

UM OLHAR SOBRE O PROCESSO DE GENERALIZAÇÃO EM PESQUISAS SOBRE A FORMAÇÃO DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA

Ediséia Suethe Faust Hobold¹, Josélia Euzébio da Rosa²

Resumo

Nesta investigação, de natureza bibliográfica do tipo revisão integrativa, apresentamos algumas reflexões teóricas sobre o processo de generalização como elemento essencial para a formação de conceitos e o desenvolvimento do pensamento. O objetivo consiste em analisar como o processo de generalização é contemplado em pesquisas sobre formação de professores que ensinam Matemática à luz da Teoria Histórico-Cultural. Os dados foram obtidos por meio do mapeamento de artigos científicos publicados na plataforma *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO). A análise foi sustentada nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural. Os resultados indicam que generalização é um processo essencial para o desenvolvimento do pensamento, porém ainda são escassos os elementos teórico-metodológicos que possibilitem sua concretização no processo de formação de conceitos matemáticos.

Palavras-chave: formação de professores; matemática; generalização; pensamento algébrico; teoria histórico-cultural.

Recebido em: 27/07/2022; Aceito em: 22/04/2023

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v6i1.13740>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0> ISSN: 2595-7376

ISSN: 2595-7376

¹ Licenciada em Matemática pela Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul). Especialização em Matemática para o Ensino Médio pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestra em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/ Unisul). Doutoranda em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/ Unisul). Professora de Matemática da Rede Estadual de Santa Catarina. Membro dos grupos de Pesquisa TedMat (Unisul) e GPEMAHC (UNESC).

² Licenciada em Matemática pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Mestra em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/UNESC) e Doutora em Educação, linha de pesquisa Educação Matemática pela UFPR. Professora e pesquisadora com vínculo pela Unisul na graduação (Pedagogia e Matemática), Mestrado e Doutorado em Educação. Integrante da Academia Internacional de Estudos Histórico-Cultural. Membro do GEPAPe (Grupo de Estudos e Pesquisa sobre Atividade Pedagógica - USP). Líder do grupo de Pesquisa TedMat (Unisul) e vice-líder do grupo de Pesquisa GPEMAHC (UNESC).

Considerações iniciais

O conhecimento e as necessidades sociais da humanidade se transformaram ao longo do tempo e continuam em processo de transformação. Os novos sujeitos, ao nascer, se deparam com um mundo cada vez mais desenvolvido. No entanto, os bebês não nascem com todas as aptidões peculiares da atual humanidade. É ao longo da vida, com a apropriação da cultura desenvolvida, que o homem espécie torna-se homem humano, o que implica o desenvolvimento do pensamento (LEONTIEV, 1989). Esse processo difere os seres humanos dos demais animais que não se intelectualizam, pois não sofrem a influência cultural do meio, não se desenvolvem humanamente, apenas transferem as características da espécie por meio da herança genética.

A ação dos animais é um movimento inato, sem a intervenção da consciência. Diferentemente deles, o homem busca satisfazer suas necessidades, cria objetos, artefatos, valores, ideias, costumes, cultura, conhecimento científico, entre outros. Tem a capacidade de desenvolver o pensamento, criar ideias das coisas e projetar suas ações na consciência antes de colocá-las em prática. O processo de apropriação e de internalização da cultura resulta na humanização. Em outras palavras, “ao apropriar-se do que a humanidade já produziu culturalmente, o homem internaliza a cultura e se humaniza. Da mesma forma, ao agir sobre e em determinado contexto, objetiva-se culturalmente na realidade e assim a constitui” (LONGAREZI; FRANCO, 2013, p. 82). Esse movimento dialético é denominado por Leontiev (1989) de desenvolvimento humano e ocorre por meio da atividade intencional do homem, a do trabalho. Tal movimento, para Davýdov (1882) é base para todo conhecimento.

O arcabouço cultural é transmitido às novas gerações por meio da educação. “A educação, concebida na totalidade social, é elemento dessa

totalidade e como tal expressa a produção humana. A totalidade social é formada pela unidade da estrutura econômica e da superestrutura e ambas se ligam ao trabalho e à práxis social” (CURY, 2000, p. 54). A educação, de modo geral, cumpre a tarefa não somente de concretizar a concepção de mundo em determinado momento histórico, mas também de transformá-lo e modificá-lo de acordo com os interesses do sistema vigente.

Ao se apropriar das objetivações humanas, enquanto produto social, o sujeito se modifica, transforma objetos em outros mais sofisticados, produz conhecimento que tende a se tornar patrimônio humano (LESSA; TONET, 2008). Por meio da educação ocorre a transmissão e apreensão de conhecimentos produzidos historicamente, o que permite à humanidade não ter que reinventar conhecimentos, mas ampliá-los ou complexificá-los. Mas como o conhecimento produzido historicamente pela humanidade tem sido transmitido às novas gerações? Que conhecimentos são estes? Quais seres humanos têm tido acesso ao conhecimento em seu estágio atual de sistematização e desenvolvimento? Com qual finalidade o conhecimento é transmitido às novas gerações?

Na sociedade capitalista, na qual o trabalho é uma forma de sobrevivência e que aliena o trabalhador da riqueza produzida, o trabalhador não é sujeito de sua atividade, esta se torna estranha e externa à sua individualidade e necessidade. O “*resultado da atividade de trabalho transforma-se em capital e este domina e explora a atividade do trabalhador*” (LESSA; TONET, 2008, p. 73). O sistema capitalista apropria-se dos resultados da atividade de trabalho, das objetivações humanas, o que resulta na divisão social e formação de classes sociais distintas. Assim, o tipo de educação a ser desenvolvido e apropriado implica lugares ocupados pelas classes sociais. Cabe à classe dominada aprender a reproduzir as relações de produção, ser obediente, formar a força de

trabalho, pensar em acordo com as aspirações dominantes (ideologia). Para atender às demandas do capital, as classes dominantes dinamizam a educação para a manutenção das relações produtivas, de acordo com a especificidade de cada época e lugar. O conhecimento tem por finalidade os processos produtivos. A educação tem função articular os interesses do trabalhador aos interesses oriundos do capital, que são limitados aos processos de produção (LESSA; TONET, 2008).

