



## SEÇÃO: OUTROS TEMAS

## Modelagem matemática e conexões com o ensino de ciências: metodologia TPACK como ensaio para uma pedagogia humanizadora

*Mathematical Modeling and Connections with Science Teaching: TPACK Methodology as a trial for a Humanizing Pedagogy*

**Arminda Almeida da Rosa<sup>1</sup>**

[orcid.org/0000-0003-3580-2938](https://orcid.org/0000-0003-3580-2938)  
[a080839@uri.edu.br](mailto:a080839@uri.edu.br)

**Arnaldo Nogaro<sup>1</sup>**

[orcid.org/0000-0003-3580-2938](https://orcid.org/0000-0003-3580-2938)  
[narnaldo@uricer.edu.br](mailto:narnaldo@uricer.edu.br)

**Recebido em:** 13 dez. 2023.

**Aprovado em:** 25 set. 2024.

**Publicado em:** 19 dez 2024.

**Resumo:** Este artigo tem o objetivo de transcrever, sistematizar e teorizar uma prática em modelagem matemática, realizada com estudantes do Ensino Fundamental II, de uma escola pública do noroeste do Rio Grande do Sul e demonstrar conexões possíveis com o ensino de ciências da natureza. Assume-se o entendimento de que a aprendizagem requer conhecimentos interdisciplinares e procedimentos didático-metodológicos que permitam aos estudantes encontrarem sentido no que vão aprender, sendo fundamental, para isso, que o diálogo e a perspectiva humanizadora estejam no horizonte da ação docente. A pesquisa, de natureza fenomenológica, com abordagem experimental de análise descritiva e interpretativa, traz ao texto a base conceitual do *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) como alternativa para transformar as práticas pedagógicas e pensar em 'pedagogias' mais humanizadoras. Uma experiência em modelagem matemática é apresentada dentro do ensino de ciências para demonstrar as interfaces e a necessidade de conhecimentos subsunçores que deem sustentação a novas aprendizagens. O texto é um exercício de síntese e argumentação para demonstrar que a prática pedagógica necessita ser transpassada pela perspectiva harmonizadora, como condição para se pensar em novas 'pedagogias' para nossas escolas. Com engajamento e participação ativa no processo de modelagem matemática, os estudantes fortalecem a compreensão dos fundamentos científicos subjacentes, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

**Palavras-chave:** modelagem matemática; humanização; ensino de ciências.

**Abstract:** This article aims to transcribe, systematize, and theorize a practice in mathematical modeling carried out with students from Secondary Elementary School at a public school in the northwest of Rio Grande do Sul and demonstrate possible connections with the teaching of natural science. Based on the understanding that learning requires interdisciplinary knowledge and didactic-methodological procedures that allow students to find meaning in what they are going to learn, with dialogue and a humanizing perspective being essential for this to be on the horizon of teaching action. The research, being of phenomenological nature, with an experimental approach as to what comprehends a descriptive and interpretative analysis, brings to the text the conceptual basis of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) as an alternative for transforming pedagogical practices and thinking about more humanizing "pedagogies". An experience in mathematical modeling is presented within the teaching of sciences to demonstrate the interfaces and the need for underlying knowledge that supports new learning. The text is an exercise in synthesis and argumentation to demonstrate that pedagogical practice needs to be permeated by a harmonizing perspective, as a decisive factor for thinking about new "pedagogies" for our schools. Through engagement and active participation in the process of mathematical modeling, students strengthen their understanding of the underlying scientific foundations, contributing to a more meaningful and contextualized learning.

**Keywords:** Mathematical Modeling; Humanization; Science Education.



## Introdução

Em um contexto complexo e dinâmico, este artigo tem o objetivo de transcrever, sistematizar e teorizar uma prática em modelagem matemática (MM), realizada com estudantes do Ensino Fundamental II, de uma escola pública de um município do noroeste do estado do Rio Grande do Sul, e sua conexão com o ensino de ciências da natureza, demonstrando que a aprendizagem envolve conhecimentos interdisciplinares e procedimentos didático-metodológicos que permitam aos estudantes encontrar sentido no que vão aprender, sendo fundamentais o diálogo e a perspectiva humanizadora ao horizonte da ação docente. A pesquisa, de natureza fenomenológica, com abordagem experimental, de análise descritiva e interpretativa, traz ao texto a base conceitual do *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK). A provocação inicial, que deu vazão à experiência realizada, teve como suporte o seguinte questionamento: como calcular ou medir a densidade de um sólido se o que se tem à disposição não dá conta de tais observações de variação de volumes?

A intencionalidade da elaboração de planos de aula contextualizados com outros componentes curriculares tem a finalidade de propiciar experiências, a partir das quais os estudantes possam encontrar sentido no processo de aprendizagem. Trata-se de uma demanda a compor os processos pedagógicos, uma vez que, quando não se encontra sentido em uma ação, a tendência é fazer pouco investimento de esforço ou abandoná-la. No inverso, quando as práticas pedagógicas são carregadas de sentido, aumentam o envolvimento e produzem desejo de realizá-las.

Com o advento da pandemia da Covid-19, a emergência e a busca por sentido na prática pedagógica se intensificaram, o que restou perceptível, sobretudo, no período pós-pandemia, pelas demandas da comunidade escolar por fortalecimento da aprendizagem, dado o cenário vivido, em que a dificuldade na abstração do conhecimento matemático se sobrepôs àquela

do conhecimento das ciências da natureza. A motivação para o desenvolvimento de práticas nas ciências da natureza, que envolvem conhecimentos de matemática, sustentou-se em dois argumentos: 1º) incidência de reprovações<sup>2</sup> de estudantes no pós-pandemia da Covid-19 no componente de matemática, do Ensino Fundamental II, no ano de 2022; 2º) o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), em 6,4 (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2022) para o ano de 2021, com percentual de aprendizado em 33% em matemática, indicando insucesso nesse quesito porque menor de 50% (QEdu, 2023). Sob estes pontos de vista, mobilizamo-nos para planejar e realizar as atividades, cujo resultado está apresentado neste artigo.

A arquitetura do texto está constituída, em um primeiro tópico, com uma abordagem sobre a MM e suas conexões com o ensino de ciências da natureza; em um segundo, trata-se do *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) e a intersecção de conhecimentos para uma nova 'pedagogia'; no terceiro, enfoca-se a dimensão humanizadora como horizonte da prática educativa; no quarto, dissertamos a respeito de procedimentos metodológicos e descrição das práticas; por fim, as conclusões.

