

O uso do método histórico-dialético na investigação sobre o desenvolvimento do pensamento computacional de estudantes no contexto da Educação Matemática

The use of the historical-dialectical method in research on the development of students' computational thinking in the context of Mathematics Education

*Eliel Constantino da Silva*¹
*Sueli Liberatti Javaroni*²

RESUMO

Este artigo propõe e discute o uso do método histórico-dialético como um caminho teórico-metodológico para a pesquisa em Educação Matemática, especialmente na investigação de fenômenos cognitivos complexos como o desenvolvimento das funções psicológicas superiores e a formação das ações mentais e de conceitos matemáticos. Ancorado na teoria Histórico-cultural, o estudo detalha como esse método, ao priorizar a análise de processos e não de objetos, a explicação sobre a mera descrição e o desvelar de comportamentos e formações conceituais fossilizados, permite desvendar a gênese e a totalidade do desenvolvimento psíquico. Utilizamos como ilustração central a aplicação desse arcabouço metodológico em nossas investigações sobre o desenvolvimento do pensamento computacional e a formação de ações mentais e do conceito "polígono regular" em estudantes de 15 e 16 anos. Apresentamos como o método de dupla estimulação funcional e a análise por unidades revelam as intrincadas relações entre cognição, ambiente sociocultural e tecnologia. O artigo visa, assim, convidar

ABSTRACT

This article proposes and discusses the use of the historical-dialectical method as a theoretical-methodological approach for research in Mathematics Education, especially in the investigation of complex cognitive phenomena such as the development of higher psychological functions and the formation of mental actions and mathematical concepts. Anchored in the Historical-Cultural Theory, the study details how this method, by prioritizing the analysis of processes rather than objects, explanation over mere description and the unveiling of fossilized behaviors and conceptual formations, allows us to unravel the genesis and totality of psychic development. We use as a central illustration the application of this methodological framework in our investigations on the development of computational thinking and the formation of mental actions and the concept of "regular polygon" in 15- and 16-year-old students. We present how the method of double functional stimulation and unit analysis reveal the intricate relationships between cognition, sociocultural environment and technology.

¹ Doutor em Educação Matemática. Professor Adjunto do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnológicas da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (CCENT/UEMASUL), Imperatriz, Maranhão, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3555-791X>. E-mail: eliel.constantino@uemasul.edu.br.

² Doutora em Educação Matemática. Professora Associada da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FC/UNESP), Bauru, São Paulo, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1948-4346>. E-mail: sueli.javaroni@unesp.br.

pesquisadores ao início de uma discussão sobre o uso desse método em pesquisas do campo da Educação Matemática.

The article thus aims to invite researchers to begin a discussion on the use of this method in research in the field of Mathematics Education.

Palavras-chave: Teoria Histórico-Cultural. Método de dupla estimulação funcional. Unidade de análise.

Keywords: Historical-Cultural Theory. Dual functional stimulation method. Unit of analysis.

1 Introdução

O desenvolvimento do pensamento computacional tem emergido como um campo de pesquisa de crescente relevância, impulsionado pelas profundas transformações culturais e sociais ocasionadas pelos avanços tecnológicos na sociedade (Silva; Javaroni, 2024a). Compreender como essa nova forma de pensar se constitui e se integra à formação conceitual dos estudantes é um desafio que demanda abordagens metodológicas robustas e alinhadas à complexidade do psiquismo humano.

Este artigo se propõe a iniciar uma discussão sobre o uso do método histórico-dialético em pesquisas que tem como objeto de estudo a cognição e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores de indivíduos, no contexto da Educação Matemática, apresentando um arcabouço teórico-metodológico para pesquisas futuras nesse campo. Essa discussão será fomentada a partir de nossas investigações sobre o desenvolvimento do pensamento computacional e a formação das ações mentais e de conceitos matemáticos no processo de ensino-aprendizagem da Matemática, sob a luz do método histórico-dialético.

Desde 2017, temos nos dedicado a investigar o desenvolvimento do pensamento computacional no contexto da Educação Matemática, embasados na teoria Histórico-cultural. Em nossas primeiras investigações, recorremos predominantemente a abordagens qualitativas de pesquisa não somente para técnicas e procedimentos de pesquisa, mas como concepção de mundo e postura assumida enquanto pesquisadores em campo, estabelecendo um diálogo inicial com os pressupostos vygotskianos acerca da formação do pensamento.

Nossos campos de pesquisa sempre foram os contextos de ensino-aprendizagem da Matemática, envolvendo, majoritariamente, estudantes do

Ensino Fundamental Anos Finais e Ensino Médio, mas também envolvendo professores de diversas áreas do conhecimento que lecionam em escolas da rede estadual de São Paulo. Os resultados desses estudos iniciais encontram-se em diversas publicações, como Silva (2018), Javaroni e Silva (2019), Silva, Zampieri e Javaroni (2019), Gadanidis, Javaroni, Souza e Silva (2022), Silva e Javaroni (2022) e Zampieri, Santos, Silva, Souza e Javaroni (2024).

Contudo, na busca por transcender o meramente visível e aprofundar a compreensão das intrincadas relações entre pensamento e linguagem, bem como a formação das funções psicológicas superiores do indivíduo – decorrentes de uma transformação cultural impulsionada pelos avanços tecnológicos na sociedade –, empreendemos uma investigação de quatro anos utilizando o método histórico-dialético, que envolveu desde a apropriação teórica sobre a teoria Histórico-Cultural e seu método, até a produção dos dados com a pesquisa de campo e sua análise, moldando a nossa visão de mundo e postura como pesquisadores dentro da Educação Matemática. Os desdobramentos e conclusões dessa investigação mais aprofundada são apresentados em Silva (2023), Silva e Javaroni (2024b) e em outros trabalhos em avaliação no momento de escrita deste artigo.

A partir dessa jornada investigativa, percebemos que o uso do método histórico-dialético representa um caminho ainda em abertura dentro da pesquisa em Educação Matemática. Nossa objetivo, com este artigo, é colaborarativamente para a expansão e consolidação desse caminho, oferecendo não apenas os conceitos fundamentais do método, mas também exemplificando sua aplicação prática e discutindo suas implicações a partir de nossa experiência na investigação.

No que tange ao contexto da Educação Matemática, não pretendemos limitar a aplicação do método histórico-dialético somente em pesquisas sobre o desenvolvimento do pensamento computacional. Queremos que seja o início de uma discussão acerca do uso desse método dentro dessa área de investigação, contribuindo para que outros pesquisadores possam assumi-los em suas investigações em torno de outros objetos de estudo que cabem à Educação Matemática.

Para tornar concreta a aplicação dos princípios do método histórico-dialético, fazemos referência à nossa última investigação sobre o desenvolvimento do pensamento computacional de estudantes em uma perspectiva histórico-cultural e sua contribuição para a formação de ações mentais e do conceito polígono regular a partir da produção de um pensamento geométrico (Silva, 2023; Silva; Javaroni, 2024b).

