

PERSPECTIVA MAKER COMO UMA PEDAGOGIA PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA: fundamentos socioculturais

MAKER PERSPECTIVE AS A PEDAGOGY FOR MATHEMATICS TEACHER EDUCATION: sociocultural foundations

DOI: 10.37001/recem.v4i5.4732

Recebimento: 08/10/2025

Aprovação: 02/03/2026

Publicação: 20/03/2026



Guilherme WAGNER

Doutor em Educação Científica e Tecnológica

UFSC, Blumenau, Brasil

guilherme.w@ufsc.br

<https://orcid.org/0000-0003-1346-7980>

Resumo: Este artigo apresenta uma fundamentação teórica e bibliográfica para a perspectiva *Maker* como uma pedagogia orientada para a formação de professores de matemática, articulando três eixos teóricos principais: o construcionismo de Papert, a Teoria da Objetivação (TO) de Radford e o movimento das práticas essenciais na formação de professores. O artigo critica a apropriação tecnográfica e comercial do movimento *Maker*, argumentando que sua potência pedagógica reside na articulação entre a produção de materiais, a colaboração e a reflexão crítica. A partir de uma perspectiva da TO, propõe-se uma interpretação sociocultural da aprendizagem, centrada nos processos de objetivação e subjetivação mediados pelo trabalho colaborativo. A integração das práticas essenciais e da TO permite compreender a formação de professores não apenas como aquisição de competências, mas também como uma construção ética e identitária. O modelo de formação baseado em práticas essenciais é analisado em paralelo ao ciclo *Maker*, argumentando que a criação, a experimentação e a reavaliação de materiais didáticos podem constituir um poderoso mecanismo de formação. O artigo conclui que uma pedagogia *Maker*, apoiada em TO e práticas centrais, pode fomentar a formação crítica e criativa de professores com foco na equidade social, superando as dicotomias entre teoria e prática, técnica e ética, individual e coletivo.

Palavras-chave: formação de professores. educação matemática. pedagogia *Maker*. Teoria da Objetivação. práticas centrais.

Abstract: This article presents a theoretical-bibliographic foundation of the *Maker* perspective as a pedagogy aimed at the training of mathematics teachers, articulating three main theoretical axes: Papert's constructionism, Radford's Objectification Theory (OT) and the movement of core practices in teacher education. The marketing and technicist appropriation of the *Maker* movement is criticized, arguing that its pedagogical power lies in the articulation between material production, collaboration and critical reflection. From OT, a sociocultural reading of learning is proposed, centered on the processes of objectification and subjectivation mediated by joint work. The integration between core practices and OT allows us to understand teacher education not only as the acquisition of skills, but also as an identity and ethical construction. The training model based on central practices is analyzed in parallel to the

Maker cycle, arguing that the creation, experimentation and reevaluation of didactic materials can constitute a powerful training device. The article concludes that a *Maker* pedagogy, supported by OT and central practices, can foster a critical, creative teacher education focused on social equity, overcoming dichotomies between theory and practice, technique and ethics, individual and collectivity.

Keywords: teacher training. mathematics education. *Maker* pedagogy. Objectification Theory. core practices.

Resumen: Este artículo presenta una fundamentación teórico-bibliográfica de la perspectiva *Maker* como pedagogía orientada a la formación de docentes de matemáticas, articulando tres ejes teóricos principales: el construccionismo de Papert, la Teoría de la Objetivación (TO) de Radford y el movimiento de prácticas centrales en la formación docente. Se critica la apropiación tecnicista y comercial del movimiento *Maker*, argumentando que su poder pedagógico reside en la articulación entre la producción de materiales, la colaboración y la reflexión crítica. Desde la TO, se propone una lectura sociocultural del aprendizaje, centrada en los procesos de objetivación y subjetivación mediados por el trabajo conjunto. La integración entre las prácticas centrales y la TO permite entender la formación docente no solo como la adquisición de competencias, sino también como una construcción ética e identitaria. El modelo de formación basado en prácticas centrales se analiza en paralelo al ciclo *Maker*, argumentando que la creación, la experimentación y la reevaluación de materiales didácticos pueden constituir un potente mecanismo de formación. El artículo concluye que una pedagogía *Maker*, apoyada en la TO y las prácticas centrales, puede fomentar una formación docente crítica y creativa centrada en la equidad social, superando las dicotomías entre teoría y práctica, técnica y ética, individuo y colectividad.

Palabras Clave: formación docente, educación matemática, pedagogía *Maker*, teoría de la objetivación, prácticas centrales.

1. INTRODUÇÃO

O Movimento *Maker*, caracterizado por uma mentalidade “*do it yourself*” e um foco em projetos práticos, ganhou atenção na Educação Básica pelo seu potencial para melhorar a aprendizagem STEM – acrônimo para Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática (Martin, 2015; Taylor, 2016). No entanto, são necessárias mais pesquisas para compreender o seu impacto na educação e para desenvolver melhores práticas (Schad, 2020). Além disso, há um interesse crescente na integração dos princípios e tecnologias do *Maker* nos programas de formação de professores (Cohen, 2017). A perspectiva *Maker* tem tomado conta das mídias em geral sendo pronunciada como uma “bala de prata” para o problema da chamada desmotivação de estudantes com a escola. Com esta concepção, e por vias da mercantilização e venda de pacotes educativos fechados, um movimento aberto e sem donos tem se tornado nicho de lucros e apagamento pedagógico. Se em sua etimologia a perspectiva *Maker* se constitui como “fazer com as próprias mãos”, isto não quer dizer que qualquer atividade com as próprias mãos esteja

de acordo com os preceitos *Maker*. A concepção *Maker*, elaborada pelo seu principal teórico no campo da educação da atualidade, Paulo Blikstein (2013; 2017), tem um forte viés construcionista, portanto é dotada de concepções pedagógicas e não uma prática esvaziada como as apropriações mercadológicas têm feito atualmente.

Isto implica a necessidade de uma reflexão teórico-prática mais efetiva sobre o assunto para podermos superar o caráter pseudoconcreto (Kosik, 1976) que a maioria das discussões tem assumido hodiernamente.

A educação *Maker*, como parte do Movimento *Maker* mais amplo, tem sido cada vez mais reconhecida pelo seu potencial para melhorar a educação básica, particularmente nas áreas STEM. A integração da educação *Maker* nas escolas é vista como uma forma de aumentar o envolvimento dos alunos e promover uma compreensão mais profunda dos conceitos de engenharia e STEM. Martin (2015) destaca que a educação *Maker* envolve ferramentas digitais, infraestrutura comunitária e uma mentalidade *Maker*, que juntas podem criar ambientes de aprendizagem benéficos que se alinhem com práticas educacionais eficazes.

Taylor (2016) apoia esta visão ao discutir o valor de incorporar o Movimento *Maker* no ensino em sala de aula através de laboratórios modelados pelo *Makerspace*. Esta abordagem não só melhora a percepção dos *Makerspaces*, mas também se alinha bem com as chamadas “competências de aprendizagem do século XXI”, sugerindo um forte benefício educacional.

Além disso, Cohen (2017) relata que aproximadamente metade dos programas de formação de professores nos Estados Unidos incluem oportunidades para aprender sobre o ensino com princípios e tecnologias *Maker*. Isto indica um reconhecimento crescente da importância da educação *Maker* na preparação de professores naquele país, que é essencial para uma implementação eficaz em ambientes de Ensino Fundamental e Ensino Médio. Entretanto, a perspectiva *Maker* ainda carece de interesse institucional dos cursos de formação inicial de professores.

