

A RUPTURA DO PARADIGMA CARTESIANO NO ENSINO DE MATEMÁTICA**THE RUPTURE OF THE CARTESIAN PARADIGM IN MATHEMATICS
TEACHING**Nilton Carlos Costa¹ORCID iD: [0000-0002-5350-2501](https://orcid.org/0000-0002-5350-2501)Carla Andréia Sampaio Mendonça²ORCID iD: [0000-0001-5269-8859](https://orcid.org/0000-0001-5269-8859)Alcides Castro Amorim Neto³ORCID iD: [0000-0002-5463-4047](https://orcid.org/0000-0002-5463-4047)Mauro Gomes da Costa⁴ORCID iD: [0000-0002-1216-8412](https://orcid.org/0000-0002-1216-8412)**RESUMO**

A ruptura de paradigmas no Ensino da Matemática, ou em suas concepções de ensino, são relevantes uma vez que os conhecimentos transmitidos aos estudantes são dinâmicos e interligados, de acordo com Morin (2000). O objetivo geral dá-se em apresentar de que forma a ruptura dos paradigmas cartesianos-newtonianos no Ensino da Matemática precisam ocorrer a fim de que a aprendizagem seja significativa em tal ensino. A pesquisa justifica-se pela importância da discussão acerca dos dilemas e percalços oriundos ao ensino de matemática, levando em consideração a teoria do conhecimento defendida por Thomas Samuel Kuhn (1922–1996). Para tanto, utilizou-se da pesquisa bibliográfica a partir das ideias de autores como Demo (2010), Cachapuz (2004), Edigar Morin (2000), dentre outros. A proposta investigativa será apresentada em três seções, sendo que na primeira seção mostraremos algumas concepções filosóficas de Kuhn, em seguida foram apresentadas as contribuições de Kuhn para as ciências e a relação com o ensino da matemática, e por fim, mostrou-se a ruptura do paradigma cartesiano no Ensino da Matemática, questionando-se: quais rupturas precisam ser feitas em tal ensino? Em suma, percebe-se que as contribuições da teoria de Kuhn ainda permanecem válidas e muito presentes no contexto do ensino atual.

¹ Mestrando em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, Amazonas, Brasil. Graduado em Licenciatura em Matemática pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, Amazonas, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Santa Ana Nery, número 61, Ouro verde, Manaus, Amazonas, Brasil, CEP: 69082-425. E-mail: nilton_carlos2009@hotmail.com.

² Mestranda em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, Amazonas, Brasil. Graduada em Licenciatura História pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Santa Ana Nery, número 56, Ouro verde, Manaus, Amazonas, Brasil, CEP: 69082-425 E-mail: carllandrea@hotmail.com.

³ Doutor em Clima e Ambiente pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (IMPA). Professor do Programa de Pós-graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, Amazonas, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Bem-te-vi, casa 01, Conjunto Parque das garças, bairro cidade nova, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69000-000. E-mail: dooham2007@gmail.com.

⁴ Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Amazonas/UEA. Líder do Grupo de Pesquisa Fundamentos da Educação e Ensino de Ciências - GPFEEC. Endereço para correspondência: Avenida Djalma Batista, 2470, Chapada, CEP: 69050010 - Manaus, AM - Brasil. E-mail: semogcosta@yahoo.com.br



Palavras-chave: Ruptura. Paradigmas. Ensino de ciências. Ensino de Matemática.

ABSTRACT

The rupture of paradigms in the Teaching of Mathematics, or in their teaching conceptions, are relevant since the knowledge passed on to students is dynamic and interconnected, according to Morin (2000). The general objective is to determine how the rupture of the Cartesian-Newtonian paradigms in the Teaching of Mathematics needs to occur in order for learning to be meaningful in such teaching. The research is justified by the importance of the discussion about the dilemmas and problems arising from the teaching of mathematics, taking into account the theory of knowledge defended by Thomas Samuel Kuhn (1922–1996). For this purpose, bibliographic research was used based on the ideas of authors such as Demo (2010), Cachapuz (2004), Edgar Morin (2000), among others. The investigative proposal will be presented in three sections, the first section showing some philosophical conceptions of Kuhn, then we will talk about Kuhn's contributions to science and the relationship with the teaching of mathematics, and finally we will show the rupture of the Cartesian paradigm in Teaching Mathematics, asking: what ruptures need to be made in such teaching? In short, it is clear that the contributions of Thomas Kuhn's theory still remain valid and very present in the context of current teaching.

Keywords: Paradigms. Rupture. Science Teaching. Mathematics Teaching.

1 INTRODUÇÃO

Pela grande relevância do saber científico a ser fomentado nos espaços educativos escolares, faz-se necessária a ruptura dos paradigmas que envolvem o ensino da matemática (e não a matemática em si em seus conteúdos). O estudo do Todos pela Educação, feito com base nos dados do Saeb de 2007 a 2017, mostra que a maioria dos jovens que se formam no Ensino Médio tem grandes dificuldades em português e em matemática. O nível de aprendizado é baixo e os avanços para acelerar esse cenário são lentos. Ainda segundo o movimento Todos pela Educação, de cada dez alunos que se formam, sete têm defasagens em português (70,9%). No caso da matemática, a situação é ainda pior: mais de 90% (90,9%) saem do Ensino Médio sem o aprendizado adequado, que neste artigo chamaremos de aprendizagem significativa de Ausubel (1978).