Essa investigação teve em sua pesquisa de campo, o envolvimento de seis estudantes, que tinham 15 e 16 anos em novembro e dezembro de 2022, da primeira série do Ensino Médio de uma escola pública no município de Vargem/SP, Brasil, os quais foram organizados em dois trios para os momentos de interação com o primeiro autor deste artigo. É importante informar que o trio 1 foi composto por Ana, Paulo e Otávio, e o trio 2 por Carol, Júlia e Carlos, sendo esses os nomes fictícios atribuídos com a intenção de preservar as suas verdadeiras identidades.

Apesar deles estarem presentes na mesma sala de aula durante a produção dos dados, a interação com o pesquisador se dava de forma virtual pela plataforma *Google Meet*, devido aos protocolos estabelecidos para combate a contaminação da COVID-19. A pesquisa foi regulamentada e aprovada pelo comitê de ética da Faculdade de Ciências (FC) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), sob o parecer 5.101.360, referente ao projeto intitulado “as inter-relações do pensamento computacional com a gênese do processo de formação das ações mentais: um olhar para a interiorização da atividade externa em interna em aulas de Matemática”.

A escolha dessa etapa de ensino e o agrupamento em trios foram intencionais: a adolescência, para a teoria histórico-cultural, é um período de transição fundamental para o desenvolvimento do pensamento por conceitos e da autonomia intelectual; e a organização em trios (inspirada na "troica" vygotskiana de Vygotski, Lúria e Leontiev), favoreceu a interação dialógica, a mediação entre pares e a externalização do pensamento, elementos essenciais para a investigação das funções psíquicas superiores. A complexidade do cenário (ensino remoto devido à pandemia de COVID-19) e a diversidade das vivências dos estudantes provenientes de seus ambientes socioculturais, enriqueceram a aplicação do método, permitindo observar as manifestações do pensamento enquanto função psicológica superior.

Para cumprir o propósito do artigo, introduzimos a apresentação do tema e os objetivos da discussão. Em seguida, aprofundamos os fundamentos do método histórico-dialético e sua relevância para a compreensão do psiquismo humano em sua totalidade. Posteriormente, detalharemos a aplicação prática do método de dupla estimulação funcional, exemplificando os procedimentos metodológicos utilizados em nossa última investigação, citada anteriormente.

O modo de conceber e realizar a análise dos dados também é discutido, se debruçando sobre as unidades de análise no método histórico-dialético e os princípios de interpretação para desvelar o processo cognitivo. Por fim, encerramos a discussão sintetizando as contribuições metodológicas do artigo e suas implicações para a pesquisa em Educação Matemática. Portanto, a próxima seção é um convite para o leitor mergulhar nos fundamentos teóricos que sustentam o método histórico-dialético.

2 O método histórico-dialético e a investigação da cognição

O método histórico-dialético, no estudo do psiquismo humano, foi desenvolvido por Vygotski (2014, Tomo I, II, III, IV, V, VI) no início do século XX. Ele surgiu como uma resposta à maneira como a psicologia científica da época tratava as funções psíquicas de forma isolada. Essa abordagem fragmentada, ao decompor os complexos psíquicos em elementos separados, impedia a explicação da totalidade e da riqueza das relações internas, como aquelas entre o pensamento e a linguagem. Seus pressupostos concebem que o conhecimento não é um reflexo simples, passivo ou inerte da realidade, mas sim um processo histórico e dialético, complexo e regido por leis universais.

Os princípios e leis da dialética de Marx (2013) se tornaram elementos fundamentais para a investigação da psicologia histórico-cultural, auxiliando na compreensão e explicação da constituição e do desenvolvimento do psiquismo humano. Um dos aspectos mais complexos e centrais do método dialético reside em sua capacidade de contemplar, na íntegra, a totalidade das explicações sobre o processo de produção de conhecimento.

Vygotski (2014, Tomo I e III) propôs uma abordagem metodológica que, ao contrário de apenas descrever o que está presente, busca compreender a fundo o processo de desenvolvimento. Isso significa que, para entender plenamente uma etapa ou o próprio processo de desenvolvimento, é fundamental conhecer o resultado ao qual ele se dirige, sua forma final e o modo como essa forma é alcançada. É a partir dessa clareza sobre o objetivo final que o pesquisador consegue planejar o processo investigativo, induzindo o desenvolvimento e analisando-o profundamente. Esse direcionamento intencional permite ir além da observação superficial, desvendando as raízes que geraram o desenvolvimento observado e as transformações que ocorreram no psiquismo humano.

Na construção do método histórico-dialético, Vygotski (2014, Tomo I, II, III) incorporou três categorias essenciais que o distinguem e o tornam fundamental para a teoria Histórico-Cultural: o trabalho, o caráter material da existência e a historicidade dos fatos. O *trabalho*, concebido como uma atividade proposital, é visto como o elemento que humaniza o indivíduo. Através das necessidades que emergem da realidade, o ser humano estabelece objetivos, planeja ações para alcançá-los e, ao transformar a natureza, transforma-se simultaneamente em um processo contínuo de humanização. As condições da vida social são, assim, definidas por essa atividade produtiva.

O *caráter material da existência humana* é a categoria que elucida o modo de produção e constituição do processo de humanização, indicando que as bases das relações sociais são estabelecidas pela produção material. Por fim, a *historicidade dos fatos* emerge como a dimensão essencial da formação do psiquismo humano, reconhecendo que o desenvolvimento da sociedade na vida concreta acarreta mudanças na consciência e na conduta humana.

A compreensão da importância da totalidade no estudo do psiquismo humano, exige um papel ativo, crítico e consciente do pesquisador, que deve criar e imaginar para abranger a integralidade e a totalidade do complexo processo de desenvolvimento psíquico. Essa totalidade não é uma simples soma de partes, mas o produto da integração de diversas totalidades concatenadas, revelando a gênese, consolidação e desenvolvimento dos fenômenos estudados.

O movimento histórico na constituição do ser humano é uma categoria essencial para o método, exigindo uma análise dos processos de hominização e humanização, que são possibilitados pelas mediações simbólicas elaboradas pela humanidade. A compreensão da relação entre as categorias de totalidade/unidade e movimento histórico é fundamental para entender as funções psicológicas superiores. Vygotski (2014, Tomo II) argumenta que, no decorrer do desenvolvimento histórico, o que se altera não são tanto as funções em si, mas sim as relações e os nexos entre elas, gerando novos agrupamentos que não existiam em níveis anteriores

No entanto, a identificação dessa unidade central não é uma tarefa trivial para o pesquisador, requerendo cautela para que não se desvincule do conjunto psíquico e se torne um elemento isolado. Para auxiliar nessa busca, Vygotski (2014 – Tomo II, p. 20, tradução nossa) propôs uma questão fundamental: "qual é a unidade que não admite divisão e que inclui propriedades inerentes ao pensamento linguístico?". Ele argumenta que, no contexto da investigação do pensamento e da linguagem, o significado da palavra se apresenta como essa unidade primordial. O significado é intrínseco tanto ao pensamento quanto à linguagem, constituindo, em seu aspecto psicológico, uma generalização e um ato de pensamento em seu sentido mais rigoroso. Sem significado, a palavra se esvazia de sentido e perde sua pertinência ao domínio da linguagem.

