto Filho (2008), as discussões aqui realizadas podem ser consideradas como um convite para que professores busquem diferentes formas de aprendizagem em sala de aula, buscando realizar atividades mais investigativas, mesmo que através de materiais de ensino que não possuem esse caráter investigativo. Isso não quer dizer que o professor deva desenvolver apenas atividades com caráter investigativo, haja visto que mesmo o ambiente menos investigativo também tem seu valor educacional. O ambiente 1 da Tabela 1, por exemplo, talvez seja útil para memorização de fórmulas e técnicas. Mas um ensino baseado somente neste tipo de abordagem descarta outras potencialidades educacionais. Assim, o livro analisado continua tendo um papel importante no desenvolvimento da disciplina, mas também é importante considerar a forma como ele será utilizado.

Acreditamos que o professor que aborda o processo de aprendizagem de uma forma investigativa instiga o aluno a desenvolver seu senso crítico durante o processo de resolução de situações-problema. Essa forma mais dinâmica de ensino considera o aluno em todas suas capacidades, ou seja, se trata de um processo global de desenvolvimento do indivíduo. Além disso, acreditamos que uma abordagem que convida o aluno a participar de forma ativa do aprendizado torna todo o processo mais interessante e instigante para o próprio aluno. Isso quer dizer que mais alunos teriam maior interesse pelas matérias de caráter exato se fossem instigados a investigar as problemáticas dessas matérias, assim como se vê geralmente em matérias como história, filosofia e sociologia, onde o fomento de discussões é notadamente mais presente.

No âmbito do ensino superior, acreditamos que esse processo de ensino que proporciona ambientes de investigação é importante para a formação de profissionais aptos para a resolução de problemas reais, já que, na escola, as situações-problema são hipotéticas. Na vida adulta, essas situações-problema surgem o tempo todo e, notadamente, profissionais mais dinâmicos e investigativos têm maior êxito na resolução das mesmas. Basta olharmos para o passado e notar que grandes descobertas no âmbito do estudo da física, por exemplo, só foram possíveis através de indivíduos de caráter extremamente investigativo. Portanto, fica claro a importância de fomentar a discussão acerca da problemática levantada pela pesquisa, pois os assuntos aqui tratados influenciam a forma com que os indivíduos se organizaram no passado, como se organizam e como se organizarão no que tange o aspecto educacional da sociedade.

CONCLUSÕES

Este trabalho buscou classificar as atividades propostas em um livro de Cálculo de acordo com sua potencialidade de desenvolver ambientes de aprendizagem investigativos e de acordo com as aplicações do

conteúdo em situações realidade ou semirealidade. Verificou-se que, de modo geral, as atividades propostas no livro não tinham um caráter investigativo e não continham aplicações reais, limitando a apresentar exercícios do tipo “calcule”. No entanto, mais do que apenas classificar as atividades propostas no livro, este trabalho procurou apresentar discussões sobre possibilidades de desenvolvimento de ambientes investigativos que utilizem livros com abordagens de ensino tradicionais. Esse tipo de discussão é um convite para professores a pensar e refletir sobre sua prática e sobre os materiais didáticos utilizados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (PIBIFSP).

REFERÊNCIAS

BIOTTO FILHO, D. **O Desenvolvimento da Matemática no Trabalho com Projetos**. 2008. 100f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, SP, 2008.

BIOTTO FILHO, D. **Quem não sonhou em ser um jogador de futebol?: trabalho com projetos para reelaborar foregrounds**. 2015. Tese - (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2015.

BIOTTO FILHO, D; FAUSTINO, A. C.; MOURA, A. Q. Cenários para Investigação, Imaginação e Ação. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 6, p. 64-80, 2017.

CATTAL, M. D. S. **Professores de Matemática que trabalham com Projetos nas Escolas: Quem são eles?** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, SP, 2007.

PENTEADO, M. G. Computer-Based Learning Environments: Risks and Uncertainties for Teachers. *Ways Of Knowing Journal*, Vol. I, No. 2 Autumn, 2001, p. 23–35

SKOVSMOSE, O. **An Invitation to Critical Mathematics Education**. Rotterdam: Sense Publishers, 2011.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. In: SKOVSMOSE, O. **Desafios da reflexão em educação matemática crítica**. Campinas: Papyrus. 2008, p. 15-39.

SKOVSMOSE, O. Researching Possibilities. In: SETATI K.; VITHAL R.; MALCOLM.; DHUNPATH R. **Researching possibilities in mathematics, science & technology education**, New York: Nova Sciences Publishers, Inc. 2009.

TESSARIN, P. D.; BIOTTO FILHO, D. Análise de um Material Didático de Física para Proporcionar Ambientes Investigativos. In: VII Congresso Nacional de Educação (CONEDU), 2021, Online. **Anais...** Campina Grande: Realize Editora, 2021.