

Reflexões sobre obstáculos epistemológicos no desenvolvimento da cognição matemática na escola

Elen Ariane Freitas Pereira¹

Universidade do Estado do Amazonas

Lucélida de Fátima Maia da Costa²

Universidade do Estado do Amazonas

RESUMO

No campo da educação matemática, há pesquisas que discutem sobre o olhar que as pessoas possuem sobre o ensino de matemática em contexto escolar, expondo o pensamento de que a matemática é difícil de ser compreendida, ou ainda, a vontade de evitá-la. No entanto, acreditamos que o processo da escolarização pode contribuir para a superação de desafios e dificuldades enfrentadas, em relação à aprendizagem de conteúdos da disciplina. Assim, no presente artigo, estabelecemos como objetivo compreender possíveis obstáculos epistemológicos que se apresentam à construção da cognição matemática em contexto escolar. Para tanto, tivemos como aporte teórico a teoria bachelardiana, e realizamos uma pesquisa bibliográfica de artigos científicos no banco de dados da *Scielo*, delimitando o período de 2011 a 2021. Verificamos que as crianças aprendem as noções e os conteúdos matemáticos em decorrência de processos complexos que implicam uma construção, trilhando o caminho do concreto ao abstrato, na sistematização dos conhecimentos matemáticos.

Palavras-chave: Educação Matemática; Bachelard; Obstáculos Epistemológicos; Noções de número; Aprendizagem matemática.

Reflections on epistemological obstacles in the development of mathematical cognition at school

ABSTRACT

In the field of mathematics education, there are studies that discuss the perspective that people have on teaching mathematics in the school context, exposing the thought that mathematics is difficult to understand, or even the desire to avoid it. However, we believe that the schooling process can contribute to overcoming the challenges and difficulties faced in relation to the learning of subject contents. Thus, in this article, we set out to understand possible epistemological obstacles to the construction of mathematical cognition in a school context. To this end, we had Bachelardian theory as a theoretical contribution, and we carried out bibliographical research of scientific articles in the *Scielo* database, delimiting the period from 2011 to 2021. We verified that children learn mathematical notions and contents because of complex processes that imply a construction, treading the path from the concrete to the abstract, in the systematization of mathematical knowledge.

Keywords: Mathematics Education; Bachelard; Epistemological Obstacles; Notions of number; Mathematics learning.

¹ Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEEC/ UEA). Licenciada em Pedagogia pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, Amazonas, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Acurana, 306, Cidade Nova, Manaus, Amazonas, Brasil, CEP: 69090-003.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1503-8565>. E-mail: eafr.mca21@uea.edu.br.

² Doutora em Educação em Ciências e Matemáticas, pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professora Adjunta na Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Docente no Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEEC/UEA), Manaus, Amazonas, Brasil. Endereço para correspondência: Estrada Odovaldo Novo, 4610, D'Jard Vieira, Parintins, Amazonas, Brasil, CEP: 69152-470.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8913-3525>. E-mail: lucelida@uea.edu.br.

Reflexiones sobre los obstáculos epistemológicos en el desarrollo de la cognición matemática en la escuela

RESUMEN

En el campo de la educación matemática, existen estudios que discuten la perspectiva que las personas tienen sobre la enseñanza de las matemáticas en el contexto escolar, exponiendo el pensamiento de que las matemáticas son difíciles de comprender, o incluso el deseo de evitarlas. Sin embargo, creemos que el proceso de escolarización puede contribuir a la superación de los desafíos y dificultades enfrentados con relación al aprendizaje de los contenidos de las materias. Así, en este artículo, nos propusimos comprender posibles obstáculos epistemológicos para la construcción de la cognición matemática en un contexto escolar. Para ello, tuvimos como aporte teórico la teoría bachelardiana, y realizamos una búsqueda bibliográfica de artículos científicos en la base de datos Scielo, delimitando el período de 2011 a 2021. Verificamos que los niños aprenden nociones y contenidos matemáticos como resultado de complejos procesos que implican una construcción, transitando el camino de lo concreto a lo abstracto, en la sistematización del conocimiento matemático.

Palabras clave: Educación Matemática; Bachelard; Obstáculos Epistemológicos; Nociones de número; Aprendizaje de las matemáticas.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A aprendizagem matemática, em contexto escolar, não pode ser compreendida unicamente na perspectiva do acerto demonstrado na realização de determinadas tarefas. É necessário situar a aprendizagem de modo mais amplo levando em conta que a cognição matemática requer o estabelecimento de relações e reflexões cujas significações sofrem, inevitavelmente, influência do meio sociocultural no qual se estrutura.

Nessa direção, apresentamos um recorte de uma pesquisa desenvolvida com o objetivo de compreender possíveis obstáculos epistemológicos que se apresentam à construção da cognição matemática em contexto escolar. Para tanto, tomamos como suporte teórico principal, as ideias de Bachelard sobre a construção do espírito científico, e a partir de então, fazemos um esforço para entender como ocorre o processo de aprendizagem dos números nos primeiros anos da escolarização, considerando a importância da abstração na matemática, além de identificar possíveis obstáculos epistemológicos presentes no ensino desta disciplina.

Ao pesquisar sobre o significado da palavra matemática, encontramos a definição de Pontes (2019, p. 182), como “[...] ciência dos padrões e de cunho abstrato que trabalha propriedades e relações associadas com números, figuras geométricas, símbolos e algoritmos”. Nessa direção, a matemática envolve a mobilização dos números, sendo reconhecida pelo seu caráter abstrato, o que também pressupõe a ocorrência de abstrações no processo de aprendizagem.

Bachelard (1996) discute sobre a abstração, o que nos direcionou ao estabelecimento das relações entre sua teoria e a aprendizagem matemática. O autor conceitua o espírito, os três estados para a formação do espírito científico e os obstáculos epistemológicos. Em primeiro lugar, é perceptível que a palavra espírito não tem um sentido religioso, mas está relacionada ao ser humano como possuidor de um espírito, ou seja, o indivíduo enquanto ser espiritual em evolução. Esse espírito passa por três estados para sua formação científica: estado concreto, estado concreto-abstrato e estado abstrato.

