

UMA ANÁLISE DE PRODUÇÕES ACADÊMICAS NA REGIÃO AMAZÔNICA: OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NO ENSINO DA MATEMÁTICA

AN ANALYSIS OF ACADEMIC PRODUCTIONS IN THE AMAZON REGION: EPISTEMOLOGICAL OBSTACLES IN MATHEMATICS TEACHING

Wander Alberto José 1
Severino Roberto de Lima 2
Idemar Vizolli 3

Mestrando em Educação pela Universidade Federal do Tocantins 1
(UFT). Professor da Educação Básica da Rede Estadual do Tocantins (SEDUC-TO).
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0736903926917446>.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6604-3255>.
E-mail: wanderjose@mail.uft.edu.br

Mestre em Educação pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). 2
Professor da Educação Básica na Rede Estadual do Tocantins (SEDUC-TO).
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1551287614661155>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9316-552X>.
E-mail: robertolm44@gmail.com

Doutor em Educação pela UFPR. Professor nos Programas de 3
Mestrado e Doutorado em Educação na Universidade Federal do Tocantins
(UFT) e no Doutorado da Rede Amazônica de Educação em Matemática
Ciências e Matemática (REAMEC).
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2358634787077252>.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7341-7099>.
E-mail: idemar@mail.uft.edu.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é conhecer os Obstáculos Epistemológicos presentes no Ensino de Matemática em produções acadêmicas, a partir de Teses e Dissertações produzidas em Instituições de Ensino Superior localizadas na Amazônia brasileira no período de 2005-2019. Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, delineada na perspectiva teórica do filósofo francês Gaston Bachelard, em que se fez uso de consulta bibliográfica a partir do Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), foram identificadas 5 (cinco) dissertações que atendem ao escopo da pesquisa. As análises apontam obstáculos indicados por Bachelard, quais sejam: experiência primeira; obstáculo verbal; conhecimento unitário e pragmático. Por Sierpinski: dificuldade em definir limite; transferência automática dos métodos da álgebra de manipulação de grandezas finitas às grandezas infinitas. Por Rezende: obstáculo da reticência ao infinito, dentre outros.
Palavras-chave: Obstáculos Epistemológicos. Ensino de Matemática. Amazônia Legal Brasileira.

Abstract: The objective of this work is to know the Epistemological Obstacles present in the Teaching of Mathematics in academic productions, based on Theses and Dissertations produced in Higher Education Institutions located in the Brazilian Amazon in the period 2005-2019. This is a qualitative research, delineated in the theoretical perspective of the French philosopher Gaston Bachelard, in which bibliographical consultation was made from the Theses and Dissertations Catalog of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (Capes) and in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), 5 (five) dissertations were identified that meet the scope of the research. The analyzes point out obstacles indicated by Bachelard, namely: first experience; verbal obstacle; unitary and pragmatic knowledge. By Sierpinski: difficulty defining limit; automatic transfer of algebra methods for manipulating finite quantities to infinite quantities. By Rezende: obstacle of reticence to infinity, among others.

Keywords: Epistemological Obstacles. Teaching of Mathematics. Brazilian Legal Amazon.

Introdução

A produção de conhecimento científico no cerrado brasileiro tem sido um tema que vem ganhando espaço nas discussões acadêmicas em âmbito geral no Tocantins, e o Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Tocantins (PPGE/UFT), localizada na região norte do país, vem se destacando em relação aos espaços de debates e pesquisas voltados para a região amazônica em suas produções acadêmicas.

Desde a sua criação em 2003, a UFT, por sua localização privilegiada, isto é, no contexto da Amazônia Brasileira, uma área de transição de cerrado e floresta amazônica, tem assumido sua vocação, que é a responsabilidade social quanto à elevação qualitativa da educação e dos índices de desenvolvimento humano, assim como, a preservação dos ecossistemas locais (PPGE/UFT. 2020, s/p).

Neste sentido, sendo o cerrado brasileiro e a região amazônica riquíssimos em seus biomas naturais, abrigando diferentes tipos de vegetação e de fauna, sua preservação torna-se uma grande preocupação para a existência e a continuidade das espécies. Desse modo, a ciência tem seu papel importantíssimo para o estabelecimento de políticas públicas que proporcionem aos estudantes e pesquisadores uma gama de possibilidades para o fortalecimento do conhecimento da população, da pesquisa, do ensino e da aprendizagem.

A Matemática, como Ciência, não está fora desse contexto, pois ela também busca compreensão dos fenômenos, das causas e efeitos, conseqüentemente contribui de maneira significativa com estudos e pesquisas que possam trazer melhorias à população brasileira.

Nessa perspectiva, um tema que atrai a atenção de muitos docentes que lecionam Matemática são as situações que ensejam em erros recorrentes e, muitas vezes, até coletivos em sala de aula. Tais erros, dificuldades, ou bloqueios podem configurar-se em obstáculos à aprendizagem, e alguns se classificam como Obstáculos Epistemológicos.

Nesse sentido, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de conhecer os Obstáculos Epistemológicos presentes no ensino de Matemática em produções acadêmicas, a partir de Teses e Dissertações produzidas em Instituições de Ensino Superior (IES) localizadas nos estados que compõem a região amazônica brasileira no período de 2005 - 2019.

Na introdução desse artigo, discorre-se em relação à importância da produção científica no cerrado brasileiro, em especial, na região amazônica, bem como o papel relevante da Matemática enquanto Ciência. A seguir, apresenta-se a metodologia utilizada na pesquisa, os aspectos teóricos presentes nas dissertações verificadas e, por fim, a análise feita nas produções com intuito de atender ao objetivo da pesquisa, o que se evidencia nas considerações.

Caminhos Metodológicos

A pesquisa estrutura-se como bibliográfica, de abordagem qualitativa e foi delineada na perspectiva teórica do filósofo francês Gaston Bachelard.

A pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em artigos, livros, dissertações e teses. Pode ser realizada independentemente ou como parte da pesquisa descritiva ou experimental. Em ambos os casos busca-se conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado sobre determinado assunto, tema ou problema (CERVO; BERVIAN, SILVA, 2014, p. 60).

Este trabalho delimita um recorte temporal e abrange as produções científicas deste período, de modo a se configurar como uma pesquisa com escopo no estado do conhecimento.

Estado do conhecimento é identificação, registro, categorização que levem à reflexão e síntese sobre a produção científica de uma determinada área, em um determinado espaço de tempo, congregando periódicos, teses, dissertações e livros sobre uma temática específica (MOROSINI, 2015, p. 102).

As bases de dados consultadas para a pesquisa foram o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (<https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>), e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) (<https://bdtb.ibict.br/vufind/>), as expressões utilizadas na busca foram: “Obstáculos Epistemológicos” + “Ensino” + “Matemática”. Encontramos 71 (setenta e uma) produções. A verificação das teses e dissertações ocorreu em duas etapas, na primeira foram estabelecidos os critérios a serem observados no processo de seleção: publicações realizadas no período de 2005 a 2019 em Instituições de Ensino Superior (IES) localizadas nos estados que compõem a região amazônica brasileira, cuja temática esteja vinculada aos obstáculos epistemológicos no ensino de Matemática.

Na segunda etapa, ocorreu a verificação a partir da leitura dos títulos das produções e dos resumos, com a observância dos critérios estabelecidos, ao final foram selecionadas 05 (cinco) Dissertações que atendem ao escopo da pesquisa e que foram analisadas.

O trabalho foi organizado em cinco seções: i) Introdução; ii) Metodologia; iii) os Obstáculos Epistemológicos, origem e conceituação; iv) a análise das produções encontradas nas bases de dados, observando os aspectos teóricos metodológicos, com ênfase nos obstáculos epistemológicos e v) tece-se as considerações.

Obstáculos Epistemológicos

Normalmente, ao introduzirmos determinados conceitos percebemos que os alunos não adquiriram certos conceitos trabalhados anteriormente e, por isso, o desenvolvimento de novos conceitos matemáticos exige um esforço redobrado e um tempo muito maior para que os alunos deem conta de resolver situações/problemas propostos (VIZOLLI, 2001, p. 10).

Obstáculos Epistemológicos conforme Bachelard

Ao longo da história, encontram-se muitos estudiosos, filósofos ou não, que buscaram entender como acontece o processo de construção do conhecimento científico, como a ciência evolui e como se apreende esse conhecimento novo, modificado.

Um obstáculo é um conhecimento e não um erro ou ausência de conhecimento. Num dado contexto, um conhecimento pode ser útil e prático, em outro contexto, produz respostas inexas, imprecisas. Nesse sentido,

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que *é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento deve ser colocado*. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentsões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 2005, p. 17, grifo do autor).

Conforme Bachelard, a evolução do conhecimento científico não é um processo linear nem contínuo. O progresso da ciência dá-se por meio de uma ruptura epistemológica.

Segundo Japiassú (1992), o trabalho de Bachelard propôs uma nova epistemologia para as ciências ao discutir a concepção de que o filósofo não tenha uma doutrina única, e filosofia e ciência sejam contemporâneas.

Trata-se de uma filosofia das ciências que, em matéria de teoria do conhecimento, não propõe mais soluções filosóficas para problemas científicos já superados. Trata-se de uma filosofia aberta, que não encontra mais em si mesma as 'verdades primeiras', nem tampouco vê na identidade do espírito a certeza que garante um método permanente e definitivo. O que deve ser abandonado é uma filosofia que coloca seus princípios como intangíveis e que afirma suas verdades primeiras como totais e acabadas (JAPIASSÚ. 1992, p. 73-74).

Conforme dito, a epistemologia da Ciência de Bachelard confrontava o pensamento fechado e positivista à época, suas ideias epistemológicas questionavam as teorias vigentes, em destaque a física newtoniana.

“Do ponto de vista pedagógico, a visão epistemológica de Bachelard implica a análise crítica do processo de aprendizagem, considerando as dificuldades, erros e falhas como parte deste processo” (BITTENCOURT, 1998, p. 13).

Na sua obra, *A Formação do Espírito Científico – Contribuição para uma Psicanálise do Conhecimento*, publicada em 1938, Bachelard enuncia os obstáculos epistemológicos, organizando-os em: a experiência primeira; conhecimento geral; obstáculo verbal; conhecimento unitário e pragmático; obstáculo substancialista; obstáculo animista; o mito da digestão; libido; e obstáculos do conhecimento quantitativo.

A Experiência primeira

A experiência primeira como obstáculo remete ao senso comum, ao conhecimento empírico, num estágio pré-científico. Bachelard alerta quanto ao cuidado que se deve ter com a opinião, para ele a opinião pensa mal, ou não pensa.

A primeira experiência ou, para ser mais exato, a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. De fato, essa observação primeira se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que a compreendemos. (BACHELARD, 2005, p. 25).

Uma forma de escapar dos encantos da experiência primeira, e ir em direção ao conhecimento científico, é contestar a origem e os conceitos envolvidos, numa primeira abordagem. Procurar mais informações e bases coerentes acerca do fenômeno em estudo.

Exemplo: os homens, por muitas gerações, ao observarem o céu, acreditavam que a Terra era o centro do universo, e as estrelas e astros giravam em torno dela. Essa observação era fácil, natural, porém, com o desenvolvimento científico, ficou provado o contrário, e a teoria do geocentrismo foi superada.

O Conhecimento geral

Segundo Bachelard, esse obstáculo tem origem na generalização apressada, fácil, desprezando uma abordagem racional do fenômeno. Ocorre uma aceitação passiva sem questionamentos, ou análise dos conceitos envolvidos num fenômeno. Em muitos casos, tenta-se atingir o geral, utilizando-se o método do raciocínio indutivo.

