

Pesquisa em educação matemática: um olhar histórico-filosófico para a formação de professores

Research in mathematics education: a historical-philosophical look at teacher education

Investigación en educación matemática: una mirada histórico-filosófica a la formación del profesorado

La recherche dans l'enseignement des mathématiques : un regard historico-philosophique sur la formation des enseignants

Saul Rodrigo da Costa Barreto¹

Universidade Federal do Pará

Mestre em Educação Matemática

<https://orcid.org/0000-0002-2398-743X>

José Messildo Viana Nunes²

Universidade Federal do Pará

Doutor em Ciências e Matemática

<https://orcid.org/0000-0001-9492-4914>

Saddo Ag Almouloud³

Universidade Federal do Pará

Doutor em Matemática e aplicações

<https://orcid.org/0000-0002-8391-7054>

Resumo

Esta pesquisa tem como foco evidenciar a Filosofia como âmbito de reflexão sobre as contribuições do campo de pesquisa da Educação Matemática e da Didática da Matemática para a formação de professores, bem como ponderar sobre um dispositivo didático-metodológico denominado Percurso de Estudo e Pesquisa construído na Teoria Antropológica do Didático (TAD). Dessa forma, buscamos explicitar que a Educação Matemática, assim como a Didática da Matemática, se consolidam pelas pesquisas e produções científicas no que tange ao ensinar e a aprender matemática, bem como a produção de teorias e metodologias para

¹ Email: saulmat2015@gmail.com

² Email: messildo@ufpa.br

³ Email: saddoag@gmail.com

contribuir na fortificação dessas como áreas de conhecimentos. Para isso, tomamos como aportes teóricos os estudos sobre a pesquisa em Educação Matemática e a Teoria Antropológica do Didático (TAD). Assim sendo, temos a intenção de utilizar os pressupostos teóricos de um Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP) no que diz respeito ao ensino e à aprendizagem da Matemática voltado para a formação de professores. Nesse sentido, a presente pesquisa aponta suportes qualitativos significantes que fornecem meios que proporcionem a compreensão do ensino e da aprendizagem da Matemática no contexto da formação de professores da escola básica, especialmente com uso do dispositivo PEP.

Palavras-chave: Educação Matemática, Formação de professores, PEP.

Abstract

The focus of this research is to highlight the philosophy as a scope of reflection on the contributions of the research field of mathematics education and didactics of mathematics for teacher education, as well as to ponder on a didactic-methodological device called study and research path built on the anthropological theory of the didactic (ATD). In this way, we seek to explain that mathematics education and the didactics of mathematics are consolidated by research and scientific production regarding teaching and learning mathematics, as well as the production of theories and methodologies to contribute to the fortification of these as areas of knowledge. To this end, we take as our theoretical contributions research in mathematics education and the anthropological theory of the didactic (ATD). Thus, we intend to use the theoretical assumptions of a study and research path (SRP), regarding the teaching and learning of mathematics aimed at teacher education. In this sense, the present research points to significant qualitative supports that provide the means to understand the mathematics teaching and learning in basic-school teacher education, especially with the use of the SRP device.

Keywords: Mathematics education, Structural overview of the SRP, Teacher education.

Resumen

Esta investigación tiene como enfoque evidenciar la Filosofía como ámbito de reflexión sobre los aportes del campo de investigación de la Educación Matemática y la Didáctica de la Matemática para la formación de profesores, así como ponderar un dispositivo didáctico-metodológico denominado Recorrido de Estudio e Investigación (REI) construido en la Teoría Antropológica de la Didáctica (TAD). De esta manera, se busca explicar que la Educación Matemática, así como la Didáctica de la Matemática se consolidan a partir de la investigación y la producción científica en torno a la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, así como la producción de teorías y metodologías para contribuir al fortalecimiento de éstas como áreas de conocimiento. Para ello, tomamos como aportaciones teóricas los estudios sobre investigación en Educación Matemática y la Teoría Antropológica de la Didáctica (TAD). Así, pretendemos utilizar los supuestos teóricos de un Recorrido de Estudio e Investigación (REI), en relación con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas dirigida a la formación docente. En este sentido, la presente investigación señala apoyos cualitativos significativos que aportan medios para comprender la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas en el contexto de la formación de profesores de enseñanza básica, especialmente con el uso del dispositivo REI.

Palabras clave: Educación Matemática, Panorama estructural del REI, Formación del profesorado.

Résumé

Cette recherche a pour objectif de mettre en évidence la philosophie comme cadre de réflexion sur les contributions du champ de recherche de L'éducation mathématiques et de la didactique des mathématiques pour la formation des enseignants, ainsi que de réfléchir à un dispositif didactique-méthodologique appelé Parcours d'étude et de recherche construit dans la Théorie anthropologique de la didactique (TAD). De cette façon, nous cherchons à expliquer que

L'Enseignement des Mathématiques, ainsi que la Didactique des Mathématiques sont consolidés par la recherche et la production scientifique concernant l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques, ainsi que la production de théories et de méthodologies pour contribuer à la fortification de ces domaines de connaissance. Pour cela, nous prenons comme apports théoriques les études sur la recherche en éducation mathématique et la théorie anthropologique de la didactique (TAD). Par conséquent, nous avons l'intention d'utiliser les hypothèses théoriques d'un parcours d'étude et de recherche (PER), concernant l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques destiné à la formation des enseignants. En ce sens, la présente recherche met en évidence des supports qualitatifs significatifs qui fournissent des moyens permettant de comprendre l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques dans le contexte de la formation des enseignants de l'école de base, notamment avec l'utilisation du dispositif PER.

Mots-clés : Enseignement des mathématiques, Formation des enseignants, PER

Pesquisa em Educação Matemática: um olhar para a formação de professores

Iniciamos nossas reflexões a partir do excerto de Go (2021, p. 88, tradução nossa), ao fazer a seguinte assertiva:

As questões educacionais nunca foram consideradas pelos filósofos, nem pela filosofia universitária, como um objeto *específico* da filosofia: por um lado a realidade da educação é indissociável dos campos da política e do direito, por outro lado as práticas educativas são estudadas a partir de vários campos como história, antropologia, sociologia, psicologia, pedagogia e hoje “a” didática, em no sentido de que o que se chama *didática* consiste no fenômeno antropológico (as práticas) de difusão de conhecimentos, ou seja, da cultura. Dito isso, muitos filósofos, desde Platão, se expressaram sobre os problemas da transmissão do conhecimento – e, além disso, filosofar sempre significou *ensinar*, mesmo que o status de professor de filosofia só tenha surgido tardiamente no mundo.

Nesse sentido diz o autor, a filosofia nos possibilita questionar o sentido que damos ou que queremos dar à educação. Tais questionamentos estão no bojo das reflexões sobre o que significa e quais os papéis do professor e do aluno? Quais relações esses devem estabelecer entre si e com os saberes da cultura escolar e extraescolar? Como as relações dialéticas sociedade-escola regulam as ações entre os agentes do ambiente escolar?

As reflexões sobre tais problemas levam os pesquisadores das áreas da educação, e, particularmente da Didática da Matemática, a construir boas ideias, “ou mais precisamente fabricarem conceitos, esforçando-se para produzir uma compreensão suficientemente clara de uma ideia” (Go, 2021, p. 89 apud Deleuze & Guattari, 1991, p. 10, tradução nossa). Assim, inferimos que a Educação Matemática busca responder aos questionamentos levantados anteriormente, à luz da fabricação de conceitos imersos em concepções teóricas como Etnomatemática, Modelagem Matemática, Didática da Matemática, dentre outras. Ressaltamos que a Teoria Antropológica do Didático (TAD) traz uma gama de conceitos, alguns já estabelecidos na Didática da Matemática, para despertar reflexões e trazer soluções às questões anunciadas em Go (2021).

Para Go (2021), educar envolve os atores comprometidos na educação e particularmente o educador em assumir um discurso sobre o mundo que de certa maneira guia suas formas de ação educativa.

O autor assevera que o autoconhecimento é o primeiro passo a ser dado para uma reflexão filosófica, levando em consideração a dificuldade desse ato, uma vez que muito do que pensamos advém de uma forma institucional de pensar. Isso nos remete ao movimento de pesquisas da Teoria Antropológica do Didático (TAD) ao descreverem as questões a pesquisar no ensino a partir de problemas docentes pessoais, que ao serem aprofundados ganham a dimensão de um problema da profissão docente, e numa ampliação de dimensões perpassam pelo estudo epistemológico que revela a maneira majoritária de fazer e pensar sobre certos objetos que vivem na escola, a partir disso, se pode pensar em novos modelos.

Go (2021, p. 94-95, tradução nossa) situa suas reflexões em duas perspectivas complementares, uma refere-se que a “ação de um professor pressupõe um acordo prévio com seu público em uma linguagem que remete a usos incorporados por todos: o professor e os alunos são previamente instituídos em usos coletivos construídos”, para ele trata-se de uma tese didática, ética e política. A outra perspectiva indica que “a escola é essa instituição necessária que faz a mediação entre o mundo e a dimensão social da vida dos recém-chegados”. Tais reflexões levam o autor a inferir sobre a necessidade de colocar em jogo a igualdade intelectual na ação do professor, buscando tornar os alunos cada vez mais capazes de pensar por si mesmos e se entenderem como legítimos participantes do discurso difundido no ambiente escolar.

Kambouchner (2013) corrobora com Go (2021) ao ponderar sobre a necessidade de uma intervenção filosófica para apreender as evoluções, e diríamos também involuções do nosso sistema educativo. Dessa forma, segundo o primeiro autor, podemos interpretar as condições que esta evolução/involução provoca. Sobretudo, trata-se de uma perspectiva que

pode orientar as práticas educativas dos ensinantes, ou pelo menos revelar a esses os porquês de certas práticas se perpetuarem nas escolas, e, assim na perspectiva de Chevallard (2005), buscar modificá-las no sentido de melhorar as relações estabelecidas por professores e alunos com objetos de saber da cultura e relacioná-los a objetos de saber escolar, revelando a razão de ser dos objetos estudados.

A educação de acordo com Kambouchner (2013) e Go (2021) é uma das questões primordiais da filosofia desde os gregos. De acordo com o primeiro autor, nessa perspectiva podemos nos ater em três níveis para reflexão: “O nível dos problemas de aprendizagem, o nível da história e do futuro da cultura intelectual e o nível da consistência do saber a ser ensinado” (Kambouchner, 2013, p. 35-38, tradução nossa). Tal imbricação perpassa pela compreensão do que sejam esses objetos (da cultura escolar), que devem ser legitimamente aprendidos porque carregam ou vetoram o que seja a substância educativa do ensino? Para além disso, é preciso saber como vivem esses objetos nos ambientes escolares e como podem viver após reconstruções que revelem a razão de ser desses objetos⁴ no âmbito escolar (Chevallard, 2005). Para Kambouchner (2013, p. 99), só podem ser “objetos no sentido forte”, objetos instituídos e significados em uma transcendência⁵.