No estado concreto, o espírito gera as suas primeiras imagens acerca das coisas, na observação do mundo e da diversidade que o cerca; no estado concreto-abstrato, o espírito ainda tem experiências físicas, mas começa a criar esquemas geométricos, ou seja, essa é uma fase transitória em que as abstrações começam a ser consolidadas; e por fim, o estado abstrato, em

que o espírito se desconecta das experiências imediatas, e ocorrem as abstrações propriamente ditas (BACHELARD, 1996).

A abstração traz leveza ao espírito, pela capacidade de desobstruí-lo. Assim, o espírito precisa sair do estado concreto, das ideias do senso comum, para chegar ao pensamento racional, abstrato e científico. Ao contrário do percurso natural, ao entrar em contato com a cultura científica, o espírito está velho, devido à quantidade de preconceitos acumulados ao longo da sua trajetória. Nesse encontro com a ciência, aos poucos, o espírito começa a se tornar jovem, conforme se desfaz de conceitos pré-concebidos (BACHELARD, 1996).

Justamente no processo de aprendizagem, surgem os obstáculos epistemológicos, definidos por Bachelard (1996) como barreiras impeditivas e paralisadoras do processo de conhecimento. Pelo crescente interesse em pesquisar na área da Educação Matemática, buscamos o estabelecimento de conexões entre a teoria do autor e o ensino da matemática.

No âmbito do percurso metodológico, realizamos a pesquisa na perspectiva fenomenológica de Merleau-Ponty (2006), em que a criança é vista como “ser no mundo”, que apreende e conhece por meio das suas percepções, nas experiências terrenas. Assim sendo, entendemos que a criança mobiliza a percepção para construir conhecimentos matemáticos, mediante as suas vivências, em casa, na escola e nos espaços que costuma frequentar. Para atingir o objetivo proposto, também realizamos uma pesquisa bibliográfica, caracterizada por Gil (2017) pela busca por materiais publicados anteriormente, como livros, revistas, teses, dissertações.

Adotamos a obra “A formação do espírito científico” de Bachelard (1996) como ponto de partida para nossas reflexões e buscamos em outros autores de livros e artigos científicos subsídios para alargarmos nossa compreensão sobre a aprendizagem matemática em relação às ideias de número, o concreto e a abstração no ensino da matemática. Para tanto, realizamos uma pesquisa no banco de dados da *Scientific Electronic Library Online* (SciELO-Brasil), por meio das palavras-chave “materiais concretos no ensino da matemática”, “construção da ideia de número” e “abstração na aprendizagem matemática”, no período de 2011 a 2021, encontrando artigos científicos referentes à temática estudada.

Com a primeira palavra-chave, encontramos dois artigos, e selecionamos um; com a segunda palavra-chave, localizamos sete artigos, entre os quais selecionamos dois; e por último com a terceira palavra-chave, encontramos três artigos, e escolhemos um. Desse modo, selecionamos quatro artigos, de acordo com os títulos e por meio da leitura dos resumos, verificando se estavam de acordo com o objetivo estabelecido e se eram pertinentes para o nosso estudo.

Quadro 1 - Artigos selecionados para a pesquisa

Revista	Título	Autoria/ Ano
Psicologia do desenvolvimento	Das competências quantitativas iniciais para o conceito de número natural: quais as trilhas possíveis?	Barbosa (2012)
Bolema: Boletim de Educação Matemática	Construção do Conhecimento Matemático: natureza, transmissão e gênese	Becker (2019)
Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos	Estratégias e procedimentos de crianças do ciclo de alfabetização diante de situações-problema que envolvem as ideias de número e sistema de numeração decimal	Silva, Cenci e Beck (2015)
Bolema: Boletim de Educação Matemática	Enunciados que Constituem as Docências em Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental	Wanderer e Longo (2020)

Fonte: Elaboração das autoras (2022).

No primeiro artigo selecionado, Barbosa (2012) apresenta uma revisão sobre as habilidades iniciais em bebês, e como estas contribuem para a construção do conceito de número. Ao se referir às habilidades iniciais, um caminho para se chegar ao conceito de número, a autora discute sobre as habilidades quantitativo-numéricas, como a discriminação das quantidades e a comparação. Barbosa (2012) apresenta duas perspectivas: pesquisadores que defendem que o conceito de número é aprendido de maneira inata, ou seja, a criança já nasce possuindo a ideia de número; e pesquisadores que apontam que este conceito não é inato, mas pressupõe um processo complexo, que mobiliza habilidades e processos cognitivos, para que ocorra a construção da ideia de número.

Diante das pesquisas analisadas, a autora aponta que o conceito de número não é inato, mas é construído no decorrer do processo de desenvolvimento da criança, se relacionando a aspectos biológicos e culturais. Para ressaltar a ideia defendida, Barbosa (2012) destaca a ocorrência da mobilização de processos cognitivos, como a percepção, atenção e a memória, como contribuintes nessa complexa construção. Isso quer dizer que a ideia de número não nasce espontaneamente com a criança, mas se constrói conforme são mobilizados tais processos cognitivos, e em decorrência do seu desenvolvimento.

Nesta direção, destacamos que as vivências cotidianas contribuem para que a ideia de número seja construída. Entre as atividades que a criança realiza, as brincadeiras são um contexto para a construção do conceito de número. Isto porque, consciente ou inconscientemente, ao verificar a quantidade de brinquedos que possui, por exemplo, a criança pode manipulá-los, realizando uma contagem, o que a conduz na mobilização do pensamento sobre os números.