A Académie estuda, portanto, a coagulação do leite, do sangue, do fel, da gordura. Para a gordura, que endurece

nos pratos, o esfriamento é visível. A Académie vai tratar então da solidificação dos metais fundidos. O congelamento da água é, em seguida, incluído na categoria da coagulação. A passagem é tão natural, desperta tão poucas dificuldades, que não se pode ignorar a ação persuasiva da linguagem. Passa-se insensivelmente da coagulação para o congelamento (BACHELARD, 2005, p. 74).

Este obstáculo cria um empobrecimento científico, com explicações parciais, imprecisas e sem provas ou rigor.

Obstáculo verbal

Esse obstáculo é particularmente difícil de superar, acontece quando toda a explicação de um fenômeno fica reduzida a uma única palavra. “[...] o obstáculo verbal, isto é, a falsa explicação obtida com a ajuda de uma palavra explicativa, nessa estranha inversão que pretende desenvolver o pensamento ao analisar um conceito, em vez de inserir um conceito particular numa síntese racional” (BACHELARD, 2005, p. 27).

Mesmo não havendo hierarquia entre os obstáculos epistemológicos, o obstáculo verbal requer especial atenção, uma vez que muitos docentes na intenção de facilitar o entendimento dos estudantes, acabam por simplificar demais a explicação de determinado fenômeno, quer pelo uso de metáforas, ou mesmo, de palavra-chave.

Exemplo: muitas pessoas têm uma ideia distorcida do que é gravidade, pensam que ela só existe quando os corpos caem e, quando estudam em física lançamento vertical ou horizontal, tendem a não levar em consideração o efeito dela.

Conhecimento unitário e pragmático

Embora, por vezes, confundido com o conhecimento geral, este obstáculo diferencia-se por “[...] generalidades bem mais amplas”, o que caracteriza “[...] não mais o caso de pensamento empírico, mas de pensamento filosófico” (BACHELARD, 2005, p. 103). Deste modo, utiliza-se de uma visão geral de mundo para explicar os fenômenos. “Em todos os fenômenos, procura-se a utilidade humana, não só pela vantagem que pode oferecer, mas como princípio de explicação. Encontrar uma utilidade é encontrar uma razão” (BACHELARD, 2005, p. 115).

Neste obstáculo tem-se a ideia de unidade da natureza, neste contexto, tudo que puder explicar uma situação complexa serve para explicar uma situação simples, reciprocamente.

Obstáculo substancialista

Segundo Bachelard, este obstáculo existe para satisfazer mentes preguiçosas, percebe-se neste caso o uso de muitos adjetivos para um substantivo, ou seja, o substancialismo constitui-se de um excesso de sentidos para um mesmo objeto.

O obstáculo substancialista, como todos os obstáculos epistemológicos, é polimorfo. É constituído por intuições muito dispersas e até opostas. Por uma tendência quase natural, o espírito científico condensa num objeto todos os conhecimentos em que esse objeto desempenha um papel, sem se preocupar com a hierarquia dos papéis empíricos. Atribui à substância qualidades diversas, tanto a qualidade superficial como a qualidade profunda, tanto a qualidade manifesta como a qualidade oculta (BACHELARD, 2005, p. 121).

Exemplo: a utilização do ouro como cor, tem-se aqui uma adjetivação inadequada do objeto.

Obstáculo animista

Este obstáculo refere-se à maneira inadequada em que são utilizadas características humanas a fenômenos diversos, ou seja, busca-se explicar fenômenos relacionados à matéria inerte atribuindo-lhes princípios de matéria orgânica. “*Vida é uma palavra mágica. É uma palavra valorizada. Qualquer outro princípio esmaece quando se pode invocar um princípio vital*” (BACHELARD, 2005, p. 191, grifo do autor).

Percebe-se neste obstáculo um verdadeiro fetiche pela vida, essa supervalorização acaba distorcendo conceitos, levando estudantes a compreensões errôneas.

Exemplo: professores, ao tratar de ligações iônicas, costumam nomear e atribuir características humanas a diferentes átomos para atrair a atenção dos estudantes.

O mito da digestão

“A digestão é uma função privilegiada, poema ou drama, fonte de êxtase ou de sacrifício. Torna-se, pois, para o inconsciente, um tema explicativo cuja valorização é imediata e sólida. Costuma-se dizer que o otimismo e o pessimismo são questões de estômago” (BACHELARD, 2005, p. 209). Aqui Bachelard relaciona o mito da digestão a um sistema de valorização, e enfatiza a questão de posse que nutre um digestor com consequente geração de força e poder.

Libido

“O mito da digestão esmaece quando comparado com o mito da geração; o *ter* e o *ser* nada são diante do *dever*. As almas decididas querem *ter* para *tornar-se*. Foi, portanto, com razão que a psicanálise tradicional assinalou a supremacia da *libido* sobre o apetite” (BACHELARD, 2005, p. 225). Neste obstáculo, Bachelard analisa os efeitos da libido no pensamento pré-científico. São descritas situações em que o aspecto sexualizado é percebido em pormenores de pesquisas, metáforas e imagens. Exemplo: “o mercúrio é estéril. Os antigos acusaram-no de esterilidade por causa de sua frieza e umidade; mas quando ele é purgado e preparado como se deve, esquentado por seu enxofre, perde a esterilidade” (BACHELARD, 2005, p. 231).

Obstáculos do conhecimento quantitativo

Neste último obstáculo, Bachelard destaca os perigos do excesso de precisão em relação a quantidades. A precisão numérica pode esconder armadilhas, falhas, devido à matematização apressada de primeira aproximação. “A grandeza não é automaticamente objetiva, e basta dar as costas aos objetos usuais para que se admitam as determinações geométricas mais esquisitas, as determinações quantitativas mais fantasiosas” (BACHELARD, 2005, p. 259, grifo do autor).