Kambouchner (2013) delimita três lugares que lhe parecem mais imediatamente acessíveis a um tratamento filosófico: o de aprender com o questionamento de construtivistas evidentes; a da cultura intelectual cuja “dimensão substancial desapareceu das representações coletivas e dos textos oficiais” (p.37); o da perda de visibilidade dos padrões educacionais - como, por exemplo, a perda de autoridade dos professores, à incapacidade dos alunos de compreender às questões do trabalho escolar - como de certa forma se pode evidenciar na obra

⁴ O objeto é uma entidade (material ou não) qualquer que existe ao menos para um indivíduo em um determinado momento. De forma genérica qualquer coisa pode ser um objeto, a noção de logaritmo, uma equação, um ente geométrico, assim como um livro ou qualquer construção humana. (Chevallard, Bosch & Gascón, 2001).

⁵ A transcendência, nesse sentido, é uma dimensão da cultura que promove um ideal – de verdade, de beleza, de justiça ou em geral de pensamento ou ação. Pode ser o conhecimento objetivo, subjetivo, intra ou extra escolar.

Estudar Matemática: o elo perdido entre o ensino e a aprendizagem (Chevallard, Bosch & Gascon, 2001).

Kambouchner (2013) destaca cinco características da cultura escolar: 1) congrega um conjunto de objetos de saber dotados de certa permanência ou insistência; 2) um conjunto dotado de uma unidade; 3) normatividade explícita; 4) autonomia reconhecida; 5) cuja transmissão seja efetiva na medida do possível.

No entanto, a crítica recorrente aos programas curriculares em todos os níveis de escolaridade, sejam locais, regionais, nacionais ou internacionais, direcionados à fragmentação disciplinar e ao surgimento de uma “cultura” midiática que compete com a escola, têm colocado em risco a cultura escolar assim definida. O que nos leva a necessidade de uma reinvenção dessas características, como podemos constatar na TAD ao se discorrer sobre as praxeologias pontuais e desarticuladas presentes na escola (Bosch & Gascón, 2009) e a despeito das *médias e milieux* (Chevallard, 2007, 2009).

O autor infere da necessidade de um ensino imerso no mundo de objetos culturais que abriria, entre os alunos, "horizontes de expectativa" (p. 96). Tal perspectiva seria a essência para uma educação fundamentada na transcendência, como descrita anteriormente. Lemos, no âmbito da Didática da Matemática, como uma dinâmica de imbricações entre objetos intra e extraescolares instituídos como um universo intelectual a ser apropriado. Assim, segundo Kambouchner (2013), os objetivos educacionais se resumiriam a fazer com que os alunos se apropriem desses objetos em si mesmos e os transformem em objetos para si. Em consequência, os indivíduos estariam aptos a mobilizar uma grande quantidade de conhecimento em prol de um bem comum.

Nesse sentido, para transcender as práticas corriqueiras de sala de aula, as reflexões devem levar à formulação de princípios normativos que permitam distinguir o que merece ser ensinado. Um olhar para os níveis de codeterminação didática, assim como a compreensão do

movimento dos objetos de saber na *noosfera* são ações importantes para o entendimento de condições e restrições dos fazeres escolares (Chevallard, 2005), para assim avançarmos nas criações didáticas inovadoras. Desse modo, podemos lançar mão de dispositivos que favoreçam os gestos necessários para que professor e aluno possam adentrar numa ambiência de estudos, a partir de questionamentos que levem a ações investigativas em sala de aula (Chevallard, 2009).

Essa dinâmica parte do princípio de que a promessa que a escola deve fazer aos alunos desde os anos iniciais de escolarização não pode ser nem utilitária nem socializante, mas do tipo “você vai descobrir todo tipo de coisas excitantes” cujo interesse é indiscutível (Kambouchner, 2013, p.178).

Para Go (2021), os professores em início de carreira guiam suas ações com a linguagem adquirida ao longo de seu percurso acadêmico e sua percepção de mundo são de normas incorporadas no decorrer dessa formação. Caso se acomode com essa forma de perceber o mundo, corre o risco de torná-lo ainda mais opaco a si mesmo e consequentemente inquestionável. A mudança necessária para uma educação crítica perpassa pelo professor refletir sobre como “reivindicar o uso da própria voz no exercício de sua profissão e autorizar os alunos a pensar junto com ele? Como ele pode tanto assumir-se responsável por representar o mundo e expressar sua possível discordância com certas formas de apresentar esse mundo?”... “como pode um professor julgar o mundo pelo qual é responsável perante os alunos? A autotransformação desse professor pode ser conduzida por alguém que não seja ele mesmo?” (Go, 2021, p. 96-97).

Formar um professor envolve pedir-lhe que considere uma transformação prática de si mesmo, que ele deve iniciar para poder manter uma discussão com o mundo pela qual deve ser capaz de assumir a responsabilidade.

Go (2021) ressalta que exercer a função em uma instituição não implica que se deva ter que aceitar todas as suas imposições, ou seja, o docente deve então assumir uma resistência ao conformismo. E conclui refletindo “Como a didática – ou a epistemologia didática, na perspectiva chevallariana ... – pode converter tal questionamento filosófico?”. (Go, 2021, p. 99).

Kambouchner (2013) credita a Durkheim o ideal de funcionamento da escola a partir de um projeto pedagógico herbartiano centrado na apresentação de objetos culturais aos alunos. O sistema herbatiano, não necessariamente o idealizado por Durkheim, é projetado por Chevallard (2005, 2007, 2009) para conformar as relações estabelecidas entre professor, aluno e saber em sala de aula e como levar a cabo um projeto de questionamento de mundo no lugar da trivial visita às obras como descrita por esse pesquisador.

A fim de aprofundarmos nossas reflexões, enfocaremos mais precisamente acerca da pesquisa no campo da Educação Matemática com direcionamento para refletir sobre o campo da Didática da Matemática, afunilando para formação de professores, e por fim como apresentaremos o dispositivo didático metodológico Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP) inserido na TAD. Temos a intenção de situar que a Educação Matemática e particularmente a Didática da Matemática se consolidam pela pesquisa e pela produção científica nos fenômenos de ensinar e aprender Matemática, bem como pela produção de teorias e metodologias que contribuem para suas fortificações e consolidações como área de conhecimentos, conforme evidenciamos anteriormente em Go (2021).

Diante disso, se faz necessário estar ciente que a produção de conhecimento científico, desses campos, inclui compreender, explicar e interpretar o mundo; em outras palavras, indica depreender saberes populares, crenças, artes, literatura, psicologia, ideologias, lógicas etc. Vale ressaltar que as investigações realizadas no âmbito da Educação Matemática têm-se mostrado,

em sua maioria, mediadas por procedimentos da pesquisa qualitativa (Bicudo, 2012), igualmente se evidencia na Didática da Matemática (Pais, 2011).

Desse modo, a pesquisa em Educação Matemática tem um papel fundamental no desenvolvimento da Educação da Didática e da Matemática, uma vez que permite a compreensão da matemática, bem como a maneira como ela é construída, e o entendimento de seus significados no cotidiano. Com isso, as pesquisas contribuem tanto com a Educação quanto com o desenvolvimento da Matemática, no que tange à compreensão desse componente curricular e no auxílio da ação político-pedagógico da Educação.

Assim sendo, objetivamos neste artigo refletir sobre as premissas da pesquisa em Educação Matemática e Didática da Matemática, bem como suas perspectivas; é nesse contexto que teceremos as ponderações que se seguem.

Concepções e perspectiva da pesquisa em Educação Matemática

A pesquisa é uma das maneiras de compreender, explicar e interpretar o mundo a nossa volta. Desse modo, os saberes populares, as crenças, as religiões, a arte e a astrologia são algumas das outras formas que coexistem com a pesquisa na mesma seara do dia a dia. Tais encaminhamentos nos remetem às reflexões de Kambouchner (2013).

Assim, a pesquisa em Educação Matemática, por se tratar de uma atividade voltada para a produção científica, utiliza métodos próprios, dirigidos por critérios de racionalidade e rigor, diferentes dessas outras maneiras de construir conhecimento (Galvão, 2019).

Considerando o recorte temporal dos séculos XIX e XX, a ciência se tornou a maneira mais legítima de produzir o conhecimento científico, porque se trata daquele mais intimamente ligado às ideias de verdade e de autoridade, pois trata com racionalidade e rigor esse tipo de produção, mas devemos ter em mente que essa representação da atividade científica nem sempre é neutra ou imparcial, uma vez que aparece sempre inscrita em relações sociais de poder (Galvão, 2019). Acerca do rigor do método científico, Galvão assevera que

A investigação racional e empírica (ou seja, baseada na observação sistemática da realidade), sobre fenômenos da natureza, moveu pensadores no mundo ocidental desde, pelo menos, o século XVII, mas foi a partir do século XIX que métodos mais sistemáticos e rigorosos começaram a ser utilizados para explicá-los. A investigação científica sobre o mundo social e humano, por sua vez, desenvolveu-se principalmente a partir do final do século XIX, quando pensadores europeus buscaram adequar os métodos já utilizados pelas ciências naturais para as emergentes ciências humanas e sociais (Galvão, 2019, p. 2).

A Educação Matemática, segundo Bicudo (2013), se mostra como uma área complexa de atuação, pois traz, em sua constituição e estrutura, a Matemática e a Educação com todas as suas singularidades; nesse sentido, essas singularidades se fazem presentes nas atividades práticas dirigidas por regras dessas ciências como atividades de ensino e/ou de aplicação do conhecimento, bem como naquelas que concebem o próprio processo de produção de conhecimento, a pesquisa na Educação Matemática.

É importante ressaltar as questões ontológicas, epistemológicas e axiológicas que, ao longo da história, habitam os entes da Matemática e da Educação e, conseqüentemente, da Educação Matemática.

Bicudo (2013) reforça que, na perspectiva do mundo ocidental, os aspectos ontológicos da Matemática, os que se referem as concepções da realidade dos objetos matemáticos e os aspectos epistemológicos, aqueles que dizem sobre modos de conhecer relativo a essas concepções, precisam de estudos no ramo da Filosofia (o logicismo, o intuicionismo e o formalismo) e da História da Matemática, com a finalidade de compreensão das diferentes concepções que tratam desses temas.