Silva *et al.* (2019) também discutem sobre a ideia de número, realizando uma pesquisa em turmas de 3º ano e 4º ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Os autores buscam a compreensão de como as crianças resolvem as situações problemas, verificando quais estratégias e caminhos decidem trilhar, para chegar às respostas. Nessa investigação, estabelecem relações com as habilidades previstas na Provinha Brasil na disciplina de matemática, especificamente da matriz de referência na área de números e sistema de

numeração. Em meio às atividades propostas, Silva *et al.* (2019) constataram que a maioria dos estudantes possuíam habilidades relacionadas a contagem, comparação e ordenação de quantidades, conseguindo resolver as situações problemas propostas.

Em relação as adversidades enfrentadas pelas crianças, apontam o posicionamento correto dos números, pois embora demonstrem compreender as unidades, apresentam dificuldades ao se depararem com as dezenas e os números maiores. Como exemplo disso, citamos a atividade em que os autores realizaram um ditado numérico, de maneira similar ao ditado de palavras, porém, com números. As crianças precisavam relacionar o número ditado à sua devida representação escrita, escrevendo-o no papel. Eles verificaram que mais de 50% das crianças conseguiram representar os números corretamente, enquanto o restante apresentou dificuldades para representá-los, por ainda estarem no processo de construção intelectual dos números.

Enquanto os dois artigos anteriores discutiam sobre a aprendizagem matemática, as representações de número e os seus processos de construção; os outros dois partem da perspectiva do ensino e da aprendizagem da matemática, no processo de ensinar a disciplina. Becker (2019) entrevistou dezessete professores de matemática, sendo oito professores universitários e nove professores da educação básica. Em meio às respostas obtidas nas entrevistas realizadas, o autor tece comentários sobre a origem do conhecimento matemático, o que inclui as ideias de número. Assim, explica que a criança compreende a noção de quantidade, para então, construir a noção de número, “[...] Piaget situa esse evento pelos 7-8 anos de idade, quando a criança consegue sintetizar as classes e as relações lógicas, previamente construídas, reunindo-as em uma totalidade operatória” (BECKER, 2019, p. 972).

A teoria piagetiana tem como elemento os estágios de desenvolvimento, delimitados por idade. É válido destacar as contribuições desta teoria, que traz discussões enriquecedoras para o campo da educação matemática, sem esquecer as particularidades de cada criança. Em avaliações individuais, precisamos considerar a criança concreta, analisando seus níveis de desenvolvimento, dificuldades e avanços, pois há aquelas que aprendem mais rápido, e outras que precisam de mais tempo para assimilar os conteúdos. Nessa direção, Barbosa (2012) ressalta que a criança que está na escola não é a mesma criança que participou das pesquisas piagetianas, ou seja, precisamos entender a criança em sua concretude.

Assim como Becker (2019), Wanderer e Longo (2020) também realizaram entrevistas com professores, porém, escolheram professoras que lecionavam matemática nos 3º e 4º anos do seguimento inicial do Ensino Fundamental, em uma escola particular. Durante a entrevista, as autoras buscaram compreender as práticas realizadas em sala de aula, apontando que todas as professoras percebiam as tecnologias digitais como facilitadoras para o ensino da matemática, e identificaram os materiais concretos utilizados, como o ábaco e o material dourado, para a aprendizagem da matemática. Ambos os recursos, segundo Wanderer e Longo (2020, p. 432) servem de apoio “para levar a situações de sistematização, etapa fundamental no processo de formalização que irá conduzir à abstração”.

Nos interessamos por este artigo por trazer à discussão sobre os materiais concretos como recursos pedagógicos, tendo em vista que as crianças precisam realizar a passagem do concreto para o abstrato, da manipulação dos materiais e entendimento dos conteúdos, para a ampliação do uso do pensamento e do raciocínio.

Há estudos que indicam que para que a criança chegue às abstrações, existe a necessidade em se trabalhar com o concreto, por meio da utilização de materiais manipuláveis e situações diversificadas, auxiliando-a na construção dos conhecimentos matemáticos. No seu cotidiano, a criança já lida com as noções matemáticas de número, de medida e de geometria, porém, “[...] nem sempre tem uma compreensão lógico-matemática dessas noções” (LORENZATO, 2006, p. 51). É importante destacar que a teoria piagetiana estabeleceu três tipos de diferentes de conhecimento a partir do modo como são construídos: o conhecimento físico, o social e o lógico-matemático.

Aqui nos interessa refletirmos sobre a construção do conhecimento lógico-matemático que é aquele estruturado quando um indivíduo coloca numa mesma relação mental objetos, fatos ou fenômenos e a partir dela faz deduções e constrói conceitos como igual, diferente, maior, menor, perto, longe etc., conceitos basilares da cognição matemática (COSTA, GHEDIN, 2021; KAMII, 2010; PIAGET, 1978). A escola desempenha o papel de auxiliar na sistematização desses conhecimentos, para que as crianças atribuam significados matemáticos a eles e possibilite que o ensino da matemática desenvolvido nos primeiros anos escolares contribua de maneira significativa para a aprendizagem e desenvolvimento das crianças, sendo enriquecedor das discussões acerca dessa temática (LORENZATO, 2006).

É relevante entender os caminhos trilhados pelas crianças na construção das primeiras noções e aprendizagens dos conteúdos matemáticos, assim como, buscar a identificação de possíveis barreiras que possam atrapalhar esse processo, para contribuímos com as reflexões sobre o processo de aprendizagem numérica realizada pelas crianças, reconhecendo a importância de elementos concretos no ensino da matemática e enfatizando a importância da abstração para o desenvolvimento da cognição matemática da criança.

