

**TEORIAS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, TDIC E GAMIFICAÇÃO:  
PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DAS OPERAÇÕES FUNDAMENTAIS  
SEGUNDO A BNCC**

THEORIES OF MEANINGFUL LEARNING, ICT AND GAMIFICATION: A DIDATIC  
PROPORSAL FOR TEACHING THE FUNDAMENTAL OPERATIONS ACCORDING TO  
THE BNCC

TEORÍAS DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, TDIC Y GAMIFICACIÓN:  
PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS OPERACIONES  
FUNDAMENTALES SEGÚN LA BNCC

Mônica Delfino do Couto<sup>1</sup> 0009-0004-1588-1784  
Guilherme Gomes da Silva<sup>2</sup> 0009-0005-4277-376X  
Mariza Sueli de Oliveira Sodré<sup>3</sup> 0000-0002-1992-0347

<sup>1</sup> Centro Universitário Carioca – Rio de Janeiro, RJ, Brasil; monicacouto.mc@gmail.com

<sup>2</sup> Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, RJ, Brasil;  
guilherme.silva@rioeduca.net

<sup>3</sup> Centro Universitário Carioca – Rio de Janeiro, RJ, Brasil; msodre@unicarioca.edu.br

**RESUMO:**

Este artigo aprofunda as bases teóricas e práticas para o ensino das quatro operações matemáticas à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa, do uso pedagógico das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e da Gamificação, em consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Inicialmente, discute-se a teoria de Ausubel sobre aprendizagem significativa, detalhando categorias de aprendizagem e implicações didáticas para planejamento e avaliação. Em seguida, aborda-se o potencial das TDIC na educação, destacando mediação pedagógica, múltiplas representações, personalização da aprendizagem, inclusão digital e acessibilidade. O texto também explora os fundamentos da gamificação, seus elementos estruturais e diferenças em relação a jogos educacionais, bem como evidências de seu impacto positivo no engajamento e na aprendizagem de Matemática. Adicionalmente, realiza-se uma análise crítica da BNCC (e dos PCN) quanto ao ensino das operações fundamentais, relacionando competências gerais e específicas ao letramento matemático e à cultura avaliativa contemporânea. Por fim, apresenta-se um framework didático integrando esses referenciais, com uma sequência didática detalhada que exemplifica estratégias de ensino das operações básicas de forma lúdica, significativa e inclusiva. As considerações finais reforçam a importância de práticas pedagógicas inovadoras, alinhadas às competências da BNCC, para promover um aprendizado mais sólido e contextualizado em Matemática.

**Palavras-chave:** BNCC; educação matemática; tecnologias digitais.

**ABSTRACT:**

This article deepens the theoretical and practical foundations for teaching the four basic mathematical operations in light of Meaningful Learning Theory, the educational use of Information and Communication Technologies (ICT), and Gamification, in line with the guidelines of the Brazilian National Common Curriculum Base (BNCC). It begins by

discussing Ausubel's theory of meaningful learning, detailing categories of learning and didactic implications for planning and assessment. Next, it addresses the potential of ICT in education, highlighting pedagogical mediation, multiple representations, personalized learning, digital inclusion, and accessibility. The text also explores the foundations of gamification, its structural elements and differences from educational games, as well as evidence of its positive impact on student engagement and mathematics learning. Additionally, a critical analysis of BNCC (and the former National Curriculum Parameters – PCN) is conducted regarding the teaching of fundamental operations, relating general and specific competencies to mathematical literacy and the contemporary culture of assessment. Finally, a didactic framework is presented integrating these references, with a detailed teaching sequence illustrating strategies for instructing the basic operations in a playful, meaningful, and inclusive way. The final considerations reinforce the importance of innovative pedagogical practices, aligned with BNCC competencies, to promote more robust and contextualized mathematics learning.

