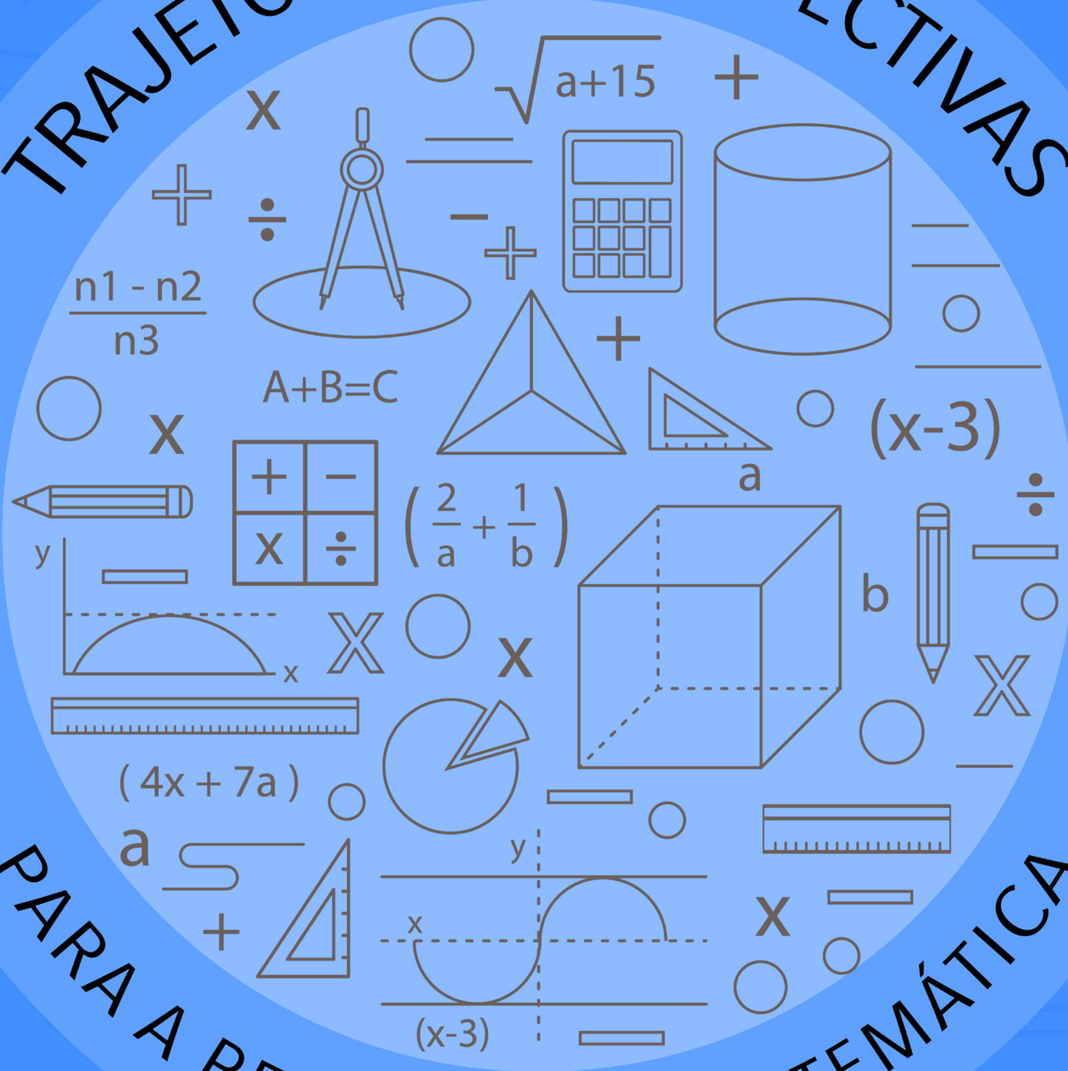
ANIELE DOMINGAS PIMENTEL SILVA
(Organizadora)

TRAJETÓRIAS E PERSPECTIVAS PARA A PESQUISA EM MATEMÁTICA



2

Atena
Editora
Ano 2023

ANIELE DOMINGAS PIMENTEL SILVA
(Organizadora)

TRAJETÓRIAS E PERSPECTIVAS PARA A PESQUISA EM MATEMÁTICA

2

Atena Editora
Ano 2023

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS

Trajetórias e perspectivas para a pesquisa em matemática 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Aniele Domingas Pimentel Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T768 Trajetórias e perspectivas para a pesquisa em matemática 2 / Organizadora Aniele Domingas Pimentel Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 202

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-1050-8
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.508231502

1. Matemática. I. Silva, Aniele Domingas Pimentel (Organizadora). II. Título.

CDD 510

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

APRESENTAÇÃO

A coleção “Trajetórias e perspectivas para a pesquisa em matemática 2” tem como foco criar espaços de discussão científica através dos diversificados trabalhos que a compõem. A coletânea abordará trabalhos, pesquisas com relatos de experiências e a matemática no campo interdisciplinar.

O objetivo principal é divulgar algumas pesquisas desenvolvidas por várias instituições de ensino superior do país, cujo eixo central dos trabalhos estão relacionados a metodologias de ensino, tendências em educação matemática e formação de professores. Nesse sentido, observa-se o avanço de pesquisas no campo da educação matemática, visando buscar maneiras que possam tornar a matemática mais atrativa e significativa aos alunos.