AS CRIANÇAS E A COMPREENSÃO DE NÚMEROS

É cada vez mais forte a discussão em torno de como se estrutura o ensino de matemática em contexto escolar. De um lado, de acordo com Dorneles e Haase (2017, p. 144), estão os que defendem: “o ensino efetivo da matemática ligado à compreensão do significado dos conteúdos pelas crianças e adolescentes” e de outro, aqueles que pregam “a aprendizagem instrucional de conceitos e de procedimentos”. Certamente, um posicionamento que consiga articular discussões entre esses polos apontando na direção da possibilidade de complementaridade entre eles tem se mostrado, embora desafiador, mais profícuo.

Existem muitas formas diferentes de se ensinar um mesmo conteúdo e não há garantia de que uma determinada forma seja mais eficiente que outra (DORNELES; HAASE, 2017). No entanto, é importante sabermos que o cérebro humano não apresenta uma região específica responsável pela aprendizagem da matemática, mas está programado geneticamente com habilidades para operar com números, pela existência de diversas áreas que contribuem para o seu processamento. Os hemisférios esquerdo e direito atuam de maneira conjunta e revezada, ambos colaborando com a atividade de identificar e comparar os números. Somente no hemisfério esquerdo, ocorrem a decodificação e a representação verbal dos números, sendo este lado do cérebro também responsável pelo processamento da linguagem (COSENZA; GUERRA, 2011).

Para Kamii (2010, p. 18), “o número é a relação criada mentalmente por cada indivíduo”. Essa autora tomando como referência a teoria piagetiana destaca que:

[...] Piaget faz uma diferença entre *números perceptuais* e números. Os números perceptuais são números pequenos, até quatro ou cinco, que podem ser distinguidos através da percepção, sem requerer uma estruturação lógico-matemática. Até alguns pássaros podem ser treinados para distinguir entre “00” e “000”. Contudo, é impossível distinguir “00000000” de “000000000” apenas pela percepção. Os números pequenos que são maiores que quatro ou cinco são chamados de *números elementares*.

O neurocientista Stanislas Dehaene (2022), referindo-se a vários estudos realizados em seu laboratório chama a atenção para o fato de que as crianças, assim como outras espécies, são capazes de perceber e diferenciar os números.

Embora as crianças, indubitavelmente, aprimorem durante os primeiros meses de vida a precisão com que percebem os números, os dados mostram com igual clareza que o ponto de partida das crianças não é uma lousa em branco. Os recém-nascidos percebem os números com poucas horas de vida – e o mesmo acontece com pombos, macacos, pintinhos, peixes e mesmo as salamandras. [...] experimentos mostram que a aritmética é uma das capacidades inatas que a evolução nos presentou, a nós e a muitas outras espécies. (DEHAENE, 2022, p. 96-97).

Certamente as discussões sobre a cognição matemática se modificam conforme evoluem os meios e os recursos para entendermos a aprendizagem humana. Com a evolução das máquinas disponíveis para os estudos do cérebro, novos posicionamentos foram adotados frente ao modo como nós aprendemos. Nessa perspectiva, Dehaene (2022), contrapõe-se à Piaget ao afirmar que estudos da neurociência derrubam alguns princípios da teoria do psicólogo suíço. Dehaene afirma que:

Ele [Piaget] também pensava que o conceito abstrato de número estava fora do alcance das crianças durante o primeiro ano de vida, e que elas o aprendiam lentamente abstraindo-o das medidas mais concretas de tamanho e densidade. Na realidade, o contrário é que é verdadeiro. [...] A noção de número é apenas um exemplo daquilo que eu chamo de conhecimento invisível das crianças: as instituições que elas têm desde o nascimento e que guiam seu aprendizado posterior. (DEHAENE, 2022, p. 97-98).

Desde o nascimento, o bebê se depara com um mundo repleto de informações. Conforme se desenvolve física e cognitivamente, começa a apreender e construir conhecimentos acerca das coisas. Ainda com poucos meses de vida, os bebês são capazes de realizar operações matemáticas simples, verificar quantidades e realizar comparações entre elas. Ao observar as coisas ao seu redor, percebem os objetos e pessoas que os cercam, atuando no mundo e iniciando suas primeiras noções matemáticas (COSENZA; GUERRA, 2011). De acordo com Bransford, Brown e Cocking (2007, p. 114), “sabe-se agora que as crianças pequenas são agentes ativos e competentes do seu próprio desenvolvimento conceitual”.

Em relação à aprendizagem numérica, Dorneles e Haase (2017, p. 135) afirmam que “os bebês se deparam com diferentes quantidades de objetos para brincar, partem e repartem bolos, frutas e brinquedos e iniciam uma tentativa de entender como se estabelecem relações entre

essas quantidades e como se pode representá-las”. Os autores apontam que há uma diferença entre as ideias de número e quantidade, pois os números são representados por meio de signos, enquanto as quantidades não dependem necessariamente da representação numérica, pois podem estar relacionadas ao conceito de mais ou de menos, por exemplo.

Na vida cotidiana, a criança convive com diversas noções matemáticas, como grande/pequeno, alto/ baixo; inicia suas primeiras noções dos conceitos matemáticos, como a distância entre ela e a mãe, o peso do brinquedo que pega com as mãos; além de lidar com conhecimentos geométricos, por exemplo, na percepção das formas e das cores. Lorenzato (2006) destaca que no momento de propiciar atividades relacionadas à exploração matemática, é preciso considerar os sete processos mentais básicos para a aprendizagem da disciplina, que são: correspondência, comparação, classificação, sequenciação, seriação, inclusão e conservação.

A correspondência consiste na relação “um para um”, citando o exemplo de um caderno para cada estudante; a comparação é o processo em que se verifica as diferenças e semelhanças entre as coisas, como no jogo de sete erros; a classificação está relacionada ao processo de agrupar em categorias, de acordo com semelhanças e diferenças, como separar os estudantes por séries; a sequenciação se refere a sucessão de elementos, sem considerar uma determinada ordem entre eles; a seriação se relaciona ao estabelecimento de critérios para ordenar as coisas; a inclusão está relacionada a contenção de um conjunto por outro, por exemplo, as ideias de laranja e banana em frutas; e a conservação se refere a percepção de que a quantidade não depende da organização, formato ou posição (LORENZATO, 2006).