Essa perspectiva implica que o método de investigação mais adequado para o problema em questão é a análise semântica, focando no aspecto significativo da linguagem. É por meio do estudo do significado verbal que se pode obter respostas diretas sobre a relação entre o pensamento e a fala. Ao analisar o desenvolvimento, funcionamento e estrutura dessa unidade, torna-se possível elucidar a complexa interconexão entre pensamento e linguagem, desvendando as dinâmicas internas que as constituem e as moldam.

A relevância da linguagem para o estudo do pensamento e da cognição é de suma importância. Vygotski (2014 – Tomo II) propôs um método de investigação que permitisse penetrar na essência da relação entre pensamento e linguagem. Para ele, o aspecto central desse problema reside intrinsecamente na relação

entre o pensamento e a palavra. Ao estudar essa relação interna, o autor argumentou que o valor da experiência proporcionada pelo experimento reside em sua capacidade de revelar as manifestações da própria atividade do sujeito participante da investigação, que se apropria da linguagem dos seus pares no processo de interação durante a investigação.

Nesse contexto, a mediação é fundamental para que o sujeito em desenvolvimento possa atuar em sua Zona de Desenvolvimento Próximo (ZDP), transpondo o que já conhece para o que é potencialmente capaz de alcançar através da interação e apropriação de novos significados. O foco, portanto, é no desenvolvimento dos significados das palavras e na criação de generalizações complexas que o indivíduo constrói por si mesmo, embora, inicialmente, sem a influência direta do sentido já elaborado e estável das palavras, presente na interação com os pares.

A partir dessa compreensão, torna-se evidente que a análise de um experimento não deve se limitar à observação da generalização de conceitos pelo indivíduo em um vácuo cultural. Pelo contrário, Vygotski (2014, Tomo I, II, III e VI) direciona seu olhar para o desenvolvimento inicial, pois é nesse período que as bases da psique são estabelecidas e o processo de apropriação cultural é mais visível e fundamental. É na interação contínua com aquele que possui mais experiência cultural que os significados estáveis e culturalmente elaborados, presentes na linguagem, influenciam diretamente o desenvolvimento do indivíduo.

Essa linguagem do ambiente social do indivíduo predetermina e canaliza a atividade de desenvolvimento de suas generalizações em uma direção específica. No entanto, é essencial notar que, embora os indivíduos mais experientes possam guiar o desenvolvimento da generalização e seu resultado final, eles não podem transferir sua própria maneira de pensar. O indivíduo em desenvolvimento, em seu processo ativo, assimila os significados já elaborados das palavras, mas a construção dos objetos e complexos concretos que os compõem é uma tarefa que ele deve realizar por si mesmo.

Esse processo ativo do indivíduo, em que ele obtém resultados que podem parecer semelhantes aos de quem possui mais experiência, mas por meio de operações intelectuais distintas e peculiares à sua forma de pensar, é o que Vygotski

(2014 – Tomo II) designa como Pseudoconceito. Esse fenômeno é um ponto essencial para o pesquisador. A adoção do método proposto por Vygotski (2014 – Tomo II e VI) visa justamente permitir ao pesquisador reconhecer a delicada fronteira que separa o Pseudoconceito do verdadeiro conceito, uma distinção que se torna quase imperceptível quando analisada apenas fenotípicamente.

O mesmo desafio se aplica à formação das ações mentais. Galperin (1986) assume esses pressupostos teórico-metodológicos por considerar a necessidade de, em primeiro lugar, ocorrer a definição do método para o estudo do desenvolvimento intelectual do estudante, em relação ao seu ensino. Nesse sentido, a questão do método está intrinsecamente ligada à compreensão geral do surgimento dos processos psíquicos; e é pelo estudo da internalização das ações materiais externas em ações psíquicas que a formação das ações psíquicas pode ser investigada.

A compreensão de uma função psicológica superior, como o pensamento de um indivíduo, é estabelecida ao se observar seu desenvolvimento em uma perspectiva histórica. Para Vygotski (2014 – Tomo II) cada estágio de desenvolvimento atual se edifica sobre o desenvolvimento anterior. Desse modo, para se investigar o desenvolvimento do pensamento e a formação das ações mentais, a análise experimental deve necessariamente adotar uma perspectiva histórica.

É nessa complexidade do desenvolvimento psicológico, moldado historicamente e culturalmente, que se insere as nossas investigações acerca do desenvolvimento do pensamento computacional de estudantes em aulas de Matemática, utilizando o método histórico-dialético precisamente por considerar que o pensamento computacional não é um fenômeno isolado, mas uma faceta do desenvolvimento humano intrinsecamente vinculada à perspectiva histórico-cultural da sociedade, à evolução da tecnologia e à maneira como o indivíduo interage e se transforma nesse mundo em constante transformação tecnológica. Esse método tem nos permitido aprofundar a análise das raízes do desenvolvimento do pensamento computacional e da formação de conceitos matemáticos e estudantes, indo além das manifestações superficiais e buscando compreender a gênese de sua constituição (Silva, 2023; Silva; Javaroni, 2024b).

3 O Método de Dupla Estimulação Funcional na Prática

Nesta seção, detalhamos a aplicação do método de dupla estimulação funcional de Vygotski (2014, Tomo I, III, IV e VI). Este método, essencial para a investigação do desenvolvimento dos processos psíquicos superiores, propõe o estudo da atividade do sujeito por meio da interação de duas séries de estímulos: uma que constitui o objeto da atividade e outra que atua como signo, organizando e mediando essa mesma atividade. Para que essa abordagem seja eficaz e reflita a complexidade do desenvolvimento cognitivo é fundamental pensar e descrever detalhadamente os procedimentos metodológicos. Assim, o objetivo desta seção é explicitar como esse método tem se concretizado na prática de nossas pesquisas, demonstrando a dimensão criativa e adaptativa do trabalho investigativo em Educação Matemática.

Os pressupostos do materialismo dialético de Marx (2013) foram apropriados por Vygotski (2014, Tomo I, II, III, IV, V e VI) e objetivados na elaboração de seu método de investigação, por vezes denominado método genético-experimental. Este método se manifesta na prática pela abordagem funcional de dupla estimulação, que explora a relação dialética entre o ser humano e a natureza através da mediação no processo de interação. Tal método permite a observação do processo de formação de conceitos, induzido experimentalmente. Embora o processo de desenvolvimento nem sempre se reflita fielmente na realidade, o experimento "proporciona a chave para a correta interpretação e compreensão do real processo de desenvolvimento dos conceitos" (Vygotski, 2014, Tomo II, p. 152, tradução nossa).

A essência do método de dupla estimulação funcional reside na análise do desenvolvimento e funcionamento dos processos psíquicos superiores com o auxílio de duas séries de estímulos. Uma série de estímulos atua como o **objeto** para o qual a atividade do sujeito é dirigida, enquanto a outra série tem a função de **signos** com os quais essa atividade é organizada.