Os diversos temas discutidos nesse volume mostram que o conhecimento acadêmico é fundamental, propõe dialogo e reflexão para todos aqueles que tem interesse em conhecer e/ou melhorar sua prática pedagógica e ter um material disponível que permita o contato com essas pesquisas é extremamente relevante.

Deste modo a obra “Trajetórias e perspectivas para a pesquisa em matemática 2” apresenta resultados de pesquisas que foram satisfatórias e que podem aguçar a curiosidade e inspirar os leitores, por isso a importância de espaços como este de divulgação científica.

Aniele Domingas Pimentel Silva

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CONTRIBUIÇÕES DOS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS DE BACHELARD NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Data de submissão: 28/11/2022 *Data de aceite: 01/02/2023*

Eduardo Sabel
Universidade Federal de Santa Catarina, PPGECT(UFSC)
Florianópolis – Santa Catarina
https://orcid.org/0000-0002-6334-4893

Cristiane Aparecida dos Santos
Universidade Federal de Santa Catarina, PPGECT(UFSC)
Florianópolis – Santa Catarina
https://orcid.org/0000-0002-4559-3327

RESUMO: Dentre as contribuições de Gaston Bachelard para o ensino de matemática, destacamos neste trabalho, o conceito de Obstáculo Epistemológico e sua relação com o aprendizado de alguns conteúdos matemáticos. Identificamos as diferentes formas que estes obstáculos aparecem em alguns conjuntos numéricos e na geometria. Este trabalho não tem a pretensão de propor soluções para os obstáculos epistemológicos, mas promover uma reflexão sobre como eles estão intrinsecamente relacionados com o ensino de matemática e realizar algumas análises de como o docente pode agir nesse processo, para que os alunos superem suas dificuldades de apreensão em sala de aula quando confrontados com tais rupturas. Por meio desse estudo de caráter qualitativo e bibliográfico, consideramos que é preciso que os docentes de matemática conheçam os diferentes tipos de obstáculos epistemológicos, pois desta maneira podem pensar em suas aulas de uma forma que contorne e suavize esses obstáculos, ou pelo menos compreendam as origens de algumas dificuldades da aprendizagem matemática.

PALAVRAS-CHAVE: Obstáculos Epistemológicos. Rupturas do conhecimento. Ensino de Matemática.

CONTRIBUTIONS OF BACHELARD'S EPISTEMOLOGICAL OBSTACLES IN MATHEMATICS EDUCATION

ABSTRACT: Among the contributions of Gaston Bachelard to the teaching of mathematics, we highlight in this paper, the concept of Epistemological Obstacle and its relationship with the learning of some mathematical content. We identify the different ways that these obstacles appear in some number sets and in geometry. This work does not intend to propose solutions for the epistemological obstacles, but to promote a reflection on how they are intrinsically related to the teaching of

mathematics and to carry out some analyses of how the teacher can act in this process, so that students overcome their apprehension difficulties in the classroom when faced with such ruptures. Through this qualitative and bibliographic study, we consider that it is necessary for mathematics teachers to know the different types of epistemological obstacles, because in this way they can think about their classes in a way that circumvents and softens these obstacles, or at least understand the origins of some difficulties in mathematics learning.
KEYWORDS: Epistemological Obstacles. Ruptures of knowledge. Mathematics teaching.

1 I INTRODUÇÃO

Gaston Bachelard foi um filósofo francês nascido no final do século XIX e trouxe inúmeras contribuições para a epistemologia da ciência, se destacando nos estudos sobre descontinuismo na história, o racionalismo aplicado, as rupturas entre os conhecimentos e suas reflexões sobre o dogmatismo científico ao qual criticava fortemente.

Bachelard era licenciado em química, lecionou em turmas de ensino médio e por isso seus pensamentos também se preocupam com ensino das ciências, dado a influência de sua carreira docente. Dessa forma, ele não fala apenas sobre concepções filosóficas em torno da ciência, mas traz contribuições significativas sobre o papel do professor nesse processo.

Uma das principais contribuições de Bachelard para o ensino de ciências e matemática, é o conceito de Obstáculo Epistemológico. Na visão de Bachelard (1996), existem alguns conteúdos que carregam certos elementos/características que por diferentes situações, podem dificultar ou até mesmo impedir seu aprendizado. Esses obstáculos estão presentes em diferentes campos do conhecimento e fazem parte da própria epistemologia da ciência.

Neste estudo, temos como objetivo[1] discutir sobre a presença dos obstáculos epistemológicos de Bachelard, dentro do contexto do ensino da matemática. Pretendemos apresentar os principais tipos de obstáculos, exemplificando certos conteúdos matemáticos e em seguida, promover uma reflexão sobre a influência deles na aprendizagem para que os docentes encontrem caminhos de superá-los e diminuam as dificuldades dos estudantes no processo de aprendizagem.