Caso a criança não tenha domínio desses processos, Lorenzato (2006) afirma que surgirão dificuldades com a aprendizagem dos números, da contagem, entre outras noções matemáticas. Como a criança conseguirá contar se não compreende que precisa relacionar um número à um objeto, para que não duplique a contagem e contabilize os objetos? Como compreenderá que existe uma sequência de números, se ainda não assimilou esse conceito? Por isso, se fazem necessárias experiências que auxiliem a criança no entendimento sobre as ideias da matemática.

De acordo com Dorneles e Haase (2017), mediante as vivências, as crianças passam a entender que as quantidades podem ser representadas por diferentes registros, como bolinhas e tracinhos. Conseguem contar até 10 apontando para os objetos, além de visar a compreensão de cinco princípios: realizar a correspondência, que consiste em um objeto corresponder à um número; entender que os nomes dos números não variam; saber que o último número contado representa uma quantidade; analisar que não precisa ter uma ordem para realizar a contagem; e mobilizar a abstração, entendendo que os conjuntos homogêneos ou heterogêneos podem ser contados da mesma maneira. A partir desses princípios, as crianças precisam avançar em quatro aspectos: considerar esses cinco princípios citados, para entender os números e a relação com as quantidades; criar conjuntos com determinado número de elementos, pois nem sempre, a criança que realiza a contagem consegue fazer os agrupamentos; utilizar diferentes maneiras para representar as quantidades, como bolinhas ou números; e por fim, integrar todos esses conhecimentos, formando uma compreensão sobre os números e as quantidades (DORNELES; HAASE, 2017).

No caminho ao entendimento dessas noções, Cosenza e Guerra (2011, p. 114) destacam que “[...] a exatidão e eficiência nas estratégias de contar são objetivos importantes nas

intervenções para o aprendizado da matemática”. Os autores afirmam que as estratégias para iniciar a contagem inicialmente estão no plano do concreto, ou seja, a criança utiliza os dedos, manipula os objetos diretamente ou realiza os registros escritos no papel, sendo essa maneira de contar substituída, passando do concreto para o mental, através da memória verbal.

Para a Educação Infantil, Lorenzato (2006) sugere que sejam trabalhados as quantidades e os registros escritos por meio dos numerais, sendo estes as representações da ideia dos números. Na realização dessas atividades, o professor necessita observar a sua turma e os níveis de aprendizagem das crianças, considerando as suas dificuldades e partir dessas questões para planejar e realizar o seu trabalho pedagógico. Ao estudar sobre a aprendizagem da matemática, percebemos que ela implica uma contínua progressão. Becker (2019) destaca que as noções e conteúdos assimilados, assim como os processos e habilidades que passam a ser dominados, colaboram para novas aprendizagens. Durante as aulas,

[...] transmitem-se informações; capacidades cognitivas operatórias, como os conceitos, de modo todo especial os conceitos matemáticos, precisam ser construídas. É essa construção que produz conhecimento novo, que possibilita a passagem de conhecimentos ou capacidades cognitivas mais simples a conhecimentos ou capacidades cognitivas mais complexos (BECKER, 2020, p. 985).

Vergnaud, criador da Teoria dos Campos Conceituais também, destaca a complexidade e a importância da compreensão de número para que as crianças progridam no desenvolvimento da cognição matemática.

[...] A noção de número é a noção mais importante da matemática ensinada na escola básica. Longe de ser uma noção elementar, ela se apoia em outras noções, tais como a de aplicação, de correspondência biunívoca, de relação de equivalência e de ordem. Na criança pequena, ele é indissociável da noção de medida. Enfim, é a possibilidade de fazer adições que dá a noção de número seu caráter específico em relação às noções sobre as quais ela se baseia. (VERGNAUD, 2009, p. 125).

Assim sendo, a aprendizagem matemática não é vista como uma mera transmissão de informações, mas pressupõe uma construção, na direção do simples ao complexo. Com relação aos anos iniciais do Ensino Fundamental, além de aprender as quatro operações, o ensino da matemática realizado precisa se preocupar com a compreensão do estudante sobre os objetos matemáticos, a apreensão de certas noções, nas quais são realizadas as abstrações, para que sejam aplicadas à sua realidade (BRASIL, 2017).

Na resolução de situações problemas, que mobilizam o conceito de número e a compreensão das quantidades, precisamos mostrar para as crianças maneiras diferenciadas de resolvê-las, visitando os possíveis caminhos que podem trilhar, para chegar até a resposta. Partindo desse pressuposto, também podemos acompanhar o raciocínio da criança ao resolver uma situação problema, não considerando apenas uma maneira de resolução, não fazendo pré-julgamentos, mas assumindo uma postura de compreensão, ajudando-a na progressão da aprendizagem.

Para Aguiar et al. (2020, p. 04), “o erro mais que o acerto representa um indicador da existência de obstáculos cognitivos à aprendizagem, o que requer por parte do professor a identificação da natureza do obstáculo”. Em meio às atividades realizadas em sala de aula, os

erros começam a surgir, e é por meio deles, que poderemos identificar os entraves, as ideias que foram construídas de maneira equivocada, o que ainda se tem de dúvida, em relação aos conteúdos ministrados.

Ao fazer essa análise, podemos acompanhar o pensamento da criança, com o intuito de não julgar a sua resposta apenas como errada, mas verificar como ela resolveu a questão, o que pensou para verbalizar determinada resposta, entre outras observações, para então, ajudá-la a superar o erro cometido, realizando as intervenções necessárias. A seguir, discutiremos possíveis obstáculos epistemológicos que poderão atrapalhar a aprendizagem numérica em construção pelas crianças, visando contribuir para a superação das dificuldades enfrentadas.