Em Silva (2023), essas duas séries de estímulos se materializam: i) na tarefa de investigar o desenvolvimento do pensamento computacional e a

formação do conceito de polígono regular que representou a primeira série de estímulos – o objeto de estudo; e ii) no uso dos softwares Scratch e GeoGebra, que juntamente com as orientações e questionamentos do pesquisador, constituíram a segunda série de estímulos, atuando como signos mediadores para organizar a atividade cognitiva dos estudantes.

Em adição aos signos mediadores estruturados e intencionalmente planejados pela pesquisa, é importante reconhecer que o processo de formação de conceitos é dinâmico e pode ser mediado por uma série de outros elementos não previstos. As interações espontâneas entre os estudantes, as descobertas feitas em fontes de pesquisa, e até mesmo discussões ou materiais não relacionados diretamente à tarefa podem atuar como signos mediadores inesperados. Esses mediadores não intencionais, embora não sejam parte da estrutura formal do estudo, são igualmente relevantes, pois influenciam a atividade cognitiva e o desenvolvimento do pensamento, revelando a complexa rede de mediações que molda a aprendizagem e o desenvolvimento humano na Teoria Histórico-Cultural. Portanto, ao analisar os dados de uma pesquisa de campo, é fundamental estar atento a essa riqueza de mediações, tanto as planejadas quanto as que emergem naturalmente do contexto da atividade.

O valor desse método reside em sua capacidade de "descobrir o papel da palavra e as características de seu uso funcional no processo de formação de conceitos" (Vygotski, 2014, Tomo II, p. 128, tradução nossa). Para isso, a tarefa de estudo pode ser apresentada detalhadamente ao participante da pesquisa desde o primeiro momento e mantida assim até o fim, com os meios (signos-estímulos ou palavras) sendo introduzidos gradativamente.

Por exemplo, em Silva (2023) e em Silva e Javaroni (2024b) é possível observar que ao iniciar a formação das ações mentais dos estudantes, buscou-se identificar o conhecimento prévio deles sobre polígonos regulares e seus elementos. A partir das respostas iniciais dos estudantes - que evidenciou conceitos como "quadrilátero" ou "triângulo" ainda como complexos ou pseudoconceitos", ou seja, uma aparência de domínio do objeto sem a compreensão do processo que o constitui - nós, enquanto pesquisadores, como o

adulto mais experiente, intervimos. Introduzimos e reforçamos a nomenclatura correta dos elementos (vértice, lado, ângulo) e as características definidoras de polígonos, utilizando-se da linguagem e dos recursos visuais dos softwares como signos organizadores da atividade dos estudantes. Essa intervenção gradual e direcionada não apenas orientou a atividade, mas também permitiu analisar profundamente as raízes do desenvolvimento conceitual.

Em nossas pesquisas sobre o desenvolvimento do pensamento computacional e a formação de conceitos matemáticos de estudantes (Silva, 2018; Silva e Javaroni, 2022; Silva, 2023; Silva e Javaroni, 2024b), temos concentrado nossos olhares no adolescente. Para Vygotski (2014, Tomo II), a adolescência representa um período de transição fundamental no desenvolvimento humano, onde o indivíduo passa de uma fase de dependência externa para a construção de sua autonomia intelectual e a apropriação de formas mais complexas de pensamento. Esse processo é profundamente influenciado pelo ambiente externo e pela interação contínua com esse meio. A vivência e a apropriação dos signos e instrumentos culturais do ambiente social são fatores determinantes para o desenvolvimento individual.

Isso significa, para a teoria Histórico-Cultural, que o adolescente está apto a desenvolver o pensamento por conceitos em sua forma mais elaborada, transcendendo os "pseudoconceitos" e as generalizações baseadas apenas em percepções concretas. É um estágio em que a linguagem interna se consolida e o indivíduo adquire a capacidade de dominar seus próprios comportamentos psíquicos por meio de signos e da linguagem, tornando-se mais consciente e reflexivo sobre seus processos mentais. Este período é, portanto, de particular interesse para nós, pois oferece um campo fértil para a indução e observação de transformações cognitivas significativas.

As tarefas de estudo propostas, nesse período, precisam ir além dos aspectos conceituais cotidianos e se relacionar com o ingresso do estudante no mundo cultural, profissional e social dos adultos, abordando o conhecimento científico. A força desencadeante desse processo é externa ao adolescente, e as tarefas de estudo devem emergir necessidades, motivos e objetivos que o incitem à resolução.

Em nossa última investigação, que ocorreu em um período de 4 anos, buscamos isso ao conectar o estudo dos polígonos regulares com a cultura da Ciência da Computação presente no cotidiano dos estudantes (Silva, 2023; Silva; Javaroni, 2024b). Por exemplo, as discussões sobre como os jogos e a otimização de processos do dia a dia (como organizar a limpeza de uma casa) se relacionavam com os pilares do pensamento computacional (decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmo) serviram como motivação e ponto de partida para apropriações conceituais mais formais. A maleabilidade do pesquisador em criar novas tarefas, como a de reflexão sobre simetria e semelhança, quando percebeu a persistência de pseudoconceitos em um dos sujeitos da pesquisa, sobre o conceito de polígono regular, é um exemplo de como a investigação se adapta para induzir o desenvolvimento e aprofundar a análise das raízes cognitivas.

É essencial a profunda inter-relação entre o problema de pesquisa, o método e as técnicas de investigação, pois a definição do objeto de estudo requer um delineamento do problema para se investigar o ser humano em sua totalidade. O método e o problema se desenvolvem conjuntamente durante o processo investigativo, com o método não sendo apenas uma premissa, mas também um produto da própria investigação.

Nesse contexto, a escolha dos procedimentos metodológicos assume uma importância fundamental, pois o método é concebido como um instrumento que se molda e é moldado pela própria investigação, exigindo que o pesquisador tenha clareza do ponto de chegada. Este é o ponto que diferencia o método histórico-dialético de outras abordagens de pesquisa em Educação Matemática. Aqui, o pesquisador precisa saber de antemão aonde quer chegar, e é essa clareza do objetivo final que permite que o processo investigativo seja ativamente induzido. A análise, portanto, não se concentra meramente no resultado — já que este foi predeterminado como o alvo do desenvolvimento — mas sim no *processo* que leva a ele.

Por essa razão, a interação do pesquisador com os sujeitos não é passiva; ela é intencional e direcionada para provocar o desenvolvimento. Isso exige do investigador um profundo conhecimento da ciência que está sendo investigada, das premissas do arcabouço teórico-metodológico adotado e das especificidades do

objeto de estudo. No caso da Educação Matemática, é fundamental que o pesquisador domine os conceitos matemáticos envolvidos para identificar as nuances do desenvolvimento cognitivo. Um exemplo desse momento está em Silva (2023), onde apresentamos no delineamento metodológico a necessidade de abordar os conceitos de simetria e semelhança com os estudantes a partir da interação com eles, sendo algo que não estava previsto por nós, mas que foi considerado a partir dos conceitos matemáticos que foram emergindo da interação entre pesquisador – sujeitos.

