

## O Papel do *webLEM* na Promoção do TPACK do Professor que Ensina Matemática

The Role of *webLEM* in Promoting  
the Mathematics Teacher's TPACK

El Papel de *webLEM* en la Promoción del TPACK  
del Profesor de Matemáticas

Pedro José Florencio da Silva<sup>1</sup>, Dailson Evangelista Costa<sup>2</sup>,  
Mônica Suelen Ferreira de Moraes<sup>3</sup> e Marcelo Sabbatini<sup>4</sup>

### Resumo

A perspectiva teórica que trata do conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK) como elemento fundamental da formação de professores em contexto de tecnologia é amplamente utilizada na pesquisa sobre tecnologia educacional. Neste ensaio teórico qualitativo buscamos relacionar este referencial com o desenvolvimento de um Laboratório de Ensino de Matemática na internet (*webLEM*), explorando o papel desta última ferramenta para a promoção do TPACK de professores que ensinam Matemática (PEM). Analisamos, assim, as características do *webLEM*, considerando sua capacidade de proporcionar experiências de aprendizado interativas e personalizadas para alunos e professores. Os resultados indicam que o *webLEM* oferece oportunidades para a integração de tecnologia de maneira contextualizada e interativa no ensino da Matemática, permitindo aos educadores adaptarem suas práticas de ensino às necessidades específicas de seus alunos e a desenvolverem seus próprios TPACK.

**Palavras-chave:** TPACK. *webLEM*. Laboratório de Ensino de Matemática. Professor que ensina Matemática. Tecnologia no ensino de Matemática.

### Abstract

The theoretical perspective that deals with Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) as a fundamental element in teacher training in a technology context is widely used in educational technology research. In this qualitative theoretical essay, we aim to relate this framework to the development of an online Mathematics Teaching Laboratory (*webLEM*), exploring the role of this tool in promoting TPACK among Mathematics teachers (PEM). We thus analyze the characteristics of *webLEM*, considering its ability to provide interactive and personalized learning experiences for students and teachers. The results indicate that *webLEM* offers opportunities for the integration of technology in a contextualized and interactive manner in Mathematics teaching, allowing educators to adapt their teaching practices to the specific needs of their students and to develop their own TPACK.

**Keywords:** TPACK. *webLEM*. Mathematics Teaching Laboratory. Mathematics Educator. Technology in Mathematics Education.

### Resumen

La perspectiva teórica que trata sobre el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (TPACK) como un elemento fundamental en la formación de profesores en un contexto tecnológico es ampliamente utilizada en la investigación sobre tecnología educativa. En este ensayo teórico cualitativo, buscamos relacionar este marco teórico con el desarrollo de un Laboratorio de Enseñanza de Matemáticas en línea (*webLEM*), explorando el papel de esta herramienta en la promoción del TPACK entre los profesores de Matemáticas (PEM). Así, analizamos las características del *webLEM*, considerando su capacidad para proporcionar experiencias de aprendizaje interactivas y personalizadas para estudiantes y profesores.

1 Graduado em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Mestrando na Universidade Federal do Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: pedro.florencios@ufpe.br

2 Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Docente adjunto na Universidade Federal do Tocantins (UFT). Docente no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGecim/UFNT). E-mail: dailson\_costa@uft.edu.br

3 Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Docente adjunto na Universidade Federal do Tocantins (UFT). Docente do curso de Licenciatura em Matemática (UFT – Arraias). E-mail: monicamoraes@uft.edu.br

4 Doutor em História da Educação pela Universidade de Salamanca na Espanha. Docente Associado na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Docente no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica (PPGEduamatec) na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). E-mail: marcelo.sabbatini@ufpe.br

Los resultados indican que el *webLEM* ofrece oportunidades para la integración de tecnología de manera contextualizada e interactiva en la enseñanza de Matemáticas, permitiendo a los educadores adaptar sus prácticas de enseñanza a las necesidades específicas de sus alumnos y desarrollar su propio TPACK.

**Palabras Clave:** TPACK. *webLEM*. Laboratorio de Enseñanza de Matemáticas. Educador de Matemáticas. Tecnología en la Educación Matemática.

## 1. INTRODUÇÃO

À medida que a tecnologia desempenha um papel cada vez mais significativo na educação matemática, compreender como os professores podem integrar, de forma satisfatória, ferramentas digitais na sua prática docente torna-se imprescindível para a qualidade do ensino e da aprendizagem de matemática (Borba; Silva; Gadanidis, 2014). Partindo deste princípio e assumindo a existência do Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) físico, perguntamo-nos sobre como seria o trabalho e a formação do professor que ensina matemática em contexto de um LEM virtual e, mais especificamente, um LEM na *web*. Além disso, assumimos a perspectiva teórica que trata do conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK) como elemento fundamental da formação de professores em contexto de tecnologia (Mishra; Koehler, 2006).

Assim, assumindo esta existência e estes pressupostos, partimos da seguinte pergunta: Qual é o papel do *webLEM* na promoção do TPACK do professor que ensina Matemática? Para responder esta pergunta, assumimos o objetivo de explorar, teoricamente, sobre as relações entre o Laboratório de Ensino de Matemática na internet (*webLEM*) com o conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK) de professores que ensinam Matemática.

O professor que ensina Matemática (PEM) refere-se aos professores de Matemática em processo de formação inicial, em formação continuada e em serviço. Além disso, inclui os professores que ensinam Matemática nos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental, no Ensino Médio, professores que ensinam Matemática no Ensino Superior e em outros contextos, modalidades e níveis de ensino, independente da sua formação (Fiorentini *et al*, 2002; Fiorentini; Passos; Lima, 2016).

Este estudo é conduzido como um ensaio teórico qualitativo, baseando-se na revisão de literatura e na análise crítica de estudos relacionados ao uso do *webLEM* na Educação Matemática (Silva, 2021). Para isso, assumimos uma abordagem qualitativa, pois ela permite descrever e interpretar o fenômeno investigado (Lüdke; André, 1986; Santos Filho; Gamboa, 2007; Fiorentini; Lorenzato, 2012; Bogdan; Biklen, 1994). O fenômeno está relacionado a uma discussão teórica a respeito da relação entre Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) na internet e a promoção do TPACK do professor que ensina matemática.

Assim, apresentamos, especificamente, um ensaio teórico que busca apresentar reflexões sobre a temática abordada e construir compreensões a respeito das relações entre *webLEM* e TPACK. Para isso, as evidências teóricas foram organizadas junto às interpretações e inferências sobre conceitos e reflexões teóricas de outros autores, objetivando construir argumentação científica que evidenciem um certo entendimento sobre o assunto (Severino, 2000).

Conforme Severino (2000) destaca, um ensaio teórico não se restringe à mera exposição de conceitos e teorias, mas implica em uma abordagem que promove uma análise crítica e reflexiva do objeto de estudo. Nesse sentido, essa abordagem teórica permite ao ensaísta não apenas expor informações, mas também interpretá-las e contextualizá-las de forma a fornecer uma perspectiva enriquecedora sobre o tema em questão. Assim, um ensaio teórico se caracteriza por sua capacidade de aprofundar o entendimento de um assunto, explorando diferentes perspectivas e conexões, e, ao fazê-lo, contribui para a construção do conhecimento teórico e conceitual em uma determinada área (Severino, 2000).