A escola constitui o espaço organizado e planejado para a transmissão dos conhecimentos científicos sistematizados pelas gerações precedentes às novas gerações. Na escola, a prática pedagógica segue a dinâmica da organização social a qual está inserida. Sua finalidade e processos são determinados por interesses antagônicos das classes sociais. O trabalho docente, como expressão da prática educativa, inserida neste contexto, contribui para a manutenção de interesses de ordem social, política, econômica e cultural (LIBÂNEO, 2006).

Assim, na escola historicamente se reproduz o que foi planejado pelo sistema que a constitui. Tal fato se faz necessário para contribuir na manutenção do sistema vigente. Com ou sem consciência deste fato, a prática pedagógica contemporânea, em geral, é fruto de interesses de classes sociais, fundamentados no sistema capitalista. Porém,

para quem lida com a educação tendo em vista a formação humana dos indivíduos vivendo em contextos sociais determinados, é imprescindível que desenvolva a capacidade de descobrir as relações sociais reais implicadas em cada acontecimento, em cada situação real da sua vida e da sua profissão, em cada matéria que ensina como também nos discursos, nos meios de comunicação de massa, nas relações cotidianas na família e no trabalho (LIBÂNEO, 2006, p. 22).

O campo de atuação do professor é a escola. Entendemos que uma de suas tarefas essenciais consiste em desenvolver nos estudantes a

criatividade, capacidades intelectuais, pensamento crítico e criativo diante dos interesses de ordem social, política, econômica e cultural vigente. Dito de outro modo, contribuir para desvelar as contradições existentes na estrutura social vigente. Tal tarefa requer o desenvolvimento intelectual dos sujeitos (professores) com pensamento teórico, independente, crítico e ativo para uma transformação social. Assim, a educação promotora do desenvolvimento do pensamento teórico e da transformação social em direção ao bem coletivo requer uma formação inicial e continuada de professores também promotora do desenvolvimento do referido pensamento, uma vez que formação de professores e qualidade de ensino são processos interligados (KIEREPKA; GÜLLICH; ZANON, 2020).

Dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) de 2019 apontam que, do total de professores que atuam na educação básica, pouco mais da metade possuem formação adequada à sua área do conhecimento: 54,8%, educação infantil; 66,1%, anos iniciais do ensino fundamental; 53,2%, anos finais do ensino fundamental e 63,3%, ensino médio (BRASIL, 2021). Com relação à participação de professores em cursos de formação continuada, mais de 50% dos professores não têm participado ou participaram poucas vezes de cursos com seus colegas na escola, em atividades colaborativas e em encontros previstos durante um determinado período, para a integração entre teoria e prática profissional (BRASIL, 2021).

A qualidade do ensino, como dito anteriormente, está vinculada, também, à formação do professor. Ao ensinar um conceito, geralmente, os professores tomam como fundamento a compreensão desenvolvida ao longo da Educação Básica, nos limites do pensamento empírico (ROSA; MARCELO, 2022).

O pensamento é um modo de conhecimento da realidade objetiva pelo homem. A apreensão dessa realidade (objetos ou fenômenos) no

pensamento ocorre pela interação sujeito e objeto de conhecimento. O concreto ponto de partida, o concreto real é revelado por meio da experiência objetiva mediante a observação e sensação dada pelos órgãos dos sentidos humanos. Mas que tipo de observações são essas? O que se analisa nos objetos e fenômenos da realidade que constituem a fonte do pensamento humano? A resposta para essas perguntas é: depende. Sim, depende do tipo de lógica que está na base do pensar: lógica formal tradicional ou lógica dialética. Ambas estão vinculadas ao *“estudo das formas e leis da captação da realidade objetiva no pensamento, à construção do conhecimento científico e ao seu desenvolvimento”* (KOPNIN, 1972, p. 61). O método dialético, fundamentado na lógica dialética, desenvolve o pensamento teórico e a lógica formal tradicional (clássica), base do método metafísico, propicia o desenvolvimento do pensamento empírico (KOPNIN, 1978).

O pensamento empírico tem como ponto de partida a percepção, observação e análise das características externas de objetos e fenômenos, suas propriedades, tais como, qualidades, medidas, estado e suas relações dadas sensorialmente aos órgãos dos sentidos humanos. *“Sensação, percepção e representação constituem o estágio inicial do conhecimento, estágio em que refletimos sensorialmente propriedades dadas, que podem ser gerais, individuais, substanciais, insubstanciais, necessárias e casuais”* (DAVÝDOV, 1982, p. 52, tradução nossa). Ao perceber os objetos ou imagens singulares, identificam-se as características externas, aquelas comuns, essenciais. Assim, o objeto singular pode ser agrupado em classes. *“Este notável procedimento lógico, mediante o qual se efetua o trânsito mental desde o singular ao geral, se denomina generalização”* (KONDAKOV, 1954 apud DAVÝDOV, 1982, p. 47- tradução nossa, grifo do autor). O conjunto de características externas, dos indícios comuns dessa variedade de objetos, os quais permitem serem agrupados em classe, é

denominado de essência, nos limites do pensamento empírico. Com a designação dos indícios comuns, substanciais, por meio de palavras, atinge-se o conceito em nível empírico. Este se expressa por palavras que “se abstraem de regras e atributos individuais, de diversas percepções e representações. É, portanto, o resultado de uma síntese de percepções e representações de fenômenos e objetos homogêneos” (NIKITIN; RYPASOV, 1963 apud DAVÝDOV, 1982, p. 25, tradução nossa). No método de conhecimento sustentado na lógica formal tradicional, depois de capturadas as impressões, de imediato chega-se à universalidade abstrata que, em síntese, é uma representação geral denominada conceito (DAVÍDOV, 1998). Dessa forma, a representação geral, a palavra, é o conceito.