Nesses termos, o logicismo, o intuicionismo e o formalismo, que integram as três grandes escolas da Filosofia da Matemática do século XX, esforçaram-se, diligentemente, por diversas frentes em achar uma base sólida para essa ciência. Com essa finalidade, o logicismo se empenha em reduzir a Matemática à lógica; o intuicionismo, por sua vez, desaprova argumentos implicando na desqualificação de evidências; e o formalismo descarrega os

conceitos matemáticos dos seus significados e afronta as construções matemáticas como um simples jogo simbólico (Silva, 1999). Portanto,

As diferentes concepções sobre a natureza dos objetos do conhecimento, além de mobilizar os processos de ensino e de aprendizagem, de modo geral, também movimentam diversas pesquisas sobre teorias de aprendizagem. Diferentes teorias apresentam posicionamentos distintos sobre seus objetos do conhecimento dependendo do seu ponto de vista filosófico. Há pesquisadores, ancorados na filosofia platônica, defensores da ideia de que os objetos matemáticos possuem existência própria, independente dos seres humanos. Assim, o conhecimento matemático consiste em descobrir relações pré-existentes entre esses objetos (Gomes & Morey, 2016, p. 222).

Quando focamos a Matemática como produção de teoria e relativas possibilidades de aplicação, deparamo-nos com singularidades como: o ensino dessa produção, a reflexão sobre o que foi produzido e o relativo processo de produção, contudo, ao mesmo tempo, as concepções ontológicas e epistemológicas da Matemática se diversificam e coexistem ao longo da história dessa ciência.

Conceitos com significados diferentes são nomeados igualmente, noções que são bases de uma visão de Matemática aparecem recortadas e inseridas em noções distintas e, ainda, são encontradas explicações para soluções em paradoxos àquela em que as pesquisas encontram seu sustento. É nesse bojo, que as práticas pedagógicas e as investigativas carecem de sustentação (Bicudo, 2013).

Para resumir as ideias anteriores, no que concerne ao ontológico, a realidade dos objetos matemáticos, levando em consideração as compreensões do pensamento Platônico dos objetos matemáticos, torna-se exposta por sua concepção de ideia (do pronto e acabado) e entendida como essência e forma, cuja existência se dá de modo diferente daquela percebida pelos sentidos no mundo da experimentação.

Bicudo (2013) enfatiza que devemos compreender que é preciso embrenhar a estrutura lógica da ciência e a compreensão do significado da abstração contínua que carrega a trajetória da multiplicidade à unidade, para assim compreender a produção do conhecimento

matemático. Uma maneira de dar luz significativa a essa questão é dar ênfase à compreensão dos conceitos e da construção da estrutura teórica da matemática.

Ainda, segundo essa perspectiva, o fato de compreender os conceitos revela um caminho que vai da multiplicidade dos aspectos concebidos na empiria, para a unidade evidente na multiplicidade. Em outras palavras, como uma compreensão que ultrapassa os dados empíricos e reúne características do visível em uma articulação concisa e racional; a trajetória que por meio desses obstáculos se atém, de fato é aquela que persegue o domínio da dialética, o que se compreende de fato como procedimento científico. Nesta perspectiva, Bicudo (2013, p. 6) afirma que

Para os empiristas clássicos a verdade matemática é fundamentada na evidência empírica, aproximando-se ou não se diferenciado da busca da verdade tal como é entendida no domínio das ciências naturais. A evidência empírica pode ser entendida como intuição sensível, natural, ou seja, não crítica, isto é, como uma crítica transcendental pela qual um processo de atenção focada toma o intuído sensivelmente e reflete sobre a que se refere, ou seja, ao que diz.

Diante disso, para melhor compreensão desses construtos empíricos na Matemática, deve-se levar em consideração as experiências realizadas por pessoas, bem como a aplicação e os resultados bem-sucedidos das fórmulas e o caráter de uso prático do conhecimento matemático; portanto, na pesquisa em Educação Matemática vale frisar que as concepções assumidas pelo pesquisador (educador matemático), são concebidas e realizadas de maneiras singulares, assim,

É importante mencionar que conforme a concepção de ciência assumida pelo pesquisador e conforme a área pesquisada, esses aspectos são denominados, concebidos e materializados de modos específicos. Por exemplo, na concepção empírica e positivista de ciência fala-se em *problema*, busca-se *solução*, seguem-se métodos bem definidos que normatizam o rigor e os passos a serem dados. Fala-se também em *pergunta*, buscando-se respostas explicativas que, por sua vez, permitem predições. Essas respostas são buscadas segundo procedimentos bem delineados que garantem o rigor nos documentos analisados, nas experiências realizadas, e, portanto, nos passos dados para se chegar às respostas (Bicudo, 1993, p. 18).

Nessa mesma linha de pensamento, Kilpatrick (1996) reforça que a Educação Matemática vem cada vez mais adotando os métodos utilizados nas ciências sociais, deixando, dessa forma de copiar em parte as ciências naturais; o teórico afirma ainda que as pesquisas em Educação Matemática até a década de 70, buscaram especificar o comportamento dos alunos e dos professores visando a analisá-los por meio dos seus elementos. Trata-se, portanto, de um comportamento utilizado pelos pesquisadores decorrente da influência de físicos e químicos, uma vez que tentaram seguir suas próprias compreensões, como aproximações positivistas.

Nessa perspectiva, o universo do ensino e aprendizagem da Matemática era percebido como um conjunto de variáveis interligadas, cuja finalidade da pesquisa era de explicar aquelas variáveis, de revelar as correlações dessa série de variáveis aleatórias e de se empenhar em manipular algumas variáveis a fim de abarcar mudanças em outras variáveis (Kilpatrick, 1996).

No entanto, embora alguns pesquisadores da Educação Matemática ainda manifestem essa inclinação à generalidade (Kilpatrick, 1996), há outros pesquisadores em educação que fazem uso temporário de arcabouços e técnicas teóricas, doravante as ciências sociais. Dessa forma, podemos dizer que abordagens de perspectivas como fenomenológicas, interpretativas, construtivista social ou etnográfica têm-se tornado grandemente populares entre pesquisadores em Educação Matemática e repercutido no currículo e nas ações dos professores em sala de aula.

Formação de professores e a pesquisa em educação Matemática

A Educação Matemática tem, no seu crescimento e na sua história, as bases instituídas pelos resultados das pesquisas, bem como pelos debates que essas pesquisas evocam. Por exemplo, podemos citar os meios de divulgação de pesquisas como: artigos em periódicos, anais de eventos por todo o Brasil e no exterior, obras, simpósios, seminários (locais, regionais, nacionais e internacionais), mesas redondas entre outros. As produções acadêmicas fortalecem o desenvolvimento da Educação Matemática. Contudo, os temas que surgem em todo esse

contexto, e que são inerentes a pesquisa nesse campo, dão aos seus pesquisadores as variáveis notáveis para detectar as necessidades e buscar soluções, cujos valores, a longo prazo, dão o crescimento e prestígio para o campo da Educação Matemática.

Reconhecemos que o tema “formação docente”, é sem dúvida, um componente essencial no campo da Educação Matemática e que, para além dos artigos e das comunicações, tem singular importância a divulgação das pesquisas que possam atingir os mais diversos públicos, a fim de proporcionar debates mais intensos, bem como fomentar políticas públicas que valorizem a figura do professor e, em especial, a sua formação para que assim as soluções com relação ao tema possam deixar uma marca de sucesso para as futuras gerações. A respeito da formação permanente do professor, Santos (2017, p.34) corrobora que:

Nas décadas de 1980 e 1990, iniciou-se, no Brasil, um movimento de educadores em prol de um ensino da matemática contextualizado, lúdico e pautado na resolução de situações-problema. Esse movimento questionava os princípios da matemática moderna e as propostas de formação de professores, vislumbrando a construção de novos caminhos para ensinar e aprender matemática por meio de investigações no chão da escola e por meio da formação permanente de professores (Santos, 2017).

Como vimos, as pesquisas a respeito da formação docente no Brasil passaram a ser foco da produção científica a partir da década de 80; diversos pesquisadores no Brasil e em outros países, como Nóvoa (1999), Bicudo (2013) e Pineau (2004), realizaram e realizam pesquisas com essa temática e seus resultados revelam a emergência da continuidade de investimento na formação do professor (tanto a inicial quanto a continuada), sempre focando na melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem e nas metodologias da atividade do professor em sala de aula.

Como exemplo, podemos citar a fundação da sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) em 1988, que surge da necessidade de repensar o papel do professor junto aos alunos, uma vez vista como produtora de conhecimento matemático. Isso foi assinalado pelo movimento de Educação Matemática durante o Segundo Encontro Nacional de Educação

Matemática em Maringá – Paraná, cujo foco foi a consolidação de Educação Matemática como área do conhecimento (Sandes & Moreira, 2018).

Ainda segundo os autores, nesse mesmo período, ocorreu grande interesse de pesquisadores na realização de estudos mais completos, no que tange as várias dimensões do ensino e da aprendizagem da Matemática, dando notoriedade ao campo de investigação da Educação Matemática.

Assim sendo, a criação da SBEM se constitui um evento ímpar para a Educação Matemática no Brasil, uma vez que foi o momento em que a relação entre ensino de Matemática e transformação social foi amplamente focada, pela primeira vez, e em que a formação docente, conseqüentemente, estabelece-se como uma das temáticas mais divulgadas no âmbito da educação.

Nesse sentido, o ensino de matemática incorporava o alerta das teorias Crítico-Reprodutivistas de que a melhoria do ensino da Matemática extrapola o ambiente da sala de aula, de forma que estabelece uma íntima relação com a formação inicial e continuada do professor, logo, é essencial a produção de conhecimentos científicos, no que tange à formação do professor de Matemática, pois além de sua importância na dimensão social, temos o desvendar das implicações das nuances de ensinar e aprender Matemática na sociedade atual.

Portanto, muitos pesquisadores em Educação Matemática têm investigado a formação dos professores que ensinam Matemática na educação básica brasileira, ainda que compreendamos que, mesmo que sozinha, a formação de professores não delinea todas as dificuldades referentes ao ensino e aprendizagem da Matemática. Apesar disso, reconhecemos a pesquisa como figura chave para a melhoria da qualidade da Educação, visto que muitas pesquisas na área revelam restrições e obstáculos para um ensino que proporcione aprendizagens significativas e que podem nos dar uma visão mais clara para novos espaços de investigação no campo da educação matemática. Na consolidação de contribuições pertinentes

e consistentes, tanto na formação de professores quanto nas pesquisas referentes ao ensino e aprendizagem da matemática, destacamos a escola francesa que tem *fabricado conceitos* apropriados ao bom andamento das práticas escolares, como destaca Go (2021), baseado em Deleuze & Guattari (1991).

A Influência da didática francesa na pesquisa em educação matemática

A origem da influência da didática francesa nas pesquisas em Educação Matemática está relacionada à forte tradição de engajamento dos matemáticos franceses em questões educacionais. Em plena Revolução Francesa (1789), Condorcet⁶ presidiu o Comitê de Instrução Pública e outros matemáticos notórios como Lagrange, Laplace, Monge e Legendre, empenharam-se no propósito de responder à demanda feita aos matemáticos para se interessarem pela educação matemática dos jovens naquele período.