## A modelagem matemática e sua conexão com o ensino de ciências da natureza

Ao longo da história, o conceito de MM tem sido desenvolvido por diversos matemáticos, físicos e engenheiros, sendo uma ideia que tem permeado, especialmente, o campo das ciências e da matemática. O histórico das ciências tem demonstrado que o desenvolvimento da MM teve profunda influência de várias personalidades, incluindo Galileu Galilei, Isaac Newton, Leonhard Euler, Joseph Fourier, entre outros.

A importância da MM como uma ferramenta para descrever, compreender e prever fenômenos em uma variedade de domínios científicos

<sup>2</sup> As reprovações no componente de matemática excederam 10% dos estudantes entre o 6º e o 9º anos do Ensino Fundamental II; destes, 20% somente no 9º ano, conforme registro em Ata do Conselho de Classe referente ao ano de 2022.

cresceu durante o século XX. Nesse contexto, Ubiratan D'Ambrósio, Maria Salett Biembengut, Gilah C. Leder e Katia Stocco Smole, entre outros, trouxeram contribuições para seu crescimento e avanço a tal ponto que se torna reconhecida como uma estratégia crucial no desenvolvimento do conhecimento humano. Consolidando-se há mais de 40 anos, a MM, iniciada ao final de 1970 (Meyer et al., 2011), teve como um dos pioneiros no Brasil o professor doutor Rodney Carlos Bassanezi, que a concebia, ao mesmo tempo, como um método científico de pesquisa e uma estratégia de ensino-aprendizagem.

Bassanezi (2015) explora aspectos teóricos e práticos da MM em sala de aula, destacando a importância de trabalhar com situações reais e contextualizadas. O autor discute a interdisciplinaridade, a relação entre a MM e outras áreas do conhecimento, além de enfatizar o papel do professor como mediador no processo de ensino-aprendizagem, oferecendo subsídios para que ele organize estratégias pedagógicas que promovam uma aprendizagem significativa.

Nesse contexto, Burak (2004) aponta que, desde o final da década de 1980, a MM era enfatizada no Ensino Superior, especialmente na matemática aplicada. A partir de 1990, com a ampliação de programas de pós-graduação em educação matemática e a formação de professores, a MM começou a ser discutida também na Educação Básica, com maior foco nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Estudos, como o modelo de Higginson, relacionam a MM com a matemática, a filosofia, a psicologia e a sociologia (Sousa et al., 2018), destacando sua significativa contribuição para a educação brasileira (Biembengut, 2009).

Atualmente, a MM é reconhecida como uma estratégia crucial para o ensino de matemática e de outras áreas, como as ciências naturais e sociais. Além de ser amplamente utilizada em pesquisa científica e no desenvolvimento de tecnologias, a MM é aplicada como ambiente de aprendizagem, alternativa pedagógica e metodologia de ensino. Em ciências da natureza, há um crescimento significativo de trabalhos que

envolvem MM. Battisti (2020) descreve o processo de construção e aplicação dessa abordagem em turmas do 6º ano, com resultados que demonstram sua eficácia no ensino contextualizado de matemática em ciências ambientais.

Experiências desse quilate possibilitam o desenvolvimento do pensamento interdisciplinar. No entendimento de Larrosa (2022), a experiência não pode ser pedagogizada ou transformada em técnica, pois faz parte da vida singular de cada ser humano, tendo um impacto transformador. A experiência, sendo um encontro com o que se experimenta, possibilita a ruptura das fronteiras entre áreas do conhecimento, promovendo uma abordagem transdisciplinar. Morin (2011) ressalta a inadequação entre saberes fragmentados e os problemas globais, exigindo um pensamento sistêmico e articulado, desenvolvido no espaço escolar.

Morin e Díaz (2016) reafirmam a necessidade de uma visão global dos problemas contemporâneos, argumentando que a educação deve superar a hiperespecialização para abordar questões globais. Dewey (1979) também aponta a educação como ferramenta de emancipação e ampliação da experiência. Materiais didáticos, como o Guia Didático proposto por Moreira et al. (2021), enriquecem práticas pedagógicas, oferecendo ferramentas valiosas para os professores no trabalho diário.

A prática sistematizada, transcrita neste texto, é um exercício para demonstrar que é possível integrar, trabalhar e entrelaçar as diferentes faces do conhecimento, criando espaço e tempo para a emergência da experiência, a fim de propor novos desafios cognitivos que suscitem novas epistemologias voltadas à formação do humano.

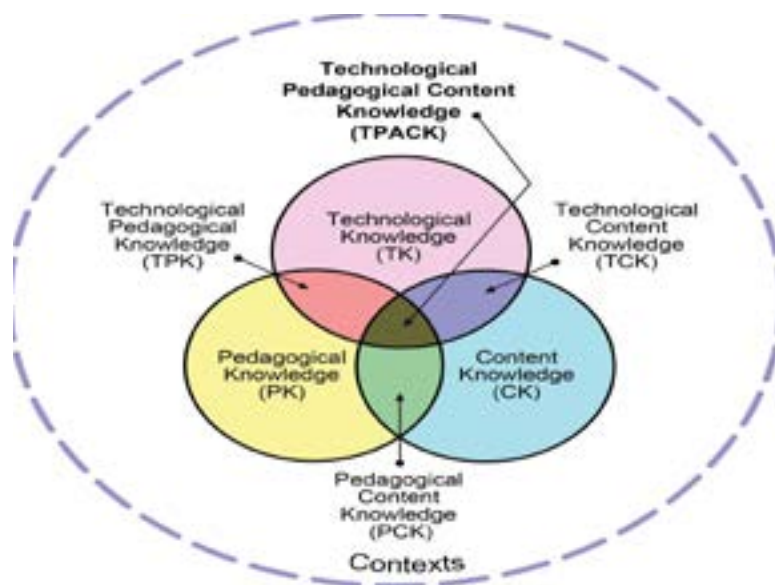
### **Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) e a intersecção de conhecimentos para uma nova 'pedagogia'**

A prática pedagógica realizada neste estudo tem, sobretudo, a pretensão de aproximar conhecimentos, fruto do processo de desenvolvimento das tecnologias pedagógicas educacionais e da

forma como os seres humanos aprendem. Nesse propósito, fazer uso do que está disponível no cenário educacional, além das ferramentas pedagógicas que levam a práticas efetivas, contribui ao processo epistemológico de reflexão na práxis pedagógica (Ribeiro & Piedade, 2021). A respeito disso, Larrosa (2019) externa que um curso é um trabalho coletivo, público, feito com os outros e diante dos outros, não há leitura ou escrita que não envolvam a escuta, o comentário, o contágio e o estímulo mútuo.