O método dialético, correspondente ao pensamento teórico, cuja base lógica é a dialética, tem o mesmo ponto de partida que o pensamento empírico: a realidade objetiva, a material, os objetos ou fenômenos da realidade, a fonte sensorial. Dito de outro modo, o concreto, ponto de partida, é o experimento objetual, as ações materiais, tanto para o pensamento empírico quanto para o teórico. “Toda ação caracteriza-se, antes de tudo, pelas variações que produz em seu objeto e pelo resultado ao qual conduz. [...] a ação mental pode ser determinada como a habilidade de realizar mentalmente uma transformação determinada no objeto” (GALPERIN, 2017, p. 199). As ações mentais são os reflexos derivados da realidade. Porém, no pensamento teórico, no processo de análise, por meio do experimento objetual, abstraem-se os elementos que constituem a relação essencial, universal do conceito extraído das relações conexões internas. Abstração e generalização são dois aspectos de um único processo e estão estritamente interligados. No processo de generalização, na identificação das conexões, sujeitas à lei, desta relação com os

fenômenos particulares, revela-se o caráter geral como base da unidade interna do sistema integral (DAVÍDOV, 1988).

O movimento de apreensão dos conhecimentos produzidos historicamente pela humanidade em forma de conceitos, nas diversas áreas do conhecimento, passa por generalizações, independentemente da lógica que estiver sustentando o processo. Mas o que são generalizações? Quais as peculiaridades das generalizações substanciais? E das empíricas? Generalização é um processo exclusivo dos conceitos algébricos? É exclusividade da área de Matemática? Tais questões deram origem ao problema da presente pesquisa que consiste na seguinte questão: como o processo de generalização é apresentado na formação de professores que ensinam Matemática?

O contexto da pesquisa

Para compreender o processo de generalização e como este é apresentado na formação de professores que ensinam Matemática, realizamos o mapeamento de artigos científicos publicados na *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO) que abordam o processo de generalização na formação de professores que ensinam Matemática. O objetivo consiste em analisar como o processo de generalização é apresentado em pesquisas sobre formação de professores que ensinam Matemática, a análise foi sustentada nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural. Nos fundamentos marxistas, a teoria é “*a reprodução ideal do movimento real do objeto pelo sujeito que pesquisa*: pela teoria o sujeito, reproduz em seu pensamento a estrutura e dinâmica do objeto que pesquisa” (NETTO, 2011, p. 21, grifo do autor).

Na literatura sobre formação de professores que ensinam Matemática, as produções abordam a generalização, mesmo que geométrica, na relação com álgebra. Documentos como a Base Nacional

Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) e Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense (SANTA CATARINA, 2019) preveem, em sua organização curricular, a álgebra como unidade temática. Mas qual é a finalidade de garantir em documentos curriculares o ensino de álgebra desde os primeiros anos do ensino fundamental? Vergel (2021) destaca que o pensamento algébrico, oriundo do ensino de álgebra, é um tipo sofisticado de reflexão e ação cultural, um modo de pensamento que tem sido aperfeiçoado ao longo de muito tempo até chegar a sua forma como se apresenta em nossa atualidade.

Para que o ensino de álgebra se efetive, na educação básica, como uma das formas de desenvolver o pensamento algébrico, há necessidade, primeiramente, de desenvolver o pensamento algébrico de professores que ensinam Matemática nesta etapa da educação (DAMAZIO et al., 2012). Para Vergel (2021, p. 81), o pensamento algébrico é “uma forma particular de pensar matematicamente” e envolve conjecturar, generalizar e justificar com diferentes representações e linguagens. Vinculada ao pensamento algébrico, está a generalização. Esta, na concepção de Vigotski (2018, p. 9), “é um excepcional ato verbal do pensamento, ato esse que reflete a realidade de modo inteiramente diverso daquele como esta é refletida nas sensações e percepções imediatas”. A *“generalização é um dos mais importantes meios de conhecimento científico, um procedimento de transição a um nível mais elevado de abstração, que revela os atributos comuns aos fenômenos”* (VIGOTSKI, 2018, p. XIII). Generalizar é encontrar a relação interna, os elementos que a constituem e se mantêm no objeto, é elevar o nível do pensamento, potencializar o desenvolvimento da criatividade.

A generalização é uma **ação do pensamento**, ação que reflete a realidade no ato do pensar, porém é diferente da realidade objetiva, aliás, é a realidade apreendida no pensamento. Envolve linguagem, comunicação e signos, elementos essenciais na construção da relação do homem com o

mundo. Essa relação vai além da percepção e sensação captadas pelos órgãos dos sentidos.

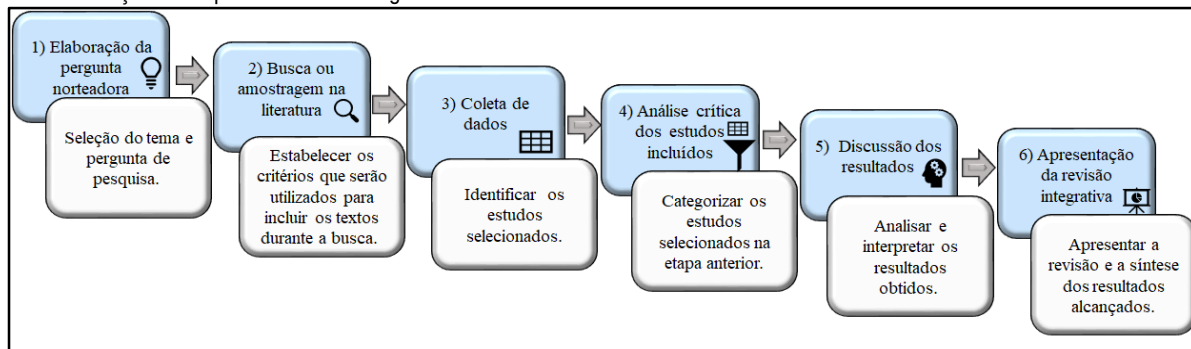
Diante de tal relevância, cabe questionar: como a generalização é apresentada no processo de ensino? O que a literatura tem entendido sobre generalização? Buscamos traçar uma análise sobre o conhecimento construído sobre generalizações em pesquisas anteriores, mais precisamente, sobre o processo de generalização na formação de professores que ensinam Matemática por meio do método de revisão integrativa.