A formação de professores na perspectiva *Maker* tem vários impactos significativos sobre os educadores e suas práticas docentes. Em primeiro lugar, melhora a percepção dos professores sobre a necessidade e as possibilidades de integrar a educação *Maker* no seu currículo, como evidenciado pelas mudanças positivas nas atitudes dos professores após participarem de um programa de formação baseado em projetos que incluiu a utilização de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação-TDIC como impressoras 3D e Arduino (Hyeon 2016). Esta formação não só muda as percepções dos professores, mas também os equipa com competências práticas e conhecimentos para implementar eficazmente a educação *Maker* além da melhora nas competências pedagógicas dos licenciandos, proporcionando-lhes

experiências de aprendizagem práticas e ativas que são diretamente aplicáveis ao ensino da matemática e de outras disciplinas STEM (Bertrand, 2022; Namukasa, 2023).

Além disso, esta perspectiva promove uma cultura de criatividade e inovação entre os professores em formação, especialmente na educação STEM. A integração da aprendizagem centrada no criador em programas de formação de professores, como o programa 'C24M2: Codificação Criativa para Fabricantes de Matemática', demonstrou promover atitudes positivas em relação à computação e aumentou o envolvimento com o pensamento computacional (Connolly, 2020), que é crucial para o ensino nas principais áreas STEM, em especial a matemática.

A formação *Maker* ajuda os professores em exercício a explorar novas formas de ensinar matemática através da utilização de ferramentas fabricadas digitalmente, que apoiam a aprendizagem prática e ligações ao mundo real que vão além dos currículos tradicionais (Harron, 2022). Esta abordagem não só melhora o conhecimento do conteúdo tecnológico e pedagógico dos professores, mas também amplia a participação na matemática, ligando os conceitos matemáticos à natureza e às artes (Harron, 2022).

O envolvimento em atividades *Maker* permite que os futuros professores apliquem várias formas de conhecimento, incluindo conhecimento de conteúdo, conhecimento pedagógico e conhecimento de design. Esta integração é crucial para o desenvolvimento de estratégias de ensino eficazes e apoia o avanço destas formas de conhecimento, que são essenciais para um ensino de matemática de alta qualidade (Greenstein, 2017). Conforme discutido em Pimentel (2020), este envolvimento impacta os educadores ao destacar a relevância e os benefícios potenciais da implementação de métodos de ensino práticos e colaborativos na educação matemática.

Por último, a formação de professores desde uma perspectiva *Maker* ajuda os professores a navegarem e a enfrentar desafios sistémicos nos seus contextos educativos, tais como avaliações de alto risco e a estratificação dos alunos. Ao participar no desenvolvimento profissional centrado no *Maker*, os professores podem dar sentido a estes desafios através das lentes dos princípios da educação do criador, levando a experiências de aprendizagem mais equitativas e consequentes para os alunos (Heredia, 2021).

No geral, a formação de professores centrada no *Maker* tem um impacto significativo nas atitudes, conhecimentos e práticas dos professores, promovendo ambientes educativos mais inovadores, envolventes e equitativos.

Apesar destes aspectos positivos, Schad (2020) salienta que a investigação sobre a educação *Maker* em ambientes de ensino básico e secundário ainda está em desenvolvimento,

sem ainda existirem melhores práticas claramente definidas para a aprendizagem de alunos ou professores. Isto sugere que, embora haja um interesse significativo e benefícios percebidos, o campo ainda está a evoluir em termos de estabelecimento de práticas robustas e baseadas em evidências. Assim, faz necessário pensar em formações de professores e investigações a respeito deste assunto que articulem uma formação para o trabalho com a perspectiva *Maker* na escola, assim como, com o uso de atividades *Maker* para a formação inicial constituindo uma perspectiva integrada.

Um aspecto importante da formação inicial de professores, e em específico de professores de matemática, trata da especificidade didático-pedagógico desse processo. Enquanto para a Educação Básica está consensuada a necessidade de pedagogias e didáticas específicas para as disciplinas escolares que respeitem seus fundamentos, as didáticas de ensino superior para a formação de professores ainda são profundamente marcadas pelo modelo tradicional expositivo e pouco dialógico. Esse artigo assume como defesa a necessidade de uma busca por pedagógicas específicas da formação de professores de matemática em nível superior.

O objetivo dessa pesquisa é constituir uma exposição teórica do *Maker* como uma pedagogia de formação de professores de matemática a partir da triangulação teórica, diálogo crítico e levantamento bibliográfico de três teorias do campo: as compreensões teóricas do construcionismo que permeiam a perspectiva *Maker*, a teoria da objetivação matemática e as pedagogias baseadas na prática para formação de professores.

2. DESENHO METODOLÓGICO

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa de tipo teórico-bibliográfico que está além de uma simples revisão de literatura, pois

visa proporcionar novos aprendizados para a área de conhecimento de sua pesquisa. [...] o reconhecimento de novas metodologias e técnicas para o pesquisador, no caso de pesquisas empíricas, ou mesmo novas reflexões e teorizações sobre determinado tema (p. 4-5, Souza Filho; Lima, 2021)

Para este fim são escolhidos referenciais exemplares entendidos como aqueles referenciais que incorporam em si de forma sintética e mais acabada um movimento contraditório da teoria que representam. Estes referenciais podem ser autores/as, textos, livros ou laboratórios/grupos de pesquisa. A escolha dos referenciais exemplares deste trabalho ocorreu a partir de uma metodologia de bola de neve, onde inicialmente são escolhidos textos mais citados, estes são analisados qualitativamente e novos textos são adicionados ao corpus a

partir dos referenciais dos textos originais. Segundo Wohlin (2014), essa abordagem consiste em explorar tanto as listas de referências de um artigo quanto as publicações que o citam (utilizando o Google Acadêmico) para localizar novas publicações relevantes. O ponto de parada desse processo ocorre quando há uma saturação do que se busca a partir da pergunta de pesquisa. No tocante a essa pesquisa a pergunta norteadora arguia sobre as contribuições teóricas possíveis para uma pedagogia da formação de professores de matemática.

Nesta pesquisa usou-se o Google Scholar como mecanismo para definir os trabalhos mais citados, a saber da perspectiva Maker o trabalho de Blikstein (2013) que nos levou a identificar a teoria construcionista de Seymour Papert como seu fundamento teórico e, portanto, um referencial exemplar do campo. No contexto da Teoria da Objetivação o principal autor e seu fundador são os trabalhos de Luis Radford e no campo da PBTE os trabalhos de Pam Grossman.

Os trabalhos de Blikstein (2013), Papert (1991) e Papert e Harel (1993) se configuram como fundacionais exemplares dessa perspectiva. A partir deles, trabalhando com uma revisão narrativa usando as palavras-chave “maker movement” AND (“teacher training” OR “formação de professores”) foram incluídos 5 trabalhos. Além disso, outros 5 trabalhos foram incluídos por se repetirem em referências dos trabalhos anteriores e/ou apresentarem perspectiva teórico-históricas sobre o movimento (Blikstein, 2018; Martin, 2015; Schad; Jones, 2020; Soares Pimentel; Campos, 2020; Taylor, 2016). Ao final, totalizaram 13 trabalhos.

Da Teoria da Objetivação o texto inicial foi de Radford (2003) do qual foram escolhidos outros dois, que citam esse inicial, como Radford (2023) e Radford; Schubring, Seeger (2008). Em Radford *et al.* (2008) por haver diálogo crítico com o campo da semiótica e ser muito citado e Radford (2023) por ser um trabalho síntese da TO. Com esses trabalhos um bom nível de saturação ocorreu, entretanto, outros dois trabalhos foram incluídos após uma análise inicial por serem direcionados a duas lacunas existentes na obra de síntese de Radford (2023). Um se referencia à compreensão da dialética (Radford, 2024) e outros sobre a subjetividade (Vargas-Plaza; Radford, 2023).