No sentido de promover uma reflexão sobre a própria prática e entender a sua efetividade no processo de ensino-aprendizagem na educação básica, essa reflexão apresenta o aporte conceitual do TPACK; em sua tradução, "Conhecimento Tecnológico do Conteúdo", que se refere à inserção de três tipos de conhecimentos essenciais

para professores, integrando a tecnologia na educação. Esse aporte teórico TPACK propõe identificar a natureza do conhecimento exigido pelos professores na integração das tecnologias de ensino, ao mesmo tempo que aborda a complexa natureza, multifacetada e situada no conhecimento do professor. De acordo com Cibotto e Oliveira (2017), a estrutura TPACK vai muito além dessas três bases isoladas, enfatizando os conhecimentos que se encontram nas interseções das três formas principais, que passam a ser analisadas em: Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK); Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK); Conhecimento Pedagógico Tecnológico (TPK); Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo (TPACK) – conforme figura 1.



**Figura 1** – Descrição visual do TPACK

Fonte: Mkoehler (2011).

Para iniciarmos a compreensão teórica do TPACK, torna-se necessário conhecer, mesmo que de forma sucinta, a trajetória de organização conceitual, com origem nas obras do pesquisador Lee Shulman<sup>3</sup>, uma das principais referências nos estudos sobre a profissão docente (Almeida *et al.*, 2019). Inicialmente intitulado *Pedagogical Content*

*Knowledge* (PCK), o conceito foi descrito pela primeira vez em 1984 (Born *et al.*, 2019) como uma intersecção entre o *conhecimento pedagógico* e o *conhecimento do conteúdo* dos professores, tendo como ponto de investigação a avaliação da atuação docente, que apresentava ausência de foco no conteúdo ensinado, pois o objetivo

<sup>3</sup> Lee Shulman, conhecido principalmente por seu trabalho sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge* – PCK) e por sua liderança em organizações educacionais. Disponível em: <http://comciencia.scielo.br/pdf/ci/n115/a13n115.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2023.

das avaliações era unicamente a capacidade de ensinar do professor.

Larrosa (2019) explicita que o gesto docente envolve uma operação material, reiterando o modo escolar de apresentar o conteúdo. A docência, assim como outras profissões, exige a articulação entre o conhecimento específico (conteúdo) e a prática (instrução); isso levou Shulman a criar categorias teóricas amplamente utilizadas na formação de professores, com destaque para o PCK, que teve grande influência no campo educacional (Born et al., 2019). O modelo TPACK, por sua vez, enfatiza a necessidade de integrar três tipos de conhecimento: tecnológico, pedagógico e de conteúdo, permitindo o uso eficaz da tecnologia no apoio à aprendizagem dos alunos. Tal equilíbrio entre conhecimentos é essencial para que a tecnologia seja usada como uma ferramenta pedagógica eficaz.

Cibotto e Oliveira (2017) abordam o PCK na formação inicial dos professores para inovar o ensino da matemática, destacando a importância de conhecimentos que promovam aprendizagens significativas. Burak (2004) enfatiza a necessidade de aprofundar estudos nos aspectos da MM, enquanto Ribeiro e Piedade (2021) sublinham a necessidade de integração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) à formação docente.

Hodiernamente, Charlot (2020) e Nóvoa (2022) destacam o papel das TICs e da inteligência artificial na transformação da educação, enfatizando que essas ferramentas devem reforçar a educação como bem público e evitar o "solucionismo tecnológico". Morin e Díaz (2016) complementam ao afirmar que a ciência e a tecnologia são essenciais, mas apenas uma parte da cultura humana. Nesse sentido, o estudo propõe uma pedagogia integrando ciência, matemática e tecnologia, dentro do modelo TPACK, buscando humanizar a prática pedagógica.

## A dimensão humanizadora como horizonte da prática educativa

Atualmente, evidencia-se uma crescente preocupação entre os docentes em relação à falta de atratividade das aulas, à manutenção da atenção dos estudantes e à construção de um pensamento lógico-filosófico, com uma linguagem adequada à missão da instituição de ensino. A 'lógica de pensamento' que sustenta a linguagem está relacionada à capacidade de expressão escrita e ao raciocínio lógico-matemático. Embora o laboratório de ciências atraia os estudantes pela interação com materiais e reagentes, essa atração não garante os níveis de reflexão e concentração necessários para a aprendizagem.

Nesse contexto, o debate sobre a importância do diálogo na aprendizagem e na conduta dos estudantes é ampliado. O protagonismo é determinante para o desenvolvimento da autoconfiança. Freire (1997) destaca que o respeito à autonomia é um imperativo ético. O conhecimento é o objetivo da aprendizagem, mas a mediação envolve relações didático-pedagógicas centradas nas interações humanas.

Para Morin (2015, p. 18), ensinar "[...] não é só concentrar nos saberes quantitativos, nem privilegiar as formações profissionais especializadas, é introduzir uma cultura de base que implica o conhecimento do conhecimento". Esse entendimento aborda a superação de problemas de aprendizagem e das relações humanas na educação. Libâneo e Santos (2020) apontam que educadores devem analisar continuamente o ato educativo, promovendo integração e autonomia, incentivando a crítica e a inovação com uma perspectiva humanizadora.

Charlot (2000) define a educação como um processo pelo qual o ser humano inacabado se apropria de saberes e valores, aprendendo a viver em sociedade, em um processo de hominização, singularização e socialização.

Aprender para se construir, em um triplo processo de 'hominização' (tornar-se homem), de singularização (tornar-se um exemplar único de homem), de socialização (tornar-se membro de uma comunidade, partilhando seus valores



e ocupando um lugar nela). Aprender a viver com os outros homens com quem o mundo é partilhado. (Charlot, 2000, p. 53)

Compreendemos que a educação, especialmente a de nível básico, pode tornar o 'ser homem', como espécie, mais humano pelas suas relações. Nesse sentido, é essencial reconhecer o papel da educação escolar nesse processo de formação. No ensino, independentemente da área, é fundamental revisitar o pensamento pedagógico em busca de autores que deem sustentação ao *métier* docente, que lancem luz na direção de um ser e um fazer orientados por princípios de humanização.

A dificuldade de aprendizagem em matemática se amplia nas aulas de ciências, por se tratar de um conhecimento prévio ou subsunçor (Moreira & Masini, 2001), permitindo dar significado a novos conhecimentos. Quando são requisitados cálculos matemáticos simples, como regra de três, porcentagem ou uso de fórmulas, essa dificuldade emerge, já que os conceitos matemáticos são subsunçores na aprendizagem em ciências.