Em Silva (2023) apresentamos que quando o estudante Paulo trouxe a ideia de que um polígono regular precisaria ser simétrico, essa concepção, embora relevante, precisou ser dialeticamente confrontada e aprofundada. A maleabilidade do pesquisador em criar novas tarefas para lidar com pseudoconceitos ou com compreensões parciais, como a persistência da ideia de simetria ou a confusão entre ângulos internos e externos, ilustra a interação ativa e induzida necessária para direcionar o desenvolvimento.

O rigor na seleção dos procedimentos metodológicos, alinhado ao método histórico-dialético, baseia-se nas características da relação entre o que é interno e o que é externo ao indivíduo. Tais procedimentos, segundo Grass (2017), devem refletir o conceito de desenvolvimento adotado, evitando abordagens mecanicistas ou multifatoriais. Em pesquisas que investigam fenômenos psíquicos, a observação externa do comportamento e a auto-observação são procedimentos metodológicos fundamentais. A teoria Histórico-Cultural reconhece a necessidade de ambas as vias para o conhecimento psicológico, considerando a auto-observação como um método válido para produzir dados da autoconsciência, que precisam ser corroborados pela observação do comportamento externo para que se encontre a correlação entre eles e se obtenha valor científico.

A observação externa é realizada por meio de um procedimento que possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno investigado. Essa observação, que precisa ser planejada, controlada e sistemática, exige uma preparação do pesquisador, considerando que cada pessoa possui sua história e bagagem cultural que determinam suas ações. Em estudos que buscam

investigar o desenvolvimento do pensamento computacional, por exemplo, a postura de observador participante tem se mostrado eficaz, permitindo interagir com os sujeitos da pesquisa e, ao mesmo tempo, observá-los.

Tal abordagem está em consonância com o método histórico-dialético, que demanda um envolvimento para criar contradições e analisar as funções psíquicas superiores dos participantes. As observações podem incluir uma parte descritiva, detalhando participantes, locais, eventos e atividades, e uma parte reflexiva, com observações pessoais do pesquisador, dilemas éticos e mudanças de perspectiva. Os dados são tipicamente produzidos por meio de notas de campo e gravação de áudio e vídeo.

A auto-observação, por sua vez, é produzida por meio de tarefas de estudo que conduzem os estudantes a uma reflexão sobre os conceitos/termos-chave, tanto no início quanto durante a intervenção. Adicionalmente, dados da pesquisa de campo podem ser produzidos por meio de entrevistas semiestruturadas, que permitem um diálogo aprofundado com os participantes. Essas entrevistas, realizadas em momentos estratégicos do estudo, buscam obter informações sobre a auto-observação imediata e após um período de reflexão, além de dados sobre a historicidade, características do ambiente sociocultural e os sentidos que os participantes da pesquisa atribuem ao objeto de estudo ou ao ambiente analisado.

Essa abordagem metodológica reconhece que o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, mediado pela cultura e pela interação social, requer a promoção de vivências significativas. As vivências, como unidades básicas da Situação Social de Desenvolvimento, revelam as necessidades e motivos que impulsionam a atitude do indivíduo, tornando-se forças motrizes para o desenvolvimento na ZDP. Na próxima seção, discutiremos que a análise dos dados, que busca compreender esses movimentos, transições e as relações dialéticas entre o que é externo ao sujeito e o que se internaliza em seu psiquismo.

4. Desvelando o processo cognitivo por meio de unidades de análise

A etapa da análise dos dados em pesquisas que adotam o método histórico-dialético distancia-se de abordagens meramente descritivas ou quantitativas

pontuais, buscando, em vez disso, a gênese e a essência dos fenômenos estudados. O objetivo central é evidenciar as leis específicas dos processos psicológicos, onde os métodos de pesquisa são intrinsecamente determinados pela concepção teórica de base que serve como orientação e guia. Desse modo, a análise dos resultados parte do fenômeno em estudo como um processo em contínuo movimento, e não como um resultado estático.

Segundo a teoria Histórico-Cultural, a externalização do indivíduo por meio da fala, da escrita, dos gestos ou das ações, é o único caminho para o pesquisador acessar e compreender os processos psíquicos internos (Vygotski, 2014 – Tomo II, Tomo III). A análise dos dados se fundamenta, portanto, na premissa de que o pensamento e a consciência se manifestam na atividade externa e na linguagem, tornando-se, assim, acessíveis à investigação. Concluir sobre o desenvolvimento de um indivíduo só é possível a partir do que ele externaliza, e a transcrição cuidadosa dessas interações é fundamental para capturar essa manifestação, permitindo uma análise rigorosa das formas de comunicação de cada um.

Nessa perspectiva, que privilegia a manifestação externa como via de acesso ao interno, a criação de mediações simbólicas é um requisito fundamental para o pesquisador que busca desvendar a gênese do desenvolvimento. É por meio de uma intervenção deliberada e baseada em signos que se torna possível provocar os movimentos internos da psique. Vygotski (2014, Tomo I, II, III e VI) apresenta três princípios essenciais que norteiam a análise das funções psicológicas superiores: analisar processos e não objetos, explicação versus descrição, e o problema do comportamento fossilizado. Na prática da análise de dados, esses princípios são aplicados para desvelar a complexidade do desenvolvimento cognitivo dos sujeitos da pesquisa.

O primeiro princípio, *analisar processos e não objetos*, exige que o pesquisador vá além da aparência imediata do desenvolvimento ou do comportamento, buscando sua essência e dinâmica temporal. O que se manifesta externamente possui uma relação com o essencial, mas não se confunde com ele. Assim, a tarefa fundamental da pesquisa torna-se a reconstrução de cada estágio no desenvolvimento do processo, para que o pesquisador alcance seu objetivo de pesquisa.

No contexto prático de nossas investigações sobre o desenvolvimento do pensamento computacional e formação de ações mentais e do conceito polígono regular, discutido, em Silva (2023) e Silva e Javaroni (2024b), a pesquisa não se limitou a classificar se os estudantes "sabiam" ou "não sabiam" o conceito de polígono regular, mas buscou entender *como* esse conhecimento estava se formando, desde as primeiras manifestações de pseudoconceitos e complexos. Em Silva e Javaroni (2024b) discutimos dados dessa investigação abordando que a persistência de Otávio em definir polígono como uma "parte da figura" ou a confusão de Carol entre triângulo retângulo e sua forma, não foram tomadas como falhas, mas como etapas de um processo em movimento.

Um outro exemplo que ilustra esse princípio é a análise do conceito "quadrado" pelos estudantes Carol, Carlos e Julia. Em Silva (2023) é possível observar que embora eles conseguissem identificar visualmente um quadrado e até o nomear corretamente (o objeto), suas tentativas de construção no software Scratch inicialmente revelavam que o conceito não estava formado em sua essência. A dificuldade em aplicar os ângulos corretos ou em entender que todos os lados deveriam ter a mesma medida indicava um pseudoconceito. A análise não se deteve no "resultado" (desenho errado), mas no "processo" que levou àquele erro, buscando as raízes do pensamento ainda em complexos, sem a abstração necessária.