Ao pesquisar com as palavras-chave “core practices” OR “practice-based teacher education” as obras que se sobressaíram foram Grossman *et al.* (2009), McDonald *et al.* (2013) e Forzani (2014). Da análise dessas obras foi possível identificar precursores da perspectiva incluídos na pesquisa (Lampert; Graziani, 2009; Zeichner, 2012; Shulman, 1986; Ball *et al.*, 2008; Hill *et al.*, 2005). Ao analisar obras que citavam todas essas referências encontramos uma obra síntese do campo que também foi incluída na análise (Grossman, 2021).

Todos os textos desse levantamento estão na bibliografia desse artigo. Foram colocados em diálogo crítico entre si em três movimentos, a exposição positiva das ideias e tematizações teóricas, a crítica dessas tematizações e produções de síntese superadora das contradições apresentadas. Para a realização desse diálogo crítico novas obras foram incorporadas por decisão teórica dos pesquisadores considerando as tematizações e as análises que ocorriam. A inclusão dessas novas referências buscou fazer possível a constituição de uma integração teórica entre as perspectivas.

3. FUNDAMENTOS DA TEORIA DA OBJETIVAÇÃO PARA AS CORE PRACTICES

A articulação entre a Teoria da Objetivação (TO) de Luis Radford e o conceito de "práticas centrais" (*core practices*) na formação de professores, em nossa posição, oferece um quadro rico para a compreensão do ensino e da aprendizagem. Enquanto a TO, uma teoria sociocultural enraizada nas filosofias de Hegel e Marx e na obra de Vygotsky, procura explicar a aprendizagem como um processo dialético de saber e devir, as práticas centrais são identificadas como as ações fundamentais que os professores devem dominar para apoiar a aprendizagem dos alunos. A interação entre essas duas perspectivas pode aprofundar nossa compreensão de como os futuros professores aprendem a ensinar e como suas identidades profissionais são moldadas nesse processo.

3.1. A Teoria da Objetivação: Uma Perspectiva Vigotskiana sobre Saber e Devir

A Teoria da Objetivação (TO) é uma abordagem sociocultural na Educação Matemática que se afasta das concepções subjetivistas e naturalistas da aprendizagem, como o construtivismo e as pedagogias centradas na criança (Radford, 2023). Em vez disso, a TO propõe que a aprendizagem é um processo cultural-histórico coletivo, onde indivíduos, impulsionados pela satisfação de necessidades comunitárias, trabalham juntos, coproduzindo tanto o saber quanto a si mesmos (Radford, 2023; Herrera *et al.*, 2021).

No cerne da TO estão dois conceitos dialeticamente interligados: saber e conhecimento (Radford, 2024). Segundo Radford (2023) o saber é concebido como uma entidade geral, um sistema de arquétipos de pensamento, ação e reflexão constituídos historicamente e culturalmente a partir do trabalho coletivo, material, sensual e sensível. Não é uma entidade platônica ou algo que os indivíduos internalizam passivamente. O saber existe na cultura antes do nascimento do

indivíduo, como uma capacidade gerativa ou potencialidade. Por outro lado, o conhecimento é a atualização ou materialização desse saber (Radford, 2024; 2023). É a forma singular, concreta e sensível pela qual o saber se manifesta através da atividade humana. O conhecimento é sempre mediado pela atividade, levando consigo a "impressão" dessa atividade. A TO enfatiza que o conhecimento é, ao mesmo tempo, um "déficit" (pois não pode capturar o saber em sua totalidade) e um "excesso" (pois supera a potencialidade e abre novas possibilidades de reflexão e investigação).

O "labor conjunto" (*joint labor*) é a categoria ontológica central da TO a nosso ver. Ela se refere a um sistema dinâmico onde os indivíduos interagem coletivamente em um forte sentido social, produzindo bens e meios de subsistência, incluindo o saber. Não é simplesmente uma série de ações coordenadas ou uma mera interação, mas uma "forma de vida" (Radford, 2023, p. 36), orgânica e sistêmica, um evento que engloba dimensões cognitivas, sensíveis, materiais, emocionais e éticas. O labor conjunta é o meio pelo qual o saber se materializa/atualiza em conhecimento.

Dentro do labor conjunto, ocorrem os "processos de objetivação". Estes são os processos sociais, ativos, corpóreos, discursivos, simbólicos e materiais, pelos quais os estudantes encontram, notam e se familiarizam criticamente com sistemas de pensamento e de ação histórico-culturalmente constituídos. É a transformação de um objeto cultural (Objekt) em um objeto da consciência (*Gegenstand*) (Radford, 2023). Este encontro não é um ato de submissão, mas requer uma "legítima autenticidade" e uma "olhada crítica" no saber, permitindo espaço para o dissenso e a subversão (Radford, 2023, p. 97).

Simultaneamente aos processos de objetivação, ocorrem os processos de subjetivação (Radford, 2023; Wagner, 2024). A aprendizagem na TO não é apenas sobre o saber, mas também sobre o devir do ser – a constituição e transformação contínua da consciência e da identidade dos sujeitos (professores e alunos). A subjetividade é vista como uma entidade em fluxo, um projeto de vida inacabado que se coproduz na interação com a cultura e com os outros.

A TO enfatiza a "corporeidade" e a "cognição sensual". O corpo, os sentidos e os objetos de sensação não são entidades dadas, mas sim transformados pela atividade cultural-histórica. Gestos, postura, ritmo, linguagem e artefatos são partes integrantes da atividade e do pensamento, não meros mediadores (Radford, 2003). A percepção humana é seletiva e moldada culturalmente, exigindo um "ato intencional" para notar certas características de um objeto (Radford, 2023).

Por fim, a TO argumenta que a "ética" é uma presença ineludível e fundamental na sala de aula de matemática. Propõe uma "ética comunitária" baseada na responsabilidade, no

compromisso e no cuidado com o outro, promovendo formas de colaboração humana não alienantes. Esta ética se baseia em um conceito dialético-materialista do eu, que reconhece a natureza histórico-cultural e política do ser humano e da educação (Radford *et al. et al.*, 2008). Assumir uma posição ética dessa forma permite a produção de insubordinações criativas e coletivas (Wagner, 2022) para a equidade, um aspecto central para as autoras que defendem o conceito de práticas centrais.

3.2. Práticas Centrais: Foco na Ação Pedagógica

O movimento das "práticas centrais" na formação de professores representa uma mudança significativa, afastando-se do foco exclusivo no conhecimento teórico para enfatizar a especificação das práticas de ensino que integram conhecimento e ação (Forzani, 2014; McDonald *et al.*, 2013). O objetivo é apoiar os professores na aprendizagem de como usar o conhecimento em ação e prepará-los para a tomada de decisões no momento. As práticas centrais são definidas como aquelas fundamentais para o ensino, enraizadas em objetivos disciplinares e pedagógicos, e que os professores implementam para apoiar a aprendizagem dos alunos (Grossmann *et al.*, 2009).

Embora o movimento de práticas centrais não prescreva um único conjunto de práticas, busca desenvolver uma compreensão comum do conceito para que ele se torne uma ferramenta de campo para a organização e implementação da formação de professores baseada na prática. O objetivo não é uma técnica desincorporada, mas sim uma prática profundamente informada por conhecimento, propósito e valores, visando a expertise adaptativa.

A pedagogia das práticas centrais é estruturada segundo Grossman (2021) em três elementos-chave:

1. Representações da prática: As diversas maneiras pelas quais a prática é representada para os novatos, tornando-a visível.
2. Decomposição da prática: Quebrar a prática em suas partes constituintes para fins de ensino e aprendizagem. Isso permite que os professores em formação dominem as práticas em um nível básico desde cedo.
3. Aproximações da prática: Oportunidades para que os novatos se engajem em práticas que são mais ou menos próximas às práticas autênticas da profissão, como simulações ou microensino.