O processo investigativo

O método é um modo de obtenção de determinados resultados tanto no conhecimento quanto na prática. Por método “*entende-se como certo procedimento, como um conjunto de meios e ações exercidas sobre o objeto estudado*” (KOPNIM, 1978, p. 92). Para realizar uma pesquisa é imprescindível ter esclarecimento explícito do método utilizado com a finalidade de diminuir a margem de erros.

A revisão integrativa é um método que objetiva analisar conhecimento construído em pesquisas anteriores sobre determinado tema (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011; URBANETZ; ROMANOWSK; URNAU, 2021). É uma proposta de revisão da literatura a ser utilizada por pesquisadores para traçar o estado da arte de determinado conceito ou fenômeno. A “*revisão integrativa possibilita a síntese de vários estudos já publicados, permitindo a geração de novos conhecimentos, pautados nos resultados apresentados pelas pesquisas anteriores*” (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011, p. 127). O método de revisão integrativa se constitui por seis estágios ou etapas (Ilustração 1):

Ilustração 1- Etapas da revisão integrativa



Fonte: Elaboração nossa com base em Carvalho (2020), Botelho, Cunha e Macedo (2011), Souza, Silva e Carvalho (2010).

Após o estudo das etapas da revisão integrativa e do referencial teórico que a constitui, delimitamos nosso problema de pesquisa que incide na seguinte pergunta: como o processo de generalização é apresentado em pesquisas sobre formação de professores que ensinam Matemática? Para tanto, temos por objetivo analisar como o processo de generalização é apresentado em pesquisas sobre formação de professores que ensinam Matemática.

Para responder à questão de pesquisa, adotamos os seguintes procedimentos metodológicos: **1)** estudo da base teórica sobre o método de pesquisa integrativa; **2)** mapeamento de artigos científicos publicados na SciELO que apresentam o movimento de generalização na formação de professores que ensinam Matemática; **3)** seleção de critérios de inclusão ou exclusão de artigos para constituir a base de dados; **4)** categorização e descrição dos dados para a análise; **5)** interpretação, análise e revelação do tipo de generalização apresentado na formação de professores que ensinam Matemática.

Na sequência, após o estudo da base teórica sobre o método de pesquisa integrativa, seguimos em busca de respostas para a questão de pesquisa, **segunda etapa** da revisão integrativa. Buscamos, na plataforma

SciELO, artigos que abordavam a generalização na formação de professores que ensinam Matemática. Em seguida, estabelecemos os critérios de inclusão ou exclusão do texto, para compor os dados de análise.

Iniciamos a busca de artigos na SciELO a partir dos descritores “generalização” e “formação de professor” ou “formação docente”, o que resultou em trezentos e vinte e seis artigos científicos. Essa busca inicial se deu com todos os índices da SciELO, quais sejam, ano de publicação, autor, financiador, periódico, resumo e título. Com a finalidade de nos aproximar do objeto de pesquisa, incluímos o descritor “generalização” e “formação de professor” ou “formação docente” e “matemática”. Com essa integração, o número de trabalhos reduziu para dezoito.

A **terceira etapa** da revisão integrativa consiste em identificar e selecionar estudos que tratam do objeto de pesquisa. Delimitamos como critério de inclusão o trabalho classificado como artigo, escrito na língua portuguesa, que explicitava o movimento de generalização na formação inicial ou continuada de professores que ensinam Matemática. Para tanto, procedemos à leitura dos títulos, palavras-chave e do resumo de cada artigo para identificar quais deles tratavam de nosso objeto de investigação, o que resultou em três artigos, conforme quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Resultado do mapeamento de artigos na SciELO a partir de descritores elaborados pelas autoras

ANO	TÍTULO	AUTORES(AS)	REVISTA	UNIVERSIDADE DOS AUTORES
2013	Pensamento algébrico na formação inicial de professores	PONTE; BRANCO	Educar em Revista	Universidade de Lisboa IE- Lisboa Portugal
2019	Justificando generalizações geométricas na formação inicial de professores dos primeiros anos	BRUNHEIRA; PONTE	Bolema	Universidade de Lisboa IE- Lisboa Portugal
2021	Generalização teórica e o desenvolvimento do pensamento algébrico: contribuições para a formação de professores dos anos iniciais	MORETTI; VIRGENS; ROMEIRO	Bolema	UNIFESP São Paulo Brasil

Fonte: Elaboração das autoras, 2022.

Os dados de análise são, portanto, oriundos de três artigos disponíveis na SciELO, selecionados a partir dos descritores apresentados anteriormente. Entre os artigos, dois apresentam pesquisas realizadas na Universidade de Lisboa, Portugal e outro, uma pesquisa realizada na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), no Brasil, conforme ilustração 2.

Ilustração 2- Mapa de localização das universidades nas quais as pesquisas foram desenvolvidas



Fonte: Adaptação das autoras, 2022.

Destaca-se o baixo número de pesquisas indexadas na SciELO que se debruçaram sobre o conceito de generalização na formação de professores que ensinam Matemática. Além disso, vale o destaque que são pesquisas relativamente recentes publicadas nos anos de 2013, 2019 e 2021. Tal escassez justifica a necessidade de mais estudos sobre a temática em referência.

Descrição, análise e interpretação dos dados

[...] Se a tomada de consciência significa generalização, então é evidente que a generalização, por sua vez, não significa nada senão formação de um conceito superior (VIGOTSKI, 2018, p. 292).