Além disso, é relevante ressaltar que a abordagem reflexiva e interpretativa presente no ensaio teórico não apenas auxilia na análise crítica do objeto de estudo, mas também estimula a construção de argumentos embasados e a elaboração de novas conexões entre as ideias apresentadas. Dessa forma, um ensaio teórico não se limita a apresentar informações de maneira estática, mas promove um diálogo dinâmico entre teorias, conceitos e evidências, enriquecendo o entendimento do leitor e contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento na área em questão. Portanto, este ensaio teórico desempenha um papel fundamental para a reflexão crítica e a interpretação de relações entre *webLEM* e TPACK.

O artigo analisa as características do *webLEM*, considerando sua capacidade de proporcionar experiências de aprendizado interativas e personalizadas para alunos e professores, partindo da relação existente entre os materiais didáticos e jogos existentes no LEM físico e como estes materiais seriam utilizados com o advento da internet. Além disso, explora como o *webLEM* pode ser uma ferramenta estratégica para promover a compreensão dos conceitos matemáticos e o desenvolvimento das habilidades necessárias para seu ensino.

Os resultados desta análise indicam que o *webLEM* tem o potencial de desempenhar um papel significativo na promoção do TPACK de professores que ensinam Matemática. Ele oferece oportunidades para a integração de tecnologia de maneira contextualizada e interativa no ensino da Matemática, permitindo aos educadores adaptarem suas práticas de ensino às necessidades específicas de seus alunos e, ao mesmo tempo, desenvolverem seus próprios TPACK.

Para evidenciar estes resultados, organizamos o texto em seis seções. A primeira é esta que trata da introdução, na qual destacamos uma certa contextualização, a questão de pesquisa, o objetivo e outros elementos introdutórios necessários a uma compreensão inicial do texto em tela. Na segunda seção apresentamos uma discussão teórica sobre a importância da integração das tecnologias na educação matemática, evidenciando que se trata de uma questão urgente e necessária. Na seção seguinte discutimos sobre os principais elementos teóricos do modelo TPACK. Na quarta seção discutimos, teoricamente, também, sobre os significados e entendimentos a respeito de LEM, LEM virtual e *webLEM* na perspectiva de evidenciar relações entre estes três tipos de laboratórios. Na quinta seção apresentamos algumas reflexões sobre relações entre TPACK e *webLEM* na perspectiva de responder à pergunta de pesquisa e alcançar o objetivo deste manuscrito. Por fim, apresentamos as considerações finais e referências.

## 2. INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

O pioneiro Seymour Papert foi o mais relevante nome de educador e teórico responsáveis pela introdução do uso de computadores na educação, isso ainda na década de 1960 quando criou a *linguagem LOGO* para o ensino de Matemática mediado por computadores (Papert, 1994).

Já no Brasil, as primeiras ações de políticas públicas no sentido de introduzir o uso da tecnologia informática na educação escolar aconteceram a partir do ano de 1981, com o 1º Seminário Nacional de Informática Educativa. Deste primeiro seminário surgiram projetos como: Educom, com o objetivo de criar nas universidades brasileiras centros pilotos para o desenvolvimento de pesquisas do uso de computadores na educação; Formar, que era voltado para formar recursos humanos na área de informática educativa; Proninfe, para a criação de centros e laboratórios de informática voltados para a capacitação dos professores; já nos anos 1990 o ProInfo, que foi um estímulo e deu suporte para a introdução de tecnologia informática nas escolas do país (Borba; Penteado, 2019).

Já dado início aos incentivos para o uso de tecnologias de informática na educação brasileira, isso se tornou um direito do cidadão previsto na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional (Lei n. 9.394/1996) no seu 32º artigo—se referindo ao ensino fundamental—sobre a compreensão do ambiente, também tecnológico (e isso inclui computadores e informática), em que se fundamenta a sociedade, assim como em seu 35º artigo—se tratando do ensino médio—referindo-se a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos no ensino de cada disciplina (Brasil, 1996).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1997, mais especificamente no livro 3, de Matemática, quando fala sobre fazer Matemática em sala de aula com a utilização de recursos tecnológicos da informação, o documento recorre a estudos mundiais, de mais de 15 anos, que evidenciam a relevância no uso das mesmas na Educação Básica brasileira.

Estudiosos do tema mostram que escrita, leitura, visão, audição, criação e aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada. Nesse cenário, insere-se mais um desafio para a escola, ou seja, o de como incorporar ao seu trabalho, apoiado na oralidade e na escrita, novas formas de comunicar e conhecer. [...] O fato de, neste final de século, estar emergindo um conhecimento por simulação, típico da cultura informática, faz com que o computador seja também visto como um recurso didático cada dia mais indispensável (Brasil, 1997, p. 34).

Sobre o Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014, com vigência até 2024, um importante documento orientador com peso de lei, fala bastante de tecnologias digitais, mas não especificamente a ponto de podermos ver sua implementação de forma clara e evidente, como apontam Vosgerau, Brito e Camas (2016, p. 114):

na comparação com documentos anteriores, entendemos que houve o avanço de trazer, como preocupação educacional, as tecnologias. Entretanto, não conseguimos localizar o que levaria ao real avanço na educação, que é a formação do professor para o uso significativo das tecnologias em sua aula.

Não deveria parecer ser capricho pensar em trabalhar com Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e nem reduzir esse interesse somente ao momento de pandemia que vivemos, pois também já havia sido previsto em 2018, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 9).

Neste tópico fundamentamos, então, o incentivo do uso de tecnologias na Educação Básica, a nível nacional, a partir de documentos orientadores oficiais por parte do governo brasileiro. Agora, passamos a tratar do entendimento a respeito de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e os aspectos conceituais inerentes ao termo digital.

Segundo Costa, Duqueviz e Pedroza (2015), no começo, era mais comum falar em TIC, pois o termo abrangia tecnologias como televisão, jornal e mimeógrafo, já os computadores, tablets e smartphones, são dispositivos eletrônicos, que também foram conhecidos como TIC, porém agora os pesquisadores têm os chamado de Novas Tecnologias por serem digitais ou Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC).

Segundo Kenski (2018), a palavra “Digital”, derivada da expressão latina “*digitus*”, descreve as tecnologias que utilizam a representação de dados através da combinação dos números 0 e 1. Esses dados são posteriormente transformados em palavras, sons ou imagens por meio de um sistema adicional conhecido como decodificador.

Embora já tenha existido, ou talvez ainda exista, o debate relativo a inserção de TDIC na educação, considerando se não é apropriada para o estudante—pois assim ele raciocina menos “terceirizando” essa ação para as máquinas—, ou se há uma melhora para o ensino e a aprendizagem. Aqui seguiremos o pensamento de Borba e Penteado (2019, p. 12) de que “A relação entre a informática e a Educação Matemática não deve ser pensada de forma dicotômica”, pois pesquisas já realizadas pelo Grupo de Pesquisa em Informática e Educação Matemática (GPIMEM) “apontam para a possibilidade de que trabalhar com os computadores abre novas perspectivas para a profissão docente” (Borba; Penteado, 2019, p. 15). Logo, estamos falando da transformação da própria prática docente: “O importante a destacar, aqui, é que as mídias informáticas associadas a pedagogias que estejam em ressonância com essas novas tecnologias podem transformar o tipo de Matemática abordada em sala de aula” (Borba; Penteado, 2019. p. 37).