Nesse sentido, apresentam-se as ideias de Kuhn que foi um grande filósofo de seu tempo e mesmo não escrevendo nenhuma obra referente à educação, apontou em várias delas assuntos do campo do ensino, uma vez que teve experiência como docente, explicitando que se considerava mais professor do que filósofo (KUHN, 1996). Um dos preceitos indicados pelo filósofo mais presentes no contexto educacional é a necessidade da ruptura de paradigmas oriundos do tradicionalismo, oportunizando ao indivíduo o contato com métodos adequados e eficazes de aprendizagem. Assim, a inovação nos procedimentos do docente, visando a alcançar o entendimento por parte dos docentes, por certo tornará a relação entre o emissor de conteúdo,

que é o professor, e os receptores, caracterizados como alunos, muito mais eficiente no sentido do resultado que é a aprendizagem.

Cabe ressaltar que o autor, ao referir-se aos paradigmas, atesta que um não elimina o outro, mas complementa o próximo. Sendo assim, a aprendizagem não tem um começo, pois a mesma não é um processo contínuo que se fixa em destruir um conhecimento para construir outro (KUHN, 1996). Antunes (2014, p.32), complementa que “aprender é um processo que se inicia a partir do confronto entre a realidade objetiva e os diferentes significados que cada pessoa constrói acerca dessa realidade, considerando as experiências individuais e regras sociais existentes”.

O objetivo geral dá-se em determinar de que forma a ruptura dos paradigmas cartesianos-newtonianos no Ensino da Matemática precisam ocorrer para que a aprendizagem seja significativa em tal ensino. Temos como objetivos específicos relacionar os conceitos de Kuhn referentes aos paradigmas científicos e paradigmas de ensino; investigar os possíveis paradigmas cartesianos existentes no Ensino da Matemática; Verificar a importância da ruptura do paradigma cartesiano no Ensino da Matemática para que haja uma aprendizagem significativa de tal matéria. Quanto a metodologia, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, buscando-se alinhar diversos autores de livros, artigos, dissertações, entrevistas e outros, os quais apresentam as possíveis rupturas no ensino da matemática, bem como a construção de um novo paradigma.

Sendo assim, este artigo está baseado nas indagações sobre o ensino de matemática como uma atividade em constante construção, e mesmo com inúmeras pesquisas a respeito, percebe-se que a temática não está esgotada. Para subsidiar tal estudo, este trabalho está dividido em três seções. Na primeira seção, são apresentadas algumas concepções filosóficas de Kuhn. Em seguida, falaremos das contribuições de Kuhn para a ciências e a relação com o ensino da matemática. E, por fim, mostraremos a ruptura do paradigma cartesiano no Ensino da Matemática, questionando-se: quais rupturas precisam ser feitas em tal ensino? Nesta discussão, busca-se entender alguns conceitos vinculados à teoria de Kuhniana, bem como discutir como suas influências nas ciências contribuem para entender as rupturas que se tornam necessárias no Ensino da Matemática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção exploraremos as concepções filosóficas kuhnianas, fazendo relação com as

possíveis rupturas no ensino da matemática. Trataremos ainda de aspectos e contribuições de Kuhn para as ciências e o ensino, mostrando como os paradigmas se desenvolvem e por certo tempo e necessidade precisam ser rompidos. Tal estudo é de suma importância, já que pretendemos relacionar tais concepções com o ensino da matemática nos âmbitos epistemológicos, curriculares e ensino.

2.1 As concepções filosóficas de Thomas Kuhn.

Thomas Samuel Kuhn (1922-1996), foi um físico norte-americano e estudioso primordial no ramo da filosofia da ciência. Foi importante na medida em que estabeleceu teorias que desconstruíam o paradigma objetivista da ciência. Os trabalhos acadêmicos de Kuhn resultaram no livro “A Revolução Copernicana”, de 1954. Mas foi no livro “Estruturas da Revolução Científica” (1962), que Kuhn estabeleceu suas relações com a filosofia e as ciências humanas. O livro foi reeditado em 1970 com algumas observações adicionais (EBIOGRAFIA, 2020).

No livro “A estrutura das revoluções científicas”, defendeu que os paradigmas são “realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, oferecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (KUHN, 2005, p. 13). O paradigma, quando se instala, passa por um período de estabilidade e consegue solucionar problemas com o auxílio de determinados procedimentos de observação e experimentação. Este período é chamado por Kuhn de ciência normal, pois, o paradigma está inabalável, sem conviver com evento algum que possam colocá-lo em dúvida. Para ele, a ciência progride por ruptura de paradigma quando o modelo atual se torna insuficiente para resolver os problemas não previstos pelos pesquisadores. Um exemplo de ruptura apresentado por Kuhn é o paradigma newtoniano que predominou durante um determinado tempo até ser substituído pela Teoria da Relatividade.

Guiados por um novo paradigma, os cientistas adotam novos instrumentos e orientam seu olhar em novas direções [...]. É como se a comunidade profissional tivesse sido subitamente transportada para um novo planeta, onde objetos familiares são vistos sob uma luz diferente e a eles se apregam objetos desconhecidos [...]. As mudanças de paradigma realmente levam os cientistas a ver o mundo definido por seus compromissos de pesquisa de uma maneira diferente (KUHN, 2006, p. 147, 148).