Nesta seção, apresentamos a descrição, análise e interpretação dos dados. Na continuidade das etapas da revisão integrativa, a **quarta** consiste em categorizar os estudos selecionados em temáticas para análise. Com base na leitura dos textos na íntegra, delimitamos as seguintes temáticas: **título dos artigos, palavras-chave e generalização na formação de professores que ensinam Matemática**. A análise e interpretação das temáticas consistem na **quinta etapa** da revisão integrativa, como apresentamos na sequência.

Dos títulos

A leitura dos textos na íntegra nos possibilitou, dentre outras questões, compreender que os autores evidenciam a necessidade de desenvolver o pensamento algébrico de futuros professores que ensinam Matemática. Tal pensamento tem sido apontado como conceito estruturante no currículo brasileiro desde os anos iniciais de escolaridade (BRASIL, 2017) e nos Princípios e Normas da Matemática Escolar (NCTM, 2007), em Portugal. Além disso, o raciocínio algébrico é considerado como uma das “*normas de processos centrais na experiência matemática desde a educação pré-escolar*” (BRUNHEIRA; PONTE, 2019, p. 89).

Ao analisar o título dos três artigos (Quadro 2), verificamos que o termo generalização aparece em dois dos três artigos. Em Brunheira e Ponte (2019) para **justificar generalização geométrica** na formação de professores e em Moretti, Virgens e Romeiro (2021) refere-se à generalização substancial como contribuição para o desenvolvimento do pensamento algébrico na formação de professores.

Ponte e Branco (2013) e Brunheira e Ponte (2019) **desenvolvem, descrevem e analisam** uma experiência didática interventiva, realizada na formação de professores, sobre como eles realizam o processo de generalização com sequências pictóricas. Moretti, Virgens e Romeiro

(2021) **apresentam uma discussão teórica** sobre o conceito de generalização com base em Davídov (1988) e Radford (2011, 2018). Estes teóricos compreendem que generalização não é sinônimo de desenvolvimento do pensamento algébrico, mas faz parte do processo de formação de conceito em unidade com a abstração.

Nos três artigos em análise, os autores evidenciam suas preocupações, de forma direta ou indiretamente, em relação ao desenvolvimento do pensamento algébrico de futuros professores, uma vez que este passou ter espaço explícito na organização curricular de Matemática desde os anos iniciais de escolaridade, como aponta a BNCC (BRASIL, 2017) e nos Princípios e Normas da Matemática Escolar (NCTM, 2007), em Portugal. O raciocínio é considerado como uma das “*normas de processos centrais na experiência matemática desde a educação pré-escolar*” (BRUNHEIRA; PONTE, 2019, p. 89), o que mostra a relevância de desenvolver o pensamento dos professores para que exerçam sua função, a de propiciar o desenvolvimento e apropriação teórica dos conceitos.

Das palavras-chave

As palavras-chave são descritores que apontam as temáticas abordadas nas pesquisas. Estas “*consistem em um dos caminhos para encontrar estudos em um determinado tema*” (CARVALHO, 2020, p. 64) e, neste sentido, devem ser essenciais, como o próprio nome diz, *chave*, para expressar de forma sintetizada os principais conceitos abordados no referido trabalho. As palavras-chave apresentadas nos artigos são demonstradas no quadro 2:

Quadro 2 - Palavras-chave dos artigos

Ano	Título	Autores(as)	Palavras-chave
2013	Pensamento algébrico na formação inicial de professores	PONTE; BRANCO	formação inicial de professores; pensamento algébrico; sequências; generalização; conhecimento didático
2019	Justificando generalizações geométricas na formação inicial de professores dos primeiros anos	BRUNHEIRA; PONTE	Geometria. Raciocínio. Justificação. Generalização. Formação Inicial
2021	Generalização teórica e o desenvolvimento do pensamento algébrico: contribuições para a formação de professores dos anos iniciais	MORETTI; VIRGENS; ROMEIRO	Pensamento Algébrico nos Anos Iniciais. Generalização. Pensamento Teórico. Teoria Histórico-Cultural. Formação de Professores

Fonte: Elaboração das autoras com base nos artigos que compõem os dados de pesquisa, 2022.

Ao analisar o quadro anterior (2), nota-se que as palavras-chave **generalização** e **formação de professores** ou **formação inicial** aparecem nos três trabalhos, o que revela que a pesquisa se constitui com foco no conceito de generalização com recorte na formação de professores. Vale destacar que descrevemos as palavras-chave na ordem e na forma em que foram escritas nos artigos, com a utilização de letra maiúscula ou minúscula no início de cada palavra e a separação entre elas com ponto final ou ponto e vírgula.

A palavra-chave **pensamento algébrico** é referenciada em dois artigos e no terceiro, como raciocínio, ou seja, os textos em análise tratam de estruturas de formação de tipos de pensamento. Moretti, Virgens e Romeiro (2021), além de pensamento algébrico, trazem nas palavras-chave o empírico e teórico. Ressalta-se a relevância de desenvolver o pensamento, de superar o que está posto, de formar ações mentais em nível teórico.

As ações mentais “*se sustenta[m] no princípio de que é possível a formação de processos mentais pela via de uma atividade planejada, os quais se constituem em órgãos funcionais da própria atividade*” (NÚÑEZ; OLIVEIRA, 2013, p. 295). Deste modo, há necessidade de se formular tarefas escolares e orientar os estudantes em direção à formação de ações, como a generalização, em nível substancial, durante a apropriação de objetos ou fenômenos da realidade. Assim, ao formular uma tarefa de estudo ou situação de aprendizagem, que tem como ponto de partida o trabalho com o objeto real, a generalização incide na revelação do conteúdo para a ação. Ao se tratar de um objeto matemático, o trabalho consiste em revelar os elementos essenciais que compõem o todo.