A partir dos obstáculos enunciados por Bachelard, tem-se que evidenciar a importância e a contribuição que estes trazem ao campo pedagógico e ao trabalho docente. A compreensão e a busca de superação dos obstáculos epistemológicos incentivam docentes a rever conceitos e concepções já enraizadas em suas práticas e metodologias.

Percepções quanto aos obstáculos epistemológicos

Alguns obstáculos são mais verificáveis no campo das ciências, como Física, Química ou Biologia, porém obstáculos epistemológicos podem ser encontrados em diversos campos que envolvem a construção do conhecimento científico, visto estarem encrustados na criação do conhecimento.

Para Bachelard, a Matemática estava livre dos obstáculos devido a sua aparente linearidade e encadeamento de ideias e conceitos. “Com efeito, a história da Matemática é maravilhosamente regular. Conhece períodos de pausa. Mas não conhece períodos de erro. Logo, nenhuma das teses que sustentamos neste livro se refere ao conhecimento matemático” (BACHELARD, 2005, p. 17).

Analisando o aspecto de regularidade no processo de evolução do conhecimento ma-

temático, tem-se que;

De fato, o tipo de ruptura encontrada na evolução das ciências experimentais não aparece com clareza no registro histórico da matemática. Entretanto, isso não quer dizer que haja uma linearidade absoluta na fase da descoberta matemática. [...] Devemos lembrar que a regularidade do saber existe somente na fase final da formulação do texto matemático. Na fase inicial das ideias, pelo contrário, não há nenhum predomínio da linearidade, revelando os intensos conflitos da criação do saber (PAIS, 2018, p. 41).

No campo da Matemática, a noção de obstáculos tem sido utilizada com maior frequência por estudiosos de Didática da Matemática, principalmente os franceses, baseando-se em Bachelard e Piaget. Guy Brousseau foi quem apresentou essa ideia em 1976.

Brousseau amplia a tipificação de obstáculo no sistema didático considerando três tipos: os de origem ontogênica, que são aqueles que se processam a partir de limitações de ordem do tipo neurofisiológicas, entre outras, do sujeito, no momento de seu desenvolvimento; os de ordem didática, que dependem somente das escolhas realizadas para um sistema educativo; e os de ordem epistemológica, que são aqueles dos quais não se pode nem se deve escapar, pois são constitutivos do conhecimento visado (IGLIORI, 2008, p. 127).

Segundo Brousseau, um aspecto importante no estudo dos obstáculos refere-se à análise de erros resistentes dos alunos. Neste sentido, o erro passa a ter um papel importante na prática docente.

Na visão de Brousseau (1983), os obstáculos se manifestam pela incapacidade de compreender certos problemas, de resolvê-los com eficácia, ou pelos erros que, para serem superados, deveriam conduzir à instalação de um novo conhecimento. Por consequência, o erro é considerado necessário para: I) desencadear o processo da aprendizagem do aluno; II) o professor situar as concepções do aluno e, eventualmente, compreender os obstáculos subjacentes; III) o professor adaptar a situação didática (ALMOULOU, 2007, p. 135).

Conforme Pais, (2018), aqueles que detêm conhecimentos científicos devem cuidar para não fazer defesas cegas, baseando-se em concepções que já não se aproximam da verdade, tais condutas impedem a construção de um novo saber.

O conhecimento antigo atua como uma força contrária à realização de uma nova aprendizagem. A evolução do conhecimento encontra-se, então, estagnada até o momento em que ocorrer uma *ruptura epistemológica* com os saberes que predominaram por um certo período. Num caso extremo, a obstrução do conhecimento antigo pode até mesmo provocar uma regressão do nível de compreensão. O interesse em estudar a noção de obstáculo decorre do fato da mesma permitir identificar as fontes de diversos fatores que levam a aprendizagem a uma situação de inércia e de obstrução (PAIS, 2018, p. 45, grifo do autor).

Com base nestas percepções, observa-se a importância de os docentes adotarem um perfil pesquisador, conhecendo os pressupostos teóricos e epistemológicos da Matemática, como Ciência, seus conceitos e sua história, possibilitando identificar e superar obstáculos epistemológicos. Outro aspecto a ser observado é a maneira como o docente se posiciona em relação aos erros cometidos pelos estudantes, deve-se adotar uma postura proativa, e fazer uso de estratégias pedagógicas de maneira que permitam ao estudante construir seu conhecimento e superar dificuldades. Enfim, tem-se que o processo de construção do conhecimento científico é bastante complexo e os docentes precisam entender de epistemologia.

Análise das Produções

Para as discussões desta seção, buscou-se conhecer os Obstáculos Epistemológicos presentes em produções acadêmicas que discutem o Ensino de Matemática em instituições de ensino superior de estados da região amazônica.

As bases de dados consultadas foram o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamentos de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Como critérios de busca foram utilizadas palavras-chave, e o operador booleano AND: Obstáculos Epistemológicos AND Ensino AND Matemática.

O mapeamento das produções acadêmicas deu-se por meio de critérios estabelecidos previamente, como por exemplo, as publicações ocorridas no período de 2005 a 2019, por Instituições de Ensino de Nível Superior dos estados que compõem a região amazônica e, discutem obstáculos epistemológicos presentes no ensino de matemática.