Com a mudança de paradigma, o cientista precisa passar por uma reeducação científica, mas isso não significa renunciar a todos os procedimentos e regras do paradigma anterior. Dado que os novos paradigmas nascem dos antigos, incorporam comumente grande parte do vocabulário e dos aparatos, tanto os conceituais como os de manipulação, que o paradigma tradicional já empregara. Todavia, raramente utilizam-se esses elementos emprestados de uma maneira tradicional. Dentro do novo paradigma temos, portanto, conceitos e experiências antigas que estabelecem novas relações entre si (KUHN, 2006, p. 190-191). Não se deixa de lado os antigos conceitos e experiências que deram certo, eles são aproveitados e incorporados no novo conceito.

2.2 Contribuições de Thomas Kuhn para a ciências

Para Kuhn, a ciência é linear, não cumulativa e dá-se pelas rupturas de paradigmas que são comuns a uma comunidade de cientistas, comunidade essa, que segundo Kuhn (1969, p. 257), é “esotérica” no sentido de ter uma linguagem específica da área onde está o eixo central que, mediante o paradigma, passa-se a criar leis, regras e tradições que se mantem o foco nas limitações desses paradigmas e trazer elementos novos ou mesmo ultrapassar essas limitações não seria bem aceito pela comunidade.

Uma compreensão mais ampla da ciência dependerá igualmente de outras espécies de questões, mas não existe outra área que necessite de tanto trabalho como essa. O conhecimento científico, como a linguagem, é intrinsecamente a propriedade comum de um grupo ou então não é nada. Para entendê-lo, precisamos conhecer as características essenciais dos grupos que o criam e o utilizam. (KUHN, 1969, p. 257)

Resumidamente, poderíamos dizer que Kuhn depois de investigar o modo como a ciência evolui, concluiu que a escolha de uma teoria depende de uma mistura de fatores objetivos e subjetivos, a ciência evolui de forma descontinuada, há períodos de ciência normal em que vigora um paradigma, há momentos de crise ou de ciência extraordinária de que pode resultar quer a correção e alargamento do paradigma quer a substituição por outro, neste caso, há uma revolução científica: dá-se uma ruptura no modo de conceber a realidade, o novo paradigma consagra uma visão da ciência e da realidade totalmente nova e incompatível com a anteriormente adaptada, este novo paradigma transforma-se em “ciência normal” e será sujeito ao mesmo processo de confrontação.

O processo de desenvolvimento [da ciência] é um processo de evolução a partir de um início primitivo – cujos estágios sucessivos caracterizam-se por uma compreensão sempre mais refinada e detalhada da natureza. Mas nada do que foi ou será dito transforma-o num processo em direção a algo. (KUHN, 2003, p. 34)

A figura 1 de VIEIRA e FERNÁNDEZ (2005, p.44), a seguir, é uma representação gráfica com o objetivo de sintetizar a ideia introduzida em *A estrutura das revoluções científicas* de Kuhn. É importante ressaltar que Kuhn jamais se utilizou desses gráficos para se referir aos seus paradigmas. No entanto, acredita-se aqui não haver qualquer problema em interpretar sua análise desta forma.

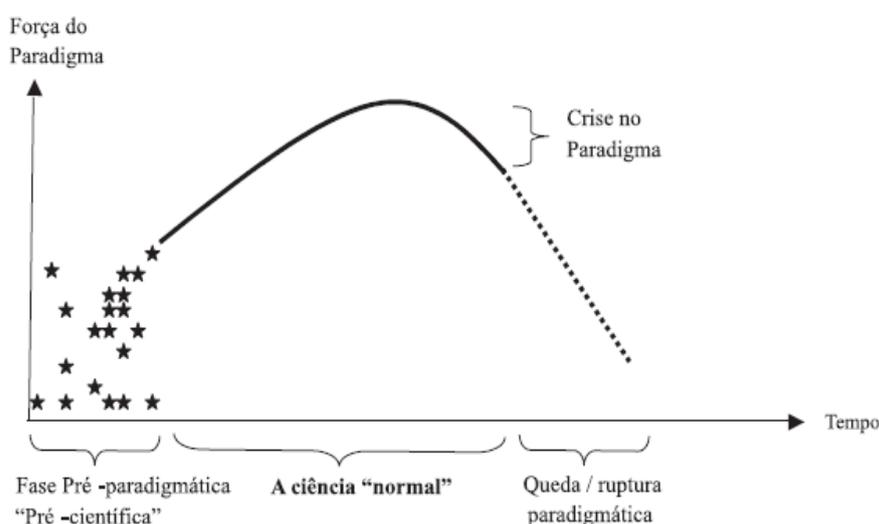


Figura 1: A ciência vista como uma evolução de paradigmas.
Fonte: VIEIRA e FERNÁNDEZ (2005, p. 44).

O ponto inicial da parábola (x_0) começa com a fase de pré-ciências, onde apesar de existir ciências, ainda não se chegou a formular um paradigma estruturado, padronizado e reconhecido universalmente daí também o nome de pré-paradigmática, como afirma KUHN (1969, p. 135) “[...] Quando isso ocorre, a comunidade retornará a algo muito similar a seu estado pré-paradigmático, situação na qual todos os membros praticam ciência, mas o produto bruto de suas atividades assemelha-se muito pouco à ciência”.