**Keywords:** BNCC; mathematics education; information and communication technologies.

### RESUMEN:

Este artículo profundiza en las bases teóricas y prácticas para la enseñanza de las cuatro operaciones matemáticas a la luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo, del uso pedagógico de las Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación (TDIC) y de la Gamificación, en consonancia con las directrices de la Base Nacional Común Curricular (BNCC). Inicialmente, se discute la teoría de Ausubel sobre el aprendizaje significativo, detallando categorías de aprendizaje e implicaciones didácticas para la planificación y la evaluación. A continuación, se aborda el potencial de las TDIC en la educación, destacando la mediación pedagógica, las múltiples representaciones, la personalización del aprendizaje, la inclusión digital y la accesibilidad. El texto también explora los fundamentos de la gamificación, sus elementos estructurales y sus diferencias con los juegos educativos, así como evidencias de su impacto positivo en el compromiso y en el aprendizaje de Matemáticas. Además, se realiza un análisis crítico de la BNCC (y de los PCN) respecto a la enseñanza de las operaciones fundamentales, relacionando competencias generales y específicas con la alfabetización matemática y con la cultura evaluativa contemporánea. Por último, se presenta un marco didáctico que integra estos referentes, con una secuencia didáctica detallada que ejemplifica estrategias de enseñanza de las operaciones básicas de manera lúdica, significativa e inclusiva. Las consideraciones finales refuerzan la importancia de prácticas pedagógicas innovadoras, alineadas con las competencias de la BNCC, para promover un aprendizaje más sólido y contextualizado en Matemáticas.

**Palabras clave:** BNCC; educación matemática; tecnologías digitales.

## Introdução

O ensino das operações matemáticas básicas — adição, subtração, multiplicação e divisão — enfrenta desafios históricos ligados à aprendizagem mecânica e à ausência de significados para os alunos (D'Ambrosio, 1996; NCTM, 2000; Kilpatrick; Swafford; Findell, 2001). Frequentemente, a educação matemática tradicional enfatizou a memorização de algoritmos e procedimentos sem articular os novos conteúdos aos conhecimentos prévios ou ao cotidiano do estudante (NCTM, 2000; Kilpatrick; Swafford; Findell, 2001).

Nesse contexto, torna-se necessária a adoção de abordagens pedagógicas mais significativas, que promovam conexões entre conceitos matemáticos e a realidade do aprendiz, favorecendo a compreensão profunda em vez da mera decoreba (Ausubel, 2003). Ademais, as demandas educativas do século XXI, consagradas em documentos como a BNCC, ressaltam o desenvolvimento de competências amplas — cognitivas, socioemocionais e digitais — o que requer inovar nas metodologias de ensino e avaliação (Brasil, 2017; Brasil, 2018; Moran, 2015; Bacich; Moran, 2018).

Diante dessa realidade, este artigo integra três perspectivas complementares para aprimorar o ensino das quatro operações: a Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, que destaca o papel do conhecimento prévio e da atribuição de significados na assimilação de novos conteúdos (Ausubel, 2003); o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação como mediadoras de múltiplas representações, personalização do ensino e inclusão (Moran, 2015; Bacich; Moran, 2018); e a Gamificação, entendida como a incorporação de elementos de jogos em contextos educacionais para aumentar engajamento e motivação (Deterding et al., 2011; Kapp, 2012; Werbach; Hunter, 2012). Combinadas de modo intencional, essas abordagens tendem a favorecer ambientes de aprendizagem ativos, motivadores e centrados no aluno, em sintonia com as orientações curriculares atuais (Bacich; Moran, 2018).

A Base Nacional Comum Curricular, homologada em 2017, estabelece competências gerais e específicas que norteiam a educação básica brasileira, incluindo a área de Matemática (Brasil, 2017; Brasil, 2018). Entre seus princípios, a BNCC preconiza um ensino voltado ao letramento matemático, isto é, à capacidade de mobilizar conceitos para resolver problemas do cotidiano, raciocinar, comunicar e argumentar matematicamente (Brasil, 2018).

Desse modo, espera-se que o ensino das operações fundamentais ultrapasse o treino algorítmico, contemplando a compreensão de seus significados em diferentes situações e a formação do pensamento crítico do aluno (NCTM, 2000; Kilpatrick; Swafford; Findell, 2001). Também se enfatizam práticas avaliativas formativas, que acompanhem o progresso do estudante e retroalimentem o processo de ensino-aprendizagem, em contraste com avaliações centradas apenas em resultados finais (Black; William, 1998; Luckesi, 2011).

Este artigo está estruturado para contemplar inicialmente o referencial teórico essencial — com ênfase na teoria de Ausubel, nas potencialidades das TDIC e nos conceitos de gamificação —, seguido por uma análise das diretrizes curriculares (PCN e BNCC) relativas às operações matemáticas (Brasil, 1998; Brasil, 2018). Em seguida, apresenta-se uma proposta

didática sob a forma de um framework integrador, descrevendo uma sequência didática prática que ilustra a aplicação desses fundamentos em sala de aula.