Esta pesquisa utilizou a metodologia teórica e qualitativa, muito utilizada nas pesquisas em educação e que segundo Andre (2013), é capaz de promover reflexões e discussões sobre uma temática, fundamentada por um quadro teórico definido e trazendo novos conhecimentos para o campo. A pesquisa qualitativa se preocupa com a qualidade e profundidade da análise e das reflexões e não na quantidade de dados e instrumentos comparativos ou estatísticos. Fizemos leituras dos artigos e livros mais citados da área da epistemologia da ciência que serviram de base teórica para este textp.

1 Esta pesquisa é uma versão ampliada de uma apresentação de pôster realizada pelos autores no IX Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática – CIBEM (2022),

Nas próxima seção, traremos alguns elementos da filosofia de Bachelard. Em seguida, apresentamos o conceito de obstáculo epistemológico, para depois trazer exemplos dele no ensino de matemática. Por fim, nossas considerações sobre o estudo onde apresentaremos as contribuições desse texto.

2 I UM POUCO DA FILOSOFIA DE GASTON BACHELARD

Bachelard foi um filósofo com um olhar preocupado não apenas com a produção do conhecimento, mas com sua transmissão. Criticava os estudiosos que se concentravam apenas nos conteúdos e desconsideravam as mudanças que a sociedade sofreu com o avanço científico.

Em sua obra *A Filosofia da Desilução*, atribuiu ao erro um papel importante no desenvolvimento da ciência, pois em sua visão, os avanços científicos advem de retificar os erros. Bachelard conceituou conhecimento como a reforma de uma ilusão. Lopes explica que "[..] com Bachelard, o erro passa a assumir uma função positiva na gênese do saber e a própria questão da verdade se modifica."(LOPES, 1996, p. 252). Para ele, as verdades são momentâneas e seriam elas apenas os primeiros erros para a verdade que ainda viria.

Essa noção de Bachelard sobre as verdades e erros, propõe reflexões no trabalho pedagógico, visto que no ensino de ciências e matemática, os erros históricos são muitas vezes desconsiderados estimulando um espírito científico nos estudantes onde só existem acertos e verdades absolutas.

Próximo desse pensamento, Bachelard também criticou em suas obras a visão continuísta que a ciência adquiriu. As tranformações lentas dos conhecimentos mascarando suas rupturas, a ideia de ciência construída por poucos e seletos sujeitos geniais e a própria atividade pedagógica que traz um olhar simples da ciência, são fatores que segundo Bachelard contribuem para essa visão progressista.

A história da ciência teve destaque em sua filosofia, tendo como conceito chave a noção de recorrência histórica. Para o filósofo, a ciência atual deve ser compreendida com uma análise das construções anteriores, identificando sua evolução, superação e dificuldades. É preciso questionar os conhecimentos atuais a partir dos saberes passados, e assim, a história tem papel de ser crítica, julgar e fundamentar a validade das descobertas científicas.

O racionalismo aplicado é outro conceito trazido por Bachelard, onde diz que as atividades científicas devem envolver o racional e o real, de um ponto de vista positivo entre eles, e não com uma visão oposta. Em geral, a filosofia de Bachelard está relacionada com as refutações e rupturas do conhecimento.

Para entender mais profundamente seu pensamento, Lopes explica que segundo Bachelard "[..] o conhecimento é a reforma de uma ilusão. Conhecemos sempre contra um conhecimento anterior, retificando o que se julgava sabido e sedimentado." (LOPES, 1996,

p. 254). Ou seja, é no ato de enfrentarmos e superarmos os conhecimentos anteriores que compreendemos a ciência.

Um ponto notório de suas contribuições, é o estudo das rupturas entre o conhecimento comum e o científico, ou entre um conceito científico com outro mais elaborado. Ele diz que essa passagem exige que o sujeito esteja preparado para a mudança de suas concepções, caso contrário, nos deparamos com os chamados Obstáculos Epistemológicos. Esse conceito foi difundido por Bachelard em sua obra *A formação do espírito científico* e será abordado com mais ênfase nos próximos tópicos.

Muitas vezes já possuímos conhecimentos anteriores construídos socialmente sem o apoio da ciência e nos vemos em situações que precisamos nos desprender destes conceitos para evoluirmos no conhecimento. Em outros momentos adquirimos certo teor científico de determinado objeto, mas como a história da ciência teve muitas evoluções é comum reaprendermos estes conceitos com um olhar agora mais profundo e específico, exigindo o abandono destes saberes anteriores.

Esse processo é comum no ensino de ciências e muitas vezes dificulta a aprendizagem do estudante. No próximo tópico iremos analisar a complexidade dos obstáculos epistemológicos e trazer alguns exemplos de situações no ensino de matemática que ele pode ser identificado.

3 I OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

Na visão de Gaston Bachelard (1996), a evolução dos conhecimentos científicos não ocorreu de uma forma linear e contínua. Ele defende que a ciência sofreu modificações ao longo da sua construção, permeada por rupturas e contradições. No processo do ensino dessa ciência, temos que enfrentar resistência próprias ao aprendizado de novos conceitos que até então pareciam bem estabelecidos, e esse processo de resistência, bem como a aversão as mudanças, geram o chamado obstáculo epistemológico. Segundo o autor:

> [...] quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega a convicção de que e em termos de obstáculos que o problema do conhecimento cientifico deve ser colocado [...] e no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. E ai que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia as quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos.” (BACHELARD,1996, p. 17).