Generalizações podem ser realizadas ao tomar como ponto de partida o que foi assimilado, seja do objeto mesmo ou de suas representações, que na especificidade da Matemática, pode se apresentar na forma gráfica, literal ou numérica. Esta assimilação passa a ser base material para uma nova ação, na generalização de outras propriedades do mesmo objeto, tais como, regularidades e leis, na generalização algébrica.

O processo de desenvolvimento do pensamento teórico, o qual também inclui o pensamento algébrico, é constituído por generalizações substanciais. Aliás, em Matemática, com base na lógica dialética, todos os conceitos, e não apenas os algébricos, passam por generalizações substanciais (DAVÍDOV, 1988).

Para Vergel (2021, 79-80), “*o pensamento algébrico é um tipo muito sofisticado de reflexão e ação cultural, um modo de pensamento que tem sido sucessivamente aperfeiçoado ao longo dos séculos antes de atingir sua forma atual*”. Um dos caminhos que levam ao desenvolvimento do pensamento algébrico são atividades que envolvem a exploração de sequências e padrões (RADFORD, 2021; PONTE; BRANCO, 2013; BRUNHEIRA; PONTE, 2019; MORETTI; VIRGENS; ROMEIRO, 2021;

VERGEL, 2021; BRASIL, 2018). Outra característica do pensamento algébrico é a analiticidade que no pensamento numérico está ausente (RADFORD, 2021; VERGEL, 2021).

Para Vergel (2021, p. 81), o pensamento algébrico é uma “*forma particular de pensar matematicamente. Trata-se de um sistema de processos de ação e reflexão encarnados, constituídos histórica e culturalmente*”.

Na perspectiva da teoria da objetivação, a característica do pensamento algébrico não se encontra apenas na natureza da grandeza (ou seja, na natureza do objeto sobre o qual se raciocina), mas também no tipo de ‘raciocínio’ que é feito com as grandezas. Mais precisamente, em nossa perspectiva, três condições caracterizam o pensamento algébrico: a primeira tem a ver com os objetos do raciocínio; a segunda com a forma como os objetos são ‘simbolizados’ (se trata, então, de um problema semiótico) e a terceira sobre como se raciocina sobre objetos do raciocínio. (RADFORD, 2021, p. 173, grifos do autor).

O pensamento algébrico é desenvolvido na escola e não é constituído apenas pela representação da generalização na forma algébrica. Vai para além desse entendimento. Para Radford (2021), são três pontos fundamentais que o caracterizam. Primeiramente, a **indeterminação da grandeza**, como o próprio termo diz, ao trabalhar com objetos ou fenômenos da realidade, o raciocínio implica grandezas desconhecidas ou não determinadas que podem ser incógnitas, variáveis e parâmetros. A segunda característica se refere à **analiticidade** como forma de trabalhar com grandezas determinadas e indeterminadas, operar dedutivamente, refere-se ao raciocínio. E a terceira característica, **denotação ou designação simbólica**, ou seja, as grandezas indeterminadas precisam ser nomeadas ou simbolizadas. Os símbolos podem ser os mais variados possíveis, como letras, gestos e símbolos.

Generalização na formação de professores que ensinam matemática

Ponte e Branco (2013) e Brunheira e Ponte (2019) desenvolveram, descreveram e analisaram como eles mesmos realizam o processo de generalização com sequências pictóricas durante uma experiência didática interventiva, realizada na formação de professores, em Portugal. Na experiência interventiva, Ponte e Branco (2013) orientaram o desenvolvimento do pensamento algébrico de educadores de infância e de futuros professores dos primeiros anos, durante um semestre, numa disciplina na formação inicial de professores. Brunheira e Ponte (2019) analisam como professores da formação inicial justificam generalizações sobre famílias de figuras geométricas. O trabalho de Moretti, Virgens e Romeiro (2021) apresenta uma discussão teórica sobre o conceito de generalização para compreender o movimento do pensamento algébrico, nos anos iniciais, pautada pelo conceito de pensamento teórico em Dávidov (1988) e pelas proposições de Radford (2021).

Para Moretti, Virgens e Romeiro (2021), a generalização é um ponto de convergência da concepção de diferentes autores, como Kieran, Dávidov e Radford. Segundo Moretti, Virgens e Romeiro (2021, p. 1463), “*sendo atributo do pensamento, o tipo de generalização vincula-se com uma forma específica de pensar sobre determinado conceito ou fenómeno*”. A generalização característica do pensamento algébrico

envolve a natureza analítica explicativa para raciocinar algebricamente, de modo que a lei geral é deduzida conscientemente, e não ‘adivinhada’ como pode acontecer nas relações aritméticas. Pensar algebricamente é operar com o desconhecido, o que significa operar como se o desconhecido fosse sempre conhecido. (MORETTI; VIRGENS; ROMEIRO, 2021, p. 1465).

Na concepção de Moretti, Virgens e Romeiro (2021, p. 1464, grifos dos autores), “*o pensamento algébrico é o pensamento teórico mediado por*

conceitos algébricos”. Uma situação de ensino trabalhada coletivamente e orientada pode desencadear uma “*generalização substantiva ao colocar os sujeitos diante das necessidades da identificação de variáveis e suas relações e o seu trato de forma analítica, características do movimento histórico-lógico do conhecimento algébrico*” (MORETTI; VIRGENS; ROMEIRO, 2021, p. 1473).

Segundo Brunheira e Ponte (2019), a generalização é composta por dois tipos de ações: **identificação** de pontos comuns em casos diferentes e **extensão** de uma afirmação além do domínio em que foi originada. Os autores entendem a justificação (demonstração) como um processo de raciocínio abrangente e transversal, são formas de argumentação para explicar ou compreender algo que apresentam diferentes graus e níveis de formalidade e escolaridade. Dito de outro modo, demonstração são formas argumentativas de pensar.