Diante dessa demanda, surge o desafio de dinamizar o ensino além das fronteiras disciplinares, o que pode envolver o "risco" da migração de conceitos; conforme Morin (2007, p. 117), "A ciência estaria totalmente atravancada se os conceitos não migrassem clandestinamente". Apesar do risco inerente ao uso de conceitos de outras áreas, como a aplicação de fórmulas matemáticas no ensino de ciências, é válido assumir esse risco, pois a compreensão das formas geométricas tridimensionais e suas fórmulas exige essa interação. O autor destaca que erros na transferência de conceitos podem gerar grandes descobertas, mostrando a relatividade do erro e da verdade, ao que complementa Morin (2007, p. 117):

Mandelbrot dizia que as grandes descobertas são frutos de erros na transferência dos conceitos de um campo para outro, realizadas, acrescentava ele, pelo pesquisador de talento. É preciso talento para que o erro se torne fecundo. Isso mostra também a relatividade do papel do erro e da verdade.

A ciência, na perspectiva de Morin (2007), é

transdisciplinar, incorporando elementos como o acaso, a inventividade e a criatividade. Ele propõe que, em vez de o objeto se ajustar à ciência, é a ciência que deve se moldar ao objeto. Diversos pensadores têm refletido sobre a importância da dimensão humanizadora na educação, buscando torná-la mais significativa para os alunos e explicitando seu papel na vida humana.

Alguns estudiosos, dentre tantos, que consideramos expoentes pela peculiaridade de suas ideias são: Paulo Freire (1997), que protagoniza uma educação humanista focada nas pessoas, além da simples transmissão de informações; John Dewey (1979), ao argumentar que a educação deve se concentrar em desenvolver as habilidades dos alunos para uma participação plena na sociedade; Maria Montessori (1965), ao propalar que o desenvolvimento integral da criança se dá com o educador atuando como facilitador em um ambiente rico em estímulos; Carl Rogers (1977), que, com a sua psicologia humanista, valoriza o potencial de autorrealização do ser humano.

De forma semelhante, Jean-Jacques Rousseau (1999) propõe uma educação centrada nas necessidades e nos interesses do aluno, respeitando a individualidade de cada um; Martha Nussbaum (2019) também enaltece a importância de uma educação que vá além da simples formação técnica, promovendo o desenvolvimento humano em sua totalidade; Bernard Charlot (2000, 2020) aponta para a relevância de uma formação humanista dos professores, ressaltando a importância de sua capacitação para que possam ser eficazes no ensino; Seymour Papert (1994) sugere que a aprendizagem deve ser ativa e que a tecnologia pode ser importante aliada na promoção da criatividade.

Essas diferentes abordagens teóricas convergem para a compreensão de que uma prática pedagógica com foco na humanização do processo educativo pode proporcionar sentido e significado ao conhecimento. Nussbaum (2019, p. 7) alerta: parece que estamos

[...] nos esquecendo da alma, do que significa para a mente abrir a alma e ligar a pessoa com

o mundo de modo rico, sutil e complexo; do que significa se aproximar de outra pessoa como uma alma, em vez de fazê-lo como um simples instrumento útil ou um obstáculo aos seus próprios projetos; do que significa conversar, como alguém que possui alma, com outra pessoa que consideramos igualmente profunda e complexa.

Pensadores, como os referidos neste texto, enfatizam a importância da sinergia, da conexão pessoal, da criatividade, da empatia e do desenvolvimento integral na prática pedagógica. Quanto à atuação docente e à construção do conhecimento, é crucial ressignificar os procedimentos didático-metodológicos. Com o advento das TICs, a natureza ferramental ganha mais espaço e potencializa-se o risco da instrumentalização em detrimento de elementos harmonizadores, essenciais na formação dos seres humanos e na forma como se relacionam com o mundo que os cerca.

### Procedimentos metodológicos e descrição da prática

O processo metodológico que esta pesquisa assume é o considerado fenomenológico; conforme Bicudo (2010, p. 26), é "[...] a busca do sentido que as coisas que estão à nossa volta, no horizonte do mundo vida, têm para nós". O objetivo é compreender os fenômenos que se apresentam à consciência; segundo Bicudo (2013), intencional. Ao lidar com a compreensão da densidade de um material, percebeu-se que os elementos disponíveis não eram suficientes para obter resultados, exigindo uma abordagem que envolvesse a participação ativa de quem vive e tem experiência com o fenômeno, além da percepção do pesquisador.

Dewey (1979) enfatiza que os alunos, quando estudam temas distantes de suas experiências e que não despertam sua curiosidade, tendem a se conectar intelectualmente, não questionando o significado do que aprendem nem relacionando o novo conhecimento com suas crenças e ações,

e "[...] tendem a se tornar intelectualmente irresponsáveis; não perguntam a significação do que aprendem, isso é, não perguntam qual a diferença trazida pelo novo conhecimento para as outras suas crenças e ações" (Dewey, 1979, p. 41).

O desenvolvimento do modelo matemático deste estudo partiu inicialmente do seguinte questionamento: como calcular ou medir a densidade de um sólido com os recursos limitados disponíveis? Sob a mediação da professora, os alunos relacionam o problema com a matemática, buscando soluções, como o uso de materiais alternativos (pregos), fórmulas geométricas de cilindro e cone. Conforme Bicudo (2000, p. 74), em uma pesquisa fenomenológica, "[...] é preciso irmos ao sujeito que percebe e perguntamos o que faz sentido para ele, tendo como meta a compreensão do fenômeno investigado. O sujeito expõe aquilo que faz sentido, ou seja, ele relata, descreve o percebido".

O processo de construção do modelo matemático envolve etapas como formulação do problema, coleta e análise de dados, elaboração e validação do modelo, além de interpretação e comunicação dos resultados (Moreira et al., 2021). O aluno deve ser um participante ativo, utilizando seus conhecimentos prévios para construir um modelo relevante para a situação. Dewey (1979, p. 255) chama esse envolvimento de "ato de pensar original": o estudante demonstra interesse pessoal e iniciativa na busca por uma conclusão verificada.

Os materiais utilizados estavam disponíveis no laboratório de ciências da escola. O relatório foi elaborado colaborativamente: iniciado pela professora, compartilhado com os estudantes – por meio de um *link* (encurtado)<sup>4</sup>, através de modelo contextualizando a matemática, alfabetização científica, formação humana escolar, a aprendizagem TPACK e o uso de TICs. A professora disponibilizou um modelo no Documentos Google, acessado pelos estudantes via *e-mail* institucional, pelo domínio [nome.sobrenome@educacao.nomemunicipio.rs.gov.br](mailto:nome.sobrenome@educacao.nomemunicipio.rs.gov.br)<sup>5</sup>, facilitando

<sup>4</sup> *Link* <http://gg.gg/modeloderelatorio>.