Na visão de Andrade, a ideia “obstáculo epistemológico” foi proposta “para caracterizar tudo aquilo que obstrui, impede, dificulta, enfim, limita o progresso da ciência, e podem ser citados como exemplos, o pré-conceito, a ideologia, a idolatria, o senso comum e a opinião”(ANDRADE, 2004, p. 47). No ensino da matemática, constantemente vemos situações que esses obstáculos são identificados, e exige uma postura enquanto docentes para lidar com eles de uma forma que sejam superados.

Estes obstáculos podem ser classificados em alguns tipos e nos permite compreender com mais propriedade o conceito. As classificações dos obstáculos epistemológicos deste estudo são: opinião (senso comum); experiência primeira; conhecimentos gerais (generalizações); linguagem verbal; substancialista; animista e o realista. Existem outros, mas nessa pesquisa fizemos este recorte dos principais obstáculos.

O primeiro obstáculo e um dos mais difíceis de superar é o da opinião, pois em geral, os sujeitos tendem a ter opiniões sobre questões ou problemas que ainda não conhecem. Segundo Lopes "é preciso que formulemos devidamente as perguntas a serem respondidas, os problemas a serem investigados, pois os obstáculos epistemológicos se imiscuem justamente no conhecimento não formulado" (LOPES, 1996, p. 265).

Não devemos basear nossas análises somente em observações e experimentação, ou ainda tentar deduzir fatos que ainda não nos aprofundamos. Bachelard reforça que "a opinião pensa mal; não pensa: traduz necessidades em conhecimento, [...] não se pode basear nada na opinião: antes de tudo, é preciso destruí-la." (BACHELARD, 1996, p. 18). Nesse sentido, nos processos de ensino cabe ao professor desconstruir essas ideias e levar o estudante à novas concepções científicas, livrando-o desses pré-conceitos estabelecidos.

Outro obstáculo é a experiência primeira, que está relacionada com análises superficiais que foca mais nas imagens do que nas ideias. Bachelard destaca "a experiência comum não é de fato construída; no máximo é feita de observações justapostas [...] como a experiência comum não é construída, não poderá ser efetivamente verificada. Ela permanece um fato" (BACHELARD, 1996, p.14). Enquanto estudantes, vivemos muitas experiências antes de termos o contato com os saberes científicos, certamente estas impressões iniciais e crenças obtidas estão internalizadas.

As generalizações ou conhecimentos gerais que temos a cerca de alguns conceitos, contribuem no surgimento de outro obstáculo epistemológico. Segundo Lovis, Franco e Barros "as generalizações podem, muitas vezes, falsear a realidade, comprometendo a veracidade das informações. Elas acabam fazendo retroceder o conhecimento científico" (2014, p.19). Ou seja, devemos ter cuidado quando conhecemos um fato e dali formulamos pensamentos, frases ou ideias que são colocadas como regras, pois nesse entremeio, temos um obstáculo para o entendimento de fenômenos mais específicos que fogem dos casos gerais.

A socialização do conhecimento exige a comunicação e linguagem para ser difundida, e nesse processo podemos destacar o obstáculo verbal. Bachelard explica que este caso advém quando "[..] em que uma única imagem, ou até uma única palavra, constitui toda a explicação." (BACHELARD, 1996, p.91). Esse obstáculo epistemológico do tipo verbal, pode ser em forma de discurso escrito, oral ou até mesmo figural.

É comum na ciência e na matemática termos imagens para representar seus elementos e estas representações, em alguns casos, acabam sendo confundidas com os objetos em si. As formas que os discursos são estruturados podem induzir o estudante ao erro, que muitas vezes cria metáforas, analogias ou rasas suposições que não levam ao conhecimento e sim, à ideias reducionistas sobre ela.

O obstáculo substancialista é relacionada com concepções equivocadas de um conceito, quando é baseada em alguma experiência ou observação. Ele “atribui à substância qualidades diversas, tanto a qualidade superficial como a qualidade profunda tanto a qualidade manifesta como a qualidade oculta” (BACHELARD, 1996, p. 121).

Quando atribuímos nos objetos de estudos realidades incompletas baseadas apenas em certas particularidades, estamos dentro desse tipo de obstáculo. Em consonância com Trindade et al (2017), entendemos que existe aqui uma falta de embasamento teórico que permite uma explicação temporária e decisiva, buscando uma forma mais simples para descrever um fenômeno.

Alguns professores e livros didáticos ao explicar algum conceito, recorrem a comparação do conceito à algum ser vivo, ou até mesmo “dão vida” a este elemento. Essa tentativa de facilitar a compreensão através de animação de elementos inanimados é chamada de obstáculo animista.

É comum encontrar imagens que representam os conteúdos dessa forma animada. Como por exemplo, representar com braços as ligações químicas dos átomos ou atribuir olhos, boca e nariz aos elétrons de uma corrente como se estivessem vivos e se comunicando. Esta estratégia de trazer o lúdico pode servir em momentos pontuais, mas pode trazer dificuldades em compreensões futuras.