POSSÍVEIS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS À APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

No processo de aprendizagem da matemática muitas dificuldades podem surgir. De acordo com Coll, et al, (2012), no contexto de uma sala de aula, estas podem ser de origem diferentes e estão atreladas a diversidade sociocultural dos “[...] vários mundos quantos forem as pessoas lá presentes”.

Bachelard (1996) propõe que no decorrer do processo de construção do conhecimento científico, surgem obstáculos epistemológicos, que se caracterizam como barreiras que dificultam a construção do conhecimento, e que são responsáveis por causar conflitos, paralisações ou regressões nesse processo. Ou seja, o obstáculo é um desafio que se apresenta, à construção de um novo conhecimento, como conflito com um conhecimento anterior, quando o novo conhecimento requer um processo de desconstrução de conhecimentos anteriormente estabelecidos. Na prática, o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do indivíduo resiste ao novo impedindo sua construção. Para que aconteça a evolução espiritual, os conhecimentos mal estabelecidos precisam ser quebrados pelo confronto com novos conhecimentos, a serem constantemente reconstruídos.

Bachelard (1996) destaca como primeiro obstáculo epistemológico, o obstáculo do conhecimento unitário e pragmático, que se caracteriza como uma indução fundamentada na generalização e na utilidade sendo esta, a de maior valor. Assim sendo, nos fenômenos estudados, se busca a utilidade para o ser humano, permanecendo a explicação atrelada às vantagens que podem ser proporcionadas por eles. Bachelard (1996) critica o fato de se considerar uma ideia como verdadeira, apenas por ser útil.

Já no obstáculo epistemológico substancialista, são atribuídas qualidades às substâncias, ocorrendo “[...] um acúmulo de adjetivos para um mesmo substantivo: as qualidades estão ligadas à substância por um vínculo tão direto que podem ser justapostas sem grande preocupação com suas relações mútuas” (BACHELARD, 1996, p. 140). Nesse obstáculo, predomina a atribuição de sinônimos, qualidades e adjetivos à um único substantivo, que por representar uma espécie de mágica, representa uma falsa sedução.

Quanto ao obstáculo epistemológico animista, está relacionado à atribuição da vida aos objetos e fenômenos que naturalmente não a possuem, enquanto no obstáculo realista, se propõe a permanência no concreto, ou seja, o conhecimento não chega às ideias abstratas. Além disso, no realismo, o indivíduo demonstra a crença de superioridade. Ele permanece no plano concreto

e acredita possuir o real, mas na verdade é egoísta e não consegue evoluir espiritualmente (BACHELARD, 1996).

No obstáculo da experiência primeira, existem vivências nas quais o indivíduo apreende conhecimentos, considerando-os como verdadeiros. Permanecendo na comodidade, o indivíduo assume a postura de passividade, não sujeitando os conhecimentos adquiridos às críticas. Bachelard (1996) defende a importância das perguntas para o conhecimento científico, as inquietações e as modificações realizadas na busca pelo saber, fatores que apontam que o espírito científico precisa constantemente reformar os conhecimentos que adquire nas experiências, por meio das críticas.

Ao discutir sobre as aulas de química e as experiências realizadas, o autor destaca que tais atividades não devem se deter aquilo que é visível aos olhos, priorizando os espetáculos e as explosões, mas ter como enfoque a abstração dos conteúdos. Além disso, de acordo com Bachelard (1996, p. 50), é “[...] indispensável que o professor passe continuamente da mesa de experiências para a lousa, a fim de extrair o mais depressa possível o abstrato do concreto”. Seguindo esse pensamento, as atividades proporcionadas para a aprendizagem da matemática devem priorizar o processo de abstrair, em detrimento daquilo que aguça a atenção apenas pela ludicidade.

No momento da escolha do material concreto a ser utilizado em sala de aula de matemática, é interessante pensar nos objetivos que precisam ser alcançados, refletir sobre os conceitos que podem ser aprendidos, as possibilidades da criança em relacionar as noções e conteúdos aprendidos na escola com o seu cotidiano, como realizar os encaminhamentos do concreto para o abstrato, considerar a aprendizagem da turma e os desafios enfrentados, entre outras questões.

O enfoque não deve ser atrair a atenção da criança ou simplesmente disponibilizar os recursos para ela, e sim, ajudá-la a se apoiar no material concreto, visando o processo de aprendizagem das noções matemáticas ou conteúdos abordados, objetivando as abstrações que podem ser realizadas. O simples uso do material didático não é responsável por auxiliar na aquisição de conhecimentos, e sim, a mediação do professor ao utilizá-lo e as ações realizadas pela criança ao manipular os recursos (LORENZATO, 2006).

Existem alguns materiais concretos que estão associados ao processo de aprendizagem da matemática e são recomendados pela Base Nacional Comum Curricular (2017), como os blocos lógicos, o ábaco, a calculadora, a malha quadriculada, os jogos didáticos, entre outros. Wanderer e Longo (2020) discutem sobre o uso desses materiais no ensino da matemática, entrevistando quatro professoras que lecionavam matemática nos 3º e 4º anos do Ensino Fundamental. As entrevistadas trouxeram em suas falas a crença de que os materiais concretos funcionam como facilitadores, sendo o processo de abstração um indício do alcance da aprendizagem por parte dos estudantes.

Quanto ao obstáculo epistemológico do conhecimento geral, é descrito como uma generalização de ideias e pensamentos, concebidos como verdades absolutas, mas que podem apresentar uma cientificidade duvidosa. É necessário questionar esses conhecimentos gerais que proporcionam muitas facilidades, que são considerados vagos e imprecisos, pois o conhecimento científico está estreitamente relacionado com a precisão (BACHELARD, 1996).