Essas práticas podem ser específicas de uma disciplina como ensinar matemática através da resolução de problemas desafiadores ou mais gerais como a fala produtiva em sala de aula ou eliciar e interpretar o pensamento dos alunos (Brownell *et al.*, 2019). Tais práticas são compreendidas em uma perspectiva sociocultural (Grossman *et al.*, 2009) o que direciona para as possibilidades de articulação com a TO.

3.3. Articulação entre a Teoria da Objetivação e as Práticas Centrais

A Teoria da Objetivação e as práticas centrais, embora desenvolvidas em diferentes contextos e com propósitos ligeiramente distintos, exibem uma profunda ressonância e complementaridade. Ambas as perspectivas compartilham uma base sociocultural explícita, reconhecendo que o ensino e a aprendizagem são atividades socialmente situadas e culturalmente mediadas (Radford, 2023; McDonald *et al.*, 2013). Ambas também se afastam de concepções individualistas da aprendizagem, buscando uma compreensão mais complexa da interação entre o indivíduo e o contexto social.

A TO pode enriquecer a abordagem das práticas centrais de várias maneiras. Enquanto as práticas centrais identificam o que deve ser ensinado (as ações fundamentais), a TO oferece uma compreensão mais profunda de como essas práticas são aprendidas e de quem as aprende, pretendemos aprofundar esses aspectos na sequência.

O labor conjunto da TO fornece um modelo pedagógico potente para a implementação das práticas centrais, constituindo o como aprender a ser professor. Não se trata apenas de coordenar ações, mas de um engajamento coletivo, onde professores e alunos "trabalham juntos, ombro a ombro". Isso transcende a mera instrução ou a observação passiva. As aproximações da prática, como o microensino ou as simulações, podem ser concebidas como espaços para o labor conjunto, onde o saber da prática (a capacidade generativa de agir como um professor) é materializado em conhecimento na prática (o desempenho concreto e sensível da prática).

As práticas centrais enfatizam o uso do conhecimento em ação e a TO complementa isso com a distinção entre saber (a capacidade) e conhecimento (a materialização). Nesse sentido, aprender uma prática central é objetivar o saber pedagógico daquela prática, transformando-o em conhecimento sensível e situado. Além disso, a TO insiste que a aprendizagem não é apenas adquirir saber, mas também o "devir do ser". Isso significa que a formação em práticas centrais não deve apenas focar na técnica, mas na constituição da identidade profissional do professor como um sujeito crítico, reflexivo e ético. As práticas

centrais, como lidar com interações difíceis ou conduzir conversas produtivas em sala de aula, envolvem não apenas habilidades, mas também posturas éticas e subjetivas. A TO fornece o arcabouço para analisar como, ao engajar-se nessas práticas, o professor em formação não apenas melhora suas habilidades, mas também se transforma como pessoa.

A TO vê a contradição como um motor do desenvolvimento. No contexto das práticas centrais, isso significa que as dificuldades ou "falhas" na implementação de uma prática não são simples deficiências a serem corrigidas, mas oportunidades para uma reflexão dialética que leva a um conhecimento mais aprofundado e a um novo saber. A ideia do conhecimento como "excesso" se alinha com o objetivo das práticas centrais de fomentar a expertise adaptativa, permitindo que os professores vão além da mera reprodução e se engajem na criatividade e na subversão.

A ênfase da TO na corporeidade e na cognição sensual oferece uma lente para analisar as práticas centrais além do aspecto puramente cognitivo ou discursivo. Como os professores utilizam gestos, postura, tom de voz, ritmo e artefatos na sala de aula? A TO argumenta que esses "meios semióticos de objetivação" (Radford, 2023, p. 122) são intrínsecos à atividade e ao pensamento, moldando a percepção e a compreensão. Isso é crucial para a decomposição e representação das práticas centrais, mostrando a complexa coordenação de recursos multimodais que as tornam eficazes. Isto é, na constituição de uma pedagogia para a formação docente estes meios semióticos de objetivação da prática docente necessitam ser planejados.

Uma das possibilidades são as atividades instrucionais propostas por Lampert e Graziani (2009) que atuam como episódios de ensino nos quais professores em formação podem experimentar um conjunto de práticas e princípios voltados para um ensino intencional e desafiador. Essas atividades são planejadas para que os iniciantes aprendam a trabalhar com tarefas matemáticas ricas, que possibilitam múltiplas soluções ou diferentes abordagens de resolução. Os protocolos dessas atividades favorecem o desenvolvimento da prática central de escuta e interação com os estudantes, ao orientar os futuros docentes a utilizarem perguntas exploratórias como: “Como você pensou nisso?”, “Alguém fez de outro jeito?”, ou “Conte para nós como chegou a essa conclusão.”. Estes materiais preparados com antecedência configuram-se como meios de significação cultural da prática docente encarnando saberes e permitindo que ao serem postos em movimento de objetivação pelos professores permitam a atualização do saber em conhecimento.

Outro ponto importante da articulação entre as práticas centrais e a TO é a crítica à autonomia individualista e a promoção de uma Ética Comunitária. A TO critica a concepção de autonomia que reduz a aprendizagem a um processo puramente individualista, separado do

social e do cultural. Embora as práticas centrais reconheçam a complexidade social, a TO oferece uma crítica mais aprofundada das suas raízes filosóficas e propõe a "ética comunitária". Isso implica que a formação em práticas centrais não deve apenas visar a competência técnica, mas também cultivar um senso de responsabilidade, compromisso e cuidado coletivo entre os futuros professores e com seus alunos buscando a equidade (Peercy *et al.*, 2023). A ética comunitária na TO previne, a nosso ver, que as práticas centrais sejam vistas como um conjunto de técnicas neutras, inserindo-as em um projeto mais amplo de transformação social e emancipação.

3.4. Perspectiva *Maker* em uma compreensão sociocultural

Nessa seção buscaremos demonstrar as possibilidades de uma compreensão sociocultural da perspectiva *Maker*. Para esse objetivo iniciaremos com uma análise sobre os fundamentos pedagógicos do movimento *Maker* e depois avançaremos para sua crítica e posterior síntese superadora.

A principal referência teórica do que ficou conhecido como construcionismo é Seymour Papert, constituindo sua compreensão teórica após seus estudos com Piaget e pautado nas pesquisas com uso de computadores, da programação e da linguagem LOGO como suportes para a aprendizagem. Papert (2008) entende o construcionismo a partir de uma análise crítica da corrente construtivista pautada em Piaget, enquanto esta última entende que o sujeito (mônada) constrói seu próprio conhecimento na interação com o objeto cognoscível, para Papert (2008) a aprendizagem ocorre “fazendo”, ou seja, construindo algo de forma concreta no mundo. O construcionismo não nega o ensino, como em certa medida o construtivismo faz – basta lembrarmos da máxima piagetiana de que todo ato de ensino priva a criança da oportunidade da descoberta. Para Papert (2008, p. 134) o ensino deve ser organizado “de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino”, mas alerta que a mudança da perspectiva de ensino ser reduzida ao mínimo é um dos últimos fatores necessários para uma aprendizagem na perspectiva construcionista. Para o autor o melhor conhecimento é aquele que dará condições para sejam alcançados novos conhecimentos, de forma autônoma pela criança, articulando construções mentais às construções no mundo (públicas) onde “o produto pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado” (Papert, 2008, p. 137). Para isso, são necessários além de um ensino mantido ao mínimo um conjunto de instrumentos e artefatos pedagógicos que permitam a construção por parte do estudante.