O ponto máximo (vértice da parábola) dá-se com uma conquista científica, uma teoria aceita por uma comunidade, como por exemplo a teoria de Ptolomeu (geocentrismo), Copernicana ou Newtoniana (mecânica) que por certo período constituiu a base da pesquisa dessas comunidades. Como já citado neste trabalho, os paradigmas são “realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, oferecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (KUHN, 2005, p. 13). O

paradigma, quando se instala, passa por um período de estabilidade e consegue solucionar problemas com o auxílio de determinados procedimentos de observação e experimentação. Este período é chamado por Kuhn de ciência normal.

O decrescimento da parábola é o período quando a comunidade científica perde a confiança no paradigma. Daí, então, tem-se o momento de crise do paradigma (período não muito longo) que é chamado de ciência extraordinária que faz frente à ciência normal. Esse processo dá-se quando se amplia o paradigma expondo-o a anomalias que são os problemas do paradigma que resistem à sustentação do mesmo. Ao longo desse processo, os cientistas expõem sistematicamente a teoria ao confronto com a "realidade" (muitas vezes via experimentos).

Em alguns desses casos surgem, naturalmente, provas inesperadas e até contrárias ao que foi predito pelo ou nos termos de Kuhn: as anomalias são paradigmas. As "aberrações", aquilo que não encontra justificção dentro do paradigma, fatos ou dados colhidos da natureza são incompatíveis com os resultados esperados pela comunidade científica. Eles muitas vezes podem ser deixados de lado, mas também podem despertar a atenção da comunidade em geral (sobretudo se se mostram persistentes e põem à prova os trabalhos dos membros mais conceituados da academia). Quando começam a surgir os indícios de que algo vai mal na ciência estabelecida, alguns caminhos possíveis se abrem.

Dentre os possíveis cenários que se apresentam à comunidade científica nas ocasiões de crise, existe a tentativa de resgate da teoria que está sendo contrariada pela natureza ou a ruptura com o modelo vigente. Muitas vezes as anomalias são facilmente contornadas. Surgem respostas dentro do próprio paradigma (fruto da pesquisa científica normal) para essas aberrações. Neste caso, o trato com as anomalias pode inclusive fortalecer o paradigma vigente (sempre que for bem-sucedido em tal tarefa). Uma anomalia de ontem pode ser o exemplo do poder de resolução de problemas por parte do paradigma amanhã.

Entretanto, mesmo quando o paradigma não oferece uma resposta satisfatória, a anomalia não representa automaticamente sua falência. Isto porque anomalias sozinhas não são fontes de instabilidade suficientes para derrubar um paradigma. Antes será preciso que surja um novo candidato a paradigma que seja bem-sucedido na explicação do anômalo (ou, pelo menos, que seja melhor do que o paradigma em crise). Ou seja, é somente nas ocasiões de crise que haverá espaço para a pesquisa extraordinária. Nas palavras de Kuhn,

A ciência normal desorienta-se seguidamente. E quando isto ocorre – isto é, quando os membros da profissão não podem mais se esquivar das anomalias que subvertem a tradição existente da prática científica – então começam as investigações extraordinárias nas quais ocorre essa alteração de compromissos profissionais. As revoluções científicas são os complementos desintegradores da tradição à qual a atividade da ciência normal está ligada. (KUHN, 2000, p. 25).

Não deve haver dúvida, no entanto, de que a substituição de paradigmas se dá por meio da ruptura com a prática científica corrente (ciência normal), implicando o abandono de todo um conjunto de princípios – uma fissão completa ou parcial de tudo o que integra o antigo modelo. No exemplo de Kuhn (1969, p. 136 – 137) “Embora mais sutil que as mudanças do geocentrismo para o heliocentrismo, do flogisto para o oxigênio ou dos corpúsculos para as ondas, a transformação resultante não é menos decididamente destruidora para um paradigma previamente estabelecido”. No ensino da matemática, toda mudança, por mais sutil que seja, promove uma nova maneira de pensar o ensino desta disciplina levando a comunidade escolar a buscar novas ferramentas possibilitando uma aprendizagem significativa, porém não abandonamos por completo as práticas antigas que deram certo e podem ser incorporadas no novo paradigma.

3 METODOLOGIA

Usamos a pesquisa bibliográfica como metodologia deste artigo, que para Cervo, Bervian e Da Silva (2007, p. 60) é aquela que “procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em artigos, livros, dissertações e teses” com o intuito de conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado e da atualidade sobre determinado assunto, tema ou problema. Para Gil (2008, p. 30) [...] a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais amplos do que aquela que poderia pesquisar diretamente. (GIL 2008, p.30)

Buscamos fazer uma seleção de autores, livros, dissertações, teses entre outros, que enfatizassem a realidade no ensino da matemática bem como os paradigmas existentes, buscando compreender o quadro atual e as rupturas que precisam ser feitas no Ensino da Matemática no âmbito epistemológico, curricular e ensino. Fizemos uma busca em mais de 20 artigos e 7 dissertações que trabalhavam a temática em questão neste artigo. Destes, trouxemos para a discussão neste trabalho 7 artigos e 2 dissertações, por entender que são mais atuais e



mostram com clareza as rupturas que precisam ser feitas nos paradigmas do ensino da matemática.