O segundo princípio, *explicação versus descrição*, impõe que a análise não se limite a descrever os efeitos observáveis, mas aprofunde-se nas causas e nas relações dinâmico-causais subjacentes ao fenômeno. Um fenômeno é verdadeiramente explicado com base em sua origem, e não apenas em sua manifestação externa. Em nossa última investigação (Silva, 2023; Silva e Javaroni, 2024b), esse princípio foi evidenciado, por exemplo, na análise das concepções iniciais dos estudantes sobre a soma dos ângulos internos dos polígonos.

Otávio inicialmente afirmava que a soma dos ângulos internos de todo polígono era 360°. A descrição seria apenas registrar essa resposta. Contudo, a explicação exigiu investigar *por que* ele chegou a essa conclusão, revelando uma vivência prévia com o conceito de volta completa ou de quadriláteros,

que havia "fossilizado" essa medida como uma regra universal. A intervenção e a análise buscaram desvelar essa origem, mostrando como o estudante operava com uma generalização inadequada, e não apenas com uma resposta "certa" ou "errada".

A investigação não se restringiu a descrever as respostas dos estudantes, mas buscou explicar *por que* eles pensavam de determinada forma. Por exemplo, quando Carol, Carlos e Julia inicialmente calcularam o perímetro do octógono de maneira incorreta ou atribuíram a medida de 90º a ângulos internos de polígonos diversos (Silva, 2023; Silva e Javaroni, 2024b), a análise aprofundou-se para entender as bases de suas operações mentais, que muitas vezes se ancoravam em vivências anteriores ou em significados ainda em formação, e não apenas nos resultados observáveis. A confrontação de suas ideias com as construções nos softwares GeoGebra e Scratch foi intencional para desvelar as raízes dos erros e avanços.

Por fim, o terceiro princípio, *o problema do comportamento fossilizado*, aborda a necessidade de desnaturalizar processos psíquicos que se tornaram automáticos ou estereotipados. Esses comportamentos, embora pareçam mecânicos, tiveram uma origem viva e complexa que precisa ser resgatada. Na análise, o pesquisador é frequentemente levado a buscar a alteração do caráter automático e mecanizado das formas superiores de comportamento, para que retornem à sua origem através do experimento.

Um exemplo notório desse princípio em nossa investigação foi a persistência da ideia de simetria como critério único para polígonos regulares, defendida por Paulo (Silva, 2023; Silva e Javaroni, 2024b). Embora a simetria seja uma propriedade de polígonos regulares, a crença de Paulo era uma generalização fossilizada, que não abrangia todos os atributos essenciais do conceito. A pesquisa, ao induzir a confrontação dessa ideia com exemplos como o retângulo ou o trapézio e com a construção de polígonos nos softwares GeoGebra e Scratch, buscou "desmontar" essa fossilização, oportunizando ao estudante a uma compreensão mais complexa e genuína do conceito.

O problema do comportamento fossilizado foi abordado ao se investigar, por exemplo, a crença de Otávio e Paulo de que a soma dos ângulos internos de qualquer polígono regular era 360º (Silva, 2023; Silva e Javaroni, 2024b). Essa "fossilização" de um conceito aprendido em um contexto específico (como o quadrado) precisou ser desnaturalizada por meio de novas tarefas de estudo e interações que revelassem a origem dessa regra e a necessidade de flexibilizá-la para outros polígonos, impulsionando a generalização correta dos atributos.

A aplicação desses princípios é inerente a qualquer investigação que adote o método histórico-dialético, e sua concretização se dá por meio de um delineamento de procedimentos e da constante interação do pesquisador com o objeto de estudo. Não há uma quantidade preestabelecida de interações, cabendo ao pesquisador determinar esse quantitativo a depender do seu objeto de estudo, ponto de partida e de chegada. É por essa via que se torna possível desvendar a complexa rede de relações que constitui o desenvolvimento das funções psíquicas superiores, compreendendo a gênese e a evolução dos fenômenos cognitivos em sua totalidade e historicidade, como o desenvolvimento do pensamento computacional em uma perspectiva histórico-cultural.

Conforme Bernardes (2017), os planos filogenético e ontogenético contemplam as dimensões ontológicas, gnosiológicas, epistemológicas e lógicas do psiquismo humano, exigindo historicidade, concretude e materialidade na análise. Nesse sentido, a análise por unidades é proposta para captar a totalidade do fenômeno, pois não fragmenta o psiquismo, garantindo que as propriedades inerentes ao todo sejam mantidas na investigação de suas partes.

Diferente da análise elementar que decompõe o fenômeno, a análise por unidades busca identificar componentes que, mesmo em sua forma mais simples, carregam e refletem a complexidade do conjunto. Essa abordagem é usual na teoria Histórico-Cultural porque reconhece que o desenvolvimento psicológico é um sistema dinâmico e interconectado, onde as relações entre os fragmentos são tão importantes quanto os fragmentos em si. Assim, ela permite investigar os movimentos, transições e a constituição recíproca entre o singular e o coletivo, que são essenciais para compreender as mudanças qualitativas no desenvolvimento.

No contexto da teoria Histórico-Cultural, a seleção das unidades de análise não se baseia em uma lista predefinida ou rígida, mas emerge da própria natureza do fenômeno estudado e do problema de pesquisa. Vygotski (2014 – Tomo II) enfatiza que o pesquisador deve encontrar uma unidade que não possa ser mais dividida sem perder as propriedades fundamentais do todo do qual faz parte. Para ele, essa unidade deve ser uma "síntese do diverso", capturando a essência das relações complexas.

Por exemplo, na investigação da relação entre pensamento e linguagem, Vygotski identificou o *significado da palavra* como a unidade de análise fundamental, pois ela é inseparável de ambos os processos e reflete a sua unidade dialética. Portanto, não se trata de unidades prontas exigidas pela teoria a todas as pesquisas, mas sim de uma exigência metodológica para que o pesquisador, a partir de seu objeto de estudo e arcabouço teórico, construa ou identifique a unidade mais adequada para desvendar a totalidade do fenômeno em questão.

A relevância de uma unidade, como a *vivência* ou a *ação e comunicação*, em um estudo específico como o que temos realizado acerca do desenvolvimento do pensamento computacional de estudantes (Silva, 2023; Silva e Javaroni, 2024b), é determinada por sua capacidade de refletir a interconexão dialética entre o interno e o externo no desenvolvimento psicológico do indivíduo.

Na primeira unidade, *vivência*, nos concentrarmos em compreender a realidade dos estudantes sob sua própria ótica, buscando identificar sua tomada de consciência em relação ao contexto escolar e social, o uso de tecnologias e a incorporação de aspectos culturais da Ciência da Computação em suas ações. Isso permitiu desvendar as necessidades e motivações que impulsionavam seu engajamento, como a percepção de Paulo sobre a tecnologia como caminho para o sucesso profissional, moldada por sua família e escola (Silva, 2023; Silva; Javaroni, 2024b). Essa unidade foi fundamental para entender o "porquê" das interações e das apropriações dos estudantes.