Neste sentido, generalizar é um processo mental que incide em saber justificar (demonstrar) e compreender a natureza da justificação (demonstração). Ainda, a forma como os objetos (figuras geométricas) está estruturada, como se compõem e como se relacionam seus componentes, e se o raciocínio se apoia numa relação geral válida para toda a família que eles denominam de sequência de figuras (BRUNHEIRA; PONTE, 2019).

Para Ponte e Branco (2013), a álgebra é um modo de pensar e, para tanto, é imprescindível proporcionar experiências, na formação de professores, que “*envolvem conjecturar, generalizar e justificar usando uma variedade de representações e linguagens*” (PONTE; BRANCO, 2013, p. 136). Em consonância com os autores, é essencial que futuros professores compreendam o significado de pensar algebricamente e um dos modos para promover essa compreensão é o trabalho com sequências pictóricas crescentes. No decorrer do relato de experiência fica subentendido que generalização são as formas de pensamento dos sujeitos, os caminhos

percorridos mentalmente em busca da relação essencial (que neste estudo está relacionado com sequências), interconectados com os diferentes tipos de registros, sejam falados ou escritos, para representar o movimento do pensamento. Estes registros apontam o tipo e grau de generalização (linguagem natural ou falada, numérica, algébrica). Para os autores, generalizar algebricamente é representar o processo por **meio de um termo** ou regra **geral** em linguagem **algébrica**. Generalização, na linguagem natural, é expressar a regra por meio da fala e a aritmética, representar a regra por meio de expressão numérica.

Ponte e Branco (2013) e Brunheira e Ponte (2019) tratam a generalização como um processo essencial para o desenvolvimento dos sujeitos, a generalização indica o quanto o sujeito se desenvolveu, ou melhor, em qual grau de generalização se encontra (na linguagem falada, na elaboração de expressão numérica, na expressão algébrica e se sabe operar com as variáveis como se fossem números). Portanto, há desenvolvimento do pensamento. Qual tipo de pensamento? Empírico? Teórico? Os autores destacam que, ao desenvolver seu pensamento algébrico, os professores podem contribuir de modo significativo para o desenvolvimento do pensamento de seus futuros alunos. Debruçam-se sobre a importância de desenvolver o pensamento algébrico dos futuros professores, mas não o relacionam quanto ao tipo, se empírico ou teórico.

Em síntese

No decorrer do presente artigo, expusemos brevemente o processo de generalização apresentado em pesquisas publicadas na plataforma SciELO sobre formação de professores que ensinam Matemática. Investigamos na literatura o processo de generalização no contexto da formação de professores que ensinam Matemática por meio das seguintes ações: estudo da base teórica sobre o método de pesquisa integrativa;

mapeamento de artigos científicos publicados na plataforma SciELO que apresentam o movimento de generalização na formação de professores que ensinam Matemática; seleção de critérios de inclusão ou exclusão de artigos para constituir a base de dados; categorização e descrição dos dados para a análise; interpretação, análise e revelação do tipo de generalização que é apresentado na formação de professores que ensinam Matemática.

Constatamos que o processo de generalização aparece nos trabalhos relacionados de forma direta ou indiretamente à álgebra. Os respectivos autores entendem que a introdução do ensino de álgebra deve ocorrer desde os anos iniciais e não somente nos anos finais do ensino fundamental. Compreendem que o ensino de álgebra é desenvolvido do ponto de vista e da compreensão particular de cada sujeito. Deste modo, a materialização de generalizações no processo de ensino depende do nível de desenvolvimento de cada professor ou futuro professor. Este é um dos fatores que contribuem com o processo de desenvolvimento de sujeitos mais ativos e desenvolvidos. A álgebra, enquanto conceito estruturante da área de Matemática, exerce papel fundamental no desenvolvimento do pensamento dos sujeitos. Sua apropriação passa por generalizações analíticas, próprias do pensamento mais desenvolvido. Portanto, o grau de generalização e desenvolvimento do pensamento dos sujeitos (alunos) está intimamente interligado, dentre outras questões, com a concepção teórica de quem conduz o processo. Neste sentido, uma possível contribuição para a superação da lógica vigente é desenvolver, primeiramente, o pensamento dos sujeitos que irão conduzir o processo de ensino no contexto das formações inicial e continuada de professores.

Na generalização, revelam-se os elementos essenciais, aqueles que no decorrer do movimento são essenciais, o que não pode faltar na formação do pensamento em nível teórico. Em seguida, esses elementos

passam pela analiticidade, que é a habilidade de produzir informações e conhecimento por meio da análise de dados e saber organizá-las de forma lógica, dialeticamente.

Nesta direção, compreendemos que a generalização não pode ser transmitida para os sujeitos na forma de definição e ser executada como método do conhecimento. Ao almejar sujeitos com capacidades intelectuais mais desenvolvidas, em nível contemporâneo, faz-se necessário desenvolvê-la primeiramente nos sujeitos, colocando-os em atividade por meio do desenvolvimento de ações que envolvem, também, generalizações substanciais.

Durante o estudo, juntamente com as respostas ao nosso problema de pesquisa, novas questões surgiram e outras persistiram, tais como: quais elementos caracterizam a generalização do tipo substancial? Como ocorre o processo de generalização no processo de formação de conceitos teóricos? Como conduzir o processo de generalização em nível substancial nos processos de ensino e aprendizagem? Estas e outras questões estão na base de nossas futuras pesquisas.

A view on the generalization process in research about teachers' education who teach Mathematics

Abstract

This bibliographic research of integrative type, some theoretical reflections on generalization process as presented as essential element to form concepts and to develop thinking. It aims at analyzing how generalization process is contemplated in research on teachers' education who teach mathematics under the light of Historical-Cultural Theory. Data were obtained through mapping papers published by the platform Scientific Electronic Library Online (SciELO). Analysis was supported by Historical-Cultural Theory assumptions. Findings indicate generalization as an essential process to develop thinking, but theoretical-methodological elements which enable its concretization in the process of mathematics concepts are still scarce.