Quadro 1. Dissertações mapeadas a respeito de Obstáculos Epistemológicos no período de 2005 – 2019

INSTITUIÇÃO	AUTOR(A)	TÍTULO / ANO	ENDEREÇO
Universidade Federal do Pará	MIRANDA, Werventon dos Santos	Erros e obstáculos: os conteúdos matemáticos do Ensino Fundamental no processo de avaliação – 2007	http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/3104/1/Dissertacao_ErrosObstaculosConteudos.pdf
Universidade Federal do Pará	COIMBRA, Jarbas Lima	Alguns aspectos problemáticos relacionados ao ensino-aprendizagem da álgebra linear – 2008	http://www.repositorio.ufpa.br:8080/jspui/bitstream/2011/1801/1/Dissertacao_AlgunsAspectosProblematicos.pdf
Universidade Federal do Pará	MORAIS, Elinaldo Coutinho	Ensinar-aprender frações em um curso de formação continuada para professores dos anos iniciais do ensino fundamental: conhecimentos e dificuldades evidenciadas – 2010	http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/2676/1/Dissertacao_EnsinarAprenderFracoes.pdf
Universidade Federal do Pará	MORAES, Mônica Suelen Ferreira de	Um estudo sobre as implicações dos obstáculos epistemológicos de limite de função em seu ensino e aprendizagem – 2013	http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/8567/6/Dissertacao_EstudoImplicacoesObstaculos.pdf
Universidade Federal do Amazonas	LIMA, Elvécio Pereira	Sequência didática usando o geogebra na aprendizagem de função quadrática no ensino fundamental II – 2016	https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/5551/5/Disserta%3%a7%3%a3o%20-%20Elv%3%a9cio%20P.%20Lima.pdf

Fonte: Elaborado pelo autor

Dissertações

Em sua dissertação – *Erros e obstáculos: os conteúdos matemáticos do Ensino Funda-*

mental no processo de avaliação - Miranda (2007) realiza um “estudo analítico do desempenho dos estudantes de 5ª a 8ª séries em Matemática, utilizando as respostas dadas em avaliações realizadas por quatro grupos de estudantes de uma escola pública de Ensino Fundamental em testes específicos de matemática” (MIRANDA, 2007, p. 5). O autor faz uma explanação ampla com uso de analogia entre os conceitos de avaliação, obstáculo e erro como sendo uma corda de três fios e enfatiza a interconexão destes conceitos.

O trabalho de Miranda teve como assento teórico a obra de Pochulu (2006), especialmente o artigo “A Geometria na escola básica: que espaços e formas têm hoje”? Nesse artigo, Pochulu formulou uma lista de erros a partir da perspectiva dos professores do ensino básico, médio e universitário.

A pesquisa foi desenvolvida numa escola pública em Belém do Pará, os estudantes responderam questionários com o objetivo de avaliar seus conhecimentos matemáticos nos seguintes aspectos: a) que tipo de erros vem ocorrendo entre nossos estudantes; b) quais dos erros cometidos pelos estudantes de Matemática podem se constituir como “obstáculos didáticos”, e c) se há coincidência entre os tipos de erros por mim encontrados e os erros encontrados por Pochulu (2005), identificando os que dominavam e os que não dominavam.

Na oportunidade, participaram do estudo 94 (noventa e quatro) estudantes sendo: 21 (vinte e um) do 6º ano, 25 (vinte e cinco) do 7º ano, 24 (vinte e quatro) do 8º ano e 24 (vinte e quatro) do 9º ano.

Ao realizar a análise dos dados, e fazendo uma síntese dos erros cometidos pelos estudantes, o autor encontrou vários erros diferentes dos listados por Pochulu (2005).

[...] Não observam a ordem das casas – tanto decimais quanto inteiras ao fazer a adição ou subtração; [...] Invertem os termos da subtração quando consideram que o minuendo é menor que o subtraendo; [...] Não estabelecem a relação de ordem entre números inteiros considerando seu posicionamento na reta numérica; [...] No cálculo de uma expressão, interpretam o sinal de multiplicação (x) como incógnita; [...] Não conseguem transformar o enunciado de um problema em linguagem algébrica; [...] Não aplicam a propriedade distributiva na multiplicação de um monômio por um polinômio; [...] Não reconhecem a existência de um produto notável (MIRANDA, 2007, p. 85).

Miranda (2007) ressalta que, na perspectiva bachelardiana, os professores de Matemática devem ter um olhar e uma postura diferenciada em relação aos erros dos estudantes, é preciso estar atento e perceber, em seu fazer pedagógico, a diferença entre erro eventual e um obstáculo estabelecido. Dado um obstáculo didático, a sua superação, por parte dos discentes, é quase impossível sem a intervenção docente de maneira efetiva e sistemática.

Coimbra (2008) em sua dissertação – *Alguns Aspectos Problemáticos Relacionados ao Ensino-Aprendizagem da Álgebra Linear*, destaca a importância de uma abordagem que mostra os obstáculos presentes em sala de aula; a história da Matemática; e a relação entre ambas no processo de ensino da Álgebra Linear.

Nesta pesquisa, o autor apresenta **índices de reprovação oscilando entre 25% e 50% em Álgebra Linear em algumas universidades brasileiras (UNICAMP, USP, UNESP)**, e cita pesquisas em outros países de modo a evidenciar as dificuldades por parte de acadêmicos quanto à compreensão de conceitos relacionados à disciplina.

Seu referencial teórico teve aporte em Bachelard (1996), Gueudet-Chartier (2003), Iezzi (1977), Oliveira (2005) e outros. No desenvolvimento da pesquisa, houve trabalho de campo com aplicação de um questionário composto de perguntas relacionadas ao tema “espaço vetorial”. Teve como público alvo uma amostra de 15 estudantes, de duas turmas distintas, em uma universidade pública em Belém do Pará. Em sua pesquisa, foram identificados alguns obstáculos epistemológicos, como a experiência primeira.

[...] o estudante já chega ao curso de álgebra linear com conhecimento prévio de vetores, suas operações e já tem experiência concreta de suas aplicações em outras disciplinas como Física, por exemplo. No caso da álgebra linear temos de atentar para o conhecimento que o aluno já traz e procurar evitar conflitos com os novos conceitos que serão apresentados. O modelo antigo deve ser superado e generalizado (COIMBRA, 2008, p. 21).