E, por mais que seja um desafio para o professor a utilização de TDIC, o esforço deve ser considerado por conta do novo-mundo em que vivemos, onde elas são evidentes e configuradas como uma metodologia eficiente que amplia as possibilidades para uma melhor compreensão dos conceitos por parte dos estudantes (Moura; Ramos; Lavor, 2020; Feitosa; Aquino; Lavor, 2020; Teixeira; Mussato, 2020; Pereira; Oliveira, 2021; Carneiro; Lopes; Dias, 2022; Silva; Kalhil, 2017; Jacon *et al.*, 2013).

Segundo Valente (1999), a incorporação de computadores na atividade educacional ainda representa um desafio, porém, é algo que merece reconhecimento devido à capacidade de aprimorar e enriquecer o processo de ensino e aprendizado, oferecendo novas abordagens para redefinir conceitos previamente estabelecidos, visando uma compreensão mais efetiva.

Portanto, percebemos, aqui neste tópico, que as TDIC podem ajudar no processo de ensino e aprendizagem, mas que ainda são um desafio para os profissionais docentes em suas práticas pedagógicas.

### **3. CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO (TPACK)**

Uma parte essencial desta fundamentação teórica está situada no campo dos conhecimentos profissionais do professor. Este tema envolve diversas tipologias e abordagens, porém, vamos nos ater aos tipos de conhecimentos propostos por Mishra e Koehler (2006), com o envolvimento das tecnologias, fundamentado na base para o conhecimento docente proposta por Shulman (1986, 1987).

Para Shulman (1986), o conhecimento profissional do professor pode ser organizado em três categorias: conhecimento específico do conteúdo (SCK), conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) e conhecimento curricular (CK), do qual aponta três formas de base de conhecimentos do professor, conhecimento proposicional (PK), conhecimento de causa (cK) e conhecimento estratégico (SK).

Em relação às três categorias, Shulman (1986) admite que o conhecimento específico do conteúdo (SCK) é aquele que representa mais do que uma simples compreensão da disciplina por parte do professor. Este conhecimento exige compreensões acerca do desenvolvimento estrutural do conteúdo disciplinar. O conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) refere-se a um amálgama de conhecimento que relaciona o específico com o pedagógico para ensinar pelo professor, não se limitando apenas a ensinar o conteúdo específico em si. Já o conhecimento curricular (CK) é o conhecimento contido nos programas de ensino referentes aos tópicos de Matemática.

Em relação a organização destes conhecimentos citados acima, Shulman (1986) destaca que o conhecimento proposicional (PK) é aquele que é obtido por meio de pesquisas empíricas e experiências com fundamentos em declarações casuais. Para Shulman (1986), o conhecimento de caso (cK) é um conhecimento específico bem documentado e ricamente descrito. Não é exclusivamente desenvolvido por uma situação específica, “chamar algo de caso é para fazer uma afirmação teórica de argumentar que é um caso de alguma situação” (Shulman, 1986, p. 11). Os conhecimentos estratégicos (SK) são aqueles em que professores se deparam nos momentos que contradizem os fundamentos teóricos e práticos. Portanto, esses são os conhecimentos necessários para o professor segundo Shulman (1986).

Ampliando este leque de conhecimentos, Shulman (1987) reorganiza e propõe outras categorias de conhecimentos, a saber: conhecimento pedagógico geral (GPK), que se refere

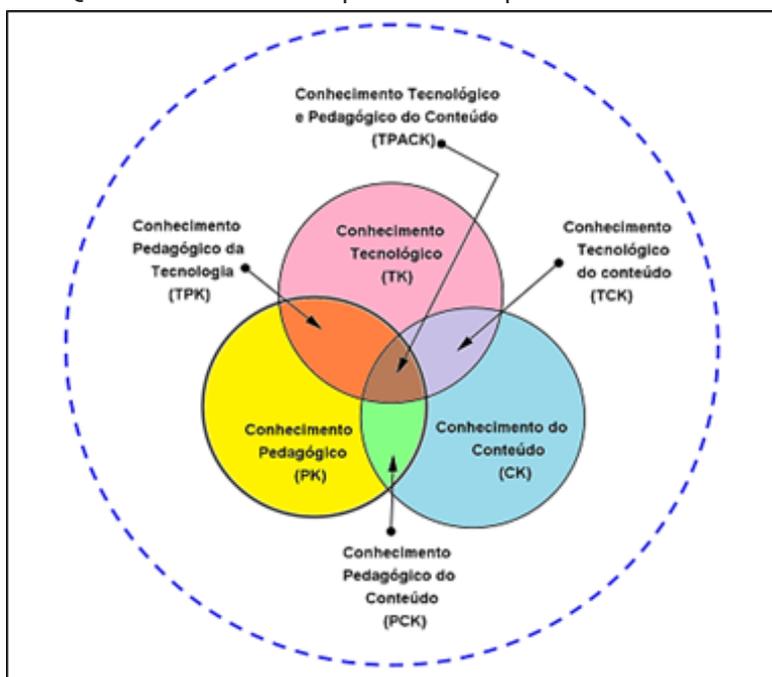
aos princípios e estratégias gerais da gestão e organização escolar. Conhecimento do currículo (CK), particularmente os instrumentos e programas que auxilia o trabalho docente, conhecimento dos alunos e suas características, conhecimentos do contexto educativo, por vez envolve o funcionamento do grupo ou da sala de aula, e ainda a gestão e financiamento escolares, e até as características das comunidades e suas culturas, conhecimento dos objetivos, das finalidades e dos valores educativos, e seus fundamentos históricos e filosóficos.

Tomando como base os tipos de conhecimentos categorizados por Shulman (1986, 1987), porém, considerando especificamente a inserção das tecnologias no âmbito destas tipologias de conhecimentos do professor, Mishra e Koehler (2006) propõem um modelo para investigar os conhecimentos profissionais dos professores. São eles: conhecimento tecnológico (TK), conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK), conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK), conhecimento pedagógico da tecnologia (TPK).

O conhecimento tecnológico (TK) é o conhecimento que diz respeito a todo tipo de tecnologia-padrão ou avançada-mesmo que esta esteja em constante evolução. Isso implica em ter a capacidade de aplicação e adaptação da mesma de forma produtiva. A integração do TK na interseção com o PCK passa a ser conhecida como conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK) a partir dos primeiros anos do século XXI (Mishra; Koehler, 2006). O TPACK é uma forma emergente de conhecimento focada no processo de ensino e aprendizagem, por parte do docente, abordando os conteúdos curriculares a partir de técnicas pedagógicas, utilizando adequadamente tecnologia produtiva, não tratando de forma isolada nenhuma das três questões (conteúdo, pedagogia e tecnologia) e sim de forma integrada dentro das complexas relações deste sistema.