Próximo do animista está o obstáculo realista, que para Bachelard (1996) ocorre quando partimos a investigação do conhecimento do concreto, mas nos limitamos nesse contexto sem abstrair. Na visão de Lopes, este obstáculo epistemológico surge:

> “Na ânsia de tomar a ciência fácil e acessível, os autores de livros didáticos de química abusam de metáforas realistas, banalizando os conceitos. O objetivo é afastar o aluno do racional, tornando todo e qualquer conceito visível e palpável, Em nome da mera instrumentalização do pensar, visível e palpável” (LOPES, 1993, p.239).

Bachelard nos alerta para ter cuidado com estas analogias, por serem tão comuns ao longo da aprendizagem, seus pontos negativos acabam passando despercebidos pelo olhar docente e sua prática ainda é estimulada.

Todos estes tipos de obstáculos epistemológicos podem ser identificados ao analisar certas práticas de ensino e os conteúdos. Na matemática, os obstáculos da opinião, verbal, e as generalizações são os que mais identificamos devido à sua estrutura epistemológica e as didáticas aplicadas na matemática. A seguir, analisamos alguns obstáculos no ensino dos conjuntos numéricos e da geometria.

4 I A CONTRIBUIÇÃO DE GASTON BACHELARD NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Depois de compreender a complexidade dos obstáculos epistemológicos de Bachelard, iremos nessa seção discutir e apresentar algumas situações mais comuns da didática da matemática que esses obstáculos ocorrem, e assim, poderemos realizar uma reflexão sobre a postura docente diante desses momentos e dos cuidados que eles exigem.

4.1 Obstáculo Epistemológico nos conjuntos numéricos

A primeira situação que podemos mencionar é a passagem da apreensão dos números naturais para os números inteiros, observando as dificuldades que esse processo carrega. Em geral, até o quinto ano da educação básica, os estudantes têm contato apenas com números positivos e o zero, favorecendo assim uma visão limitada dos números e desconsiderando qualquer valor negativo.

A subtração "7-9", é vista como impossível nesta fase, pois os estudantes estão trabalhando no concreto e assim justificariam essa impossibilidade com o argumento "não é possível tirar 9 maças se você tem apenas 7". Até esse momento, o uso de números positivos era suficiente para os exercícios propostos e a visão de realidade deste nível escolar.

A partir do sétimo ano da educação básica, os estudantes entram em contato com o conjunto dos números Inteiros. Nesse momento, eles se veem confrontados a aprender números e problemas que até então eram desconsiderados, alguns questionamentos são levantados: Existe número antes do zero? Por que nunca contamos com estes números? Como eu posso ter -3 maças? O que aprendi antes era errado? E é nesse entorno de indagações e refutações que um obstáculo epistemológico acontece. O aluno agora precisa se ver contra seus conhecimentos anteriores, instituindo uma certa resistência em aprender os números negativos no primeiro momento.

Baseada em suas visões do cotidiano em que pouco aparecem esses números, o senso comum e a própria opinião do sujeito sobre os números, aumentam a dificuldade nesse processo. Esse obstáculo epistemológico advindo da experiência primeira que os estudantes carregam, sendo ensinados desde a alfabetização a utilizar apenas números positivos, precisa ser refutado e cuidadosamente trabalhado.

Não fazemos aqui uma crítica ao partir do concreto, pois na fase dos anos iniciais onde se inicia o estudo da matemática, utilizar objetos e situações concretas e lúdicas é importante. Todavia, nos anos finais e ensino médio é preciso inserir raciocínios e atividades que tratem das abstrações para assim os conceitos não enfrentarem tantos obstáculos.

Para contornar esse movimento, cabe ao professor dialogar com seus estudantes para mostrá-los que apesar destes números pouco explorados até momento, fazem parte da vida e do cotidiano fora da escola. Pedir para os alunos pesquisarem as temperaturas em locais de extremo frio, verificarem os extratos bancários ou até mesmo as pontuações em campeonatos esportivos, podem fazer que esse indivíduo perceba que os números negativos sempre estiveram presentes. Dialogar sobre a história e construção dos números e seus conjuntos também pode ser uma estratégia para romper com os obstáculos nesse momento.

Ainda no âmbito dos números positivos e negativos, outro ponto que gera dificuldade é o entendimento das "regras de sinais". Normalmente os professores para ensinarem essas regras, iniciam com as operações de soma e subtração, utilizando frequentemente a analogia com o modelo comercial. Este modelo propõe que os números positivos sejam vistos como "ganhos ou lucros" e os negativos como "perdas ou dívidas".

Para a soma e a subtração esta forma pode ajudar o aluno a realizar os exercícios, porém ao adentrar as multiplicações e divisões essa analogia não é eficaz. Observando a expressão "(-3).(-2)=6", como seria possível dizer que uma dívida de (-3) ao ser multiplicada por uma dívida de (-2) pode ser igual a um lucro de 6? Vemos que nesse momento, o modelo comercial não é mais eficaz e o aluno precisa desvincular os números negativos de dívidas nesse contexto da multiplicação, mas fazer isso novamente, se dá contra algo que aprendeu há pouco tempo antes, promovendo mais um obstáculo epistemológico, advindo da generalização que ele faz do modelo comercial.