Na reforma de Paris em 1902, no início do século XX, matemáticos exerciam protagonismo no plano de educação da época. Darboux⁷ presidiu a comissão de revisão do currículo francês e contou com diversos matemáticos que apoiaram ativamente o movimento de reforma, produzindo livros, testando coleções e livros didáticos.

Em 1966, Lichnerowicz⁸ liderou a comissão encarregada da grande renovação do ensino das Matemáticas voltada para a elaboração de novos programas de matemáticas “modernas” para o ensino secundário e matemáticos renomados como Choquet⁹ (1964) e Dieudonné¹⁰ (1964) escreveram importantes obras bastantes difundidas na época.

⁶ Marie Jean Antoine Nicolas de Caritat, Marquês de Condorcet (Ribemont, Aisne, 17 de setembro de 1743 - Bourg-la-Reine, 28 de março de 1794), normalmente referido como Nicolas de Condorcet, foi um filósofo e matemático francês. Matemático.

⁷ Jean-Gaston Darboux (Nîmes, 14 de agosto de 1842 — Paris, 23 de fevereiro de 1917) foi um matemático francês. Foi eleito membro da Royal Society em 1902.

⁸ André Lichnerowicz (Bourbon-l'Archambault, 21 de janeiro de 1915 — 11 de dezembro de 1998) foi um geômetra diferencial e físico matemático francês de ascendência polonesa.

⁹ Gustave Choquet (francês; Solesmes, 1 de março de 1915 – Lyon, 14 de novembro de 2006) foi um matemático francês. Foi palestrante do Congresso Internacional de Matemáticos em Estocolmo (1962).

¹⁰ Jean Alexandre Eugène Dieudonné foi um matemático francês. Conhecido por suas pesquisas sobre álgebra abstrata e análise funcional, pelo envolvimento ativo no Grupo Bourbaki e no projeto *Éléments de géométrie algébrique* de Alexander Grothendieck

Atualmente, os matemáticos atuam em questões educacionais participando ativamente em associações como Animath¹¹ ou do site Images des Mathématiques¹² do Centro Nacional de Pesquisa Científica voltado para atividades de popularização da matemática.

Além dessas associações, os Institutos de Pesquisa em Ensino de Matemática (IREM) se constituem outro fator influente (Trouche, 2016) cujas estruturas universitárias acolhem matemáticos universitários, professores, formadores de professores, didáticos e historiadores de matemática que trabalham colaborativamente em meio período em grupos temáticos, desenvolvendo pesquisa-ação, sessões de formação de professores com base em suas atividades e produção material de ensino e formação de professores. Essa estrutura influenciou fortemente o desenvolvimento da pesquisa didática francesa e cultivou relações institucionais e científicas entre didáticos e matemáticos (a maioria dos diretores dos IREM eram, e ainda hoje são, matemáticos universitários).

Desse modo, o papel da Matemática e a participação ativa de matemáticos em questões educacionais do país compõem uma característica marcante da tradição francesa na Educação Matemática e firmou um contexto favorável para a concepção e desenvolvimento de teorias que foram se consolidando à medida que diversas pesquisas acadêmicas eram desenvolvidas na França e em outros países da Europa.

Dentre as teorias que efetivamente construíram uma gama de *boas ideias*, ou mais especificamente de *conceitos* (Deleuze & Guattari, 1991), no campo da Didática e que atualmente exercem grande influência nos modelos educacionais adotados em diversos países do mundo, destacamos as teorias desenvolvidas por Guy Brousseau (1986), Gérard Vergnaud (1933) e Yves Chevallard (1991) apontadas como três pilares teóricos da Didática Francesa e que discutiremos a seguir.

¹¹ <https://animath.fr/>

¹² <http://images.math.cnrs.fr/>

Os três pilares teóricos da didática francesa

Com o propósito de se construir um legítimo campo de pesquisa para além das aplicações em outras áreas de conhecimentos como a psicologia por exemplo, a Didática da Matemática precisou definir dimensões, teorias e metodologias específicas necessárias para fundamentar estudos na área; nesse contexto, foram priorizadas a compreensão da complexa interação entre aprendizagem e ensino de Matemática em sistemas didáticos.

Nesse sentido, podemos considerar que a proeminente didática francesa possui três pilares teóricos principais: a Teoria das Situações Didáticas (TSD), a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) e a Teoria Antropológica do Didático (TAD).

Na busca de caracterizar um processo de aprendizagem por um conjunto de situações, naturais ou didáticas, reproduzíveis, que conduzam frequentemente a desequilíbrios e reequilíbrios cognitivos relacionados a um determinado conjunto de conhecimentos, Brousseau (1996) elabora a *Teoria das Situações Didáticas* (Brousseau, 1996).

É importante frisar que:

O objeto central de estudo nessa teoria não é o sujeito cognitivo, mas a situação didática na qual são identificadas as interações estabelecidas entre Professor, aluno e saber. Brousseau (1986) procura teorizar os fenômenos ligados a estas interações, visando a especificidade do conhecimento ensinado. Para isso, considera como fundamental a estrutura formada pelas interações do **Triângulo Didático: Professor, alunos, mediadas pelo saber** nas situações do ensino (Almouloud, 2007, p.32).

Segundo Brousseau (1996), o aluno aprende adaptando-se a um *milieu* no qual se defronta com contradições, dificuldades e desequilíbrio. Esse saber, fruto da adaptação do aluno, manifesta-se através de respostas novas que são prova da aprendizagem. O saber constituído de acordo com esse autor, apresenta-se sob diversas formas, por exemplo, sob a forma de questões e respostas.

Para Brousseau, o trabalho intelectual do aluno deve ser, por momentos, comparável a uma atividade científica, ou seja, o aluno deve agir como um investigador sobre o problema

que o professor lhe propõe que solucione, pois bem sabemos que para se apropriar de conhecimentos, em particular matemáticos, não basta aprender definições e teoremas; mas sim resolver problemas dos quais ele possa “*agir, formular, provar, construir modelos, linguagens, conceitos, teorias, os troque com outros, reconheça aquelas que são mais conformes à cultura, retire desta aquelas que lhe são úteis, etc.*” (Brousseau, 1996).

Cabe ao professor encontrar boas questões para recontextualizar o saber científico, como propõe Brousseau, simulando uma microssociedade científica. Além disso, se quiser que o saber escolar atinja o *status* que nos postula Brousseau, o professor deve proceder de maneira que não forneça a resposta aos discentes, levando-os a aprenderem, adaptando-se ao *milieu*, fator de contradições, de dificuldades, de desequilíbrios.

O professor deve fornecer aos seus alunos meios para que descubram, nessa história particular que os fez viver, aquilo que é o saber cultural e comunicável que se pretendeu ensinar-lhes.

Trata-se evidentemente, de uma simulação, que não é a verdadeira atividade científica, da mesma maneira que o saber apresentado de forma axiomática não é o verdadeiro saber.

A concepção moderna do ensino solicita, pois, ao professor, que provoque no aluno as adaptações desejadas através de uma escolha judiciosa dos problemas que lhes propõe. Esses problemas, escolhidos de forma a que o aluno possa aceitá-los, devem levá-lo a agir, a falar, a refletir, a evoluir por si próprio. Entre o momento em que o aluno aceita o problema como seu e o momento que produz a sua resposta, o professor recusa-se a intervir como proponente dos conhecimentos que pretende fazer surgir. O aluno sabe perfeitamente que o problema foi escolhido para o levar a adquirir um conhecimento novo, mas tem que saber que esse conhecimento é inteiramente justificado pela lógica interna da situação e que pode construí-la sem fazer apelo a razões didáticas. Não somente pode como deve fazê-lo, porque só terá verdadeiramente adquirido esse conhecimento quando for capaz de aplicá-lo por si próprio a

situações com que depara fora do contexto do ensino, e na ausência de qualquer indicação intencional (Brousseau, 1996, p. 49-50). Pode-se notar que a escolha do problema matemático a ser proposto aos alunos deve ser intencional, planejada para um fim, permitindo ao aluno a aquisição de novos conhecimentos matemáticos.

Por sua vez, a Teoria das Situações Didáticas (TSD) foi desenvolvida por Guy Brousseau e se baseia no princípio de que cada *connaissance* (conhecimento) ou "savoir" (saber) pode ser determinado por uma situação fundamental; nesses termos, o autor concebe que o objeto central da pesquisa didática deve ser a situação e não o aluno. Tais situações didáticas seriam concebidas como um sistema de interações entre três polos: alunos, professor e conhecimento matemático.

Segundo Franchi (2010), enquanto Piaget ocupa-se do estudo do funcionamento cognitivo (ser como essência), concentrando seus estudos nas operações lógicas gerais ou de estruturas gerais de pensamento, Vergnaud dá ênfase ao estudo do funcionamento cognitivo do sujeito-em-situação, tomando como referência o próprio conteúdo do conhecimento e a análise conceitual do domínio desse conhecimento (estruturas matemáticas).

Dessa forma, a teoria foi desenvolvida com a convicção de que o novo campo didático deve ser apoiado por metodologias que favoreçam a utilização de situações capazes de fazer o conhecimento matemático emergir das interações dos alunos no contexto social das salas de aula.

Os conceitos centrais da TSD estão relacionados à compreensão de situações didáticas e adidáticas, ao conceito de *milieu*, de contrato didático e de devolução, institucionalização. Além disso, é primordial ressaltar a distinção fundamental entre "connaissance" e "savoir" e as três dialéticas de ação, formulação e validação que vão modelar as diferentes funcionalidades do conhecimento matemático.

Em relação aos aspectos metodológicos foi privilegiada na TSD a então recém-criada engenharia didática que apresentava um design original estruturada em quatro fases principais: análises preliminares; concepção e projeto e análise a priori; experimentação; análise a posteriori e validação. Nessa metodologia, a validação é interna, ou seja, é baseada na comparação entre as análises a priori e a posteriori e não entre grupos experimentais e grupos de controle.

Desde a década de 1980, a TSD tem evoluído com a intensificação de pesquisas em Educação Matemática e conta com a contribuição de muitos pesquisadores que desempenham um papel essencial nessa evolução.

Quanto a isso, a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) foi desenvolvida por Gérard Vergnaud (1981) a partir de sua tese doutoral “A Resposta Instrumental como Resolução de Problemas” orientada por Jean Piaget, em que se atribuía maior relevância no conteúdo a ser aprendido ou ensinado do que na lógica da aprendizagem distanciando-se nesse aspecto das ideias de seu orientador.

O conceito de situação didática presente na TCC tem um significado diferente da concepção de Brousseau (1986), admitida na Teoria das Situações Didáticas, pois concebe o processo de aprendizagem no decorrer do confronto de um determinado conteúdo com um conjunto maior e mais diferenciado de situações, sem direcionar atenção ao aspecto epistemológico de um conceito para organizar a aprendizagem. Desse modo, a TCC é vista como “um espaço de problemas ou situações cujo processamento envolve conceitos e procedimentos de vários tipos em estreita conexão” (Vergnaud, 1981, p. 217, *tradução nossa*).