Para completar essa teoria, nos falta apresentar que: da interseção de TK com CK, surge o conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK), que se trata da maneira a qual a tecnologia e o conteúdo se relacionam, reciprocamente, compreendendo a aplicação tecnológica do conteúdo e que tecnologia o conteúdo pode desenvolver. É da interseção de TK com PK que surge o conhecimento pedagógico da tecnologia (TPK), que trata de o docente ter a capacidade de selecionar adequadamente tecnologia-potencialidades e restrições – a fim de alcançar com ela o processo de ensino e aprendizagem (Mishra; Koehler, 2006). Uma ilustração destes conhecimentos e suas relações podem ser conferidas na Figura 1 a seguir:

**Figura 1** - Quadro TPACK e os respectivos componentes do Conhecimento.



**Fonte:** Jesuz (2015, p. 66), adaptado de Koehler, Mishra e Cain (2013, p. 15).

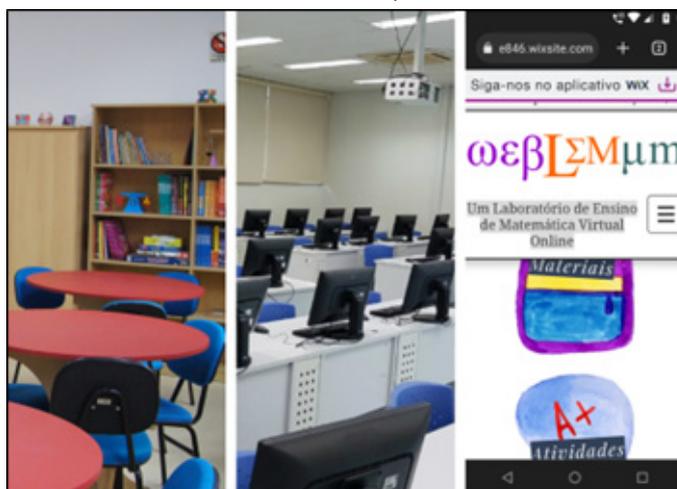
Com efeito, apresentamos, rapidamente, os tipos de conhecimentos propostos por Shulman (1986, 1987) e das relações destes conhecimentos com as tecnologias, conforme proposto por Mishra e Koehler (2006), para pontuar e estabelecer a importância da construção de TPACK na formação de professores de Matemática. A seguir, fundamentaremos o LEM mostrando suas proximidades com um ambiente que pode promover TPACK.

#### 4. LEM, LEM VIRTUAL E WEBLEM

Discutir nosso objeto de pesquisa, que é o Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) na internet, mesmo que o abordemos sob uma perspectiva física, inicialmente, dentro do contexto da formação de professores de Matemática, como destacado por Lorenzato em 2006, enfatiza a necessidade de uma sólida formação por parte do professor. O uso do LEM como metodologia de ensino requer um profundo conhecimento e habilidades por parte do educador (Santos *et al*, 2020; Cardoso; Costa; Moraes, 2018). “É nossa obrigação estar bem-preparados para propiciar a aprendizagem da Matemática àqueles que nos são confiados. Além disso, qual é o método de ensino que não exige do professor uma boa formação Matemática e didático-pedagógica?” (Lorenzato, 2006. p. 12).

A Figura 2 a seguir ilustra os três ambientes diferentes relacionados ao LEM. Da esquerda para a direita do leitor temos, uma representação de um LEM físico, depois de um possível LEM Virtual (sem, necessariamente, utilizar-se de internet) e, posteriormente, de um LEM na internet (*webLEM*).

**Figura 2** - Da esquerda para a direita do leitor, temos: LEM físico; laboratório de informática representando o LEM Virtual; e um webLEM.



**Fonte:** Silva (2021).

Neste cenário, a ausência de experiência com o Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) durante a formação inicial pode potencialmente dificultar a prática docente do futuro professor. De maneira similar, de acordo com Lorenzato (2006), lecionar usando o LEM pode incentivar a participação ativa dos estudantes, levando-os a formular perguntas investigativas, às vezes desafiadoras e que podem não estar alinhadas com o planejamento da aula. Isso pode revelar duas situações interligadas dentro deste contexto: o nível de familiaridade do professor com o LEM e a mudança de comportamento dos discentes como resultado da utilização do LEM, pois: “não se trata de limitação própria ao LEM, mas de situações em que os alunos efetivamente trabalham mais do que quando apenas assistem à explanação do professor.” (Lorenzato, 2006, p. 14).

Além disso, ao longo da história, conforme observado por Lorenzato (2006), podemos identificar um rico legado de apoio à utilização de objetos e imagens para aprimorar a experiência de aprendizagem nas instituições educacionais. Desde os tempos de Arquimedes (287-212 a.C), passando por figuras notáveis como Comenius (1592-1670 d.C) e Montessori (1870-1952 d.C), e até mesmo no contexto brasileiro com Malba Tahan (século XX), encontramos um acúmulo de evidências positivas em prol dessa abordagem pedagógica. Portanto, é com base nessa concepção do Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) que nos dedicaremos a explorar o tema:

[...] mais que um depósito de materiais, sala de aula, ou museu de matemática, o LEM é o lugar onde os professores estão empenhados em tornar a matemática mais compreensível aos alunos. [...] é uma sala-ambiente para estruturar, organizar, planejar, questionar, conjecturar, procurar, experimentar, analisar e concluir, enfim, aprender (Lorenzato, 2006, p. 7).

Conforme enfatizado por Gazire e Rodrigues (2015), a abordagem de laboratórios de ensino de Matemática abrange uma ampla gama de tipologias, com variações nas concepções, objetivos, relevância e propostas para sua implementação. Lorenzato (2006), por sua vez, além de reconhecer essa diversidade, oferece sugestões de materiais didáticos e equi-

pamentos que podem servir como base para a configuração de diversos Laboratórios de Ensino de Matemática (LEM), considerando, no entanto, a necessidade de adaptabilidade contextual de cada LEM específico:

livros didáticos; livros paradidático; livros sobre temas matemáticos; artigos de jornais e revistas; problemas interessantes; questões de vestibulares; registros de episódios da história da matemática; ilusões de ótica, falácias, sofismas e paradoxos; jogos; quebra-cabeças; figuras; sólidos; modelos estáticos ou dinâmicos; quadros murais ou pôsteres; materiais didáticos industrializados; materiais didáticos produzidos pelos alunos e professores; instrumentos de medidas; transparências, fitas, filmes e *softwares*; calculadoras; computadores; materiais e instrumentos necessários à produção de materiais didáticos (Lorenzato, 2006. p.11).

Adicionalmente, Lorenzato (2006) faz um claro chamado para que as escolas sejam equipadas com Laboratórios de Ensino de Matemática (LEM) que ofereçam uma variedade abrangente de materiais didáticos. O autor enfatiza que, de acordo com sua perspectiva, o sucesso de um educador também está vinculado à disponibilidade de ambientes e ferramentas especializadas.

[...] para aqueles que possuem uma visão atualizada da educação matemática, o laboratório de ensino de matemática é uma grata alternativa metodológica porque, mais do que nunca, o ensino da matemática se apresenta com necessidades especiais e o LEM pode e deve prover a escola para atender essas necessidades (Lorenzato, 2006, p. 6).

Embora a criação de um Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) na escola possa inicialmente parecer um desafio complexo e dispendioso, é viável construí-lo de forma gradual, à medida que as atividades são conduzidas pelos estudantes. Isso representa uma oportunidade valiosa de envolver os estudantes de forma colaborativa e aproveitar materiais reciclados disponíveis na região (Lorenzato, 2006).

Conforme mencionado anteriormente por Gazire e Rodrigues (2015), existem diversos tipos de abordagens em laboratórios de ensino de Matemática, com variações nas concepções, objetivos, importância e diferentes propostas de utilização. Todas essas abordagens são embasadas em pesquisas já existentes, incluindo estudos de Lorenzato (2006), Rêgo e Rêgo (2006), Turrioni e Perez (2006), Passos (2006), Scheffer (2006), Kaleff (2006), Bertoni e Gaspar (2006), Miskulin (2006), Varizo (2007), Benini (2006), Aguiar (1999), Oliveira (1983), Lopes e Araújo (2007) e Turrioni (2004).