A concepção construcionista de Papert, apesar de aberta ao campo sociocultural ao trazer à tona a necessidade dos artefatos e instrumentos para a construção do conhecimento pelas vias do “aprender fazendo” e da colaboração ainda se mantém preso as concepções do aprender a aprender (Duarte, 2001) em que as crianças são entendidas como mônadas que constroem seu conhecimento de forma individual e universalmente organizada dado que a aprendizagem deve seguir as fases do desenvolvimento e não ser motor de desenvolvimento. Nessa compreensão, em nosso juízo, o construcionismo acaba reforçando uma concepção de que a cultura, as relações sociais e a constituição do coletivo que permeiam a aprendizagem das pessoas sejam fatores de pressão e influência sobre/do desenvolvimento cognitivo, e não fontes de enriquecimento da personalidade e do desenvolvimento integral (Veresov; Fleer, 2016).

Em contrapartida a uma aprendizagem individualista propomos uma compreensão sociocultural baseada na Teoria Histórico-Cultural da Objetivação (doravante TO) em que a aprendizagem é dotada de dimensões objetivas e subjetivas e seus processos ocorrem por meios de objetivação e subjetivação, conforme já exposto na seção anterior.

A categoria de labor conjunto, desenvolvido por Radford (2023, 2016, 2019), pode à primeira vista ser comparada de forma aligeirada ao pressuposto colaborativo do construcionismo, entretanto, as diferenças são profundas tanto em seu caráter teórico-analítico quando nos seus desdobramentos para a prática pedagógica. Enquanto para o construcionismo a colaboração é catalisadora de aprendizagem, na teoria da objetivação ela é produtora e substância da aprendizagem. O caráter catalisador da colaboração no construcionismo leva diversos autores a entenderem o professor como facilitador (e.g., Raabe; Gomes, 2018), que “mediar” é facilitar (e.g., Kryvoruchka, 2019) ou então que a colaboração é importante pelo papel que um professor, como alguém mais experiente, tem de ajudar a aprendizagem (e.g., Valente; Blikstein, 2019).

Enquanto no construcionismo o processo colaborativo se configura como catalisador da aprendizagem, esta individual e muito semelhante às mônadas piagetianas, na TO o labor conjunto se configura em um processo contínuo de subjetivações e objetivações. A objetivação para o construcionismo se configura num processo de *hands-on* e *head-in*, de forma que objetivar é fazer, construir e produzir de forma que sua cognição esteja imersa nesse processo, ao passo que a objetivação na TO é um processo multisensual pelo qual estudantes se confrontam com sistemas de pensamentos, práticas culturais e simbólicas e se familiarizam com esse processo. Este confronto se configura como um encontro com o outro, o alheio (Radford, 2023). A diferenciação entre uma objetivação do construcionismo e aquela defendida pela TO é muito bem explicitada pela discussão que Radford (2023) realiza desde a filosofia hegeliana

e sua diferenciação entre *Gegenstand* e *Objekt*. No construcionismo a objetivação se restringe a objetivar um *Objekt*, um objeto material que se descola do indivíduo. Ao passo que a objetivação de um *Gegenstand* pode se configurar como um objeto material, entretanto amplia e vincula a objetivação desse objeto ao sistema cultural em que está imerso fazendo-o ser, além de um objeto material, um objeto da consciência posto. Em suma, os processos de hands-on e head-in do construcionismo encerram suas análises numa separação entre *Objekt* e consciência, ao passo que a compreensão teórica da *Gegenstand* unifica, amplia e compreende esse movimento em sua profundidade.

Este movimento da objetivação retroage sobre os indivíduos e grupos sociais que a põe. Segundo Wagner (2022) a objetivação matemática é um pôr teleológico próprio do complexo da Educação Matemática, de forma que toda objetivação implica uma exteriorização de quem põe, em suma nesse processo de objetivação como *Gegenstand* (Radford, 2023) há uma externalização da subjetividade de quem põe que se incorpora no objeto exteriorizado e objetivado. Essa subjetividade exteriorizada se apresenta então como um outro, um ser alheio a quem objetivou e retroage sobre a própria subjetividade que se transforma. A este processo, aqui sintetizado e com diversas nuances quando focalizado nos processos do complexo da Educação Matemática, Wagner (2024) entende por subjetivações matemáticas.

Radford (2023) e Vargas-Plaça e Radford (2023) compreendem a subjetivação de forma semelhante como o processo em que o Ser sempre se mostra em movimento e diferente de antes, em um contínuo vir-a-ser. Vargas-Plaça e Radford (2023) analisam com maestria o movimento dialético da voz nesses processos de subjetivação, muito próximo das discussões que Wagner (2024) realiza sobre as configurações subjetivas da ação de dialogar nos processos de subjetivação matemática. Esta rica discussão sobre a subjetivação nos processos de objetivação matemática é uma diferença crucial do construcionismo, pois rompe com o individualismo propagado pela teoria e no caráter externo da colaboração no processo de aprendizagem.

Os processos de objetivação e subjetivação que se configuram no labor conjunto são próprios dos processos de ensino-aprendizagem da matemática e nesse sentido, são também chaves analíticas para estudar teoricamente o processo de aprendizagem assim como para propor transformações das práticas educativas. Em nossa concepção, esse ferramental analítico e teórico pode ser estendido dos processos de aprendizagem em sala de aula com crianças para os processos de aprendizagem docente a partir das práticas centrais, pois permitem compreender a objetivação dessas práticas em suas dimensões culturais, corporais, cognitivas e subjetivas.

Como elemento indicativo de aprendizagem Radford (2023) constitui a categoria de nó semiótico e contração semiótica. O nó semiótico se refere ao momento do labor conjunto em que os mais diversos recursos semióticos (para além dos matemáticos) foram movimentados de tal forma que levaram aos sujeitos a tomarem consciência de algo ao longo de um processo de objetivação. Ao passo que a contração semiótica é o momento em que diferentes atividades semióticas anteriores vão se contraindo e se refinando nos processos de labor conjunto, isto é, se antes na realização da atividade de labor conjunto eram empregados diversos recursos semióticos e tempos, agora estes vão diminuindo e se refinando demonstrando processos mais amplos de inteligibilidade.

Portanto, a contração semiótica é um dos indicativos para aprendizagem matemática como processo de objetivação. Esse processo semiótico de objetivar não se faz sem as próprias contradições com o mundo cultural em que a criança está inserida, por isso, em seu processo inicial os nós semióticos são indicativos de que um processo parece ter iniciado. Ao passo que, uma homogeneização entre meios e fins, entre a objetivação de um conhecimento/saber matemático e o meio cultural das crianças ocorre, estes diversos recursos semióticos vão se refinando, se contraindo, demonstrando que o processo de objetivação tem avançado. Pretendemos aprofundar estas questões teóricas ao passo que analisamos a experiência em tela.

A nossa posição é que os nós semióticos ocorrem nas diferentes propostas pedagógicas que as práticas centrais trazem como o *Teacher time out*, *charting*, repetição de ensino, modelação de aulas, atividades instrucionais, entre outras. Ao mesmo tempo, a contração semiótica ocorre quando professores vão aperfeiçoando as suas práticas centrais e esses diferentes instrumento formativos vão se tornando “obsoletos”.

4. PERSPECTIVA MAKER COMO UMA PEDAGOGIA PARA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Diferentes modelos sobre formação de professores já foram adotados ao longo dos anos e ao menos três coexistem e influenciam diretamente nossos cursos de formação inicial atualmente: o modelo baseado em competências, em conhecimentos/cognitivo e na prática.