Aspectos substanciais da TCC estão relacionados com as investigações de estruturas aditivas e multiplicativas e a noção de conceitualização que acontece por meio do desenvolvimento de esquemas que, por sua vez, podem ser concebidos como meio de organizações invariantes de atividades para uma classe de situações; tais invariantes

operacionais são tratados como conceitos¹³ ou teoremas em ato¹⁴ e representam os componentes epistêmicos desses esquemas.

Dessa maneira, esses invariantes são essenciais para nortear os procedimentos matemáticos utilizados para se construir um determinado conceito e suas conexões com outros conceitos. É importante ressaltar que a abrangência da TCC excedeu o campo da Didática da Matemática para atender a indagações de outros campos científicos geralmente relacionados à psicologia cognitiva.

A Teoria Antropológica do Didático (TAD) foi desenvolvida por Yves Chevallard (1991) e nasceu a partir da Teoria da Transposição Didática (TTD) que surgiu na década de 1980, sendo caracterizada por abordar a complexidade dos processos e transformações que se sucedem entre a decisão de que um conhecimento deve ser ensinado, até o momento em que parte desse conhecimento é de fato aprendido na sala de aula. Vale ressaltar que a Transposição se refere às adaptações que o saber escolhido para ser ensinado sofre para ser inserido em sala de aula. Falamos assim, do saber sábio, instituído com esse rótulo, e que não necessariamente seja o saber acadêmico, como destaca Chevallard (2005) ao assegurar que todo saber acadêmico é sábio, mas nem todo saber sábio é acadêmico.

As pesquisas desenvolvidas nesse sentido suscitaram o surgimento de novos questionamentos relacionados às condições e restrições identificadas no decurso do processo de transposição de modo que nesse contexto surge a Teoria Antropológica do Didático como extensão da Teoria da Transposição Didática (TTD) sugerindo, entretanto, uma perspectiva mais ampla e mais aprofundada dos aspectos inerentes ao processo de transposição didática.

¹³ Um conceito é caracterizado por uma terna (S, I, s) na qual:

- **S** é o conjunto de situações que dão um sentido ao conceito. Cada elemento de S é uma concretização do conceito, um dos representantes.

- **I** é o conjunto dos invariantes operatórios do conceito, o conjunto de propriedades que são comuns aos elementos de S e que permitem que os coloquemos na mesma categoria conceitual.

- **s** é um conjunto de termos, de denominações ou de símbolos que designam o conceito. (Vergnaud, 1990, p.145)

¹⁴-O conceito de "*teorema-em-ato*" designa as propriedades tomadas e utilizadas pelo aprendiz em situação de resolução de problema sem que ele seja capaz de explicá-las ou justificá-las. (Vergnaud, 1990)

Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v.24, n.2, p.558-599, 2022

A TAD fornece um modelo geral para as atividades humanas em geral incluindo assim, a matemática e quaisquer atividades práticas didáticas em termos de praxeologia. Dessa maneira, nas pesquisas embasadas nesse aporte teórico, buscamos identificar e compreender a dinâmica das praxeologias¹⁵ nas instituições, ou seja, analisar como essas praxeologias “vivem” e “morrem”, como são introduzidas, moldadas, modificadas, disseminadas, transpostas e eliminadas em uma instituição designada na teoria como a ecologia¹⁶ de um saber.

Nessa análise, são considerados níveis de condições e restrições institucionais a partir dos níveis de codeterminação didática¹⁷, cujas investigações são essenciais para identificar e analisar que tipo de praxeologias são selecionadas para serem ensinados e quais são realmente ensinados; alunos e professores têm a oportunidade de aprender em diferentes ambientes institucionais para compreender suas limitações e recursos, para assim, pensar situações que favoreçam um crescimento significativo. No decorrer da última década, a TAD foi complementada por uma forma singular de engenharia didática¹⁸, em termos de um dispositivo didático.

¹⁵ Um conjunto de técnicas, de tecnologias e de teorias organizadas para um tipo de tarefa, forma uma *organização “praxeológica”* (ou *praxeologia pontual*). A palavra praxeologia é formada por dois termos gregos, *praxis* e *logos*, que significam, respectivamente, prática e razão. Ela reporta-se ao fato de que uma prática humana, no interior de uma instituição, está sempre acompanhada de um discurso, mais ou menos desenvolvido, de um *logos* que a justifica, a acompanha e que lhe dá razão. (Almouloud, 2007, p.117)

¹⁶ A ecologia das tarefas e técnicas são as condições e necessidades que permitem a produção e utilização destas nas instituições e supõe-se que, para poder existir em uma instituição, uma técnica deve ser compreensível, legível e justificada [...] essa necessidade ecológica implica na existência de um discurso descritivo e justificativo das tarefas e técnicas que chamamos de tecnologia da técnica. O postulado anunciado implica também que toda tecnologia tem necessidade de uma justificativa que chamamos teoria da técnica e que constitui o fundamento último. (Bosch; Chevallard, 1999, p. 85-86, tradução nossa)

¹⁷ De acordo com Chevallard (2002, p.49), as restrições estruturam os diferentes níveis de determinação. Ou seja, cada nível impõe, em algum momento da vida do sistema educacional, um conjunto de restrições e pontos de apoio: a ecologia, consequência desse processo, é determinada tanto porque as restrições proíbem ou empurram para frente e pela exploração que será feita pelos atores dos pontos de apoio que os diferentes níveis oferecem.

¹⁸ A Engenharia Didática é uma forma de trabalho didático, comparável ao trabalho do engenheiro que, para realizar um projeto, se apoia em conhecimentos científicos da área, aceita se submeter a um controle de tipo científico, mas, ao mesmo tempo, é obrigado a trabalhar objetos mais complexos que os objetos depurados da ciência. Como metodologia de pesquisa, caracteriza-se por um esquema experimental baseado na construção, realização, observação e análise de sessões de ensino, e pelos modos de validação que lhe são associados: a comparação entre análise a priori e análise a posteriori.

Na próxima seção, veremos os delineamentos desse PEP proposto por Chevallard (2009b) e utilizado como dispositivo didático metodológico fundamentado na TAD.

O dispositivo didático metodológico PEP

A Teoria Antropológica do Didático apresenta em seu bojo de desenvolvimento na atualidade, para dispor de um dispositivo didático-metodológico ligado à investigação de perguntas, cujas respostas são direcionadas para a modelagem matemática, chamado de Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP).

O Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP) é um dispositivo didático metodológico proposto no contexto da TAD, também pode se desenhar como um dispositivo detentor de questionamentos do mundo¹⁹, no que tange, ao mundo da matemática como usuário de noções da matemática no contexto de sala de aula; apesar de ter sua origem no liceu francês, correspondente ao Ensino Médio no Brasil, pode ser empregado, sem embargo, na formação inicial e continuada de professores, como é possível perceber no número crescentes de pesquisas que utilizam o PEP em investigação em Didática.

Como percurso de estudos e pesquisas, um PEP é um processo investigativo que tem o intuito de obter uma resposta **R** para uma questão **Q₀** proveniente de uma motivação pessoal ou institucional²⁰ estabelecida com uma determinada intencionalidade. Para tanto, é necessário

¹⁹ Chevallard (2015) defende um novo paradigma didático, que ele denomina de questionamento do mundo, que se contrapõe ao paradigma da visita às obras ou monumentos, que se assente numa epistemologia escolar ultrapassada, embora ainda dominante, em que o conhecimento é valioso em si mesmo e nenhuma justificação é necessária. Nesse paradigma, o conhecimento matemático degenera em um conjunto de objetos inanimados (ou "monumentos") sem uma "razão de ser" e os processos de ensino se concentram principalmente na apresentação desses objetos. Ao contrário, no necessário paradigma renovado de questionar o mundo, o conteúdo matemático, como qualquer outro conteúdo disciplinar, não pode ser ensinado como se seu valor e sua razão de ser fossem dados como certos. Esse conhecimento deve ser construído para responder a questões problemáticas reais, colocando assim o estudo de questões problemáticas no centro de qualquer processo de estudo. (Barquero· Bosch· Romo, 2019, p.498)

²⁰ Uma instituição I é um dispositivo social 'total', que certamente pode ter apenas uma extensão muito pequena no espaço social (existem 'micro-instituições'), mas que permite - e impõe - sobre seus sujeitos, ou seja, sobre as pessoas x que vêm ocupar as diferentes posições p oferecidas em I, a implementação de seus próprios modos de fazer e pensar. Assim, a classe é uma instituição (cujas duas posições essenciais são as de professor e aluno), assim como a escola (onde aparecem outras posições: as do conselheiro pedagógico, assistente social, etc.), assim como aquela instituição que engloba classes e escolas e que abunda em posições de todo tipo, o sistema educacional. (Chevallard, s/d)

questionar as organizações praxeológicas identificadas e buscar compreendê-las para assim sugerir prováveis ajustes tomando como base um modelo praxeológico de referência que, por sua vez, deve considerar as complexidades que envolvem as condições institucionais, o meio, a ecologia dos saberes nas instituições e nos alunos orientando novas condições que ratifiquem a razão de ser desses saberes dentro de uma racionalidade epistemológica.

Nesse sentido, Chevallard (2009a) afirma que “a didática é a ciência das condições e restrições da difusão social de praxiologias” e nesse sentido, fundamentados na TAD, podemos estudar um PEP para compreender as condições e restrições do estudo de tal e tal conteúdo matemático.

De forma sintética, abordaremos os princípios do PEP²¹, para tanto, partimos da noção de PEP que nasceu fora da sala de aula de Matemática, com a implantação de Trabalho Pessoal Orientado (TPO)²² em instituições de ensino médio e técnico da França no ano letivo de 2000. É de lá também que se origina uma primeira generalização fundamental, o PEP codisciplinar. Na composição básica do percurso há: uma questão Q_0 e um sistema didático do tipo $S(X; Y; Q_0)$ em que X é um grupo de aprendizes e Y^{23} o(s) diretor(es) que auxiliará (ão) X nos estudos de Q_0 .

Chevallard (2009b) ainda assevera que a constituição desse sistema didático S tem por objetivo estudar ou investigar Q_0 , ou seja, procurar trazer à tona uma resposta R a questão Q que satisfaz certas condições. Os resultados do trabalho esperado de X , sob a ajuda de Y , podem ser representados da forma: $S(X; Y; Q) \rightarrow R^\heartsuit$. Esse tipo de investigação pode se valer de ferramentas de um único componente curricular (monodisciplinar), ou um conjunto de ferramentas de várias componentes (codisciplinar) na elaboração da resposta R .

²¹ Para maior aprofundamento, indicamos Chevallard (2009a, 2009b, 2009c).

²² Traduzido do francês TPE – “travaux personnels encadrés”) Chevallard (2001).