Em relação ao obstáculo verbal, Coimbra ressalta a presença do formalismo, ou seja, uma linguagem excessivamente formal por parte do professor que deixa o aluno sem suporte em seu raciocínio, levando-o a uma menor capacidade de abstração.

Outro obstáculo de natureza epistemológica, destacado pelo autor, diz respeito ao conhecimento unitário e pragmático.

Este obstáculo vem de encontro à ideia de alguns professores que para simplificar o ensino da álgebra Linear afirmam que basta o aluno ter um bom conhecimento do assunto R^n porque qualquer espaço de dimensão n é isomorfo a ele. Unifica-se então o estudo totalmente no R^n e perdem-se as particularidades dos espaços em geral; do ponto de vista lógico de quem já conhece a disciplina esta ideia é interessante, mas no ensino deve-se chegar a essa ideia como uma conclusão e não usá-la como ponto de partida simplificado (COIMBRA, 2008, p. 27, grifo do autor).

Ao comentar em relação à formação do professor de Matemática, Coimbra alerta quanto à confusão que alguns estudantes fazem entre condições necessárias e suficientes, fato que dificulta o entendimento de situações relacionadas à dependência e independência linear e, por fim, conclui seu trabalho enfatizando a importância dos professores da disciplina de Álgebra Linear terem cuidado com os obstáculos de natureza epistemológica.

Morais (2010) realizou uma pesquisa intitulada – *Ensinar-aprender frações em um curso de formação continuada para professores dos anos iniciais do ensino fundamental: conhecimentos e dificuldades evidenciadas*.

A pesquisa é bibliográfica com abordagem qualitativa. O objetivo foi investigar as dificuldades que emergem no fazer ensinar-aprender das professoras, que ensinam Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental, ao participarem de cursos de formação continuada sobre frações. A fundamentação teórica teve como base os autores: Brousseau (2009, 2008, 1996), D'Amore (2007), Pais (2006, 2005), Almouloud (2007), Iglioni (2008), Bitencourt (1998).

Nesse trabalho houve pesquisa de campo, com uso de questionário, caderno de campo, e observação participante. Seu trabalho foi desenvolvido em uma turma do Curso de Especialização em Educação em Ciências e Matemática para as séries iniciais ofertado pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Os sujeitos da pesquisa foram 5 (cinco) professoras selecionadas pelo critério de maior tempo de experiência em sala de aula.

O autor salienta que cursos de formação inicial para professores dos anos iniciais do ensino fundamental **não os habilitam** com maior profundidade em conteúdos matemáticos, e que é natural haver dificuldades ou obstáculos por parte destes docentes.

Fazer comparações de frações; fazer a transformação de uma fração em número misto; comparar números decimais; operar com frações; usar sinais na resolução das questões envolvendo frações; identificar figuras planas; representação esquemática de frações; a insistência/resistência das professoras em não operarem as frações utilizando o princípio da comensurabilidade, na medida em que não incluem

esta técnica como possibilidade, mesmo quando lhes são solicitadas (MORAIS, 2010, p. 110).

Em suas considerações, Moraes afirma que as professoras participantes do curso de formação continuada sobre frações para os anos iniciais do ensino fundamental demonstraram compromisso com um ensino de qualidade. E discorre em relação à necessidade de mais pesquisas, de como as universidades podem intervir para que haja uma melhor preparação para os professores em formação no que se refere à Matemática.

Moraes, (2013) em sua pesquisa de mestrado – *Um estudo sobre as implicações dos obstáculos epistemológicos de limite de função em seu ensino e aprendizagem*, teve como referencial teórico os trabalhos de Bachelard (1996), Brousseau (1986), Cornu (1983), Sierpiska (1985) e Rezende (1994). Sua questão de pesquisa foi: quais obstáculos epistemológicos estão presentes no processo de construção do conceito de limite de função real a valores reais?

O trabalho foi realizado nas seguintes instituições: Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Estadual do Pará (UEPA) e Instituto Federal do Pará (IFPA), com alunos que cursavam a disciplina Cálculo I. A autora procedeu um levantamento histórico do conceito de limite, de maneira a identificar os obstáculos relacionados ao desenvolvimento do conceito, seguido de um levantamento dos principais entraves no ensino e aprendizagem de Cálculo no ensino superior. A pesquisa foi de caráter qualitativo e, na coleta de dados, foram aplicados questionários.

Conforme as análises realizadas, verificamos que os obstáculos epistemológicos de limite de função de uma variável real ainda estão resistentes em nossos alunos da licenciatura, e com base nos resultados das pesquisas adotadas como referencial teórico de nossa investigação e também nas observações das aulas de cálculo I acompanhadas para coleta de dados de nossa pesquisa, temos que o professor não possibilita nem estimula no aluno um papel de produtor, mas sim, muito mais, de receptor do conhecimento (MORAES, 2010 p. 120,121).

A autora defende que o ensino do conteúdo de limite deve ser permeado por um estudo histórico desse conceito, de maneira a evitar o ensino tradicional baseado em aulas meramente expositivas.

Na seção Análise e Desdobramentos da pesquisa, Moraes correlaciona alguns obstáculos já identificados por teóricos, como as respostas obtidas em sua pesquisa, dentre eles:

[...] dificuldade ao definir limite, há confusão na simbologia; dificuldade caracterizada pelo obstáculo do símbolo discutido por (SIERPINSKA, 1983); [...] dificuldade quanto à noção de limite, devido à ideia de movimento incorporada com o uso de termos 'se aproxima de', 'tende a'; relaciona-se à transposição numérica (CORNU, 1983), transposição cinética (REZENDE, 1994), e o obstáculo físico (SIERPINSKA, 1985) [...] dificuldade recorrente com a definição do infinito; caracterizando assim a presença do obstáculo da reticência ao infinito classificada por (REZENDE, 1994) [...] transferência automática dos métodos da álgebra de manipulação de grandezas finitas às grandezas infinitas (SIERPINSKA, 1985); [...] obstáculo do aspecto metafísico da noção de limite (CORNU, 1983) (MORAES, 2010, p. 94-113).