Até o momento, podemos perceber que um Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) e seu conteúdo são classificados como objetos tangíveis, uma vez que podem ser fisicamente tocados e estão localizados no mesmo espaço físico da escola. Isso suscita a seguinte indagação: qual a motivação para optar pela construção de um LEM na internet em detrimento da utilização de um LEM físico já disponível?

Após consultar o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), identificamos diversas pesquisas que abordam o tema do Laboratório Virtual de Ensino de Matemática. A seguir, compartilhamos

informações relevantes sobre esses estudos, incluindo seus títulos, objetivos, resumo das metodologias empregadas e principais resultados.

A tese de Cavalcanti (2014), cujo título é “Funcionamento e efetividade do Laboratório Virtual de Ensino de Matemática na formação inicial de professores de Matemática na modalidade EAD”, teve como objetivo primordial a descrição e análise do funcionamento e da eficácia do Laboratório Virtual de Ensino de Matemática no processo de formação inicial de professores, especificamente no contexto do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, associado ao programa da Universidade Aberta do Brasil (UAB). Esta pesquisa adotou uma abordagem documental e empregou a metodologia de análise de dados provenientes dos fóruns de discussão e das atividades de avaliação disponibilizadas no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle pelos estudantes da graduação mencionada. Os principais resultados revelam:

Para tanto, na perspectiva da inexistência de LEM convencional na formação inicial de professores é imprescindível refletir sobre a relevância de construção de um laboratório virtual para dar subsídios a prática pedagógica dos licenciandos à apropriação de metodologias diferenciadas num processo educativo que propicie aquisição de saberes tecnológicos, específicos e pedagógicos objetivando o desenvolvimento integral do licenciando e melhoria da qualidade do ensino (Cavalcanti, 2014, p. 278).

A dissertação de Santos (2020), intitulada “As Relações Pedagógico-Metodológicas Vivenciadas por Professores que Ensinam Matemática em um Laboratório Virtual”, teve como objetivo identificar as contribuições de um laboratório virtual para a formação continuada de professores. A metodologia empregada consistiu na pesquisa participante, na construção de um laboratório virtual no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle e na análise das relações didático-metodológicas dos professores que ministram a disciplina de Matemática em um ambiente virtual. Os principais resultados em relação ao laboratório indicam que:

[...] Dentro dele, encontramos atividades que podem ser desenvolvidas pelos alunos, supervisionadas quando necessário pelos professores, com orientações detalhadas, assim como ambientes que podem ser explorados pelo aluno, como mais uma forma de “visualizar” as relações estudadas dentro e fora de sala de aula (Santos, 2020, p. 117).

A dissertação de Silva (2015), intitulada “Laboratório Virtual de Matemática: Uma abordagem complementar no ambiente Moodle para o aprendizado de Funções baseado em Objetos Digitais de Aprendizagem” teve como objetivo o desenvolvimento do curso “Laboratório Virtual de Matemática” no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle, com base no uso de Objetos Digitais de Aprendizagem, para o ensino de Funções em cursos de Engenharia em uma instituição de ensino. Utilizando uma abordagem de pesquisa participante, foram coletados dados por meio de questionários, entrevistas e a construção de mapas conceituais. Os principais resultados indicam que “a partir do relato dos discentes, averiguamos que o uso dos *softwares* na educação é um recurso de interesse comum que pode contribuir para a aprendizagem da Matemática” (Silva, 2015, p. 196).

Com base nessas pesquisas, observa-se que nem todas elas abordam o conceito de LEM como Laboratório de Ensino de Matemática. Além disso, é importante notar que todas essas pesquisas mencionadas trabalham com o AVA Moodle, que é uma plataforma gratuita, porém não está acessível para a maioria dos professores que não têm afiliação a instituições que o utilizam. Além disso, nenhuma delas fornece orientações diretas sobre a criação de um Laboratório de Ensino de Matemática (virtual) na internet. Essas são algumas das motivações por trás da nossa iniciativa de desenvolver um *webLEM* próprio.

Considerando as vantagens oferecidas pelos espaços virtuais, a seguir, analisaremos as características e bases de um Laboratório de Ensino de Matemática em um ambiente virtual na Internet. O conceito de virtualidade é intrincado do ponto de vista filosófico, embora seja amplamente utilizado em nosso dia a dia. Ao explorar brevemente a significativa obra “O que é o Virtual” do filósofo contemporâneo Pierre Lévy (1996), podemos encontrar subsídios para uma fundamentação epistemológica da “oposição fácil e enganosa entre o real e o virtual”. Nas palavras de Lévy (1996, p. 15):

[...] No uso corrente, a palavra virtual é empregada com frequência para significar a pura e simples ausência de existência [...] Na filosofia escolástica, é virtual o que existe em potência e não em ato. O virtual tende a atualizar-se, sem ter passado no entanto à concretização efetiva [...] Em termos rigorosamente filosóficos, o virtual não se opõe ao real mas ao atual: virtualidade e atualidade são apenas duas maneiras de ser diferentes.

Podemos afirmar que o *virtual* existe, não no *atual* espaço e tempo, mas em uma *realidade* alternativa, como sugerido por Pierre Lévy (1996, p. 18), que afirmou que “A virtualização é um dos principais vetores de criação da realidade”. Tudo isso traz à tona uma perspectiva profunda sobre o conceito de virtualidade conforme articulada por Lévy (1966). O termo “virtual” não deve ser confundido com o irreal ou inexistente, mas sim entendido como algo que existe em uma esfera alternativa à nossa realidade física cotidiana. É como se houvesse uma sobreposição de múltiplas camadas de realidade, sendo o virtual uma delas.

A afirmação de Lévy de que “A virtualização é um dos principais vetores de criação da realidade” traz à tona a ideia de que o virtual não apenas existe por si só, mas desempenha um papel ativo na formação e evolução da nossa compreensão da realidade. Isso implica que as experiências e interações que ocorrem no espaço virtual têm o poder de influenciar a nossa percepção e concepção do mundo.

No contexto atual, onde a tecnologia desempenha um papel cada vez mais importante na educação e em outras áreas, essa compreensão da virtualidade é crucial. Em relação ao ensino de Matemática em um Laboratório de Ensino de Matemática virtual, isso significa que o ambiente virtual não é simplesmente uma simulação da Matemática, mas um espaço onde novas abordagens, métodos e compreensões matemáticas podem ser explorados e construídos, contribuindo para uma visão mais rica e dinâmica da disciplina. Portanto, a virtualização não é apenas uma representação digital, mas uma ferramenta poderosa que molda e amplia nossa percepção da Matemática e do mundo ao nosso redor.

No computador, existe um exemplo de espaço e tempo distintos dos nossos, caracterizando uma realidade virtual acessível e com conteúdos manipuláveis. Se programarmos um ambiente dentro dessa realidade virtual do computador (por exemplo, criando uma pasta) e instalarmos *softwares* que simulem materiais didáticos e equipamentos similares aos de um Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) físico, poderemos então criar um LEM virtual.

Laboratório Virtual é um ambiente interativo que favorece a criação e condução de situações experimentais de ensino, configurado com recursos para o compartilhamento e distribuição de documentos situado no espaço virtual da World Wide Web<sup>1</sup> (conhecido como Web ou WWW que significa “Rede de Alcance Mundial”). [...] <sup>1</sup> Segundo Baranauskas et al (1999), o termo World Wide Web (WWW) é o nome dado a um sistema de hipertexto usado para “navegação” na internet. As informações na Internet são ligadas a outras por meio de links em geral representados como textos escritos em azul. Quando o cursor passa sobre eles, se o mouse é clicado, o usuário é conduzido a essa nova informação. “Navegar” na Internet significa, portanto, acessar novas informações do hipertexto subjacente, por intermédio de seus links ou conexões (Cavalcanti, 2014. p. 37).