Fizemos ainda, uma pesquisa em sites como SAEB, INEP, entre outros, e sites críticos do ensino brasileiro na atualidade, mostrando através de dados o cenário do ensino da matemática. Os trabalhos de Kuhn e dos paradigmas cartesianos foram explorados em seus livros nas edições de 2006, 1996 e 1978, onde trouxemos a problematização dos paradigmas e seus conceitos em quanto ciências. Outros livros que, consideramos estar trazendo discussões sobre a temática bem das rupturas que precisam ser feitas, também foram evidenciados nesse artigo.

Deixamos claro, que esse artigo trata-se de um trabalho teórico buscando discutir dados oriundos de outras pesquisas na área com o objeto de pesquisa já experimentado. Nesse sentido esperamos fazer confronto do real com a teoria, pois segundo Severino (2002): “A ciência, enquanto conteúdo de conhecimentos, só se processa como resultado da articulação do lógico com o real, da teoria com a realidade”. (SEVERINO, 2002, p. 30). Logo, tendo determinado interesse pelo estudo, partiu-se da ideia de autores estudados e ainda de inquietações próprias, enquanto docentes formadores. Inquietações que estão além da sala de aula, passando por questões epistemológicas, sociais e culturais.

Em virtude disso, procurou-se fomentar as discussões sobre as rupturas necessárias no ensino de matemática que buscam apenas a resolução de “quebra-cabeças” (KUHN, 1996, p. 32). Para tal ruptura, estaremos associando todos os elementos presentes no ensino de ciências. Buscando discutir a ideias de autores ligados ao ensino e afins sobre as possíveis rupturas no ensino da matemática.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Ruptura do paradigma cartesiano no ensino de matemática.

Ao pretendermos realizar uma transposição do desenvolvimento da ciência para a área da educação, especificamente no ensino de matemática, reconhecemos a intencionalidade do ato educativo e, por consequência, a existência de uma *episteme* subjacente à ação educativa. Desse modo, reafirmamos que tantos os cientistas como o ensino de matemática tem como base um referencial (o paradigma) que lhes permitam resolver problemas. Porém, quando os



problemas não são mais resolvidos, faz-se necessária uma ruptura do paradigma, que no caso do ensino da matemática é o novo paradigma na tentativa de solucionar o novo problema.

Os dados atuais mostram o quadro do ensino de matemática pintado com nuances de desespero. O quadro mais preocupante mostra-se nos anos finais e Ensino Médio onde mais de 70% dos alunos brasileiros estão abaixo do nível 2 de proficiência. O *site* da fundação Lemann mostra que no 5º ano do Ensino Fundamental I apenas 39% dos alunos têm o aprendizado adequado em matemática. Quando vamos para o 9º ano, esse número cai para 14%. A avaliação internacional revela-nos que o cenário ainda piora quando comparado com outros países.

Os resultados também são preocupantes no Pisa (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) que acontece em 70 países. Na avaliação, nós ocupamos a 66ª colocação em matemática. O Pisa é dividido em sete níveis de proficiência e 70,3% dos nossos estudantes estão abaixo do nível 2 em matemática - patamar mínimo para os alunos exercerem sua cidadania. (FUNDAÇÃO LEMANN, 2020)

Os resultados comprovam-nos a necessidade da ruptura de um paradigma que não resolve mais um problema antigo do ensino da matemática. Desde os anos 70, o ensino da matemática sofre os transtornos de um ensino tradicional sem a relação no cotidiano do aluno, não fazendo relação interdisciplinar de Morin, ou mesmo sem o preparo para uma aprendizagem significativa de Ausubel. Daniele de Miranda afirma no portal educador brasileiro que:

Os transtornos causados pelo ensino tradicional da matemática atingiram tal proporção que foi necessário que estudiosos da área iniciassem um estudo, na década de 70, sobre Educação Matemática que atingiu os matemáticos do mundo inteiro. Estudaram soluções e técnicas de como aplicar métodos diferenciados de avaliação, fazendo relação com a vida do aluno, relacionando a matemática com a psicopedagogia. Esse movimento atingiu o Brasil com o surgimento, em 1997, do Parâmetro Curricular Nacional (PCN). (EDUCADOR BRASILEIRO, 2020)

O ensino de matemática tem a tendência de fixar-se apenas na “resolução de quebra-cabeça” Kuhn (1969), sem que haja uma ruptura desse paradigma ou ainda nem se quer busca uma “anomalia” para que esse ciclo vicioso de resolver problemas tenha uma visão prolongada.

A educação, em geral, tem sido caracterizada por trezentos anos, em um paradigma conservador newtoniano-cartesiano, que entra em crise no final do século XX, pois segundo Behrens (2005), esse paradigma reducionista, estabelece uma prática fragmentada, dominadora, descontextualizada, com falta de proximidade entre o sujeito e objeto, com professores e alunos restritos a reprodução de conhecimento. Os processos educacionais necessitam, com urgência,



ultrapassar a visão fragmentada, pela capacidade de considerar o todo, o contexto e o complexo planetário. Pois Morin (2000, p.38), afirma:

[...] a questão paradigmática vai além de simples questões epistemológicas ou metodológicas, já que envolve o questionamento dos quadros gnoseológicos (pensamento da realidade) e ontológicos (natureza da realidade), os quais se referem aos princípios fundamentais que regem os fenômenos e o pensamento. Para esse autor, a problemática epistemológica baseia-se nas noções de pluralidade e complexidade dos sistemas físicos, biológicos e antropossociológicos, cuja compreensão requer um outro paradigma – o da complexidade – o que, por sua vez, funda-se numa outra razão – razão aberta –, que se caracteriza por ser evolutiva, residual, complexa e dialógica. (MORIN, 2000, p. 38)

Assim, buscamos uma educação transformadora que estimule a criança, o jovem e o professor a refletir sobre a cultura, sobre os paradigmas educacionais e sobre si mesmo, em que a aprendizagem deve ser “aprendida nos níveis intelectual, emocional, moral e espiritual” (O’Sullivan, 2004, p. 35). Portanto, há necessidade de transformação da educação para além da dominação e da apropriação da natureza, mas que possibilite condições para a sobrevivência fraterna da espécie humana e do planeta.