Keywords: Teachers' education; mathematics; generalization; algebraic thinking; Historical-Cultural Theory

Referências

BOTELHO, Louise Lira Roedel; CUNHA, Cristiano Castro de Almeida; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, [s.l.], v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP. **Relatório de resultados do Saeb 2019: 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e séries finais do Ensino Médio**. Brasília, DF: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2021. v. 1.

BRUNHEIRA, Lina; PONTE, João Pedro da. Justificando Generalizações Geométricas na Formação Inicial de Professores dos Primeiros Anos. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 33, n. 63, p. 88-108, abr. 2019.

CARVALHO, Agda Malheiro Ferraz de. **Psicologia sócio-histórica e formação continuada de professores em serviço: revisão integrativa de estudos de 2005 a 2020**. 2020. Tese (Doutorado em Educação: Psicologia da Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020.

CURY, Carlos Roberto Jamil. **Educação e contradição: elementos metodológicos para uma teoria crítica do fenômeno educativo**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

DAMAZIO, Ademir. et al. A concepção de álgebra na proposição de Davydov para o ensino de número. **Poiésis**, Tubarão, v. 5, n.9, p. 280- 299, jan./jun. 2012.

DAVÍDOV, Vasily Vasilovich. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación teórica y experimental**. Trad. Marta Shuare Moscú: Progreso, 1988.

DAVÝDOV, Vasily Vasilovich. **Tipos de generalización en la enseñanza**. 3. ed. Habana: Pueblo y Educación, 1982.

GALPERIN, P. Ya. A formação dos conceitos e as ações mentais. In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (Orgs.). **Ensino Desenvolvidor**. Antologia. Livro 1. 1. ed. Uberlândia: Edufu, 2017. p. 199-210.

KIEREPKA, J Janice Silvana Novakowki; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa; ZANON, Lenir Basso. Das referências às possibilidades do *educar pela pesquisa*: a problematização de teorias e práticas no processo de formação de professores. **Revista de Educação em Ciências e Matemática: Amazônia**, v. 16, n. 37, p. 21-38, 2020.

KOPNIN, Pável Vassílyevitch. **Fundamentos lógicos da ciência**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1972.

KOPNIN, Pável Vassílyevitch V. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

LEONTIEV, Aleksei Nikolaevitch. **Actividad, conciencia y personalidad**. Buenos Aires: Ciencias del hombre, 1989.

LESSA, Sérgio; TONET, Ivo. **Introdução à filosofia de Marx**. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2006.

LONGAREZI, Andréia Maturano; FRANCO, Patrícia Lopes Jorge. A. N. Leontiev: a vida e a obra do psicólogo da atividade. In: LONGAREZI, Andréia Maturano; PUENTES, Roberto Valdés (Orgs.). **O Ensino desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos**. Uberlândia: EDUFU, 2013. p. 67-110.

MORETTI, Vanessa Dias; VIRGENS, Wellington Pereira das; ROMEIRO, Iraji de Oliveira. Generalização Teórica e o Desenvolvimento do Pensamento Algébrico: contribuições para a formação de professores dos Anos Iniciais. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 35, n. 71, p. 1457-1477, dez. 2021.

NCTM. National Council of Teachers of Mathematics. **Princípios e Normas para a Matemática Escolar**. Lisboa: APM, 2007.

NETTO, José Paulo. **Introdução ao estudo do método de Marx**. 1. ed. 4 reimpr. São Paulo: Expressão Popular, 2011.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; OLIVEIRA, Marcus Vinícius de Faria. P. YA. GALPERIN: A vida e a obra do criador da teoria da formação por etapas das ações mentais e dos conceitos. In: LONGAREZI, Andréia Maturano; PUENTES, Roberto Valdés. V. (Orgs.). **O Ensino desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos**. Uberlândia: EDUFU, 2013. p. 283- 313.

PONTE, João Pedro da; BRANCO, Neusa. Pensamento algébrico na formação inicial de professores. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. 50, p. 135-155, out./dez. 2013. Editora UFPR.

RADFORD, Luis. **Cognição matemática**: história, antropologia e epistemologia. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

RADFORD, Luis. The emergence of symbolic algebraic thinking in primary school. In: KIERAN, C. (Org.). **Teaching and learning algebraic thinking with 5- to 12-year-olds**: The global evolution of an emerging field of research and practice. New York: Springer, 2018. p. 3-25.

RADFORD, Luis. O ensino-aprendizagem na Teoria da Objetivação. In: MORETTI, Vanessa Dias.; RADFORD, Luis. (Orgs.). **Pensamento algébrico nos anos iniciais**: diálogos e complementaridades entre a teoria da objetivação e a teoria histórico-cultural. São Paulo: Livraria da Física, 2021. p. 171-195.

ROSA, Josélia Euzébio da; MARCELO, Fabiana de Souza. Teoria do Ensino Desenvolvidor e Atividade Orientadora de Ensino na sistematização do sistema de numeração no contexto da formação inicial de professores. **Revista de Educação Matemática** (REMat), São Paulo (SP), v.10, n.01, p. 01-21, 2022.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação. **Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do território catarinense**. Florianópolis: SED, 2019.

SOUZA, Marcela Tavares de, SILVA, Michelly Dias da, CARVALHO, Rachel de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

URBANETZ, Sandra Terezinha; ROMANOWSK, Joana Paulin; URNAU, Simone. Revisão integrativa sobre a formação de professores na revista *retratos da escola*. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 42, p. 1-18, 2021.

VERGEL, R. Reflexões teóricas sobre a atividade semiótica dos alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental em uma tarefa de sequência de padrões. In: MORETTI, Vanessa Dias; RADFORD, Luis. (Orgs.). **Pensamento algébrico nos anos iniciais**: diálogos e complementaridades entre a teoria da objetivação e a teoria histórico-cultural. São Paulo: Livraria da Física, 2021. p. 79-104.

VIGOTSKI, Lev Semionovitch. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução: Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2018.