Os estudos de Hillesheim (2013), em sua dissertação estudou as dificuldades de se trabalhar essas analogias dos números inteiros com o modelo comercial e através de práticas na sala de aula, verificou que eles geram obstáculos na aprendizagem das outras operações e nos leva a fazer reflexões sobre esse processo. Segundo o autor "[...]esse modelo comercial é tão prático, tal que ele é reforçado durante todo o início da aprendizagem, que ele se instala definitivamente no espírito do aluno e não mais como um modelo, mas como uma concepção dos inteiros" (HILLESHEIM, 2013, p. 146).

Uma forma proposta pelo autor ao trabalhar as operações dos números inteiros, é construirmos essa noção a partir de movimentos na reta numérica. Que tendo a soma e subtração formalizado na reta, a subtração e as regras de sinais serão extensões desse processo. Em sua pesquisa, concluiu que:

> "O ensino da adição de números inteiros relativos, conduzido através de deslocamentos sobre a reta numérica, proporcionou aos alunos uma aprendizagem desprendida de regras pré-estabelecidas. Assim, os alunos por meio das movimentações, realizadas na reta numérica, foram capazes de sinalizar a formação de generalizações a respeito das regras de sinais para a adição de números inteiros." (HILLESHEIM, 2013,p.173).

Portanto devemos "lutar sempre contra as imagens, contra analogias, contra metáforas"(BACHELARD,1996, p. 48). Temos aqui um novo olhar de como esse conteúdo pode ser ensinado e evitar o aparecimento de outros obstáculos epistemológicos através de analogias ou generalizações.

Outra situação que engloba os conjuntos numéricos e os obstáculos epistemológicos, é a inserção dos números complexos que normalmente é apresentado no último ano da educação básica. Com este conjunto e suas propriedades os estudantes se encontram diante de algumas situações que até então estavam bem resolvidas. O principal exemplo é a existência de raiz quadrada de um número negativo, e diretamente ligado a isso, teremos a solução de equações que até então não admitiam soluções (raízes).

Novamente o professor deve mediar o conflito entre esses saberes que agora devem ser refutados para a inserção deste novo conjunto, para que este novo conceito se torne um acréscimo à estrutura cognitiva do estudante e não um elemento que promoverá confusão e desestabilidade sobre o que já foi aprendido.

Reiteramos que a escolha deve trabalhar com os conjuntos na ordem: Naturais, Inteiros, Racionais, Irracionais, Reais e Complexos não é uma simples escolha do professor. Como poderia um estudante iniciar sua educação matemática já aprendendo todos estes conjuntos ao mesmo tempo? A adequação dos conteúdos para seu ensino escolar é necessária e isso pode gerar também certos obstáculos epistemológicos advindos dessa transformação.

4.2 Obstáculo Epistemológico na geometria

O ensino e aprendizagem da geometria também carrega em sua estrutura alguns obstáculos que precisam ser compreendidos. Traremos como exemplo inicial, a dificuldade de inserir conceitos de Geometrias não Euclidianas na sala de aula. Os currículos atuais privilegiam as visões euclidianas de geometria e pouco dispõem de diretrizes que orientam o estudo de outras geometrias como a hiperbólica ou a esférica, relevando uma carência desse campo na educação básica.

O estudo de outras geometrias é importante para o desenvolvimento geométrico e lógico dos sujeitos, pois como defende Fillos:

> “A importância do ensino das geometrias não-euclidianas na educação básica está na necessária compreensão por parte do aluno, de que a geometria euclidiana não é a única possível e praticável no mundo em que vivemos e que muitos problemas do cotidiano do homem e do mundo científico são solucionados por geometrias não-euclidianas. O estudo de tais geometrias pode trazer discussões importantes sobre concepção de verdade, rigor e consistência de sistemas axiomáticos [...]” (FILLOS, 2008, p. 3).

Por isso, temos consciência que essas geometrias devem ser inseridas com maior frequência na sala de aula, porém, esses conceitos até então desconhecidos exigem do estudante a capacidade de enxergar novas possibilidades geométricas e sair da “zona de conforto” que está situado.

Lovis, Franco e Barros (2014) ao estudarem as dificuldades na aprendizagem dessas geometrias, nos orientam que o obstáculo epistemológico advindo das generalizações da ciência ocorre nesse contexto pois “algumas afirmações da Geometria Euclidiana podem ser consideradas generalizações e consistir em obstáculos gerais, principalmente para o entendimento das Geometrias não Euclidianas” (2014, p. 20). As generalizações são comuns na matemática, mas nesse momento ela se torna obstáculo direto a construção de novos elementos.

Para uma análise docente, Lovis, Franco e Barros (2014) sugerem aos professores que busquem estratégias diferentes para o ensino dessas geometrias. Atividades que coloquem os alunos para pensar no espaço onde vivem, que promova intuitivamente outras formas de resolver problemas utilizando espaços esféricos ou hiperbólicos, e utilizar *softwares,* como o *Geogebra* podem contribuir para a melhor apreensão destes conteúdos.

Um outro obstáculo epistemológico muito presente no estudo de geometria (ensino superior) é a compreensão da existência de elementos em dimensões maiores que três. Em conteúdos como álgebra linear e geometria analítica, temos objetos em quarta, quinta ou enésima dimensão.