Se um Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) pode ser acessado remotamente, por exemplo, pela internet, ele não perde sua natureza virtual e, além disso, incorpora o prefixo “*web*”, que o caracteriza como um espaço acessível na *World Wide Web*. O termo “*weblab*” ganhou notoriedade como um laboratório acessível remotamente (Cruz *et al.*, 2006; Sievers *et al.*, 2007; Albuquerque *et al.*, 2015). No entanto, neste artigo, optaremos por não adotar esse termo, embora o *webLEM* também se enquadre na categoria de *weblab*.

Em resumo, estamos abordando um tipo específico de Laboratório de Ensino de Matemática (LEM), o LEM Virtual, mais precisamente um *webLEM*, cujo acesso se restringe à internet. É importante destacar que, apesar de se tratar do virtual, ele não deve ser confundido com algo abstrato, pois, como Lorenzato (2006) observa, a compreensão do abstrato muitas vezes se baseia no concreto. O autor ressalta que há uma interpretação do concreto que inclui elementos gráficos e visuais, e, portanto, não devemos confundir o real com o concreto.

Essa trajetória é semelhante à que se deve fazer para conseguir o rigor matemático: para consegui-lo, com seus vocábulos, expressões, símbolos e raciocínio, é preciso começar pelo conhecimento do aluno, que é um ponto distante e oposto ao rigor matemático, porque é empírico e baseado no concreto (Lorenzato, 2006, p. 5).

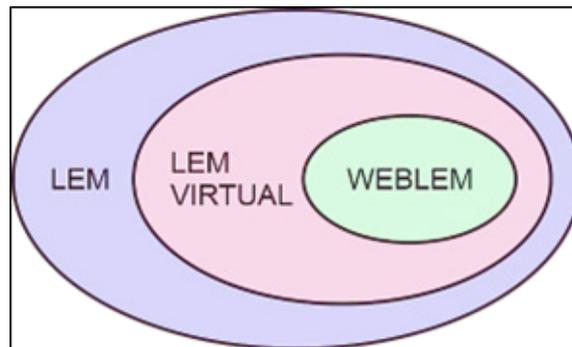
Nesse sentido, o *webLEM* possibilita a superação das limitações impostas pelas restrições das dimensões físicas das experimentações realizadas em sala de aula. Além disso, com suas aplicações pré-programadas, que não exigem a pré-organização de materiais, a contagem ou a garantia de segurança dos mesmos, bem como dispensa a necessidade de arrumar os materiais após o uso, ele agiliza o processo de preparação e direciona o tempo diretamente para a parte substancial da atividade de ensino baseada na experimentação.

Com simulações virtuais, não temos mais as limitações das experiências reais e podemos multiplicar as experiências com condições iniciais diferentes, medir múltiplos

dados e simular em alguns minutos fenômenos que exigiriam muito mais tempo em condições reais (Bellemain et al, 2006, p. 4).

Resumindo, todo *webLEM* é um Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) virtual, mas nem todo LEM virtual é um *webLEM*. A distinção entre eles está relacionada à capacidade de acesso remoto através da internet, sem a necessidade de instalação. Um *webLEM* é acessado diretamente pela internet e pode ser usado imediatamente. A Figura 3 ilustra esta relação entre LEM, LEM Virtual e *webLEM* que estamos defendendo.

**Figura 3** - Diagrama que mostra que todo *webLEM* é também um LEM Virtual.



**Fonte:** próprios autores

É importante ressaltar que nosso objetivo não é substituir ou suprimir o Laboratório de Ensino de Matemática (LEM) físico ou qualquer outro tipo de laboratório destinado ao ensino da Matemática. Em vez disso, buscamos ampliar as oportunidades de aprendizado da Matemática por meio de ferramentas e materiais virtuais, que agora podem ser acessados remotamente pela internet e disponibilizados aos alunos. Além disso, apresentamos uma abordagem adicional, uma perspectiva diferente e um novo tipo de LEM, o *webLEM*.

Neste artigo, nosso objetivo principal não é apresentar detalhadamente o *webLEM* que estamos desenvolvendo. Isso será abordado em outro texto que estamos preparando e planejamos publicar em breve. Aqui, concentramos nossa discussão na análise teórica desses conceitos. No entanto, caso o leitor tenha interesse em explorar o *webLEM* que construímos, oferecemos o link a seguir: <https://pedrojose846.wixsite.com/weblemum>.

## 5. REFLEXÕES SOBRE TPACK E WEBLEM

Do ponto de vista do ensaio teórico em questão, sintetizamos as nossas construções teóricas e realizamos uma análise abrangente que aborda quatro aspectos cruciais: primeiramente, exploramos o papel do *webLEM* como um facilitador na integração do TPACK no contexto do ensino de Matemática. Em seguida, examinamos a “natureza digital” inerente ao *webLEM*, considerando sua relação com a dimensão da Tecnologia Digital no TPACK. Analisamos como o desenvolvimento do TPACK é intrinsecamente influenciado pela interação entre o Professor de Matemática e o *webLEM*. Por fim, situamos o *webLEM* como ambiente de aprendizagem promotor do TPACK.

A articulação integrada do TPACK se revela como um requisito essencial para a eficácia do ensino de Matemática ao utilizar o *webLEM*. Nesse contexto, os professores que

ensinam Matemática enfrentam considerações cruciais que abrangem quais conteúdos abordar, qual abordagem pedagógica adotar e como utilizar a tecnologia digital no processo de ensino e aprendizagem. Essas questões interdependentes direcionam as decisões pedagógicas no ambiente virtual, destacando a necessidade de uma abordagem holística que integre todo o TPACK. Um exemplo significativo para ilustrar esse ponto é o planejamento de aulas, que frequentemente desempenha um papel fundamental durante a formação de professores que ensinam Matemática.

O *webLEM*, como um laboratório virtual de ensino de Matemática acessado pela internet, é um artefato tecnológico digital que incorpora a dimensão tecnológica do TPACK. A abordagem específica do componente tecnológico na teoria TPACK concentra-se nas tecnologias digitais, diferentemente da teoria do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), que incluía tecnologias não digitais, como as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), por exemplo.

Observa-se que os níveis de desenvolvimento do TPACK variam consideravelmente entre os professores que ensinam Matemática que utilizam o *webLEM*. Essa variação está intimamente relacionada ao papel desempenhado pelo professor em relação ao *webLEM*. Quando o docente atua apenas como usuário de um *webLEM* previamente construído, seu TPACK fica restrito à seleção dos materiais e recursos disponíveis dentro do laboratório virtual na internet. Por outro lado, quando o professor participa ativamente na construção do *webLEM*, seu nível de desenvolvimento de TPACK é ampliado em comparação com a simples condição de usuário, embora ainda permaneça limitado às contribuições específicas que ele ofereceu durante a colaboração na construção.

Na situação em que o professor colabora, participando, por exemplo, da compilação, reunião ou agrupamento de materiais e recursos que compõem o *webLEM* em construção, seu TPACK está restrito aos elementos já existentes e disponíveis na internet. No entanto, quando o professor que ensina Matemática assume o papel de desenvolver materiais e recursos digitais que podem ser incorporados ao *webLEM*, o nível de desenvolvimento de seu TPACK pode ser ampliado pela sua criatividade e suas competências técnicas e profissionais. Isso resulta em um nível consideravelmente mais elevado de TPACK nessa situação específica.