Em suas considerações, a autora faz algumas observações que julga pertinente aos professores que lecionam a disciplina de Cálculo I, dentre estas: a compreensão da diferença entre o infinito potencial e atual, e que essa diferença fique clara na discussão junto aos estudantes; que seja discutida pelos próprios estudantes a origem das dificuldades durante as aulas; maior diálogo entre estudantes e os estudantes e o professor, de forma a minimizar os obstáculos e impulsionar a construção de uma nova compreensão com a mediação do professor.

Lima (2016), em sua dissertação intitulada – *Sequência didática usando o Geogebra na aprendizagem de função quadrática no ensino fundamental II*, teve como objetivo geral identificar e analisar os obstáculos didáticos da aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental na construção do conhecimento matemático, especificamente quanto ao conteúdo de função quadrática, visando à superação com uma sequência didática atrelada ao Geogebra.

A fundamentação teórica tem embasamento na Teoria das Situações Didáticas de Brousseau e na Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval. A metodologia utilizada seguiu os pressupostos da Engenharia Didática de Artigue, a pesquisa utilizou-se de um laboratório de informática em uma escola em que houve uma investigação dentro de um esquema experimental. O trabalho foi desenvolvido em uma Escola Estadual de ensino fundamental e médio em Manaus-Amazonas, em que 5 (cinco) discentes do 9º ano do ensino fundamental participantes do programa “Mais educação” foram os sujeitos da pesquisa.

Em relação ao software citado na produção, o autor informa que:

O Geogebra é um software de geometria dinâmica, livre e com código aberto, acessado por download em <http://geogebra.org>. Foi desenvolvido por Markus Hohenwarter em sua dissertação de mestrado na Universidade de Salzburg, Áustria, e aperfeiçoado em conjunto com uma equipe multinacional de programadores. Tem o objetivo de contribuir como ferramenta auxiliar do professor no ensino e aprendizagem da matemática, tanto na Educação Básica quanto na Educação Superior (LIMA, 2016, p. 86).

No desenvolvimento do trabalho, foi identificado que o professor utilizava o livro didático adotado pela instituição e complementava suas aulas com outros livros, mas que não havia a utilização de nenhum software educacional e, questionado, o docente afirmou não conhecer softwares educacionais.

Na pesquisa, realizou-se uma organização praxeológica nos livros didáticos utilizados pelos docentes, salientando que não houve intenção de fazer uma análise destes livros, foram observados os seguintes aspectos: propostas de tarefas, técnicas, teorias que versavam sobre objeto de estudo, função quadrática, e foram identificados alguns obstáculos didáticos,

[...] identificação e representação da função quadrática, de reconhecimento e interpretação do papel de seus coeficientes, assim como as translações verticais e horizontais dos gráficos que, no nosso entendimento, comprometem a interpretação global das representações gráficas e algébricas (LIMA, 2016, p. 21, 22).

Tais obstáculos foram confirmados em atividades realizadas junto aos alunos.

Quadro 2. Obstáculos identificados nas produções

TRABALHO/AUTOR	IES	OBSTÁCULOS
Erros e obstáculos: os conteúdos matemáticos do Ensino Fundamental no processo de avaliação – 2007 – MIRANDA, Werventon dos Santos.	Universidade Federal do Pará	[...] Não observam a ordem das casas – tanto decimais quanto inteiras ao fazer a adição ou subtração; [...] Invertem os termos da subtração quando consideram que o minuendo é menor que o subtraendo; [...] Não estabelecem a relação de ordem entre números inteiros considerando seu posicionamento na reta numérica; [...] No cálculo de uma expressão, interpretam o sinal de multiplicação (x) como incógnita; [...] Não conseguem transformar o enunciado de um problema em linguagem algébrica; [...] Não aplicam a propriedade distributiva na multiplicação de um monômio por um polinômio; [...] Não reconhecem a existência de um produto notável.
Alguns aspectos problemáticos relacionados ao ensino-aprendizagem da álgebra linear – 2008 – COIMBRA, Jarbas Lima.	Universidade Federal do Pará	A experiência primeira; obstáculo verbal; e obstáculo do Conhecimento unitário e pragmático.
Ensinar-aprender frações em um curso de formação continuada para professores dos anos iniciais do ensino fundamental: conhecimentos e dificuldades evidenciadas – 2010 - MORAIS, Elinaldo Coutinho.	Universidade Federal do Pará	Fazer comparações de frações; fazer a transformação de uma fração em número misto; comparar números decimais; operar com frações; usar sinais na resolução das questões envolvendo frações; identificar figuras planas; representação esquemática de frações; a insistência/resistência das professoras em não operarem as frações utilizando o princípio da comensurabilidade, na medida em que não incluem esta técnica como possibilidade, mesmo quando lhes são solicitadas.

TRABALHO/AUTOR	IES	OBSTÁCULOS
Um estudo sobre as implicações dos obstáculos epistemológicos de limite de função em seu ensino e aprendizagem – 2013 – MORAES, Mônica Suelen Ferreira de.	Universidade Federal do Pará	[...] dificuldade ao definir limite, há confusão na simbologia; dificuldade caracterizada pelo obstáculo do símbolo discutido por (SIERPINSKA, 1983); [...] dificuldade quanto à noção de limite, devido à ideia de movimento incorporada com o uso de termos ‘se aproxima de’, ‘tende a’; relaciona-se à transposição numérica (CORNU, 1983), transposição cinética (REZENDE, 1994), e o obstáculo físico (SIERPINSKA, 1985) [...] dificuldade recorrente com a definição do infinito; caracterizando assim a presença do obstáculo da reticência ao infinito classificada por (REZENDE, 1994) [...] transferência automática dos métodos da álgebra de manipulação de grandezas finitas às grandezas infinitas (SIERPINSKA, 1985); [...] obstáculo do aspecto metafísico da noção de limite.
Sequência didática usando o geogebra na aprendizagem de função quadrática no ensino fundamental II – 2016 – LIMA, Elvécio Pereira.	Universidade Federal do Amazonas	[...] identificação e representação da função quadrática, do reconhecimento e interpretação do papel de seus coeficientes, assim como as translações dos gráficos, que no nosso entendimento comprometem a interpretação global das representações gráficas e algébricas.