<sup>5</sup> Descrição do domínio como forma de garantir o anonimato. O *e-mail* institucional é disponibilizado aos estudantes da instituição mediante demanda apresentada pelos professores.

a organização do trabalho em dupla.

A elaboração do relatório no Drive reduziu a complexidade do manuseio das TICs, com orientações da professora e dos colegas da turma, em um trabalho cooperativo. As tarefas consistiram na criação do arquivo no Documentos Google, na organização de pastas, a partir do "Compartilhados comigo", e no uso da ferramenta de edição do arquivo. O compartilhamento dos dados e a digitação das informações da prática no laboratório de ciências buscaram transformar o trabalho em uma experiência enriquecedora e envolvente, de modo a não se tornar monótono e cansativo aos estudantes. Para Dewey (1979, p. 40), o entusiasmo genuíno é atitude que opera como uma força intelectual poderosa, e "O professor que desperta tal entusiasmo em seus alunos conseguiu algo que nenhuma soma de métodos sistematizados, por corretos que sejam, poderá obter".

A atividade prática desenvolvida nas aulas de ciências, com o tema "Matéria e Energia", seguiu o Plano de Estudos da instituição. Iniciou-se com a revisão de conceitos fundamentais – como temperatura de fusão (TF), de ebulição (TE) e densidade (d) –, propriedades que caracterizam substâncias e estados físicos da matéria. Os estudantes foram incentivados a responder questões iniciais, sem receio de errar. A introdução dos conceitos seguiu um roteiro metodológico na lousa, com uma abordagem de ação-reflexão-ação, enquanto os alunos manipulavam materiais e reagentes no laboratório sob supervisão.

A prática focou na medição da densidade de sólidos e líquidos, comparando os resultados com a literatura, promovendo a construção do conhecimento. O material de apoio incluiu o livro didático de Ciências Naturais<sup>6</sup>, recursos do laboratório e um roteiro de relatório, com objetivos, materiais e procedimentos descritos

na lousa para anotações. Os alunos também fizeram registros individuais e no documento compartilhado, seguindo instruções básicas de normatização técnica, aplicando gradualmente os padrões ao longo dos anos letivos.

A atividade seguiu a concepção de aprender de Larrosa (2019), que envolve três aspectos: primeiro, aprender é algo atribuído ou designado; segundo, implica ajustar-se ou corresponder a algo do mundo que nos foi dado; terceiro, envolve tanto agir quanto renunciar, exigindo escolhas e abstinências. Aprender, portanto, é um processo contínuo de adaptação e busca por novos entendimentos ao longo da vida.

### Prática – Densidade

Objetivo: medir a densidade de sólidos e líquidos com experimentação dos *métodos químico e matemático*<sup>7</sup>.

### Materiais e métodos

Os materiais utilizados consistiram em: proveta, óleo de cozinha, destilador (para destilação da água a ser utilizada), cloreto de sódio (NaCl), alumínio (Al), prata (Ag), níquel (Ni), carbono (C), paquímetro, pregos (presença de ferro metálico<sup>8</sup>), balança analítica.

Em um primeiro momento, os grupos de estudantes foram divididos para proceder à medição do volume de alguns elementos químicos (metais e não metais) identificados da tabela periódica (Al, Ag, Ni, e C), fazendo uso do paquímetro<sup>9</sup>. Com a balança, procedeu-se à obtenção da massa (em gramas) das substâncias, para cálculo de densidade.

Em um segundo momento, fez-se uso da proveta para medição do volume dos líquidos: óleo de cozinha, água destilada, água de torneira e água com sal (10% NaCl), bem como a massa

<sup>6</sup> Livro didático adotado pela escola para o referido ano letivo (CANTO, E. L. do; CANTO, L. C. *Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano* – 9º ano: manual do professor. São Paulo: Moderna, 2018).

<sup>7</sup> Método químico: uso de medição de variação do volume do líquido (água), através de vidraria volumétrica (proveta), ao ser inserido o sólido de interesse; método matemático: uso de paquímetro para medição do volume. Esses termos foram definidos durante a prática, com interpretação entre professor responsável e os estudantes envolvidos no experimento.

<sup>8</sup> O prego, formado por aço, possui em sua composição básica 98,5% de Fe (ferro), 0,5 a 1,7% de C (carbono) e traços de Si (silício), S (enxofre) e P (fósforo) (Fogaça, 2023).

<sup>9</sup> Instrumento de medição de dimensões.



em gramas dos respectivos materiais, seguindo especificações do experimento. Em seguida, procedeu-se ao cálculo de densidade pela fórmula matemática  $d = \frac{m}{v}$ .

No terceiro momento, procedeu-se à medição da densidade de três pregos da marca Gerdau, medindo aproximadamente 6 cm cada um. O uso de três unidades teve o intuito de obter quantidade em volume (cm<sup>3</sup>) suficiente para observar a variação de forma visível na proveta. Cada um dos três pregos teve sua massa medida na balança e seu volume medido tanto no método matemático quanto no método químico. Para o método matemático, foram usados três cálculos para as medidas respectivas com base nas figuras geométricas apresentadas pelo prego – *cilindro* para a cabeça e o corpo, *cone* para a ponta –, seguindo as respectivas fórmulas para os cilindros e para o cone:  $V = h \cdot \pi \cdot r^2$  e  $V = \frac{1}{3} \cdot h \cdot \pi \cdot r^2$ ,

### Resultados e discussões – Análise qualitativa

Utilizando-se a fórmula matemática para densidade, com submissão dos materiais às medições, destaca-se que a densidade de mistura,

como a realizada durante a prática, de água e cloreto de sódio, varia de acordo com a porcentagem de cada item presente na mistura.

Foram calculadas, inicialmente, as densidades dos elementos químicos (Al, Ag, Ni, e C) com uso do paquímetro, sendo a forma geométrica identificada como prisma retangular (ou paralelepípedo) para Al, Ag e Ni, e cilindro para C. As medidas, obtidas em cm, foram utilizadas nos cálculos dos volumes, através da fórmula do prisma retangular:  $V = l \cdot b \cdot h$ ; e do cilindro. Para o Al, massa de 0,53 g, profundidade de 0,1 cm, altura de 0,8 cm e largura de 2,9 cm. Das dimensões, obteve-se o volume 0,232 e a densidade 2,285. Comparando-se o resultado de densidade do Al com o informado na literatura (tabela periódica versão 2022), de 2,702 cm<sup>3</sup> (quadro 1), observou-se uma diferença de 0,417 em relação ao encontrado, que pode ser explicada haja vista a dificuldade na leitura da medição com o paquímetro, pelas dimensões pequenas; destaca-se que, por esse fator de tamanho, não foi possível realizar o método químico para o Al. Procedeu-se aos demais metais com o método matemático, conforme dados do quadro 1.