²³ Geralmente é um grupo pequeno, que podem ser professores, tutores de estudo etc. É importante frisar que Y pode ser um conjunto vazio e a relação do estudante com Q ainda assim, pode existir.

O autor (2009b) reforça que o PEP se configura como uma nova engenharia didática em que o autor introduz como didática de investigação codisciplinar; ainda em sua obra “*La notion d’ingénierie didactique, un concept à refonder*” (Chevallard, 2009a) apresenta elementos de sua teoria para discutir a engenharia didática do PEP. No sistema $S(X; Y; Q_0) \rightarrow R^\heartsuit$, o autor esclarece que o expoente \heartsuit colocado no símbolo R indica que a resposta a Q_0 foi constituída sob certas condições especificadas.

Na linha de raciocínio do estudioso (Chevallard, 2009b), para elaborar a resposta R^\heartsuit , de fato, é importante coletar e organizar um *meio didático* de trabalho, M, que engloba recursos novos e velhos que os aprendizes (X) irão usar; desse modo, o autor esclarece que esses recursos, agregam respostas já instituídas que ele denota por R^\diamond . Almouloud e Silva (2012, p.38) reforçam que

A análise destas respostas deve fornecer materiais para a construção da resposta R, ela será denotada por R^\heartsuit . Outras obras “O” serão da cultura, qualquer que seja a “dimensão” cultural que fornecem ferramentas para a análise das respostas R^\diamond , e da construção da resposta esperada R^\heartsuit . As obras “O” serão parcialmente desenhadas em várias disciplinas, embora algumas sejam “disciplinas” não reconhecidas porque são emergentes ou culturalmente vilipendiadas. Chevallard apresenta o que ele chama de “esquema herbatien” que pode ser observado na seguinte forma condensada por $(S(X; Y; Q) \rightarrow M) \rightarrow R^\heartsuit$ e, da forma desenvolvida por: $[S(X; Y; Q) \rightarrow \{R_1^\diamond, R_2^\diamond, \dots, R_n^\diamond, O_{n+1}, \dots, O_m\}] \rightarrow R^\heartsuit$.

Nesses termos, seja na formação de professores ou em aulas de qualquer componente curricular e, mais especificamente, de Matemática, poderíamos imaginar que o diretor de estudo (Y) instiga uma investigação sobre Q, numa dinâmica de estudos e/ou proposição de respostas R^\diamond candidatas a R^\heartsuit . A estrutura que dá suporte ao funcionamento de um PEP é denominada de *milieu*, que pode ser qualquer milieu M, elegível; nele, deve-se levar em consideração a generalidade da questão estuda Q, é crucial para o desenvolvimento do percurso a capacidade de Q gerar outras questões Q_1, Q_2, \dots

No contexto da Teoria Antropológica do Didático (TAD), o PEP idealizado por Chevallard (2001) se apresenta como metodologia alternativa para o ensino e aprendizagem de

Matemática, como dispositivo de formação inicial e continuada de professores e como metodologia de pesquisa.

No âmbito da TAD, o PEP possui 3 dimensões: a teórica, a investigativa (metodologia de pesquisa) e a didática (dispositivo didático).

Na dimensão teórica, o PEP pode ser formulado a partir de paradigmas teóricos e seus elementos, como leis teóricas, postulados, princípios, generalizações, racionalizações, características abstratas que se somam as observações que o professor faz quando julga seu aparato praxeológico (Nascimento Júnior et al., 2019). Dentro desse conjunto está essa gama de questões que o professor tenta dar conta e que emerge no PEP. Com isso, da análise das características do PEP, a dimensão teórica e da sua aplicação na formação de professores.

Nesse sentido, focamos a pesquisa em como distinguir elementos teóricos que a compõe (paradigma, leis, modelos, esquemas, funções etc.); dentre esses elementos estão as funções didáticas cronogênese, mesogênese e topogênese, bem como suas interferências no fazer didático e que essas funções didáticas tratam da relação do professor e do aprendiz com o conhecimento.

- Topogênese – é a função que vincula como se ocupam os espaços dos grupos de alunos e do professor, o meio didático.
- Mesogênese – é a função do processo de construção desse meio, que se elabora para gerar respostas internas.
- Cronogênese – é a função que regula os tempos didáticos para os componentes distintos do sistema (Nascimento Júnior et al, 2019, p. 366).

Para a dimensão investigativa do PEP, de acordo com Nascimento Júnior et al. (2019), o percurso possui caráter investigativo em processos didáticos, uma vez que durante o processo de ensino de um dado objeto, são explicitados elementos institucionais de entes ecológicos, como condições e restrições ao processo de ensino, *nicho*, *habitat* etc. As análises investigativas desses processos estão embasadas em teorias da Didática da Matemática e mais especificamente na TAD, o que legitima o caráter investigativo e cientificidade ao PEP. Dessa

forma, o PEP oferece compreensões acerca dos fenômenos que ocorrem na sala de aula, como corrobora Nascimento Júnior et al (2019, p. 369):

Na sua metodologia estão previstos os momentos de estudo onde essas praxeologias se inserem. Esses momentos apoiam-se em elementos metodológicos semelhantes aos de outras metodologias como os das Engenharias quanto às análises que esta pode fornecer para a compreensão dos fenômenos didáticos.

Na dimensão didática, de acordo com Nascimento Júnior et al. (2019), as análises didáticas dos PEP têm seu surgimento nas praxeologias que aparecem dos modelos epistemológicos de referência (MER) e modelos didáticos de referência (MDR) para o ensino; essas análises didáticas nos permitem investigar os fenômenos debaixo da visão praxeológica, relações institucionais, níveis de codeterminação didática etc.

O PEP caracteriza-se como uma organização de conhecimento fomentada pela busca de respostas para grandes questões ligadas a fatos sociais ou intrínsecas à Matemática; esses fatos sociais precisam ser relevantes uma vez que devem ser capazes de favorecer o engajamento dos sujeitos nas ações pretendidas à resposta considerada satisfatória deve levar a um novo conhecimento e a uma reestruturação do conhecimento anterior (Chevallard, 2001).

Assim, na formulação das questões, Q_0 , Q_1 , e $Q_2 \dots$, convergiremos para a questão norteadora Q e, nesse contexto de PEP, tem-se uma questão Q inserida e um sistema didático $S(X; Y; Q)$ formado em sua volta; nesse sistema didático, o elemento essencial é a questão Q , que tem como papel metodológico o de permitir que X e Y elaborem outras questões. A esse respeito, Nunes et al (2018, p. 7) asseveram que:

Para Chevallard (2001, p. 5, tradução nossa): “O funcionamento de $S(X, Y, Q)$ gera então **uma resposta R** , fragmento de uma organização em construção: $S(X; Y; Q) \rightarrow R$ ”. A elaboração da resposta R mobiliza saberes antigos e novos, geralmente, respostas de obras O (livros textos, artigos, dissertações, teses doutorais etc.): R_1, \dots, R_n As obras O constituem um meio para elaboração de R . Após essa breve explicação sobre um sistema didático S , podemos iniciar nossas discussões direcionadas a pedagogia e a metodologia do *parcours d'étude et de recherche* (PER) [percurso de estudo e pesquisa (PEP)] (Chevallard, 2009a, 2009b, 2011).

Assim, temos no sistema didático $S(X; Y; Q_0)$ a intenção de encontrar a resposta R para Q_0 ; na busca dessa resposta, as questões auxiliares Q_1, Q_2, Q_3, \dots , possibilitam analisarmos os sistemas didáticos em torno destas questões: $S_1(X; Y; Q_1), S_2(X; Y; Q_2)$ e $S_3(X; Y; Q_3)$... As repostas para as questões dos sistemas didáticos $S_1(X; Y; Q_1), S_2(X; Y; Q_2)$ e $S_3(X; Y; Q_3), \dots$, estão sujeitas a organização de um *meio* de trabalho, reunindo o agrupamento de recursos antigos e novos que o grupo X irá usar e entre esses recursos, alguns serão respostas já elaboradas previamente para Q_1, Q_2, Q_3, \dots , validadas pelas instituições, denominada por R^{\supset} (Chevallard, 2009b), com isso, podemos obter, da análise das respostas, R^{\supset} o cerne para construção da resposta R .

Em suma, o PEP é definido pela formulação de uma questão geratriz Q_0 com capacidade de gerar outras questões problemáticas Q_1, Q_2, Q_3, \dots , que precisam estar sob certas condições e restrições pedagógicas e específicas do saber envolvido e que resultarão em um conjunto de respostas a se constituir em uma sucessão de Organizações Matemáticas (OM) estruturadas entre si (Chevallard, 2009a, 2009b, 2009c).

Exemplo de um PEP como um dispositivo de formação docente para a educação do campo

Tomamos como exemplo o trabalho Silva (2019), intitulado “Engenharia didática reversa como um dispositivo de formação docente para a educação do campo”. Apoiando-se nos princípios de um PEP, a autora propõe a metodologia da engenharia didática reversa como dispositivo de formação docente para a educação do campo com o intuito de procurar respostas para problemas relacionados com a integração de saberes disciplinares com saberes não disciplinares do campo, mediante um percurso de estudo e pesquisa, “como provedor de trajetórias de formação de professores sob a compreensão da teoria da transposição didática” (Silva, 2019, p.8).

A autora destaca a importância de relacionar o tempo escola com o tempo da comunidade de maneira integrada para os cursos de formação inicial e continuada de professores em educação do campo, levando em consideração as Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas do Campo (DEOBEC). Essas diretrizes ressaltam a diferença do ensino da educação do campo dos demais ensinos regulares.

A autora realizou uma empiria sobre a construção e a utilização do matapi com a participação de professores em formação continuada e dois produtores de matapi da comunidade de Pacuí de Cima do município paraense de Cametá, junto com os diretores de estudo e investigação. O matapi é um instrumento utilizado pelas comunidades ribeirinhas, indígenas etc., em geral, para a pesca do camarão e se constituiu como um dos “saberes construído por populações que tem nas águas, além de uma fonte de alimentação, uma fonte de referência simbólica e mística” (Moraes, 2005, apud Silva, 2019, p.70). A autora esclarece que cada lado do matapi contém uma abertura em forma de funil para que o camarão possa entrar e não consiga sair. É feito de talas de Jupaty (*Raphia taedigera*), um tipo de palmeira extraída na floresta (Moraes, 2005 apud Silva, 2019).

Uma análise das configurações dos objetos da geometria euclidiana permitiu à autora interpretar o matapi como tendo superfície cilíndrica fechada por duas superfícies de troncos de cones, por onde os camarões entram atraídos por iscas previamente colocadas pelos pescadores.