Na tentativa de uma compreensão profunda do ensino de ciências, em particular o ensino de matemática, ilustra-se na figura 2 (Cachapuz, 2004, p. 370), a harmonia das orientações para tal ensino, levando em conta a opinião de outros autores e o diálogo entre eles. Pois a ruptura do paradigma não se faz necessário em apenas um viés, mas na soma deles, haja vista que não podemos separar o ensino, a pesquisa e a extensão da pesquisa, formando assim um triângulo equilátero.



Figura 2: compreensão do ensino de ciências

Fonte: (Cachapuz, 2004, p. 370).

No eixo da epistemologia, a visão positivista é apresentada, em sua maioria, nas escolas de hoje. Tal visão, foi revolucionária para o período da revolução indústria, visando aos fatos observáveis e mensuráveis. Hoje precisa ser levada a uma visão baseada na confrontação com mundo contextualizado levando sempre em conta o “modo como chegamos a saber”, como diz Cachapuz (2004, p. 371), no ensino de matemática não se tem buscado essa concepção que vai além do que é apresentado nos livros ou pelo professor.

[...] é preciso que o aluno perceba a Matemática como um sistema de códigos e regras que tornam a linguagem de comunicação e ideias e permite modelar a realidade e interpretá-la. Assim, os números e a álgebra como sistema de códigos, a geometria na leitura e interpretação do espaço, a estatística e a probabilidade na compreensão de fenômenos em universos finitos ligados às aplicações. (BRASIL, 1999, p. 251)

O processo de ensino e aprendizagem em educação da Matemática não se restringe aos simples cálculos de equações, funções, mas sim, tornar o indivíduo um ser capaz de refletir

sobre suas possibilidades de compreensão lógica com autonomia, fazendo a ligação com a realidade e exercendo-as de maneira significativa e adequada.

O segundo eixo a ser analisado é do currículo, que hoje é baseado apenas no acadêmico, segundo o gráfico apresentado. Usando como exemplo o ensino de matemática tal currículo se torna apenas uma análise de cálculos e meras decorações de fórmulas usando “macetes”. Segundo a figura 1, apresentar uma contextualização é relacionar o “saber com o saber fazer” (Cachapuz, 2004). E não é de admirar que muitos alunos do ensino básico estão “saindo da escola” sem nunca ter tido contato com uma experiência. E Cachapuz (2004, p.371) continua afirmando que esse é um problema de “falta de valorização curricular”, pois em muitos planos de aula falta tempo e espaço para tais práticas pedagógicas de ensino. Na reflexão de Behrens (2005, p.44):

[...] a primeira impressão que se tem ao percorrer os corredores das universidades, salvaguardando as exceções, é que o paradigma tradicional de ensino nunca abandonou a sala de aula. Observa-se o professor expondo o conteúdo e os alunos em silêncio, copiando receitas e modelos propostos. Com alguma habilidade, os alunos conseguem fazer questionamentos sobre os conteúdos, mas nem sempre encontram respostas que venham estabelecer um resultado significativo para sua formação.

A ruptura de tal paradigma depende então, nesse sentido, de um conjunto de fatores que passam desde de a formação de professores, onde as aulas ministradas nas universidades apenas aprimoram os professores para resolver problemas, segundo D’Ambrosio 1996, até uma acomodação do que já vem sendo mais confortável na metodologia usual de professores ensinado alunos a resolverem diversos tipos de problemas. Não levando em consideração a contextualização e a vivência do indivíduo no seu cotidiano, pois como afirma Boyer 2014, “a matemática foi criada para as saciar as necessidades do homem” (BOYER, 2104, p. 46).

O terceiro eixo, aprendizagem, tem um olhar *behaviorista* tradicional sem espaço para confrontação, erros/acertos e flexibilidade de pensamento. De acordo com a figura 2, o ideal seria uma aprendizagem sócio construtiva buscando ajuda de quem possa nos internalizar o conhecimento de ciências com o uso de experiências interpessoais e do meio. A relação no ensino de matemática é fecha e sem espaços para tal confrontação. Para Negrão e Neto (2017, p. 92), os conhecimentos prévios dos alunos são um alicerce para a construção do conhecimento.



É utópico afirmar que a escola vem valorizando os conhecimentos prévios dos alunos, contudo na formação tal prática é incentivada em demasia. Mais um obstáculo é apontado, uma vez que há necessidade de valorar os saberes iniciais, ou como define Bachelard “experiências primeiras”. (NEGREIRO e AMORIN NETO, 2017, p. 92).