Na segunda unidade, *ação e comunicação*, focamos na formação das ações mentais dos estudantes e na comunicação dessas ações durante o desenvolvimento das tarefas de estudo. Nela, observamos como os estudantes

externalizavam seu pensamento por meio da fala, dos gestos e da interação com os softwares, e como essa externalização permitia analisar a gênese do processo de formação de conceitos matemáticos e o desenvolvimento do pensamento computacional. Por exemplo, as discussões sobre a simetria como critério para polígonos regulares, ou a evolução da compreensão dos ângulos internos e externos, foram analisadas através das interações verbais e das produções nos softwares, revelando a transição entre as etapas de formação das ações mentais (Silva, 2023; Silva; Javaroni, 2024b).

Essa compreensão aprofundada da análise por unidades é de valor inestimável para a teoria histórico-cultural, pois ela é o cerne que permite acessar as dinâmicas mais intrincadas do psiquismo humano. Longe de ser uma mera ferramenta metodológica, a unidade de análise representa o ponto de interseção onde as forças históricas, culturais e sociais se manifestam no desenvolvimento individual. É nesse recorte dialético que o pesquisador encontra a totalidade em miniatura, compreendendo as relações que, de outro modo, permaneceriam ocultas em uma análise fragmentada.

Em nossas investigações, a escolha e a organização dessas unidades tem sido, assim, um reflexo direto do compromisso com a busca por essa totalidade processual e não apenas de um resultado estático acerca do desenvolvimento do pensamento computacional de estudantes. Essa abordagem é, de fato, a via mais robusta para investigar como o pensamento computacional se constitui e se desenvolve no contexto da Educação Matemática, revelando as mediações que impulsionam ou dificultam a formação dos conceitos matemáticos.

5. Considerações finais: implicações para a pesquisa em Educação Matemática

Este artigo percorreu um caminho metodológico que buscou oferecer um arcabouço sólido para a investigação do desenvolvimento cognitivo, particularmente do pensamento computacional e da formação de conceitos matemáticos, sob a lente da teoria Histórico-cultural. Esta discussão propõe e explora caminhos para investigações futuras nesse campo, em especial, no

contexto da Educação Matemática. O foco principal residiu em demonstrar como o método histórico-dialético permite transcender a mera observação de resultados, direcionando-se ao complexo processo de transformação do psiquismo humano em sua historicidade e concretude.

A discussão contextualizou o método histórico-dialético como uma resposta fundamental às limitações da psicologia científica em apreender a totalidade das funções psíquicas e suas relações internas, como aquelas entre pensamento e linguagem. Argumentou-se que o conhecimento, para essa perspectiva, não é um reflexo passivo da realidade, mas um processo histórico e dialético, intrinsecamente ligado ao trabalho humano, ao caráter material da existência e à historicidade dos fatos. A discussão serviu para ilustrar a imperatividade de analisar unidades que, ao contrário de elementos isolados, conservam as propriedades essenciais do todo. Nesse sentido, o significado da palavra emergiu como uma unidade central para a compreensão da inter-relação entre linguagem e pensamento.

A exploração da aplicação prática do método de dupla estimulação funcional revelou como essa abordagem se concretiza em investigações sobre o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, como o pensamento computacional. Foi demonstrado que a clareza do objetivo final do pesquisador – o ponto de chegada do desenvolvimento almejado – é essencial para a indução do processo de pesquisa e para a análise de suas raízes. A interação intencional do pesquisador, mediante o uso de estímulos e signos (como ambientes de programação e softwares de geometria dinâmica), foi apresentada como o mecanismo para provocar as transformações cognitivas nos sujeitos. A maleabilidade na criação de tarefas de estudo, adaptando-se às manifestações dos sujeitos, ilustrou a dinâmica investigativa que busca confrontar pseudoconceitos e generalizações fossilizadas, impulsionando a compreensão conceitual.

A análise dos dados, detalhada na seção anterior, reforçou a imperatividade dos princípios vygotskianos de analisar processos e não objetos, de priorizar a explicação em vez da descrição, e de abordar o problema do

comportamento fossilizado. A análise por unidades demonstra ser uma via essencial para captar a totalidade do fenômeno. Ela permite desvelar as necessidades e motivações dos estudantes, bem como a externalização de seus pensamentos durante a interação e a formação dos conceitos. Essa abordagem salienta que a capacidade de analisar como o pensamento e a consciência se manifestam na atividade externa e na linguagem é o cerne para compreender o desenvolvimento psicológico.

Diante do exposto, este artigo propõe que a investigação sobre o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, sob a perspectiva histórico-cultural, demanda uma abordagem complexa e multifacetada. O método histórico-dialético, com seus princípios e formas de análise, oferece um caminho robusto para desvendar as dinâmicas desse desenvolvimento.

Nesse sentido, o método histórico-dialético na pesquisa em Educação Matemática não se limita a oferecer uma lente teórica; ele impõe uma forma de condução da investigação que é inherentemente desenvolvimental e transformadora. Ao exigir que o pesquisador conheça o possível ponto de chegada do desenvolvimento e atue de forma indutiva para provocar esse processo, o método se distingue por sua capacidade de ir além do *o quê* o estudante aprende, para investigar o *como* e *por que* ele aprende, em profundidade.

Isso é particularmente significativo para a Educação Matemática, onde a formação de conceitos muitas vezes se restringe a resultados superficiais. A adoção desse método, portanto, implica em um compromisso com a compreensão da gênese dos conceitos, da formação das ações mentais e das complexas mediações (sociais, culturais, tecnológicas) que impactam o desenvolvimento do pensamento matemático de estudantes. A pesquisa em Educação Matemática interessada no desenvolvimento das funções psicológicas superiores do indivíduo, ao abraçar essa perspectiva, ganha recursos para desvelar as raízes dos fenômenos cognitivos, propondo intervenções pedagógicas mais eficazes e contextualizadas.

Em Silva (2023) e em Silva e Javaroni (2024b), o método histórico-dialético nos permitiu um aprofundamento singular sobre o desenvolvimento

do pensamento geométrico dos estudantes. Ao focar na formação planejada das ações mentais e dos conceitos matemáticos, foi possível acompanhar as transições cognitivas, desde as compreensões iniciais baseadas em vivências e pseudoconceitos até a apropriação de abstrações mais complexas. Por exemplo, a análise das definições iniciais dos estudantes para "polígono" e "polígono regular" revelou um estágio de "complexo em cadeia" ou "pseudoconceito", evidenciado pela associação de termos com base em características isoladas ou na simples aparência da figura.

Outros três estudantes, Carol, Júlia e Carlos, por exemplo, inicialmente definia um hexágono como "uma coisa com 6 ou 7 lados", ou um quadrado como "forma geométrica de 4 lados em forma de cubo". A intervenção intencional, mediada pelos softwares Scratch e GeoGebra, e a confrontação induzida dessas ideias, por meio da discussão sobre simetria e as propriedades de diferentes polígonos, foram essenciais para que os estudantes começassem a abstrair os atributos essenciais e a internalizar o conceito.