**Quadro 1** – Descrição dos materiais utilizados e seus respectivos valores de massa, volume e densidade

Item	Nome/Símbolo	Estado físico	Massa (g)	Volume <sup>10</sup> (ml ou cm <sup>3</sup> )	Densidade medida (g/ml ou g/cm <sup>3</sup> )	Densidade da literatura (g/ml ou g/cm <sup>3</sup> )
1	Alumínio (Al)*	Sólido	0,53	0,232	2,285	2,702
2	Prata (Ag)*	Sólido	1,01	0,0851	11,87	10,53
3	Níquel (Ni)*	Sólido	0,42	0,05	8,4	8,9
4	Carbono (C)*	Sólido	2,0	1,0	2,0	2,26
5	Óleo de cozinha	Líquido	37,94	42	0,903	0,918
6	Água destilada	Líquido	118,22	120	0,985	1
7	Água de torneira	Líquido	102,36	104	0,984	-
8	Água com sal	Líquido	161,94	155	1,044	-

\* Uso do método matemático.

**Fonte:** elaborado pelos autores.

Prosseguiu-se, então, para os líquidos: óleo de cozinha, água destilada, água de torneira e água com sal (10% NaCl), cujas medições foram desenvolvidas através do método químico, conforme

valores constantes no quadro 1. Para densidade do óleo de cozinha, resultado de 0,903 g/cm<sup>3</sup>; comparativamente à literatura, com valor de 0,918 g/cm<sup>3</sup> (Froehner et al., 2007), percebeu-se

<sup>10</sup> 1 ml = 1 cm<sup>3</sup>.

a proximidade do resultado encontrado.

Em seguida, a densidade para água destilada apresentou resultado de 0,985 g/ml; comparando com a literatura, 1 g/cm<sup>3</sup> (Oliveira et al., 2013), obteve-se uma pequena diferença: de 0,015 g/cm<sup>3</sup>. Quanto à composição, a água destilada utilizada, com pureza obtida de 99,99%, passa a apresentar basicamente água (H<sub>2</sub>O), enquanto a água de torneira possui outros componentes químicos, como íons e oxigênio dissolvido (Medeiros, 2020). Em relação à densidade da água de torneira, não é exata na literatura. Após os cálculos, obteve-se a densidade da água de torneira: 0,984 g/cm<sup>3</sup>.

Por fim, nesse segundo momento, mediu-se a densidade da mistura de água e NaCl. Essa mistura possui soluto (NaCl) em 10% de sua massa, calculado a partir de regra de três em 14,7 g. Essa massa de sal foi adicionada pelos estudantes à água e em seguida procedeu-se ao cálculo de sua densidade: cm<sup>3</sup>. Esses cálculos foram realizados para consolidar o conhecimento necessário das medições, especialmente o conceito de *densidade* comparativamente com a literatura.

Conforme o quadro 1, os valores obtidos para os materiais analisados são semelhantes ao descrito pela literatura consultada. Considera-se que o procedimento foi realizado de forma satisfatória, apesar de ser desenvolvido por estudantes de Ensino Fundamental, os quais se encontram em fase de desenvolvimento do rigor metodológico demandado por procedimentos científicos. É possível que tenha havido consolidação tanto

de conceitos de ciências quanto daqueles de matemática, uma vez que houve a busca pelas informações, especialmente as fórmulas matemáticas, bem como a comparação com a literatura, a partir da mediação da professora, com o uso de dispositivos eletrônicos conectados à internet.

Dando sequência ao último procedimento, referente ao terceiro momento, fazendo uso do método matemático, conforme anteriormente descrito, realizou-se o cálculo da densidade dos três pregos. Eles foram divididos em três formas tridimensionais, conforme especificado anteriormente: *cilindro* para a cabeça e o corpo; *cone* para a ponta – representados respectivamente como volume 1 (V1), volume 2 (V2) e volume 3 (V3). Após finalizados os cálculos, obteve-se a medida do volume dos pregos (quadro 2).

Iniciando pelo prego 1, o cálculo do volume da cabeça considerou os dados: diâmetro 0,7 cm; raio 0,35 cm; altura 0,3 cm – aplicou-se a fórmula do cilindro e obteve-se como volume. O segundo cilindro (corpo): diâmetro 0,3 cm; raio 0,15 cm; altura 5,7 cm – volume de . Para o prego 1, após realizado o cálculo do cone (ponta do prego) pela respectiva fórmula, com dados altura de 0,5 cm e raio de 0,15 cm: volume de . Assim sendo, o volume do primeiro prego foi obtido pela soma desses volumes, encontrando-se o valor de . Sucessivamente, repetiram-se as mesmas equações em busca do volume do prego 2 e do prego 3, conforme expresso no quadro 2.

**Quadro 2** – Cálculos matemáticos para a medição dos volumes dos pregos

Prego 1 - V 1 - Cilindro (cabeça)	Prego 1 - V 2 - Cilindro (corpo)	Prego 1 - V 3 - Cone (ponta)
$h = 0,3 \text{ cm}; r = 0,35 \text{ cm}$ $V = 0,35^2 \cdot \pi \cdot 0,3 \text{ cm}$ $V = 0,1225 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \text{ cm}$ $V = 0,115395 \text{ cm}^3$	$h = 5,7 \text{ cm}; r = 0,15 \text{ cm}$ $V = 0,15^2 \cdot \pi \cdot 5,7 \text{ cm}$ $V = 0,0225 \cdot 3,14 \cdot 5,7 \text{ cm}$ $V = 0,402705 \text{ cm}^3$	$h = 0,5 \text{ cm}; r = 0,15 \text{ cm}$ $V = \frac{1}{3} \cdot 0,15^2 \cdot \pi \cdot 0,5 \text{ cm}$ $V = \frac{1}{3} \cdot 0,0225 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \text{ cm}$ $V = 0,011775 \text{ cm}^3$
Prego 2 - V 1 - Cilindro	Prego 2 - V 2 - Cilindro	Prego 2 - V 3 - Cone
$V = 0,076969 \text{ cm}^3$	$V = 0,402705 \text{ cm}^3$	$V = 0,011775 \text{ cm}^3$
Prego 3 - V 1 - Cilindro	Prego 3 - V 2 - Cilindro	Prego 3 - V 3 - Cone
$V = 0,115395 \text{ cm}^3$	$V = 0,442112 \text{ cm}^3$	$V = 0,010718 \text{ cm}^3$
Prego 1 Total = 0,529875 cm <sup>3</sup>	Prego 2 Total = 0,491449 cm <sup>3</sup>	Prego 3 Total = 0,568225 cm <sup>3</sup>
Total: V1 + V2 + V3 = 1,589549 cm <sup>3</sup>		

Obs.: para os pregos 2 e 3, no quadro aqui apresentado, estão apenas os valores do resultado do volume calculado.