A formação de professores baseada em competências (Competence-Based Teacher Education - CBTE) surgiu nas décadas de 1960 e 1970, enraizada em um modelo comportamental de aprendizagem. A principal característica da CBTE era o foco na especificação de competências discretas para o ensino. Em vez de se concentrar apenas no conhecimento necessário para ensinar, a CBTE propunha uma preparação profissional que

identificava habilidades específicas e oferecia aos novatos a oportunidade de praticá-las e repeti-las (McDonald *et al.*, 2013). Um exemplo notável de pedagogia associada à CBTE é o "microensino" (microteaching), que permitia aos professores em formação experimentar práticas de ensino baseadas em evidências em pequenos grupos e refletir sobre as experiências. O objetivo era que os professores praticassem habilidades e técnicas de ensino específicas.

No entanto, a CBTE enfrentou críticas por sua natureza reducionista. Embora visasse preparar os professores para o trabalho complexo, muitas vezes falhava em abordar o que Mary Kennedy (1999) chamou de "problema da entrada em ação" (problem of enactment), que é a lacuna entre o que os novatos podem considerar e o que são capazes de fazer na prática. A abordagem era vista como focada em elementos de ensino que, embora fáceis de serem promulgados, eram considerados triviais. Além disso, a base teórica do microensino, frequentemente associada à CBTE, era comportamental, diferindo da perspectiva sociocultural que fundamenta abordagens mais recentes, como as práticas centrais. Isso levava a um ensino percebido como mecânico, perdendo a integridade e a complexidade do trabalho do professor. A CBTE também foi criticada por desvalorizar o conhecimento e o julgamento dos professores, com a preocupação de que o foco em práticas simplificasse a complexidade do ensino e limitasse a capacidade de improvisar e adaptar o ensino a contextos particulares (McDonald *et al.*, 2013). Apesar dessas limitações, a formação de professores baseada em competências serviu como um precedente histórico para os esforços atuais de conectar a teoria à prática na formação de professores.

A formação de professores baseada em cognição marcou uma mudança importante na educação de docentes, emergindo na década de 1980 (McDonald *et al.*, 2013). Esta abordagem se diferenciou dos modelos comportamentais anteriores, como a Formação de Professores Baseada em Competências (CBTE), ao focar no pensamento e conhecimento dos professores, em vez de apenas em seus comportamentos observáveis.

Impulsionada pela psicologia cognitiva, a pesquisa sobre o ensino passou a ver a prática docente como uma série de julgamentos complexos, realizados a cada momento, que dependem do conhecimento sobre os objetivos instrucionais, os alunos e a integridade da disciplina (Shulman, 1986). Essa perspectiva levou ao desenvolvimento de "métodos baseados em casos" na formação de professores. Esses métodos foram projetados para permitir que os futuros educadores utilizassem múltiplos domínios de conhecimento especializado para analisar e interpretar decisões de ensino complexas (McDonald *et al.*, 2013; Forzani, 2014).

Ao contrário da CBTE, que era vista como reducionista e muitas vezes falhava em abordar o "problema da entrada em ação" – a lacuna entre o que os novatos conseguiam

conceber e o que eram capazes de fazer na prática – a abordagem cognitiva lançou as bases para reconhecer a natureza imprevisível do ensino.

O debate sobre os conhecimentos necessários para que um professor de matemática ensine bem existe internacionalmente desde o início do século XX, com as antigas escolas normais (Forzani, 2014) e chega aos dias atuais. De um lado, há as concepções cognitivistas que acreditam na centralidade dos conteúdos matemáticos acrescidos de conteúdos metodológicos e pedagógicos, de outro existem as concepções que advogam como central as práticas profissionais que constituem a profissão. O modelo conteudista ganha força ao transferir a formação de professores para o ensino superior, especialmente universidades, enquanto os modelos práticos resgatam experiências das escolas normais e de cursos como de medicina e odontologia (Zeichner, 2012).

Shulman (1986), nesse debate, explicita a existência de conhecimentos específicos dos professores para que possam exercer sua profissão, com especial atenção ao que concebeu como conhecimento pedagógico do conteúdo (Shulman, 1986). Neste contexto, o campo da Educação Matemática passa a questionar quais são os conhecimentos pedagógicos do conteúdo matemático necessários para o ensino eficaz de matemática e como construí-los? Ball *et al.* (2008) concebem o conhecimento matemático para o ensino como um conhecimento matemático implicado pelo ensino, pelas necessidades e hábitos mentais necessários para a realização das tarefas usuais de ensino da matemática (Ball *et al.*, 2008). Em suas pesquisas comprovam a relação entre o conhecimento matemático para o ensino e os resultados de aprendizagem de estudantes (Hill, 2008), que este conhecimento se diferencia dos conhecimentos matemáticos cotidianos de outras profissões (como engenheiros) e dos próprios matemáticos profissionais (Ball, 2008) e sua relação como principal conhecimento para a qualidade do ensino de matemática (Hill, 2005).

Enquanto as autoras anteriores advogam o conhecimento matemático para o ensino como sendo uma espécie de amálgama entre matemática e pedagogia, outros autores conceituam essas dimensões como espaços separados. Nesse contexto foram realizadas pesquisas comparadas em nível internacional, com especial atenção ao TEDS-M (*Teacher Education and Development Study in Mathematics*) que foi o primeiro estudo empírico internacional sobre preparação de professores que ensinam matemática a coletar dados sobre a organização, currículo, processos e resultados da formação de professores a partir de amostras nacionais de instituições, equipe docente e alunos em 17 países. O TEDS-M foi projetado para focar nos resultados da preparação matemática de professores nos níveis primário e secundário e para servir como uma ferramenta valiosa para ajudar a informar e desenvolver políticas de

formação de professores de matemática (Tatto, 2018). Uma versão alemã do estudo, COACTIV Project (*Cognitive Activation in the Classroom*), trabalhou com uma perspectiva semelhante. Os dois estudos apresentaram resultados como a relação entre conhecimentos matemáticos de entrada nos cursos de formação de matemática estarem vinculados aos níveis de conhecimento pedagógico da matemática (Tatto, 2018) e que o conhecimento matemático é ponto fundamental de apoio para o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo matemático (Baumert, 2013).

Por fim, a formação de professores baseadas nas práticas centrais (PBTE), ou de alta-avancagem, buscam sintetizar as conquistas dos dois últimos modelos. O foco principal da PBTE é ensinar diretamente como lecionar, integrando o currículo e as experiências práticas para capacitar os docentes a usarem o conhecimento na ação (Cochran-Smith; Lytle, 1999).

Seu objetivo é preparar professores para o trabalho complexo e imprevisível da docência, promovendo um ensino ambicioso que melhore a aprendizagem dos alunos e atenda à equidade. A metodologia da PBTE inclui "representações" (exemplos de prática, como vídeos), "decomposições" (dividir a prática em componentes menores) e "aproximações" (oportunidades para praticar habilidades em ambientes controlados, como ensaios e simulações). Essas pedagogias são integradas em "ciclos de aprendizagem" iterativos, nos quais os futuros professores analisam, planejam, ensaiam, praticam com alunos reais e refletem sobre sua atuação. O objetivo final é desenvolver a experiência adaptativa, permitindo que os professores refinem e ajustem suas práticas continuamente. O objetivo final é desenvolver a experiência adaptativa, permitindo que os professores refinem e ajustem suas práticas continuamente.