O LEM físico de Lorenzato e o PCK de Shulman fornecem uma base teórica sólida sobre a qual construímos e relacionamos o *webLEM* ao TPACK. Outra relação crucial a ser destacada neste artigo diz respeito à posição do *webLEM* na estrutura do modelo teórico do TPACK, que se enquadra nas categorias tecnológicas e didático-pedagógicas, uma vez que se trata de uma tecnologia digital usada para o ensino de Matemática. Portanto, esse conhecimento é localizado na região do TPK. Quando um professor conecta esse conhecimento sobre o uso do *webLEM* a um determinado conteúdo a ser ensinado aos estudantes, ele adquire um certo nível de compreensão tecnológica e pedagógica desse conteúdo específico, o qual pode ser continuamente refinado e ampliado.

Nesta seção, apresentamos algumas considerações sobre a interação entre o *webLEM* e o TPACK, que se evidencia quando um professor que ensina Matemática o integra ao processo de ensino e aprendizagem dessa disciplina. É importante destacar que existem oportunidades para investigações mais detalhadas e aprofundadas nesse tópico, as quais serão abordadas em futuras publicações, contribuindo para um entendimento mais aprofundado desse assunto.

## 6. CONSIDERAÇÕES

Uma questão que se destaca é a seguinte: “Conforme discutido neste artigo, a criação e/ou uso de um *webLEM* contribui para o desenvolvimento do TPACK do professor que ensina Matemática?” Com base nas informações apresentadas neste artigo, torna-se evidente que o *webLEM* é, sem dúvida, um campo promissor para aprimorar o TPACK dos professores que ensinam Matemática. Nesse sentido, seria interessante explorar aspectos além do que foi abordado neste texto em tela.

Outra questão que se coloca é a seguinte: “E se a criação e/ou uso do *webLEM* for realizada de forma colaborativa?” É sabido que, quanto mais pessoas colaborarem na construção, menos desafiador será para cada indivíduo. Outro questionamento relevante é: “Será que, ao ampliar os recursos disponíveis em um *webLEM*, também expandimos nosso repertório para o ensino e aprendizagem de Matemática?”

É importante destacar que é comum dependermos dos recursos gratuitos disponíveis na internet para compor nosso *webLEM*, pois isso envolve a organização e disponibilização sistemática de recursos já existentes online. Para que os recursos sejam verdadeiramente inovadores, é necessário que, além de serem professores de matemática, tenhamos conhecimento aprofundado no desenvolvimento de ferramentas digitais para o ensino de matemática, o que, por vezes, requer habilidades avançadas em programação de *software* e aplicativos digitais.

Esse trabalho também despertou em nós, com base nas mesmas teorias apresentadas aqui, o interesse fundamental de que os professores adquiram não apenas conhecimento sobre *webLEM* do tipo descrito, mas também a capacidade de criar seus próprios recursos de ensino (materiais, atividades, aplicativos etc.) virtualmente, assim como já o fazem de forma manual.

No âmbito da pesquisa sobre a formação de professores que ensinam Matemática, há a oportunidade de investigar o desenvolvimento do TPACK por meio da criação e/ou utilização de *webLEM*'s. Essa abordagem está alinhada com a pesquisa de mestrado que estamos conduzindo no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica (PPGEduMATEC) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Além disso, podemos realizar pesquisas de ação na criação de *webLEM*'s direcionados a públicos específicos e, quem sabe, até mesmo estabelecer uma fábrica virtual de laboratórios de ensino de Matemática na internet (Fablab de *webLEM*'s).

Não apenas alcançamos o objetivo deste artigo, mas também introduzimos um termo mais apropriado para esse tipo de Laboratório de Ensino de Matemática na internet, ao qual chamamos de *webLEM*, devido à sua acessibilidade remota pela internet. Para atingir esse objetivo, foi necessário fundamentar teoricamente tanto o LEM físico quanto o virtual.

Por fim, gostaríamos de destacar que um *webLEM* pode ser considerado uma alternativa viável para estudantes e professores que não possuem acesso a um espaço físico para um Laboratório de Ensino de Matemática em suas instituições de ensino. Esperamos que este artigo que elaboramos seja de grande utilidade para todos, tanto discentes quanto docentes da Educação Básica e do Ensino Superior.

Concluimos que o *webLEM* pode ser uma ferramenta valiosa na promoção do TPACK de professores que ensinam Matemática, auxiliando-os a tornar o ensino da Matemática mais envolvente, relevante e efetiva. No entanto, são necessárias mais pesquisas e o desenvolvimento de práticas pedagógicas específicas para maximizar seu potencial impacto. Este estudo oferece uma base teórica para futuras investigações e desenvolvimentos na área da Educação Matemática com o uso do *webLEM*.

## 7. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, André Ribeiro Lins; Cecília Sosa Arias; PEIXOTO, Luiz Teruo; KAWAMOTO JUNIOR, Jorge Luiz Silveira; ALVES, Igor Augusto. Desenvolvimento de um Ambiente Weblab para a Área de Ciências Exatas. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**. v. 10, n. 10, p. 53-62, 2015. Disponível em: <https://exatatecnologias.pgsskroton.com.br/article/download/3405/3037>. Acesso em: 10 dez. 2023.

BELLEMAIN, Franck; BELLEMAIN, Paula Moreira Baltar; GITIRANA, Verônica. Simulação no ensino da matemática: um exemplo com Cabri-Géomètre para abordar os conceitos de área e perímetro. In: Seminário Internacional de Pesquisas em Educação Matemática, III SIPEM, 2006, Águas de Lindóia, SP. **Anais**.

BORBA, Marcelo Carvalho.; PENTEADO Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019. 108p.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB. 9394/1996. BRASIL.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1997. 142p.

CARDOSO, Letícia Silva; COSTA, Dailson Evangelista; MORAES, Mônica Suelen Ferreira de. O ensino de fração por meio do Tangram: uma proposta de sequência didática. **Revista Prática Docente**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 91-107, 2018. <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2018.v3.n1.p91-106.id163>

CARNEIRO, Rogerio dos Santos; LOPES, Thiago Beirigo; DIAS, Chiara Maria Seidel Luciano. Ensino de matemática na revista prática docente: uma análise de similitude com o uso do Iramuteq. **Revista Prática Docente**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. e035, 2022. <https://doi.org/10.23926/RPD.2022.v7.n1.e35.id1586>

CAVALCANTI, Lialda Bezerra. **Funcionamento e efetividade do laboratório virtual de ensino de matemática na formação inicial de professor de matemática na modalidade EaD**. 2014. 297 p. Tese (doutorado)–Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP.

COSTA, Sandra Regina Santana; DUQUEVIZ, Barbara Cristina; PEDROZA, Regina Lúcia Sucupira. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, SP. Volume 19, Número 3, Setembro/Dezembro de 2015: 603-610. <https://doi.org/10.1590/2175-3539/2015/0193912>

CRUZ, Antonio José Gonçalves; Lourenço, Athos Américo Biselli de; Farias de Jesus, Charles Dayan; Ferreira, Daniel Seino; Sturlini; Giordano, Denise; Roberto de Campos. WebLabs em Engenharia Química: desenvolvimento, implementação e operação remota de experimentos de transferência de massa via internet. In: **COBENGE**, 34. Anais. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006. Disponível em: [https://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/13/artigos/7\\_218\\_251.pdf](https://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/13/artigos/7_218_251.pdf). Acesso em: 10 dez. 2023.