A capacidade de Otávio em, ao final, deduzir a medida do ângulo externo e sua relação com a construção no software Scratch, ou a percepção de Carol, Júlia e Carlos sobre a regra de 360º dividido pela quantidade de lados para o giro em programação, demonstram a formação de ações mentais e a apropriação de conceitos que transcendem a mera memorização de fórmulas. A análise revelou, assim, não apenas os conceitos matemáticos que se formavam, mas o próprio processo de internalização e de apropriação dos instrumentos culturais (como a linguagem e os instrumentos computacionais) que mediavam esse desenvolvimento.

Dada a profundidade e a riqueza que o método histórico-dialético proporciona à compreensão dos fenômenos cognitivos, as discussões metodológicas e os exemplos práticos aqui apresentados almejam ser um farol para a comunidade de pesquisa. É fundamental salientar que, ao propor a adoção do método histórico-dialético na investigação em Educação Matemática, não buscamos invalidar ou deslegitimar outras abordagens metodológicas. Pelo contrário, nossa intenção é contribuir para a riqueza e

diversidade da pesquisa no campo, oferecendo um caminho robusto e aprofundado para a compreensão dos fenômenos complexos, como o desenvolvimento do pensamento computacional.

Ao enfatizar a necessidade de ir além do visível, de compreender a gênese dos processos cognitivos e de considerar a totalidade das relações que os moldam, este artigo se apresenta como um convite. Ele oferece um arcabouço teórico-metodológico que nutre a compreensão das complexas inter-relações entre cognição, ambiente sociocultural e tecnologia no campo da Educação Matemática.

El uso del método histórico-dialéctico en el contexto de la Educación Matemática: una posible discusión

RESUMEN

Este artículo propone y discute el uso del método histórico-dialéctico como enfoque teórico-metodológico para la investigación en Educación Matemática, especialmente en la investigación de fenómenos cognitivos complejos como el desarrollo de las funciones psicológicas superiores y la formación de acciones mentales y conceptos matemáticos. Basado en la Teoría Histórico-Cultural, el estudio detalla cómo este método, al priorizar el análisis de procesos sobre los objetos, la explicación sobre la mera descripción y el descubrimiento de comportamientos fosilizados y formaciones conceptuales, permite desentrañar la génesis y la totalidad del desarrollo psíquico. Utilizamos como ilustración central la aplicación de este marco metodológico en nuestras investigaciones sobre el desarrollo del pensamiento computacional y la formación de acciones mentales, así como el concepto de "polígono regular" en estudiantes de 15 y 16 años. Presentamos cómo el método de doble estimulación funcional y el análisis de unidades revelan las intrincadas relaciones entre la cognición, el entorno sociocultural y la tecnología. Por lo tanto, el artículo pretende invitar a los investigadores a iniciar un debate sobre el uso de este método en la investigación en el campo de la Educación Matemática.

Palabras clave: Teoría Histórico-Cultural. Método de estimulación funcional dual. Unidad de análisis.

6 Referências

BERNARDES, M. E. M. O método na teoria histórico-cultural: a pesquisa sobre a relação indivíduo-generecidade na educação. In: MENDONÇA, S. G. de L.; PENITENTE, L. A. A.; MILLER, S. (Orgs.). A questão do método e a teoria histórico-cultural: bases teóricas e implicações pedagógicas. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2017. p. 63-77.

GADANIDIS, G., JAVARONI, S. L., SANTOS, S. C. D., SILVA, E. C. D. Computing in Mathematics Education: Past, Present, and Future. In: Handbook of Cognitive Mathematics. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 805-842.

GALPERIN, P. Ya. Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales. In: ILIASOV, I. I.; LIAUDIS, V. Ya. Antología de la psicología pedagógica y de las edades. La Hebana: Pueblo y Educación, 1986. p. 114-8.

GRASS, I. B. P. O método nas pesquisas educacionais: uma aproximação metodológica ao estudo do desenvolvimento cultural. In: MENDONÇA, S. G. L.; PENITENTE, L. A. A.; MILLER, S. (Orgs.) A questão do método e a teoria histórico-cultural: bases teóricas e implicações pedagógicas. São Paulo: Cultura Acadêmica. 2017. p. 13 – 18

JAVARONI, S. L.; SILVA, E. C. Pensamento computacional nos Anos Finais do Ensino Fundamental. In: ROSSI, M. A.; SERRANO, E. P. G. (Org.). Educação e Sociedade. Bauru: Canal 6 Editora, 2019. p. 147-167.

MARX, Karl. O capital: crítica da economia política. São Paulo: Boitempo, 2013. (Livro I, Capítulo I: A mercadoria). (Originalmente publicado em 1867).

SILVA, E. C. Pensamento Computacional e a formação de conceitos matemáticos nos anos finais do ensino fundamental: uma possibilidade com kits de robótica. 2018. 264f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Rio Claro, 2018.

SILVA, E. C. Desenvolvimento do pensamento computacional em uma dinâmica pedagógica baseada na perspectiva histórico-cultural: possibilidades para a formação das ações mentais de estudantes e do conceito polígono regular a partir da produção de um pensamento geométrico. 2023. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2023.

SILVA, E. C.; & JAVARONI, S. L. Pensamento Computacional: teorias, práticas e concepções. Curitiba: Editora UFPR, 2024a.

SILVA, E. C.; JAVARONI, S. L. The possible relationships between the development of computational thinking and the formation of mental actions of students in mathematics classes. Quadrante, v. 33, n. 2, p. 82–109-82–109, 2024b.

SILVA, E. C.; ZAMPIERI, M. T.; JAVARONI, S. L. Pensamento computacional e programação: impactos na formação de professores e contribuições para práticas pedagógicas interdisciplinares. In Martins, A. R. Q.; Silva, A. A. (Orgs.). Educação Integral por meio do pensamento computacional (pp. 206-231). Curitiba: Appris, 2019.

VYGOTSKI, L. S. Obras Escogidas. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje. 2014, Tomo I.

VYGOTSKI, L. S. *Obras Escogidas*. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje. 2014, Tomo II.

VYGOTSKI, L. S. *Obras Escogidas*. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje. 2014, Tomo III.

VYGOTSKI, L. S. *Obras Escogidas*. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje. 2014, Tomo IV.

VYGOTSKI, L. S. *Obras Escogidas*. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje. 2014, Tomo V.

VYGOTSKI, L. S. *Obras Escogidas*. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje. 2014, Tomo VI.

ZAMPIERI, M. T. SANTOS, L., SILVA, E. C., SOUZA, P. H. G., & JAVARONI, S. L. Formação em serviço de professores: um olhar para o desenvolvimento do pensamento computacional em projetos interdisciplinares. In SILVA, E. C.; JAVARONI, S. L. (Orgs). *Pensamento Computacional: teorias, práticas e concepções* (pp. 79-102). Curitiba: Editora UFPR, 2024.

Recebido em junho de 2025
Aprovado em agosto de 2025