Aqui deparamos com o obstáculo epistemológico de Bachelard, destacando a experiência primeira nesse contexto, visto que os alunos buscarão a observação destes objetos como estão acostumados na geometria plana e espacial de até três dimensões. Ao mesmo tempo, o obstáculo verbal pode aparecer quando o professor tenta com palavras explicar esses objetos ideais, e se não houver cuidado na forma como está expondo esse conceito, o docente pode promover uma visão equivocada sobre ele na tentativa de simplificá-lo.

A opinião do estudante ao querer entender o porquê ele precisa estudar um objeto que ele nem pode ver ou desenhar e a resistência por ter que aprender a geometria através de processos puramente algébricos que estes elementos exigem, indo contra o que eles vem sendo construído ao longo da educação, se mostra mais um obstáculo epistemológico a ser enfrentado.

Machado (2011) critica que mesmo no ensino médio nas aulas de matemática, materiais manipuláveis são utilizados no ensino da geometria. A abstração fica em segundo plano e no momento que estes objetos de diferentes dimensões são trabalhados, o estudante fica sem referência de conteúdo, já que remete imediatamente ao palpável e visível.

Cabe neste momento, uma reflexão não somente dos professores, mas de toda uma proposta curricular que vincule o pensamento abstrato na geometria. Trabalhar casos de geometria com álgebra e pensamento lógico, não remetendo unicamente a estruturas concretas para representar as figuras, pode facilitar o aprendizado destes assuntos nas próximas fases da vida escolar.

É preciso ter clareza que apesar dos conteúdos mencionados apresentarem estes obstáculos epistemológicos, não significa que eles são desestimulantes para o ensino ou que devem ser evitados. Pois segundo Bachelard (1996), é na superação destes obstáculos que o pensamento científico se desenvolve.

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente estudo, foi possível conhecermos a filosofia de Gaston Bachelard e compreender sua visão sobre a ciência e seu ensino. Com o enfoque nos Obstáculos Epistemológicos, trouxemos para as aulas de matemática seu olhar pedagógico sobre as rupturas de pensamento que os conhecimentos exigem ao serem estudados, e a resistência que os sujeitos apresentam quando confrontados contra o que já sabem no caminho de uma nova aprendizagem.

Entendemos que existem alguns tipos que obstáculos epistemológicos promovidos por diferentes situações, e os encontrados na matemática nos exemplos que trouxemos foram a opinião, a experiência primeira e as generalizações. Estes obstáculos devem ser superados ao longo da aprendizagem e o professor enquanto mediador do conhecimento tem a tarefa de utilizar a história, os recursos didáticos e outras metodologias para romper com estes conhecimentos que precisam ser superados.

No caso dos conjuntos numéricos, detectamos o obstáculo da experiência primeira e da opinião quando os estudantes precisam deixar de enxergar apenas os números naturais e estudar números que até então não trabalhavam. O mesmo ocorre quando os números complexos são inseridos na escola, onde sem nenhum contexto histórico, os estudantes precisam romper com suas concepções numéricas sobre existência de raízes de números negativos.

No caso da geometria, notamos as dificuldades encontradas na apreensão de figuras cujas representações são apenas algébricas, como o caso dos objetos em enésimas dimensões. A falta da figura ou do concreto, inicia uma nova ruptura sobre como os estudantes estão habituados, fazendo-os romper com seu próprio espírito científico que veem tratando da geometria. O mesmo ocorre nas geometrias não euclidianas, onde é preciso re-significar os conceitos já compreendidos na geometria convencional, e todos essas atividades cognitivas necessárias irão ao encontro desses obstáculos.

Sobre o motivo que nos leva a não conseguir evitar a maioria dos obstáculos epistemológicos, é que os conteúdos escolares não são tratados da mesma forma que foram sendo construídos historicamente. Por isso, mesmo com a produção de certos obstáculos, as transformações dos saberes é importante ao ensino de qualquer ciência, visto que as adequações didáticas escolares são necessárias.

Entretanto, alguns destes obstáculos epistemológicos podem ser evitados, através do não uso de analogias, metáforas, situações onde colocamos vida em objetos inanimados, na forma como utilizamos os discursos verbais, e ainda, não reduzir os objetos de estudo da matemática apenas em contextos concretos evitando a abstração. Os cuidados nesses aspectos poderão reduzir o surgimento de mais obstáculos epistemológicos em sala de aula, embora a ruptura do conhecimento sempre esteja presente.

Por fim, as reflexões estabelecidas no âmbito do ensino de matemática e a filosofia de Bachelard, vemos mais um impasse na vida escolar do docente, que muitas vezes por desconhecer estes conceitos não consegue fazer que seus aprendizes superem os obstáculos e construam novos conhecimentos científicos. É a tomada de consciência do professor sob a existência destes obstáculos epistemológicos que viemos problematizar nesse estudo, contribuindo para que o docente tenha um olhar crítico sob o conteúdo a ser ensinado e assim, poderá repensar em estratégias que melhorem sua prática pedagógica e na forma que vem socializando esses conhecimentos.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, Marli. **O que é um estudo de caso qualitativo em Educação? Educação e Contemporâneidade** – Revista FAEEBA , vol 22, n. 40, julh/dez 2013, p.95-104.