Não podemos esquecer de uma das chaves principais no ensino de ciências que é o professor, tão importante e tão desvalorizado. Preocupado apenas com as questões burocráticas e o ganho de mais hora-aula, que segundo Demo (2010, p. 209) é um tipo de contratação que não contempla o preparo das aulas, desconsiderando a necessidade de tempo para o estudo. Como se não bastasse, o valor acrescentado em seu vencimento mensal é por suas correções e preparação de atividade avaliativa, que em muitos casos é objeto pronto e acabado da internet.

Pedro Demo (2010, p.209) ressalta que “os cursos de licenciatura e pedagogia tem em seu quadro de profissionais professores universitários que ministram aulas sem produções próprias. Sobra então a pergunta: como formar aluno pesquisador, pensante e cientista, se o problema vem desde a formação nos cursos de licenciatura e pedagogia? A equação de Vroom (1964) encaixa-se perfeitamente, “motivação = valor x expectativa”, ou seja, se o valor é nulo (e o valor dado ao que tem relevância na formação acadêmica é nulo), então a motivação será nula. E quem sofre com tudo isso é o ensino de ciência no geral.

Quando falamos em romper os paradigmas newtonianos e levar o ensino da matemática a uma condição que vá além da prática de apenas resolver problemas sem entender conceitos mais profundos no ensino da matemática, pois estamos pretendendo ter uma aprendizagem significativa de Ausubel, que de acordo com Moreira (2017, p. 2): “O aprendizado significativo é a aquisição de novos conhecimentos com significado, compreensão, criticidade e possibilidades de usar esse conhecimento em explicações, argumentos e soluções de situações problema dentro de novas situações”.

A principal preocupação de Ausubel era a aprendizagem entendida como a aquisição e retenção de conhecimento em situações de ensino e aprendizagem no contexto escolar. Ele definiu a aprendizagem receptiva como "situações em que o conteúdo da tarefa de aprendizagem (o que deveria ser aprendido) é apresentado ao aprendiz em vez de ser descoberto de forma independente” (AUSUBEL, 1963, p.1). Neste sentido, para aprender de forma significativa, não é necessário descobrir, mas dar significados ao conteúdo a ser aprendido. O aprendizado receptivo significativo é muito mais do que simplesmente armazenar informações na estrutura cognitiva existente. O surgimento de significados, na medida em que novos

conceitos e ideias são incorporados na estrutura cognitiva, está longe de ser um fenômeno passivo.

No ensino de matemática pouco se fala do sujeito do conhecimento: o aluno. Olhamos o aluno como um produto acabado e pronto, em que a maior preocupação é a aprovação para o ano seguinte ao até nos vestibulares da vida e não com o saber em si. Cachapuz (2004, p.366), afirma que o aluno de hoje está visando “o quê e quando ao invés de como e para quê”. Formamos meros repetidores e decoradores de fórmula, que em muitos casos não aprendem o que é passado e sim decoram (ou nem isso) o básico. Como professores e escola, julgamos e sentenciamos um aluno com “fraco” ou “bom” baseado apenas em suas notas de avaliação e não em suas produções de conhecimento. Delicoizoiv (2011, p.18), afirma: “a gente esquece que já teve 12, 13, 14, ... anos ou quando lembramos é para dizer o quanto éramos melhores”. E o que o aluno aprende ou deixa de aprender este muito ligado a como vemos esse sujeito do conhecimento. Costa, Azevedo e Neto, afirmam sobre tais paradigmas que:

Muito embora não exista uma receita pronta e acabada que possamos seguir para enfrentarmos os desafios de ensinar Matemática, queremos dizer que, antes de optar por um material ou um jogo, devemos refletir sobre os nossos paradigmas; sobre o papel de cada um, sobre o tipo de aluno que queremos formar, sobre qual matemática acreditamos ser importante para esse aluno. (COSTA, AZEVEDO e NETO, 2020, p. 296)

Mc Moura (1975, p.76) diz que “a influência de propostas de ação depende de acreditarmos ou não na sua relativa verdade”. Para que se tenha uma mudança (ruptura do paradigma) devemos acreditar que tanto a construção do conhecimento de ensino de matemática, a melhor preparação dos docentes e entender o sujeito conhecimento precisam ser amplamente valorizados em um olhar que vai desde aprendizagem, currículo e epistemológico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de inserir o aluno nos “modelos compartilhados” (KUHN, 1996, p.45), que se pauta em não apenas operar fórmulas, mas como chegou-se na fórmula, requer quebras de paradigmas que envolvem o ensino de matemática e seus elementos como um todo: currículo, epistemologia e aprendizagem.

Para que haja a ruptura do paradigma cartesiano, é necessário que os obstáculos que limitam o acesso ao conhecimento científico sejam desconstruídos e superados, incluindo o rompimento de um ensino baseado em repetição e padrões mnemônicos. Por isso, a ênfase do estudo em apresentar os obstáculos vinculados aos três eixos apresentados no trabalho. Tal preocupação é relevante, uma vez que a educação é um ciclo, no qual o formador, aquele que conduz o ensino na Universidade tem a possibilidade de propagar o educar pela pesquisa, se assim o faz, gera acadêmicos que ao adentrarem a sala de aula como professores, poderão de certo modo, propagar a ideia a seus alunos, hoje crianças, mas que se entenderem de fato o “fazer ciência”, terão a possibilidade de reverberar esses conhecimentos no futuro.