No ensino da matemática, um obstáculo relacionado ao conhecimento geral é a afirmação de que o número zero não é nada, por não representar uma quantidade. A ideia geral de que o número zero demonstra apenas o vazio pode causar certos conflitos para a criança, como: “se o zero não vale nada, por que na conta de vezes ele anula tudo?”. Na apresentação do número à criança, se faz necessário explicar que o zero não representa uma quantidade, mas contribui guardando outros números, sendo o exemplo disso a escrita do número dez, no qual o zero é acrescentado à direita do um (LORENZATO, 2006, p. 33).

Essa dificuldade trazida por Lorenzato (2006) também nos lembra o obstáculo verbal, que segundo Bachelard (1996, p. 27), consiste na “[...] falsa explicação obtida com a ajuda de uma palavra explicativa”. O autor traz o exemplo da esponja, como uma palavra explicativa para diversos fenômenos, explanando que o excesso de imagens, analogias e metáforas comprometem o desenvolvimento do espírito científico, pois o abstrato fica afetado pela maneira como o concreto está sendo apresentado.

É válido lembrar que as ideias de Bachelard sobre obstáculos epistemológicos foram alicerces para a teoria didática de Brousseau (2006) que classificou os obstáculos apresentados pelos estudantes no desenvolvimento da cognição matemática, de acordo com origem destes, como obstáculos de origem ontogênica (limitações neurofisiológicas), de origem didática (relacionados ao modo como o ensino é realizado) e de origem epistemológica (âmbito do processo da construção do conhecimento realizado por cada indivíduo).

A classificação dos obstáculos feita por Brousseau nos leva a reflexão sobre diversas situações comuns em sala de aula e que podem durante as explicações realizadas nas aulas de matemática levar as crianças a se depararem com situações causadoras de conflitos. Há certas ideias expostas que promovem uma facilitação no processo da explicação, porém, resultam em conhecimentos mal estruturados, que afetam a maneira como os conhecimentos estão sendo adquiridos e como os próximos serão construídos. Se ao apresentar às crianças os números de um a nove, explicando que cada algarismo possui uma maneira de escrever e um nome, ao chegar no dez, que é escrito com o algarismo 1 e 0, a criança poderá chamá-lo de “um zero”. Esse discurso dificulta a aprendizagem numérica das crianças, pois é fundamental

perceber que a numeração escrita (numerais) só possui dez distintos símbolos (algarismos), que do dez em diante todos os numerais são compostos por esses com estes primeiros dez símbolos, e que o valor de cada posição depende da posição que os algarismos ocupam em cada numeral. (LORENZATO, 2006, p. 37).

Em relação à sequência numérica, em muitos casos, é apresentada por blocos (1 a 10, 11 a 20), e a aprendizagem é realizada de maneira mecânica, apenas pela cópia. Essa abordagem na aprendizagem numérica dificulta o entendimento de números que apresentam dezenas maiores, restringindo a ampliação de novos conhecimentos. As metodologias de ensino e materiais adotados pelos professores se relacionam diretamente com as estratégias de aprendizagem geradas pelas crianças, fator que influencia a ideia de número que está sendo construída (SILVA *et al.*, 2015).

Reconhecemos a necessidade da cópia no momento da aprendizagem numérica. Através dela, a criança consegue exercitar a aprendizagem dos números, compreendendo melhor a sequência numérica, lembrando os números mentalmente e colocando-os no papel. Todavia,

destacamos que não podemos adotar apenas essa metodologia, ou ter em vista a mera repetição. Se a criança aprende por meio de situações diversificadas, logo, precisamos adotar diferentes metodologias, pois o caminho da aprendizagem não é único.

Não poderia a criança fazer uso de diferentes informações (trilhas) dependendo do contexto, dos materiais usados, da demanda da situação e do seu desenvolvimento? A resposta simples é sim. Alguns pesquisadores têm inclinado suas interpretações dos resultados de pesquisas sobre cognição numérica nesta direção (BARBOSA, 2012, p. 354).

Destacamos que, de acordo com a ideia de autores como Kamii (2010) e Dehaene (2022), a criança, desde seu primeiro ano de vida, diferencia números pequenos, porém é importante a criança ter experiências com diferentes noções de quantidade, por meio do concreto, para progredir na cognição numérica e operações aritméticas. Certamente, o conceito de número não está presente no concreto, mas no plano do abstrato, sendo sua apreensão uma atividade mental e de estabelecimento das relações com os objetos.

Bransford, Brown e Cocking (2007, p. 127), destacam que “não é porque as crianças têm algum conhecimento dos números antes de entrarem na escola que é menor a necessidade de uma aprendizagem cuidadosa mais tarde. O entendimento precoce dos números pode guiá-las no início da aprendizagem escolar dos conceitos numéricos”. Concordando com Lorenzato (2006), lembramos que ainda não há uma resposta exata que traga detalhes de como essa aprendizagem numérica ocorre, mas há caminhos que podemos ajudar a criança a trilhar, no construir dessas noções.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, apresentamos algumas perspectivas relacionadas a aprendizagem dos números: o cérebro humano apresenta predisposições para aprender matemática; a criança aprende as noções numéricas e constrói as ideias de número em meio às vivências cotidianas e atividades realizadas no ambiente escolar. A matemática apresenta um caráter essencialmente abstrato, que pressupõe a busca do indivíduo por abstrair conceitos pelo uso do pensamento e do raciocínio, entre outros processos cognitivos.

Refletimos sobre a importância de considerarmos que no processo de aprendizagem, para além da compreensão de número, a criança necessita do apoio de atividades concretas, nas quais o professor desempenha o papel de mediador. No percurso do concreto ao abstrato, o espírito científico está em contínua evolução, sendo conduzido à níveis cada vez maiores de abstração. Em meio ao desenvolvimento das atividades, é preciso identificar os obstáculos epistemológicos que venham a emergir, buscando maneiras de superá-los, evitando possíveis situações em que as crianças construam ideias que tragam conflitos no momento do aprendizado, as atrapalhando na aprendizagem de certos conteúdos nos anos posteriores.