Silva, Ribeiro e Rocha (2017) registraram o processo de construção e utilização do matapi, desde o tipo de tala utilizado até as técnicas de uso desse instrumento nos igarapés e nos rios. Evidenciaram a existência de conteúdos de matemática como: proporção, medidas, geometria plana, espacial. Porém, essas observações encaminham o olhar de aplicação do abstrato para o concreto, mas são apenas supostos, uma vez que ignoram as possíveis mútuas

influências entre os saberes matemáticos e não matemáticos que condicionam e se condicionam nas práticas culturais de construção e uso dele.

Silva (2019) articula de modo hibridizado os saberes da matemática escolar com saberes de práticas tradicionais do campo, a partir de um PEP, que integra comunidade do campo e sua escola, de modo que o tempo bidimensional, Tempo Escola e Tempo Comunidade tornam-se um só tempo, o qual ela denomina de tempo de estudo.

A autora busca compreender as práticas do campo para, então, reconstruí-las como organizações praxeológicas com matemática, no sentido da matemática mista (Chevallard, 2013). Para se dar a partida nesse percurso, os participantes precisaram compreender a intencionalidade do que estava em jogo.

Para atender uma dada intencionalidade, nesse caso, tornar uma organização praxeológica complexa do campo em uma organização praxeológica didática do campo, a partir do encontro de saberes do campo com saberes das disciplinas escolares tradicionais, em particular da matemática, e integrá-los com a sinergia das lógicas práticas do campo.” (Silva, 2019, p.42)

Nesta perspectiva, a autor destaca a necessidade de questionar as práticas do campo como organizações praxeológicas, de modo a encaminhar uma compreensão sobre suas práxis, consideradas sempre como provisórias, para reconstruí-las no sentido da linha investigatória sugerida por Chevallard (2005).

Essa compreensão, que a autora denomina Modelo de Organização Praxeológica do Campo (doravante MOPC), para ser construída, demanda que se leve em conta o fato de que um saber prático somente é evidenciado em situação, pois é um saber em reconstrução que age segundo uma lógica implícita de um código de conduta e, portanto, é um saber frágil, sem vigor, por depender do contexto de situações que não tolera a variações. (Chevallard, 2005, p.110).

A autora assevera que para construir um MOPC é necessário fazer revelar saberes práticos que funcionam segundo essa lógica, mas que possam ser “lidos”, de algum modo, por

meio de saberes escolares, pois, assim, poderiam fazê-los ascender a um estatuto teórico que lhes permitam ser postos em discussão.

Silva (2019) assegura que a educação do campo exige um percurso que caminhe da comunidade para a escola e retorne à comunidade, pois o sucesso dessas *práxis* reconstruídas só pode ser legitimado e validado com a participação da comunidade. Esse caminhar de desconstruções para a reconstruções, inspirado na noção de engenharia Didática Reversa - EDR, mas com intencionalidade para o ensino de uma dada organização praxeológica, encaminha a pesquisa a um tipo específico de PEP orientado (Sodré; Guerra, 2018), que a autora denomina “Engenharia didática reversa- EDR”.

A autora afirma que a EDR é um dispositivo da didática da educação do campo, entendida

como a ciência das condições e restrições da difusão social das organizações praxeológicas *implementadas, inclusive as que poderiam ser, pelo ensino com o propósito do desenvolvimento do campo, [...]*” (Silva, 2019, p.45).

Nesta perspectiva, a autora desenvolveu a EDR a partir da

herança genética das características fundamentais do PEP, em particular, das presenças indispensáveis dos tipos de tarefas de encontrar, analisar, experimentar, avaliar e validar, de algum modo, essas praxeologias com propósito de propor novas praxeologias como reconstruções das anteriores e que, como tais, devem ser submetidas a um tipo de tarefa de validação em acordo com a instituição que abriga essas praxeologias. (Silva, 2019, p.45)

Essas tarefas podem ser compreendidas como avatares das cinco tarefas de uma verdadeira pesquisa presentes em um PEP, assim destacadas por Chevallard (2013).

Com relação à tarefa (1) “Observar as respostas R^\diamond que vivem nas instituições”, a autora observa que as respostas R^\diamond são compreendidas como praxeologias realizadas em uma dada atividade. Nas organizações praxeológicas do campo (OPC) uma praxeologia pode ser incompleta, em particular, portadora apenas de *práxis*, ou seja, os logos têm gênese na cultura local dos sujeitos da atividade prática, por exemplo, com discurso do tipo “se faz assim porque

é assim que é faz essa prática”. Para a autora, essa tarefa pode ser expressa por um questionamento determinado, por exemplo, do tipo: Quais os tipos de “práxis” são utilizados para a consecução de uma determinada atividade do campo?

No que tange à tarefa (2) “*Analisar - notadamente no duplo plano experimental e teórico- essas respostas R^\diamond* ”, sugere os seguintes questionamentos que podem encaminham essa tarefa: como a práxis é produzida? Qual a relação da produção das práxis com o sucesso alcançado para o fim a que se destina? Quais condicionantes são impostos por essa comunidade sobre essas práxis?

A tarefa (3) “*Avaliar essas mesmas respostas R^\diamond* ”, de acordo com a autora (p.46), está diretamente imbricada com a anterior. Pode ser encaminhada, por exemplo, por questionamentos do tipo: Quais as vantagens e desvantagens desses tipos de práxis? Como são produzidas? Os materiais são disponíveis na comunidade para sua produção? Qual é a aceitação pela comunidade? São usadas pela ergonomia adequada para os usuários? Ou por tradição? Ou ainda, por outras condicionantes impostos por essa comunidade, como o sucesso de uso, por exemplo etc.?

No que diz respeito à tarefa (4) “*Desenvolver uma resposta própria, R^\heartsuit* ”, R^\heartsuit denota uma práxis desejada pela comunidade da EDR. Ela pode ser encaminhada, por exemplo, pelo questionamento do tipo: Quais articulações e integrações de saberes infra estruturais atendem o desejado pela comunidade? (Silva, 2019)

Na tarefa (5) “*Difundir e defender a resposta R^\heartsuit assim produzida*”, as obras produzidas com ajuda da comunidade, nesse caso, as práxis e seus produtos, pelos professores em formação com ajuda do diretor/pesquisador devem ser postas a prova no duplo plano, “teórico”, se couber, e experimental à comunidade. (Silva, 2019).

Na EDR proposta, Silva (2019) buscou responder à seguinte questão do problema didático: por quais sistemas de condições e restrições, ou ainda, através de quais sucessões de

situações didáticas, uma praxeologia do campo tem a chance de ser integrada ao equipamento praxeológico de uma instituição escolar do campo? A resposta desta questão apoiou-se em outra questão solidária mais inclusiva: quais são ou podem ser “essas praxeologias do campo”? A autora assevera que uma resposta para essa questão pode ser encaminhada a partir da comunidade em que se insere a escola do campo, em particular, a partir dos sujeitos dessa comunidade que são sujeitos agentes das atividades do campo.

Os sujeitos da organização praxeológica cultural têm um papel imprescindível na *EDR principalmente, nas tarefas de tipo 3 e 4 (acima citada)* considerando a forte presença de saberes, inclusive em construção, que condicionam a realização da organização praxeológica na comunidade e não necessariamente alcançados pelos sujeitos da EDR construtores desse modelo, no caso, os professores em formação.

A EDR assentou-se, especificamente, na construção de uma transposição didática para a escola do campo, desenvolvida a partir do saber sábio da comunidade de Pacuí de Cima sobre a construção e utilização do matapi e, dessa forma, o processo formativo com os professores e produtores de matapi ocorreu por meio de um sistema didático da forma: $S(X; Y, Q)$.

Silva (2019) assenta que a EDR proposta busca responder a seguinte questão do problema didático: por quais sistemas de condições e restrições, ou ainda, através de quais sucessões de situações didáticas, uma praxeologia do campo tem a chance de ser integrada ao equipamento praxeológico de uma instituição escolar do campo?

Um dos propósitos da EDR é desconstruir uma prática do campo, levando em consideração

seu desenvolvimento passado cristalizado na atualidade, para em seguida ser reconstruída, dotando-a de praxeologias intermediárias que vivem nas disciplinas escolares, em particular, da matemática, com a riqueza de integrações de saberes, práticos e escolares, que possam eliminar dificuldades e potencializar o alcance dessas práxis quando reconstruída. Isso exige um percurso que caminhe da comunidade para a escola e retorne à comunidade, pois o sucesso dessas práxis reconstruída somente

podem ser legitimadas e validadas com a participação, senão somente, da comunidade. (Silva, 2019, p.45)

A autora desenvolveu o processo da EDR com propósito de encontrar uma resposta para a questão Q: Qual a superestrutura e infraestrutura dessa atividade do campo podem ser ensinadas? E construiu o percurso em duas fases:

1ª Fase - Desconstrução: nessa fase o propósito é construir uma textualização da praxeologia do campo.

2ª Fase - Reconstrução: nessa fase é retificar, se necessário, a textualização com a validação da praxeologia do campo reconstruída.

A autora enfatiza que na primeira fase, o investigador e os professores em formação vão ao encontro das respostas R^\diamond específicas da cultura e tentar construir daí, quase que "diretamente", uma resposta desejada R^\heartsuit . Buscou prioritariamente as respostas R^\diamond recolhidas em vista de "desconstruir" e de obter os materiais de construção da R^\heartsuit . Aqui os "mestres" jogam um papel indispensável, pois são eles que apresentam as respostas prontas R^\diamond recolhidas na atividade eleita.

A autora assevera que a EDR, estudando o matapi, abriu caminhos para o aparecimento de saberes acadêmicos ou não, como os saberes das práticas tradicionais dos ribeirinhos, saberes da biologia, da matemática, geografia, história, língua portuguesa, que fizeram parte da interpretação de hibridização de saberes que compunham as praxeologias de construção e uso desse instrumento.

Silva (2019) menciona que os resultados confirmam as hipóteses para o caso da empiria realizada, uma vez que foi mostrado que o tempo escola e tempo comunidade se unificam em um só tempo, que é o tempo de estudo, por meio da integração dos saberes culturais com os saberes disciplinares. Os resultados apontam que a metodologia da EDR pode também ser utilizada em cursos de formação de professores.

Silva (2019), diz que os resultados alcançados são animadores para a realização de futuras pesquisas para a educação do campo e a EDR. Esse dispositivo (EDR) se mostrou com potencialidade como metodologia de ensino para o fim da dicotomia Tempo Escola e Tempo Comunidade no processo de ensino e na aprendizagem como proposto pela pedagogia da educação do campo. A autora aponta que as respostas obtidas na pesquisa ainda são provisórias, ao que tange o aporte teórico da TAD, novas investigações com a EDR envolvendo outras praxeologias do campo de diferentes comunidades são necessárias, de modo a retificar ou ratificar os resultados encontrados em sua pesquisa.