**Fonte:** elaborado pelos autores.

Com a finalização dos cálculos de volume e medição da massa, em 12,95 g, fez-se o cálculo de densidade<sup>11</sup> medida em 8,146965 g/. Em seguida, pelo método químico, para confirmação

do volume, usando uma proveta com 35 cm<sup>3</sup> de água, passando a 36,5 cm<sup>3</sup>, com variação de 1,5 cm<sup>3</sup>, obteve-se densidade de 8,633333 g/cm<sup>3</sup> (quadro 3).

**Quadro 3** – Cálculos matemáticos para a medição dos volumes dos pregos – métodos matemático e químico

Ferro (Fe)*	Massa (g)	Volume (ml ou cm <sup>3</sup> )	Densidade medida (g/ml ou g/cm <sup>3</sup> )	Densidade da literatura** (Fe) Densidade do aço (g/ml ou g/cm <sup>3</sup> )
Método químico	12,95	1,5	8,633333	7,874
Método matemático	12,95		8,146965	

\*Consideram-se os três pregos somados.

**Fonte:** elaborado pelos autores.

Os valores obtidos corroboram aqueles da literatura: conforme tabela periódica, a densidade do ferro é de 7,874 g/cm<sup>3</sup>; menor em 0,759333 e 0,272965 em relação às medidas obtidas pelo método químico e pelo método matemático respectivamente. Analisando-se os dados, pode-se inferir maior precisão pelo uso do método matemático para o cálculo de densidade. A variação, maior para o método químico, pode ser explicada pela imprecisão na leitura na proveta. Apesar dos valores próximos àqueles da literatura, é importante considerar a composição do aço em comparação com o material puro (Fe). O aço<sup>12</sup>, sendo uma liga metálica composta principalmente de Fe, C e outros elementos, pode apresentar densidade média entre 7,9 e 8,1 g/cm<sup>3</sup>.

### *Ponderações a partir da prática realizada*

Os cálculos realizados confirmaram a literatura sobre os materiais analisados. Os dados de densidade dos pregos mostraram que ambos os métodos utilizados, químico e matemático, são eficazes para o experimento. Os pregos, usados como padrão na MM, foram adequados devido ao seu tamanho. O *método matemático* é eficiente para sólidos geométricos pequenos e uniformes, enquanto o *método químico* é mais eficaz para

sólidos irregulares, permitindo medir volumes observáveis com rapidez.

Os resultados apresentados, além dos cálculos, foram discutidos com a mediação de um profissional, envolvendo todos os estudantes e destacando os fenômenos do experimento. Considera-se explicitar que “[...] o mundo não é para o homem um simples espaço de sobrevivência, é também um problema, o do significado desse mundo e do próprio homem” (Charlot, 2020, p. 204).

Nesse cenário educacional, local e do País, há uma demanda por estratégias de ensino que possibilitem aprendizagens significativas. Em outras palavras, há que se pensar e propor novas 'pedagogias'. Segundo dados obtidos pelo Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) de 2018, divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), 68,1% dos estudantes brasileiros “com 15 anos de idade não possuem nível básico de matemática, mínimo para pleno exercício da cidadania” (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2018). O programa, sendo o maior estudo sobre educação do mundo, apontou que o Brasil tem baixa proficiência em leitura, matemática e ciências

<sup>11</sup> Resultado pelo método matemático.

<sup>12</sup> Conforme informações do *blog NA Aços Nobres* (2023), as ligas apresentam densidades diferentes do ferro, havendo interferência das densidades individuais dos elementos presentes nas ligas.

comparativamente com outros 68 países que participaram da avaliação. Segundo os dados oficiais, “em ciências, o número chega a 55% e, em leitura, 50%” (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2018), com índices estagnados desde 2009.

O Relatório da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2022) destaca os esforços globais para alcançar a educação para todos e melhorar a equidade e a qualidade dessa educação, enfatizando a importância da aprendizagem ao longo da vida. Além da educação formal, é crucial desenvolver competências como pensamento crítico, resolução de problemas, habilidades socioemocionais e alfabetização digital.

A MM surge como alternativa eficaz para reverter esse cenário, com a proposta de aprendizagem significativa, conectando novos conhecimentos aos já adquiridos pelos estudantes (Mendes, 2009; Meyer et al., 2011). O ensino de ciências e matemática por meio da MM explora problemas do mundo real e aplica conceitos matemáticos para resolvê-los, desenvolvendo habilidades como pensamento crítico, raciocínio lógico e comunicação matemática (Marcão et al., 2021).

### À guisa de conclusões

A prática de MM utilizada para abordar o conceito de *densidade* no ensino de ciências revelou-se eficaz ao enfrentar as dificuldades dos estudantes com a matemática. A proposta colaborativa e prática promoveu a manipulação ativa de conceitos matemáticos e a interação, criando um ambiente participativo e humanizador.

Os resultados evidenciaram o engajamento dos estudantes, que aplicaram fórmulas e figuras geométricas para resolver problemas relacionados à densidade, proporcionando a compreensão dos conceitos. A prática, ancorada no conceito TPACK e nas reflexões de renomados educadores, contribuiu para a análise crítica de profissionais da educação.

Essa prática pedagógica não apenas favo-

receu a compreensão dos conteúdos de ciências e matemática, mas também incentivou o protagonismo, a autonomia e o envolvimento dos estudantes, em um esforço conjunto com o professor. A experiência reforça a confiança na capacidade dos estudantes e a importância de práticas pedagógicas humanizadoras, que demandam planejamento e comprometimento para criar uma formação mais solidária e humana.

### Referências

Aços Nobre. (2023). *Densidade do aço: tudo o que você precisa saber!* <https://acosnobre.com.br/blog/densidade-do-aco/>

Almeida, P. C. A., Davis, C. L. F., Calil, A. M. G. C., & Vilalva, A. M. (2019). Categorias teóricas de Shulman: revisão integrativa no campo da formação docente. *Cadernos de Pesquisa*, 49(174), 130-150. [http://educa.fcc.org.br/pdf/cp/v49n174/pt\\_1980-5314-cp-49-174-130.pdf](http://educa.fcc.org.br/pdf/cp/v49n174/pt_1980-5314-cp-49-174-130.pdf)

Bassanezi, R. C. (2015). *Ensino - Aprendizagem com Modelagem Matemática*. Contexto.