FIORENTINI, Dario; NACARATO, Adair Mendes; FERREIRA, Ana Cristina; LOPES, Celi Aparecida Espasandin; FREITAS, Maria Teresa Menezes; MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra. Formação de professores que ensinam Matemática: um balanço de 25 anos da pesquisa brasileira. **Educação em Revista**. V. 36, 2002, p. 137-160. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/edur/n36/n36a09.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2023.

FIORENTINI, Dario; PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglioni; LIMA, Rosana Catarina Rodrigues de. (Org.). **Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina Matemática: Período 2001 a 2012**. Campinas: FE-Unicamp, 2016. Disponível em: [https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/pagina\\_basica/58/e-book-mapeamento-pesquisa-pem.pdf](https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/pagina_basica/58/e-book-mapeamento-pesquisa-pem.pdf). Acesso em: 10 dez. 2023.

FEITOSA, Murilo Carvalho; DE AQUINO, Adelmo Artur de; LAVOR, Otávio Paulino. Ensino de retas e planos com auxílio do *software* Geogebra 3D Mobile. **REAMEC–Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 374–391, 2020. <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i2.10042>

GAUTHIER, Clermont *et al.* **Por uma teoria da pedagogia**: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Tradução Francisco Pereira. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1998. 457 p. Tradução de: Pour une théorie de la pédagogie: recherches contemporaines sur les savoir des enseignants.

JACON, Liliane da Silva Coelho; OLIVEIRA, Ana Carolina Garcia de; MARTINES, Elizabeth Antonia Leonel de Moraes; MELLO, Irene Cristina de. Educação & tecnologia: reflexões sobre a

incorporação de tecnologias móveis na educação. **REAMEC–Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 88–101, 2013. <https://doi.org/10.26571/2318-6674.a2013.v1.n1.p88-101.i5290>

KENSKI, Vani Moreira. **Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de educação a distância**, organizado por MILL, Daniel. Campinas: Editora Papyrus, 2018.

LÉVY, Pierre. **O que é virtual?** Trad. Paulo Neves. São Paulo, Ed. 34, 1996. 157p.

LORENZATO, Sérgio. (org.). **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. Campinas: Autores Associados, 2006. 176 p.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. **Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge**. Teachers College Record. v. 108, n. 6. p. 1017 – 1054,

2006. Disponível em: [https://onezoneheights.pbworks.com/f/MISHRA\\_PUNYA.pdf](https://onezoneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf). Acesso em: 10 dez 2023.

MOURA, Patrícia de Souza; RAMOS, Maria do Socorro Ferreira; LAVOR, Otávio Paulino. Investigando o ensino de trigonometria através da interdisciplinaridade com um simulador da plataforma PhET. **REAMEC–Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 573–591, 2020. <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i3.10784>

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PEREIRA, Ana Carolina Costa; OLIVEIRA, Gisele Pereira. O ambiente remoto como ferramenta promotora de práticas laboratoriais no ensino de trigonometria em cursos de licenciatura em matemática. **Revista Prática Docente**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. e027, 2021. <https://doi.org/10.23926/RPD.2021.v6.n2.e027.id1076>

SANTOS, Beatriz Oliveira dos. **As Relações Didático-Metodológicas Vivenciadas entre Professores que Ensinam Matemática em um Laboratório Virtual**. 2020. 179 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática)–Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2020.

SANTOS, Ludmila Reis Pinheiro; NASCIMENTO JÚNIOR, Cairo Lúcio. **Implementação de baixo custo de uma arquitetura de weblab para o ensino de engenharia de controle**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA, CBA, 19. Campina Grande, 2012. Anais. Campina Grande, 2012.

SANTOS, Luciene Costa; GOIS, Alan Santos; COSTA, Dailson Evangelista.; GONÇALVES, Tadeu Oliver. Desenvolvimento de sequência didática com a utilização do Geoplano no ensino de figuras planas na 1ª série do ensino médio. **Revista Prática Docente**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 582–607, 2020. <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n2.p582-607.id671>

SHULMAN, Lee S. **Knowledge and teaching: foundations of the new reform**. Harvard Educational Review. v. 57, n. 1, p. 1 – 22, 1987.

SHULMAN, Lee S. **Those who understand:** Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*. v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SIEVERS, Fretz *et. al.* **Weblab–um ambiente computacional de Aprendizagem interligada com experimentos reais de Física** – experimento 1 – oscilador massa-mola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA–COBENGE, 35. Passo Fundo, RS, 2007. Anais. Passo Fundo, RS, 2007.

SILVA, Fernanda Laureano da. **Laboratório Virtual de Matemática:** Uma abordagem complementar no ambiente Moodle para o aprendizado de Funções baseado em Objetos Digitais de Aprendizagem. 2015. 232 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação)–Universidade Estadual da Bahia, Salvador, BA, 2015.

SILVA, Pedro José Florêncio da. **WebLEM como ambiente de ensino e aprendizagem de matemática.** Monografia Graduação–Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araias–Curso de Matemática, Araias, 2021. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/4645/1/TCC%20-%20Monografia%20Matem%C3%A1tica%20-%20Pedro%20Jos%C3%A9%20Florencio%20da%20Silva.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2023.

SILVA, Wender Antônio da; KALHIL, Josefina Barrera. Um estudo sobre as habilidades necessárias para utilização das tecnologias digitais como recurso metodológico. **REAMEC–Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. L.], v. 5, n. 1, p. 62–77, 2017. <https://doi.org/10.26571/2318-6674.a2017.v5.n1.p62-77.i5343>

TEIXEIRA, Alcinda Souza Muniz; MUSSATO, Solange. Contribuições do *software* Geogebra nas aulas com sólidos geométricos de faces planas nos anos iniciais do ensino fundamental. **REAMEC–Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 449–466, 2020. <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i3.10835>

VALENTE, José Armando. (org.). **Informática na educação no Brasil:** análise e contextualização histórica. In: VALENTE, J.A. (org.). **O computador na sociedade do conhecimento.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, Programa Nacional de Informática na Educação, 1999.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESQ) e à Universidade Federal do Tocantins (UFT) pelo apoio institucional e financeiro.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. O presente trabalho também contou com o apoio da PROPESQ/UFT.

#### Informações do artigo

Recebido: 09 de setembro de 2023.

Aceito: 14 de novembro de 2023.

Publicado: 30 de dezembro de 2023.

### Como citar esse artigo (ABNT)

SILVA, Pedro José Florencio da; COSTA, Dailson Evangelista; MORAES, Mônica Suelen Ferreira de; SABBATINI, Marcelo. O Papel do webLEM na Promoção do TPACK do Professor que Ensina Matemática. **Revista Prática Docente**, Confresa/MT, v. 8, n. 1, e23052, 2023. <https://doi.org/10.23926/RPD.2023.v8.e23052.id853>.

### Como citar esse artigo (APA)

SILVA, P. J. F.; COSTA, D. E.; MORAES, M. S. F.; SABBATINI, M. (2023). O Papel do webLEM na Promoção do TPACK do Professor que Ensina Matemática. *Revista Prática Docente*, 8(1), e23052. <https://doi.org/10.23926/RPD.2023.v8.e23052.id853>.

### Editor da Seção

Walber Christiano Lima da Costa  

### Editor Chefe

Thiago Beirigo Lopes  