Considerações Finais

Apresentamos aqui reflexões filosóficas segundo Kambouchner (2013) e Go (2021) em âmbito educacional, acerca da pesquisa no campo da Educação Matemática, da Didática da Matemática e da formação de professores, bem como apresentamos o dispositivo didático-metodológico Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP) inserido na TAD, com um enfoque na pesquisa e na educação Matemática para a formação do professor; dessa forma, cumprimos nosso objetivo em refletir como a Educação Matemática e a Didática da Matemática se consolidam pelas pesquisas e produções científicas no que tange a ensinar e aprender matemática, bem como a produção de teorias e metodologias para contribuir na sua fortificação como área de conhecimentos.

Dessa forma, destacamos as construções de conceitos destacados por Go (2021) fundamentado em Deleuze & Guattari (1991), advindo das teóricas da TSD, TCC e TAD no ensino e aprendizagem de matemática e particularmente na formação de professores, uma vez que proporciona o desenvolvimento e aperfeiçoamento de sua capacidade reflexiva e crítica e, possibilitando que o professor faça e refaça uma análise de forma clara e objetiva a respeito da realidade do ensino e da aprendizagem, proporcionando situações em sala de aula dando maior protagonismo ao discente para que construa seu saber.

Com isso, foi apresentado as principais dinâmicas do dispositivo didático metodológico PEP, acerca dos pontos mais frequentes em pesquisas no campo da formação de professores de Matemática, com o intuito de refletir a importância das pesquisas que utilizam a TAD para a melhoria da práxis do professor, bem como dos processos de ensino e de aprendizagem.

Nesse contexto, é necessário refletir com veemência sobre a formação continuada dos professores de Matemática, a fim de buscar a qualificação necessária para superar os desafios impostos por mudanças de paradigmas verificados atualmente em vários segmentos da sociedade.

Referências

- Almouloud, Saddo Ag (2007). *Fundamentos da didática da matemática*. Curitiba: Editora da UFPR.
- Almouloud, S. A. & Silva, M. J. F. da. (2012). Engenharia didática: evolução e diversidade. *Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 7 (2), p. 22-52. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/19811322.2012v7n2p22/23452>.
- Barquero, Berta, Bosch, Marianna, Romo, Avenilde (2019). El uso del esquema herbartiano para analizar un REI online para la formación del profesorado de secundaria. *Educ. Matem. Pesq., São Paulo*, v.21, n.4, pp. 493-509. <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2019v21i4p493-509>
- Bicudo, M. A. V. (1993) Pesquisa em Educação Matemática. *Pro-Posições*, 4 (1)[10], p. 18-23. Unicamp.
- Bicudo, M. A. V. (2012). . A pesquisa em educação matemática: a prevalência da abordagem qualitativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 5, p. 15-26, 2012.
- Bicudo, M. A. V. (2013). Um ensaio sobre concepções a sustentarem sua prática pedagógica e produção de conhecimento (da Educação Matemática). In Flores, C. R. & Cassiani, S. (orgs.). *Um ensaio sobre concepções a sustentarem sua (da educação matemática) prática pedagógica e produção de conhecimento*. 1. ed. (1), p. 17-40. Mercado das Letras.
- Bosch, Marianna, Chevallard, Y. (1999). La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Objet d'étude et problématique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions. p.77-124, v.19, n°1.
- Bosch, M. & Gascón, J. (2009). Aportaciones de la Teoría Antropológica de lo Didáctico a la formación del profesorado de matemáticas de Secundaria. En González, M.J., González, M.T. y Murillo, J. (Eds.) *Investigación en Educación Matemática XIII*. (pp. 89-113).

- Brousseau, G. (1986). *Fondements et méthodes de la Didactique des Mathématiques. Recherches en Didactique des Mathématiques*, Grenoble : La Pensée Sauvage-Éditions, 1986. p.33-115, v.7.2.
- Brousseau, G. (1996). Fundamentos e métodos da didática da matemática In: *Didáctica das matemáticas*, Direção: Jean Brun. Coleção horizontes pedagógicos: Instituto Piaget, Lisboa.
- Chevallard, Y. (1991) *La transposition didactique*. Grenoble : La Pensée Sauvage-Éditions.
- Chevallard, Y (1999). A análise das práticas na teoria antropológica da didactico1 de ensino. *Recherches em Didactique des mathématiques*, v. 19, n. 2, p. 221-266.
- Chevallard, Y. (2001). *Les TPE comme problème didactique*. < <http://yves.chevallard.free.fr/>>.
- Chevallard, Y. (2002). Organiser l'étude. 3. Ecologie & régulation. *Actes de la 11 École d'Été de Didactique des Mathématiques. France* : La Pensée Sauvage. p. 41-55, 2002b
- Chevallard, Y. (2005). La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.
- Chevallard, Y. (2007). *Passé et présent de la Théorie Anthropologique de Didactique*. En A. Estepa, L. Ruiz, F. J. García (Eds.), *Sociedad, escuela y matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD)* (pp. 705-746). Jaén: Publicaciones de la Universidad de Jaén.
- Chevallard, Y. (2009a). *La notion d'ingénierie didactique, un concept à refonder: questionnement et éléments de réponse à partir de la TAD*. <<http://yves.chevallard.free.fr/>>.
- Chevallard, Y. (2009b). *La notion de PER: problèmes et avancées*. < <http://yves.chevallard.free.fr/> >.
- Chevallard, Y. (2009c). *La TAD face au professeur de mathématiques*. <http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php?id_article=162>.
- Chevallard, Y. (2011). *Introduction à la théorie anthropologique du didactique / Introdução à teoria antropológica do didático*. <<http://yves.chevallard.free.fr/>>.
- Chevallard, Y. (2013) *La Matemática en la escuela: Por una revolución epistemológica y didáctica*. 1ª ed. Buenos Aires: Libros del Zorzal, 2013.
- Chevallard, Y. (2015). Teaching Mathematics in Tomorrow's Society: A Case for an Oncoming Counter Paradigm. En S.J. Cho (Ed.), *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 173-187). Dordrecht: Springer.
- Chevallard, Y. (s/d). *Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques*. In: http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Approche_anthropologique_rapport_au_savoir.pdf
- D'Amore, B. (2007). Elementos de didática da matemática. Tradução de Maria Cristina Bonomi. São Paulo: Livraria da Física.
- Deleuze, G. & Guattari, F. (1991). *Qu'est-ce que la philosophie ?* Minuit.
- Franchi, A, et al. (2010). *Educação matemática: uma (nova) introdução*. Org. Silvia Dias Alcântara Machado, 3 ed. São Paulo: EDUC

- Galvão, A. M. de O. (2019). Pesquisa em Educação. Seção Especial. *Vocabulário da Educação* [online]. 4 (13). http://pensaraeducacao.com.br/rbeducacaobasica/wp-content/uploads/sites/5/2019/11/Ana-Maria-de-Oliveira_Pesquisa-em-Educacao_N-13_-RBEB.pdf.
- Go, H. L. (2021). Filosofia e didática: de uma instituição a outra. Pensado de outro lugar: revisão de filosofia e história da educação, Laboratório Interuniversitário de Ciências da Educação e Comunicação, Equipe Normas & Valores, pp.88-100. fffhal-03581285ff.
- Gomes, S. C. & Morey, B. (2016). A concepção ontológica dos objetos matemáticos na teoria da objetificação. *Revista Eletrônica de Educação Matemática – Revemat*, 11 (2), p. 216-231.
- Kambouchner, D. (2013). L'école, question philosophique. Fayard
- Kilpatrick, J. (1996). Ficando estacas: uma tentativa de demarcar a educação matemática como campo profissional e científico. *Zetetiké*, 4 (5), p. 99-120.
- Moraes, Sergio Cardoso de. Saberes da pesca: uma arqueologia da ciência da tradição. Natal. 2005. Disponível em: <Ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/btdt/SergioCM.pdf> . Acesso em: 20 fev. 2022
- Matos, F. C. D; Pereira, J. C. S Nunes, J. M. V; Almouloud, S. A.; Guerra, R. B. (2019) A metodologia do percurso de estudo e pesquisa adaptada à formação inicial e continuada de professores de matemática. *Educação Matemática Pesquisa*. 20 (1), p. 448-470.
- Nóvoa, A. (1999). Os professores na virada do milênio: do excesso dos discursos à pobreza das práticas. *Educação e Pesquisa*, 25 (1).
- Nascimento Junior, J. V. do., Carvalho, E. F. & Farias, L. M. S. (2019). As três dimensões do Percurso de Estudo e Pesquisa: teórica, metodológica de pesquisa e dispositivo didático. *Revista Educação Matemática Pesquisa*. 21 (5), p. 363-373.
- Nunes, J. M. V; Almouloud, S. A.; Matos, F. C. D; Pereira, J. C. S; Guerra, R. B. (2019) A metodologia do percurso de estudo e pesquisa adaptada à formação inicial e continuada de professores de matemática. *Educação Matemática Pesquisa*. 20 (1), p. 448-470.
- Pais, L. C. Didática da matemática: uma análise da influência francesa. 3. Ed. Belo Horizonte: Autêntica (Coleção tendências em educação matemática). 2011.
- Pineau, G. (2004). *Temporalidades na formação*. Triom.
- Sandes, J. P. & Moreira, G.E. (2018). Educação matemática e a formação de professores para uma prática docente significativa. *Revista @mbienteeducação*, 11 (1), p. 99-109. Universidade Cidade de São Paulo
- Santos, M. X. (2017). *A formação em serviço no PNAIC de professores que ensinam Matemática e construções de práxis pedagógicas*. [Dissertação de Mestrado em Educação] Universidade de Brasília.
- Silva, J. (1999). Filosofia Da Matemática E Filosofia Da Educação Matemática. In Maria A. V. B. (org.). *Pesquisa Em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas*. 1. Ed, 1, p. 21-43, Unesp.
- Silva, Renata Lourinho Da (2019). *Engenharia didática reversa como um dispositivo de formação*. Tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas do Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará.

Silva, Jane Cristina da, Ribeiro, Ivo Antônio; Rocha, Maria Lúcia Pessoa Chaves. Construção e utilização do Matapi: Um estudo etnomatemático. *In: VII Congresso Internacional de Ensino de Matemática (CIEM)*. 2017. Rio Grande do Sul. **Anais**. Canoas/RS: ULBRA, 2017. Disponível em:

[Http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/ciem/vii/paper/viewFile/7510/3703](http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/ciem/vii/paper/viewFile/7510/3703). Acesso em: 21 fev. 2018.

Trouche, L. (2016). Didactics of mathematics: Concepts, roots, interactions and dynamics from France. In Monaghan, L., Trouche, L. & Borwein J. (eds.). *Tools and mathematics, instruments J.for learning*, p. 219–256. Springer.

Vergnaud, G. (1981). Quelques orientations théoriques et méthodologiques des recherches françaises en didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 2 (2), p. 215–232.

Vergnaud, G. (1990) La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Grenoble : La Pensée Sauvage. v. 10, n°2-3 p.133-170.