Battisti, S. M. R. (2020). *A modelagem matemática no contexto das ciências ambientais: uma proposta de aprendizagem significativa para o 6º ano do Ensino Fundamental II* [Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo].

Bicudo, M. A. V. (2000). *Fenomenologia: confrontos e avanços*. Cortez.

Bicudo, M. A. V. (2010). *Filosofia da Educação Matemática: fenomenologia, concepções, possibilidades didático-pedagógicas*. Unesp.

Bicudo, M. A. V. (2013). Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In M. C. Borba & J. L. Araújo (Eds.), *Pesquisa qualitativa em Educação Matemática* (pp. 111-124). Autêntica.

Biembengut, M. S. (2009). 30 anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(2), 7-32.

Born, B. B., Prado, A. P., & Felipe, J. M. F. G. (2019). Profissionalismo docente e estratégias para o seu fortalecimento: entrevista com Lee Shulman. *Educação e Pesquisa*, 45(1).

Burak, D. (2004). Modelagem Matemática e Sala de Aula. In Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática. *Anais [...]* (pp. 01-11). Unioeste.

Charlot, B. (2000). *Da relação com o saber - elementos para uma teoria*. Artmed.

Charlot, B. (2020). *Educação ou barbárie? Uma escolha para a sociedade contemporânea*. Cortez.

Cibotto, R. A. G. & Oliveira, R. M. M. A. (2017). TPACK – conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: uma revisão teórica. *Imagens da Educação*, 7(2), 11-23.

Dewey, J. (1979). *Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo, uma reexposição*. Nacional.

Fogaça, J. R. V. (2023). Aço. *Brasil Escola*. <https://brasilestudo.uol.com.br/quimica/aco.htm>

Freire, P. (1997). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra.

Froehner, S., Leithold, J., & Lima Júnior, L. F. (2007). Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade. *Química Nova*, 30(8), 2016-2019.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2018). *Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em leitura, matemática e ciências no Brasil*. Brasília, Brasil. <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil>

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2022). *Resultados*. Brasília, Brasil. <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb/resultados>

Larrosa, J. (2019). *Esperando não se sabe o quê. Sobre o ofício de professor*. Autêntica.

Larrosa, J. (2022). *Tremores: escritos sobre a experiência*. Autêntica.

Libâneo, J. C. & Santos, A. (2020). *Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade*. Alinea.

Marcão, D. G., Oliveira, G. S., & Santos, A. O. (2021) Modelagem como uma estratégia metodológica para ensinar matemática. *Revista Valore*, 6(ed. esp.), 4-22.

Medeiros, M. (2020). Água destilada e água de torneira: resposta a dúvida. *QuiProcura Química*. <https://quiprocura.net/w/2020/03/03/agua-destilada-e-agua-de-torneira-resposta-a-duvida/>

Mendes, I. A. (2009). *Matemática e investigação em sala de aula: tecendo redes cognitivas na aprendizagem*. Livraria da Física.

Meyer, J. F. C. A., Caldeira, A. D., & Malheiros, A. P. S. (2011). *Modelagem em Educação Matemática*. Autêntica.

Mkoehler (2011). Using the TPACK Image. *TPACK Org*. <http://tpack.org/>

Montessori, M. (1965). *Pedagogia científica: a descoberta da criança*. Flamboyant.

Moreira, M. A. & Masini, E. F. S. (2001). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. Centaurus.

Moreira, W. P., Lorenzoni, L. L., & Rezendi, O. L. T. (2021). *5 etapas para a realização de uma atividade de modelagem matemática em sala de aula: guia do professor*. IFES.

Morin, E. & Díaz, C. J. D. (2016). *Reinventar a educação: abrir caminhos para a metamorfose da humanidade*. Palas Athena.

Morin, E. (2007). *Introdução ao Pensamento Complexo*. Sulina.

Morin, E. (2011). *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. Cortez; Unesco.

Morin, E. (2015). *Ensinar a viver: manifesto para mudar a educação*. Sulina.

Nóvoa, A. (2022). *Escolas e professores: proteger, transformar, valorizar*. SEC/IAT.

Nussbaum, M. (2019). *Sem fins lucrativos: porque a democracia precisa das humanidades*. Martins Fontes.

Oliveira, B. M., Melo Filho, J. M., & Afonso, J. C. (2013). A densidade e a evolução do densímetro. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(1), 1601-1610.

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. (2022). *Reimaginar nossos futuros juntos: um novo contrato social para a educação*. Comissão Internacional sobre os Futuros da Educação.

Papert, S. (1994). *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Artmed.

QEDU (2023). *Taquaruçu do Sul*. <https://qedu.org.br/municipio/4321329-taquarucu-do-sul>

Ribeiro, P. R. L. & Piedade, J. M. N. (2021). Revisão sistemática de estudos sobre TPACK na formação de professores no Brasil e em Portugal. *Educação em Questão*, 59(59), 1-26.

Rogers, C. R. R. (1977). *A pessoa como centro*. E.P.U.

Rousseau, J. J. (1999). *Emílio ou Da Educação*. Martins Fontes.

Shulman, L. (2010). Entrevista. *ComCiência*, (115), 1-2. <http://comciencia.scielo.br/pdf/cci/n115/a13n115.pdf>

Sousa, E. S., Lara I. C. M., & Ramos, M. G. (2018). Concepções de modelagem e a pesquisa em sala de aula na educação matemática. *Revista Exitus*, 8(1), 250-275.

---

### Arminda Almeida da Rosa

Licenciada em Ciências/Química (Unijui/RS). Mestra em Desenvolvimento Regional (UTFPR). Doutoranda em Educação (PPGEDU/URI). Professora efetiva na Educação Básica (Ciências, Química, Projetos de Vida, Iniciação Científica).

---

### Arnaldo Nogaro

Doutor em Educação (UFRGS). Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação – Mestrado e Doutorado – do Câmpus de Frederico Westphalen e Programa em Atenção Integral à Saúde – PPGAIS (Mestrado Consorciado Unijui, Unicruz, URI).



---

**Endereço para correspondência:****ARMINDA ALMEIDA DA ROSA**

Rua da Figueira, 230, Centro, 98410-000  
Taquaruçu do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

**ARNALDO NOGARO**

Av. 7 de Setembro, 1558, Bairro Fátima, 99709-900  
Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil

*Os textos deste artigo foram revisados por Araceli Pimentel Godinho e submetidos para validação dos autores antes da publicação.*