A perspectiva *Maker*, em uma abordagem construcionista, preconiza a produção de um artefato físico ou mental ao final do processo de objetivação para que possa ser compartilhado, criticado e aprimorado. No contexto das pedagogias de formação de professores de matemática propomos o *Maker* na produção de materiais didáticos, paradidáticos e instrucionais. A produção e escolha de materiais didáticos para efetiva prática letiva do professor é parte fundamental da profissão (Laski *et al.*, 2015; Bartolini Bussi, 2011; Silveira *et al.*, 2025). Esses materiais podem ser manipulativos, físicos ou virtuais, sequências didáticas, planos de oficinas/aulas, entre outras. Todas elas necessitam movimento conhecimentos específicos da profissão docente em matemática (de conteúdo e pedagógicos do conteúdo). A partir de uma interpretação do *Maker* desde a TO concluímos a importância desses processos de objetivação se darem de forma coletiva, em labor conjunto, e direcionados aos aspectos comunitários. Dessa forma, esses objetos, físicos ou mentais, necessitam ser colocados em prática para serem

devidamente aprimorados. Por exemplo, um grupo de estudantes em formação inicial planejam e produzem manipulativo do ciclo trigonométrico, tanto físico quanto uma versão digital no GeoGebra, e na sequência planejam uma oficina para ensino do ciclo trigonométrico no Ensino Médio colocando em ação com um grupo de estudantes para posterior reanálise e aprimoramento do material. A questão que fica é como organizar esse ciclo aprendizagem docente?

McDonald *et al.* (2013) promovem um modelo pedagógico para a formação nas práticas centrais dividido em quatro etapas:

a) Introdução: apresentam as práticas (e.g., "elicitando o pensamento dos alunos") através de modelagem, análise de vídeos ou estudos de caso, ajudando os novatos a construir uma visão da prática.

b) Planejar e Ensaiar: professores em formação planejam colaborativamente e ensaiam as práticas, como em simulações na universidade, recebendo feedback para refinar seus planos.

c) Implementar: Os novatos aplicam as práticas com alunos reais em salas de aula, com apoio como coaching em tempo real ou co-docência, e registram suas experiências (e.g., por vídeo ou coleta de artefatos de aprendizagem)

d) Analisar: Os professores analisam criticamente suas próprias implementações, refletindo e colaborando para aprender com a prática e aprimorar suas abordagens futuras.

Este ciclo busca integrar a teoria com a prática, promovendo o desenvolvimento de habilidades de ensino ambiciosas e relevantes para as necessidades dos alunos. Além disso se assemelha muito ao ciclo *Maker* na confecção de um material didático, sua implementação e análise posterior.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais deste artigo reforçam a importância de integrar metodologias como a formação baseada nas práticas centrais (PBTE) e a perspectiva *Maker* no desenvolvimento de professores de matemática em uma concepção sociocultural. Ambas as abordagens não apenas promovem a aquisição de competências técnicas e pedagógicas, mas também enfatizam a criatividade, a colaboração e a adaptabilidade — aspectos essenciais para enfrentar a complexidade e os desafios da docência em contextos diversos e imprevisíveis.

A PBTE, com suas pedagogias iterativas e ciclos de aprendizagem, oferece uma estrutura sólida para unir teoria e prática. Ao mesmo tempo, o foco na perspectiva *Maker*

acrescenta uma dimensão sociocultural priorizando a produção de artefatos concretos e reflexivos que, além de servir como ferramentas de ensino, inspiram o engajamento comunitário e colaborativo. Esse casamento entre as duas abordagens se mostra essencial para preparar professores capazes de responder às necessidades dos alunos, promover a equidade e enriquecer o ensino matemático com práticas inovadoras.

Um ponto relevante é a ideia de labor conjunto e comunitário na produção de materiais didáticos. O processo de objetivação, que envolve planejamento, experimentação e reavaliação, não apenas fomenta a criatividade e a capacidade técnica dos futuros docentes, mas também fortalece seus vínculos com a prática colaborativa e a responsabilidade coletiva. Isso reforça que o ensino não é uma atividade isolada, mas sim profundamente enraizada na interação humana e na troca de ideias.

Além disso, a análise crítica das práticas pedagógicas, como destacado no modelo de McDonald *et al.* (2013), é um componente vital para o desenvolvimento profissional. Esse processo proporciona aos professores em formação a habilidade de refletir sobre sua atuação, identificar áreas de melhoria e adaptar suas abordagens ao contexto e às demandas dos alunos. A capacidade de "aprender com a prática" não é apenas uma competência técnica, mas também um traço profissional indispensável para docentes que buscam excelência e relevância em suas carreiras.

Dessa forma, este artigo conclui que a adoção de metodologias integradoras e construcionistas, como a PBTE e o *Maker* na perspectiva sociocultural da TO, é fundamental para formar professores de matemática capazes de atuar com criatividade, competência e sensibilidade às demandas contemporâneas. Esse compromisso com a excelência na formação docente não apenas contribui para a melhoria do ensino, mas também para a construção de uma sociedade mais equitativa e preparada para os desafios do futuro.

REFERÊNCIAS

BALL, Deborah; THAMES, Mark Hoover; PHELPS, Geoffrey. Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? **Journal of Teacher Education**, v. 59, n. 5, p. 389–407, nov. 2008.

BARAB, Sasha; SQUIRE, Kurt. Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. **Journal of the Learning Sciences**, v. 13, n. 1, p. 1–14, jan. 2004.

BARTOLINI BUSSI, Maria G. Artefacts and utilization schemes in mathematics teacher education: place value in early childhood education. **Journal of Mathematics Teacher Education**, v. 14, n. 2, p. 93–112, abr. 2011.

BAUMERT, Jürgen; KUNTER, Mareike. **The COACTIV Model of Teachers' Professional Competence.** (Mareike Kunter *et al. et al.*, Orgs.) **Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers: Results from the COACTIV Project** Boston, MASpringer US, , 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_2>

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and 'making' in education. **FabLab: Of machines, Makers, and inventors**, p. 203–222, 2013.

BLIKSTEIN, Paulo. *Maker Movement in Education: History and Prospects.* In: DE VRIES, Marc J. (Org.). **Handbook of Technology Education.** Springer International Handbooks of Education. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 419–437.

BROWNELL, Mary T. *et al. et al.* A Continuum of Pedagogies for Preparing Teachers to Use High-Leverage Practices. **Remedial and Special Education**, v. 40, n. 6, p. 338–355, nov. 2019.

COCHRAN-SMITH, Marilyn; LYTLE, Susan L. Chapter 8: Relationships of Knowledge and Practice: Teacher Learning in Communities. **Review of Research in Education**, v. 24, n. 1, p. 249–305, jan. 1999.

COHEN, Jonathan. *Maker principles and technologies in teacher education: A national survey.* **Journal of Technology and Teacher Education**, v. 25, n. 1, p. 5–30, 2017.

CONNOLLY, Cornelia *et al. et al.* Pre-service Teacher Perceptions in Integrating *Maker*-Centered Learning in their Mathematics and Education Initial Teacher Education Programme. **Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació**, v. 1, n. 3, p. 50, 1 dez. 2020.

FORZANI, Francesca M. Understanding “Core Practices” and “Practice-Based” Teacher Education: Learning From the Past. **Journal of Teacher Education**, v. 65, n. 4, p. 357–368, set. 2014.

GREENSTEIN, Steven; SEVENTKO, Justin. Mathematical Making in Teacher Preparation: What Knowledge Is Brought to Bear?. **North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**, 2017.

GROSSMAN, Pam *et al. et al.* Teaching Practice: A Cross-Professional Perspective. **Teachers College Record**, v. 111, n. 9, p. 2055–2100, 1 set. 2009.

GROSSMAN, Pam. **Teaching core practices in teacher education.** [S.l.]: Harvard Education Press, 2021.

HEREDIA, Sara C.; TAN, Edna. Teaching & learning in *Makerspaces*: equipping teachers to become justice-oriented *Maker*-educators. **The Journal of Educational Research**, v. 114, n. 2, p. 171–182, 4 mar. 2021.