Fonte: Elaborado pelo autor

Verifica-se nas produções a existência de obstáculos epistemológicos que condizem com o proposto por Bachelard e demais teóricos, percebe-se que os obstáculos se fazem presentes nas salas de aula em diferentes níveis educacionais. Existem indícios que a formação inicial dos docentes das séries iniciais **não os fornece** condições suficientes de lidar com obstáculos epistemológicos.

Tecendo Considerações

O desenvolvimento deste trabalho propiciou algumas constatações, uma diz respeito ao pequeno número de produções que discutem Obstáculos Epistemológicos no Ensino de Matemática na região da Amazônia brasileira, portanto, tem-se aí um amplo espaço para pesquisas, produções científicas, apropriação e disseminação de conhecimento junto às instituições de ensino superior e da educação básica desta região.

Outra constatação refere-se a obstáculos epistemológicos, uma presença constante desses no espaço da sala de aula, ora junto aos estudantes, ora junto aos professores, o que sugere a necessidade de mais pesquisas envolvendo esse tema.

A partir das produções analisadas fica evidente que, por ter enunciado os obstáculos epistemológicos, Gaston Bachelard é referência nata em produções nesta temática.

Percebe-se que a noção de obstáculos epistemológicos proposta por Bachelard serviu de base para diversos estudiosos, o que gerou uma sucessão de trabalhos que se complementam, com algumas especificidades em relação a campos distintos das ciências, Matemática, Biologia, Física entre outras. Ao final, foram identificados obstáculos epistemológicos, conforme Bachelard, com predomínio dos obstáculos da experiência primeira, obstáculo verbal e do conhecimento unitário e pragmático.

Tem-se um destaque para Brousseau, que se baseando em Bachelard e Piaget, trouxe

a noção de Obstáculos para o ensino da Matemática. A partir dos trabalhos de Bachelard e de Brousseau, pesquisadores publicaram inúmeras obras em relação aos obstáculos, dentre estes: Pochulu, Cornu, Sierpinska, Rezende, Almouloud, Iglori, Bitencourt.

O conhecimento dos obstáculos pelos docentes é importante, uma vez que contribui no entendimento dos erros apresentados pelos estudantes, bem como auxilia na escolha de metodologias e estratégias ao explicar os conteúdos. Favorece também, no cuidado que se deve ter com o uso de metáforas, imagens, palavras-chave, generalizações, entre outros elementos que podem distorcer ou dificultar o entendimento e a compreensão dos estudantes.

Nesse sentido, o estudo dos obstáculos epistemológicos, bem como o de outros campos da Matemática, quais sejam: Didática da Matemática, Teoria das Situações Didáticas, Teoria da Engenharia Didática e História da Matemática, colabora para uma melhor compreensão da ciência Matemática e os processos de ensino e aprendizagem dos estudantes.

Referências

ALMOULOU, Saddo Ag. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: Editora UFPR, 2007.

BACHELARD, Gaston. **A Formação do Espírito Científico**: contribuição para uma psicanálise do Conhecimento. Tradução Estela dos Santos Abreu. 5ª reimpressão. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

BITTENCOURT, Jane. Obstáculos epistemológicos e a pesquisa em didática da matemática. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, v. 5, n. 6, p. 13-17, 1998.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2014.

COIMBRA, Jarbas Lima. **Alguns Aspectos Problemáticos Relacionados ao Ensino-Aprendizagem da Álgebra Linear**. 2008. 78 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal do Pará, Pará, Belém, 2008.

IGLIORI, Sonia Barbosa Camargo. A Noção de “Obstáculo Epistemológico” e a Educação Matemática. In: Machado, Silvia Dias Alcântara (org.). **Educação Matemática**: uma (nova) introdução. 3. ed. **São Paulo**: Educ, 2008.

JAPIASSU, Hilton Peneira, **Introdução ao Pensamento Epistemológico**. Rio de Janeiro: Editor S.A. 1992.

LIMA, Elvécio Pereira. **Sequência Didática usando o Geogebra na Aprendizagem de função quadrática no Ensino Fundamental II**. 2016. 162 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

MIRANDA, Werventon dos Santos. **Erros e Obstáculos**: os conteúdos matemáticos do ensino fundamental no processo de avaliação. 2007. 129 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

MORAES, Suelen Ferreira de. **Um estudo sobre as implicações dos Obstáculos Epistemológicos de limite de função em seu ensino e aprendizagem**. 2013. 133 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

MORAIS, Elinaldo Coutinho. **Ensinar-aprender frações em um curso de formação continuada para professores dos anos iniciais do ensino fundamental**: conhecimentos e dificuldades evidenciadas. 2010. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática).

Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

MOROSINI, Marília Costa. Estado de conhecimento e questões do campo científico. *In: Revista do Centro de Educação UFSM*. Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 101-116, jan./abr. 2015.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da Matemática**: uma análise da influência francesa. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2018.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO – PPGE. **Universidade Federal do Tocantins (UFT)**, 2020. Disponível em: <https://ww2.uft.edu.br/ensino/pos-graduacao/mestrado-e-doutorado/10712-mestrado-em-educacao>. Acesso em: 18 mai. 2020.

VIZOLLI, Idemar. **Registro de Representação Semiótica no Estudo de Porcentagem**. 2001. 229 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

Recebido em: 11 de junho de 2021.
Aceito em: 27 de outubro de 2021.