Ao longo do estudo percebemos que o obstáculo epistemológico ocorre quando o conhecimento não é aplicável ou não está disponível para o contexto em questão. Portanto, o obstáculo epistemológico, que pode ser entendido como um desafio, pode ser resolvido ao orientarmos as crianças a construir e disseminarem conhecimentos que sejam relevantes e úteis para os diferentes contextos e necessidades.

Destacamos que cada criança tem o seu tempo de aprendizagem e suas vivências, que são diferentes umas das outras. Assim sendo, precisamos adotar um olhar fenomenológico, nos desfazendo de juízos formados e rotulações, para considerar a criança em sua essência, analisando os conhecimentos adquiridos e aqueles que estão sendo construídos por ela, verificando dificuldades enfrentadas tendo em vista as superações, olhando a criança real em sua própria existência.

Para finalizar, considerando os resultados divulgados constantemente sobre o desempenho das crianças em matemática, ressaltamos que esse estudo não se finda em si mesmo, e chamamos a atenção para a necessidade de mais pesquisa sobre a temática aqui tratada para que possamos pensar o ensino de matemática e suas dificuldades a partir de evidências científicas e trazer subsídios para práticas pedagógicas que levem em consideração como nosso cérebro aprende e as influências do conhecimento construído culturalmente para a criação de sentido e significado de conteúdos matemáticos ensinados em contexto escolar.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo apoio dado à realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. V. S.; NASCIMENTO, I. R.; BRANDÃO, G. S. Fundamentos Filosóficos do ensino de ciências em Gaston Bachelard e Jean Pierre Astolfi. **Anais Lasera**, México, 2020. Disponível em: <https://docplayer.com.br/208617008-Latin-american-journal-of-science-educationfundamentos-filosoficos-do-ensino-de-ciencias-em-gaston-bachelard-e-jean-pierreastolfi.html> Acesso em: 10 maio 2022.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Tradução Estela dos Santos Abreu. 5ª reimpressão. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARBOSA, H. H. Das competências quantitativas iniciais para o conceito de número natural: quais as trilhas possíveis? **Psicologia: Reflexão e Crítica**. 2012, v. 25, n. 2. p. 350-358. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prc/a/VPzydc74NQK9Xbkz3hVg8cR/?lang=pt#ModalArticles> Acesso em: 22 jun. 2022.
- BECKER, F. Construção do Conhecimento Matemático: natureza, transmissão e gênese. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**. 2019, v. 33, n. 65. p. 963-987. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/bDwTTSw6KjFrrHgWMpnjhQv/?lang=pt#> Acesso em: 10 jun. 2022.
- BRANSFORD, J. D.; BROWN, A. L.; COCKING, R. R. (orgs). **Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola**. Tradução de Carlos David Szlak. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília, MEC/ CONSED/ UNDIME, 2017. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/> Acesso em: 10 jun. 2022.

- BROUSSEAU, G. **A Teoria das Situações Didáticas e a Formação do Professor**. Palestra. São Paulo: PUC, 2006.
- COLL, C., et al. **O Construtivismo na Sala de Aula**. São Paulo: Ática, 2012.
- COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação**: como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- COSTA, L. F. M.; GHEDIN, E. **Etnomatemática e seus processos cognitivos**: implicações à formação de professores. Jundiaí, SP: Paco, 2021.
- DEHAENE, S. **É assim que aprendemos**: por que o cérebro funciona melhor do que qualquer máquina (ainda ...). São Paulo: Contexto, 2022.
- DORNELES, B. V.; HAASE, V. G. Aprendizagem numérica em diálogo. In: LENT, R; BUCHWEITZ, A; MOTA, M. B. (orgs.) **Ciência para educação**: uma ponte entre dois mundos. Rio de Janeiro: Atheneu, 2017. p. 133-159
- KAMII, C. **A criança e o número**. Campinas -SP: Papirus, 2010.
- LORENZATO, S. **Educação Infantil e Percepção Matemática**. Campinas: Autores Associados, 2006.
- MERLEAU-PONTY, M. **A estrutura do comportamento**. Trad. Márcia Valéria Martins de Aguiar. Martins Fontes: São Paulo, 2006.
- PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.
- PONTES, E. A. S. A linguagem universal matemática suas origens, símbolos e atributos. **Revista Psicologia & Saberes**, v. 8, n. 12, p. 181-192, 2019. Disponível em: <https://revistas.cesmac.edu.br/index.php/psicologia/article/view/1085>. Acesso em: 02 jun. 2022.
- SILVA, J. A.; CENCI, D.; BECK, V. C. Estratégias e procedimentos de crianças do ciclo de alfabetização diante de situações-problema que envolvem as ideias de número e sistema de numeração decimal. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. 2015, v. 96, n. 244. p. 541-560. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/4JQnpKFywtB8mSRrZtMGM9S/?lang=pt#> Acesso em: 20 jun. 2022.
- VERGNAUD, G. **A criança, a Matemática e a Realidade**: problemas do ensino da matemática na escolar elementar. Curitiba: UFPR Press, 2009.
- WANDERER, F.; LONGO, F. Enunciados que Constituem as Docências em Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**. 2020, v. 34, n. 67. p. 421-440. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/jWfVpBSJwMFhvjmsVTrVjHr/?lang=pt#> Acesso em: 15 jun. 2022

Submetido em: 12 de dezembro de 2022.

Aprovado em: 22 de dezembro de 2022.

Publicado em: 01 de janeiro de 2023.

Como citar o artigo:

PEREIRA, E. A. F.; COSTA, L. F. M. da. Reflexões sobre obstáculos epistemológicos no desenvolvimento da cognição matemática na escola. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura - REMATEC**, Belém/PA, v. 18, n. 43, e2023002, Jan.-Dez, 2023.

<https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023002.id458>