ANDRADE, Denise Almeida de. **A importância dos obstáculos epistemológicos para o desenvolvimento da ciência: a contribuição de Gaston Bachelard**. Pensar, Fortaleza, v. 9, p. 45-49, 2004.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Tradução por Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. Paris: J. Virin, 1947.

CHEVALLARD, Yves**. La Transposicion Didactica: Del saber sabio al saber enseñado.**1ª ed. Argentina: La Pensée Sauvage,1991.

FILLOS, Leoni Marinoski. **O Ensino das Geometrias Não-Euclidianas: uma prática metodológica investigativa e reflexiva no Ensino Médio.** Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/698-4.pdf. Acesso em: 25 jun. 2020.

HILLESHEIM, Selma Felisbino. **Os números inteiros relativos em sala de aula: perspectivas de ensino para a regra de sinais**. Dissertação [Mestrado] Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGECT, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, f. 216, 2013.

LOPES, A. R. C**.** Bachelard: o filósofo da desilusão**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física,** v. 13, n. 3, p. 248-273, 1996.

LOPES, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências**. Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 324-330, 1993.

LOVIS, K. A.; FRANCO, V. S.; BARROS, R. M. O. **Dificuldades e obstáculos edos por um grupo de professores de matemática no estudo da geometria hiperbólica**. Zetetiké, Unicamp, v. 22, n. 42, p. 11-29, 2014.

MACHADO, Nilson José. **Matemática e Língua Materna: análise de uma impregnação mútua**. 6 ed.. São Paulo: Cortez, 2011.

TRINDADE, D. Jéssica; NAGASHIMA, Lucila Akiko; DE ANDRADE, Cíntia Cristiane. **Obstáculos Epistemológicos Sob A Perspectiva De Bachelard**. **XII Congresso Nacional de Educação.** Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24165_12889.pdf Acesso em: 25 jun. 2020.

L

M

O

P

R

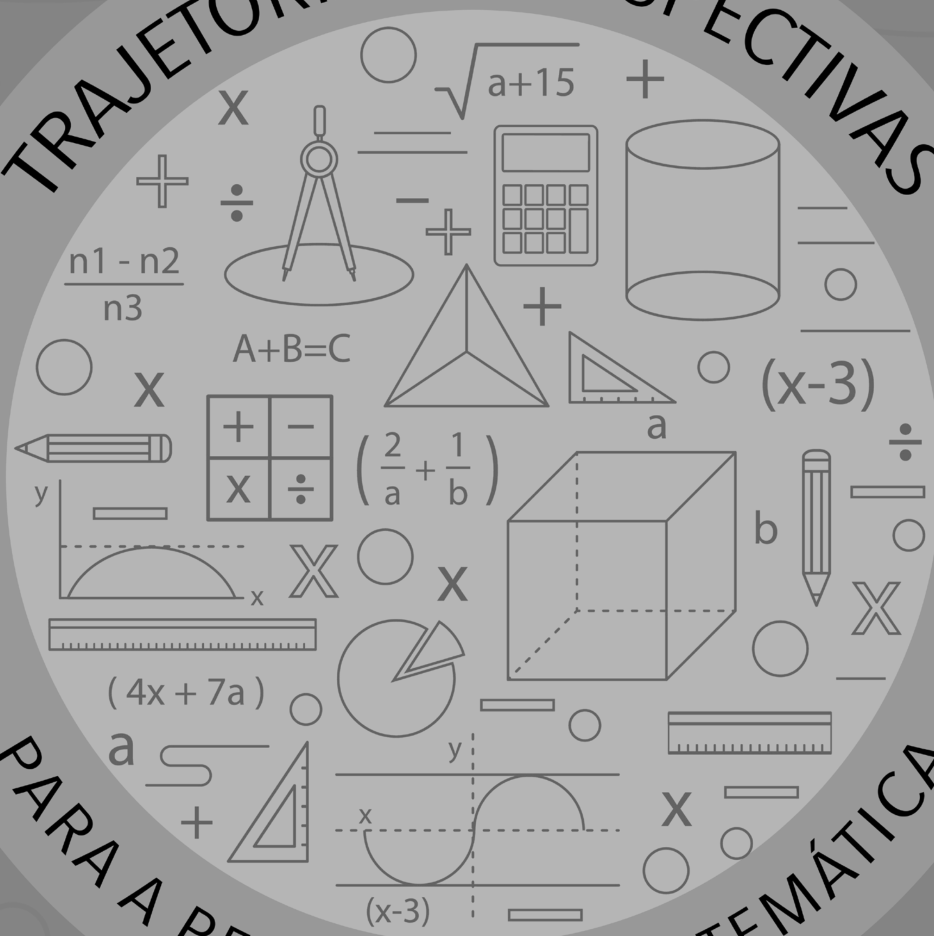
S

T

V

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

TRAJETÓRIAS E PERSPECTIVAS PARA A PESQUISA EM MATEMÁTICA



2

Atena Editora
Ano 2023

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

TRAJETÓRIAS E PERSPECTIVAS PARA A PESQUISA EM MATEMÁTICA

2

Atena Editora
Ano 2023