HERRERA, Adriana Lasprilla; RADFORD, Luis; CORREDOR, Olga Lucia León. La labor conjunta en actividades de enseñanza-aprendizaje a partir del estudio de los vectores de la ética comunitaria. **REMATEC**, v. 16, n. 39, p. 228–245, 2 dez. 2021.

HILL, Heather C. *et al.* Mathematical Knowledge for Teaching and the Mathematical Quality of Instruction: An Exploratory Study. **Cognition and Instruction**, v. 26, n. 4, p. 430–511, 3 out. 2008.

HILL, Heather C.; ROWAN, Brian; BALL, Deborah Loewenberg. Effects of Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching on Student Achievement. **American Educational Research Journal**, v. 42, n. 2, p. 371–406, jan. 2005.

HYEON, Seong-Eun; LEE, Seungyun; KIM, Hyoung Jun. A Study on the Development of Teacher Training Programme for *Maker* Education. In: ICEEPSY 2016 INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND EDUCATIONAL CONFERENCE. **Anais...** 22 nov. 2016. Disponível em: <<https://www.europeanproceedings.com/article/10.15405/epsbs.2016.11.65>>. Acesso em: 30 jun. 2025

KENNEDY, Mary M. The role of preservice teacher education. **Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice**, v. 54, p. 85, 1999.

KOSÍK, Karel. **Dialectics of the concrete: A study on problems of man and world**. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 1976. v. 52

LAMPERT, Magdalene; GRAZIANI, Filippo. Instructional Activities as a Tool for Teachers' and Teacher Educators' Learning. **The Elementary School Journal**, v. 109, n. 5, p. 491–509, maio 2009.

LASKI, Elida V. *et al.* What Makes Mathematics Manipulatives Effective? Lessons From Cognitive Science and Montessori Education. **Sage Open**, v. 5, n. 2, p. 2158244015589588, 1 abr. 2015.

MARTIN, Lee. The Promise of the *Maker* Movement for Education. **Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)**, v. 5, n. 1, 29 abr. 2015.

MCDONALD, Morva; KAZEMI, Elham; KAVANAGH, Sarah Schneider. Core Practices and Pedagogies of Teacher Education: A Call for a Common Language and Collective Activity. **Journal of Teacher Education**, v. 64, n. 5, p. 378–386, 1 nov. 2013.

PAPERT, Seymour. The children's machine: Rethinking school in the age of the computer. **New York**, p. 15, 1993.

PAPERT, Seymour; HAREL, Idit. Situating constructionism. **constructionism**, v. 36, n. 2, p. 1–11, 1991.

PEERCY, Megan Madigan; TIGERT, Johanna M.; FREDRICKS, Daisy E. **Core practices for teaching multilingual students: Humanizing pedagogies for equity**. [S.l.]: Teachers College Press, 2023.

RADFORD, Luis. Gestures, Speech, and the Sprouting of Signs: A Semiotic-Cultural Approach to Students' Types of Generalization. **Mathematical Thinking and Learning**, v. 5, n. 1, p. 37–70, jan. 2003.

RADFORD, Luis. **La teoría de la objetivación**. 1. ed. [S.l.]: Ediciones Uniandes, 2023.

RADFORD, Luis. The dialectic between knowledge, knowing, and concept in the theory of objectification. **Éducation et didactique**, v. 18, n. 2, p. 147–159, 2024.

RADFORD, Luis; SCHUBRING, Gert; SEEGER, Falk. **Semiotics in Mathematics Education: Epistemology, History, Classroom, and Culture**. [S.l.]: BRILL, 2008.

SCHAD, Michael; JONES, W. Monty. The *Maker* Movement and Education: A Systematic Review of the Literature. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 52, n. 1, p. 65–78, 2 jan. 2020.

SHULMAN, Lee S. Those who understand: A conception of teacher knowledge. **American educator**, v. 10, n. 1, 1986.

SILVEIRA, Everaldo; POWELL, Arthur Belford; GRANDO, Regina Célia. MATERIAIS MANIPULATIVOS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: CATEGORIZAÇÃO, USOS E EQUÍVOCOS. **VIDYA**, v. 45, n. 1, p. 135–152, 20 jun. 2025.

SOARES PIMENTEL, Charles; CAMPOS, Maria Luiza M. *Maker Math: Teaching mathematics through collaborative and hands-on methods*. In: FABLEARN '20: FABLEARN 2020 - 9TH ANNUAL CONFERENCE ON MAKER EDUCATION. **Proceedings of the FabLearn 2020 - 9th Annual Conference on Maker Education**. New York NY USA: ACM, 4 abr. 2020. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3386201.3386215>>. Acesso em: 30 jun. 2025

SOUZA FILHO, José Alves de; LIMA, Aluísio Ferreira de. Relatos de uma Pesquisa Teórico-Bibliográfica: Reconstrução enquanto Operador Crítico. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 41, p. e227673, 2021.

TATTO, Maria Teresa *et al.* **Exploring the mathematical education of teachers using TEDS-M data**. [S.l.]: Springer, 2018.

TAYLOR, Bart. Evaluating the benefit of the *Maker* movement in K-12 STEM education. **Electronic International Journal of Education, Arts, and Science (EIJEAS)**, v. 2, n. 1, p. 1–22, 2016.

VARGAS-PLAÇA, Jaqueline Santos; RADFORD, Luis. Teoria da objetivação: um foco na produção de subjetividades. **Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática**, v. 3, n. 3, p. 1–17, 26 jul. 2023.

WAGNER, Guilherme. The Ethical Dimension of Creative and Collective Insubordination: A Philosophical incursion in Mathematics Education. **Acta Scientiae**, v. 24, n. 5, p. 305–327, 2022.

WAGNER, Guilherme. Mathematical Subjectivations and the emergence of the subject in Mathematics Education: a historical cultural perspective. **Obutchénie. Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, v. 8, 22 dez. 2024.

WOHLIN, C. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: PROCEEDINGS OF THE 18TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING – EASE '14. New York, NY, USA, May 13-14, 2014. Association for Computing Machinery, 2014. p. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1145/2601248.2601268>

ZAIDAN, Samira *et al.* A Licenciatura em Matemática no Brasil em 2019: análises dos projetos dos cursos que se adequaram à Resolução CNE/CP 02/2015. 2021.

ZEICHNER, Ken. The Turn Once Again Toward Practice-Based Teacher Education. **Journal of Teacher Education**, v. 63, n. 5, p. 376–382, nov. 2012.

NOTAS DA OBRA

Título:

Perspectiva Maker Como Uma Pedagogia Para A Formação De Professores De Matemática: Fundamentos Socioculturais

Guilherme Wagner

Doutor em Educação Científica e Tecnológica

UFSC, Departamento de Ciências Exatas e Educação/Mestrado Profissional em Matemática, Blumenau, Brasil

UTFPR, Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Curitiba, Brasil

Guilherme.w@ufsc.br

 [https://orcid.org/ 0000-0003-1346-7980](https://orcid.org/0000-0003-1346-7980)

Endereço de correspondência do principal autor

Rua dos Caçadores, 1581 – CEP: 89040-002 – Velha, Blumenau, SC, Brasil

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: G. Wagner

Coleta de dados: G. Wagner

Análise de dados: G. Wagner

Discussão dos resultados: G. Wagner

Revisão e aprovação: G. Wagner

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Os autores cedem à **Recem** os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution](#) (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

PUBLISHER

Sociedade Brasileira de Educação Matemática, Regional de Santa Catarina (SBEM/SC). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

EQUIPE EDITORIAL

Editores-Chefe:

Dr. Julio Faria Correa

Dr. Eduardo Sabel