Quando nos deparamos com dados de sistemas de avaliação como SAEB e INEP que no último levantamento divulgou que 90 % dos alunos do Ensino Médio não tem o aprendizado significativo, percebemos que os paradigmas neste trabalho citam precisam ser rompidos e Moreira (2006), traz alguns desses que precisam ser rompidos, como é o caso de:

- 1-Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino. Isto é, identificar os conceitos e os princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos.
- 2-Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições e ideias claras, precisas, estáveis) relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente esse conteúdo.
- 3-Diagnosticar o que o aluno já sabe; distinguir dentre os subsunçores especificamente relevantes quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno.
- 4-Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a passagem da estrutura conceitual da matéria de ensino para a estrutura cognitiva do aluno de maneira significativa. A tarefa do professor aqui deve ser a de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva nessa área de conhecimentos, pela aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis. (MOREIRA, 2006, p. 145)

Portanto, caberá ao professor promover a passagem da estrutura conceitual da matéria de ensino para a estrutura cognitiva do aluno de uma maneira que lhe seja realmente significativa, e não apenas ensinar a resolver problemas de forma mecânica e descontextualizada. A tarefa do professor aqui deve ser a de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva nessa área de conhecimentos, assumindo a condição de facilitador da aprendizagem.

O discurso defendido pelos teóricos abordados aponta para um ensino de cunho prático e que se prolonga por toda trajetória docente do educador. No que se refere ao educador matemático, este é dotado de competências e habilidades que precisam ser desenvolvidas e

estimuladas durante todo curso, reforçando a responsabilidade dos formadores em questão. Logo, percebe-se que as contribuições da teoria de Kuhn ainda permanecem válidas e muito presentes no contexto do ensino de matemática. Cabe ressaltar que este estudo não buscou o esgotamento da temática, ao contrário, visou à elucidação dos conceitos atrelando-os ao campo do ensino e da aprendizagem nos espaços educativos escolares.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, C. Professores e Professauros: **reflexões sobre a aula e práticas pedagógicas diversas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.
- AUSUBEL, D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune&Stratton. (1963).
- BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.
- BOYER. C. B. **História da Matemática**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 2014, Reimp. 2016. 496p.
- CACHAPUZ, A. **Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico**. Porto: Porto Editora, 2004. p. 363-381.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P.A.; DA SILVA, R. **Metodologia Científica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- COSTA, N. C.; AZEVEDO, R. S.; NETO, A. A. **APROXIMAÇÃO ENTRE REALIDADE E “FICÇÃO MATEMÁTICA” DE ISABELLE STENGERS, COM O USO DO GEOGEBRA/ Approximation between reality and "mathematical fiction" of Isabelle Stengers, with the use of geogebra**. Revista REAMEC, Cuiabá (MT), v. 8, n. 1, p. 287-302, janeiro-abril, 2020. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9295/pdf> > Acessado em 08 de mar. de 2020.
- D'AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática**. São Paulo: Editora Ática, 1990.
- _____. **Educação Matemática: da teoria à prática**. São Paulo, SP: Papyrus, 1996.
- DEMO, P. **Educação e Alfabetização Científica** . 1. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2010. 160 p. 207-212.
- EBIOGRAFIA, **Biografia de Thomas Khun**, 2020 . Disponível em : https://www.ebiografia.com/thomas_kuhn/.> Acessado em 08 de março de 2020.
- FUNDAÇÃO LEMANN, **Educação Matemática?** 2020. Disponível em: https://fundacaolemann.org.br/noticias/educacaomatematica?gclid=Cj0KCOiApt_xBR

[DxARIsAAMUMuSP6qTwWcrJNceqhO1Te4znoJPA0Y0wk_xONRh3G6ByZqXOrP614aAI3NEALw_wcB](#)> Acesso em 05 de fev. 2020.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 9.ed. São Paulo: perspectiva, 2006.

KUHN, T.. **A estrutura das revoluções científicas**. 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 1996.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva S. A., 1978.

MOREIRA, M. A. **Aprendizaje significativo como un referente para laorganizacion de laensenanza**. *Archivos de Ciencias de la Educación*. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.24215/23468866e029>> Acessado em 01 de fev. de 2020.

MOREIRA, M. A.. **A teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: UnB, 2006.

MOREIRA, M. A. **APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM CONCEITO SUBJACENTE**, 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>. Acessado em 10 de fev. de 2020.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2000.

O`SULLIVAN, E. **Aprendizagem transformadora. Uma visão educacional para o século XXI**. São Paulo: Cortez/Instituto Paulo Freire, 2004.

NEGRÃO, Felipe; AMORIM NETO, Alcides. **REFLEXÕES ACERCA DOS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS PRESENTES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA** / Reflections on epistemological obstacles in training of Mathematics teachers. *Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, [S.l.], v. 9, n. 19, p. 82-93, maio 2017. ISSN 1984-7505. Disponível em: <<http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/223>>. Acesso em: 03 fev. 2020.

PRAIA, J.; JORGE, M. **Ciência, educação em ciência e ensino das ciências**. Lisboa: Ministério da Educação, 2000.

SZTAJN, P. **Conteúdos, atitudes e ideologia: a formação do professor de matemática**. In: *Magistério: construção cotidiana* / Vera Maria Candau (Org.). Petrópolis, RJ, Vozes, 2011.

VIEIRA, J. G. S. **A estrutura das revoluções científicas em economia: a constituição do paradigma keynesiano e sua crise**. 2002. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, UFPR.

Submetido em: 07 de fevereiro de 2020.

Aprovado em: 04 de março de 2020.