Por fim, nas considerações finais, discutem-se resultados esperados e recomendações para a prática pedagógica, ressaltando a importância de alinhar teoria e prática para promover uma aprendizagem mais significativa, inclusiva e engajadora em Matemática (Ausubel, 2003; Bacich; Moran, 2018; Brasil, 2018).

## **Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**

A Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por David Ausubel, propõe que a aprendizagem é efetiva quando novas informações se relacionam de modo não arbitrário e substantivo à estrutura cognitiva do aluno; em outras palavras, aprender significativamente implica ancorar o conhecimento novo em conceitos relevantes já existentes (Ausubel, 1968; Ausubel, 2003). Essa ancoragem requer tanto a predisposição do aluno para buscar significados quanto a apresentação, pelo professor, de um material logicamente organizado e potencialmente significativo (Ausubel, 1968; Moreira, 2011). O oposto da aprendizagem significativa é a aprendizagem mecânica, marcada pela memorização literal e desconectada de conceitos, prática que Ausubel recomenda evitar no contexto escolar (Ausubel, 2003).

Ausubel distingue também duas formas de abordagem pedagógica: aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta. Sua teoria argumenta que, mesmo em situações de ensino por recepção — nas quais o professor organiza e apresenta o conhecimento —, pode ocorrer aprendizagem significativa, desde que o aluno estabeleça conexões entre o material e seus conhecimentos prévios; assim, o essencial não é o “modo de obtenção” do conteúdo, mas a integração cognitiva ao que o aluno já sabe (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980). O autor defende, inclusive, que no contexto escolar a recepção significativa pode ser, muitas vezes, mais eficiente que a descoberta não guiada, quando um docente experiente organiza sequências didáticas que favoreçam a assimilação significativa (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Um conceito-chave é o de “subsunçor”: ideias ou conceitos prévios que funcionam como “ganchos” para a incorporação de novos conhecimentos. Quando o novo conteúdo se liga a um subsunçor adequado, ocorre a subsunção e a integração não arbitrária do conhecimento (Ausubel, 1968; Ausubel, 2003). Ausubel descreveu diferentes tipos de aprendizagem significativa segundo a relação hierárquica entre o material novo e a estrutura existente: subordinada derivativa (o novo como exemplo de um conceito geral já adquirido), subordinada

correlativa (o novo estende ou modifica um conceito existente), superordenada (um novo conceito mais amplo passa a abranger conhecimentos específicos anteriores) e combinatória (o novo se relaciona lateralmente com ideias prévias, estabelecendo novas conexões) (Ausubel, 1968; Ausubel, 2003).

Essas categorias reforçam a natureza relacional do conhecimento: aprender não é acumular fatos isolados, mas organizar e reorganizar conceitos numa hierarquia de significados. Nesse processo, o professor atua como facilitador, planejando estratégias que tornem explícitas as relações entre o novo e o já conhecido. Ausubel propôs dois princípios curriculares: diferenciação progressiva — apresentar primeiro conceitos mais gerais e inclusivos, para depois diferenciá-los — e reconciliação integrativa — articular inter-relações e coerência entre conceitos já aprendidos (Ausubel, 1968; Moreira, 2011). No ensino das quatro operações, isso implica, por exemplo, evidenciar as relações de inversão entre adição–subtração e multiplicação–divisão, reconciliando os conceitos em uma estrutura unificada, perspectiva alinhada à BNCC ao desencorajar o tratamento fragmentado de habilidades (Brasil, 2018).

Outra contribuição central são os “organizadores prévios”: materiais introdutórios, mais gerais que o conteúdo-alvo, apresentados antes da aula para preparar cognitivamente os alunos, funcionando como ponte entre o que já sabem e o que vão aprender (Ausubel, 1960; Ausubel, 2003). Esses organizadores podem assumir a forma de esquemas, analogias, textos introdutórios ou breves atividades práticas que ativem conceitos relevantes; não se trata de mera revisão, mas de uma estrutura conceitual de maior abrangência capaz de promover a ancoragem do novo conteúdo (Ausubel, 1960; Moreira, 2011).

Para que ocorra a aprendizagem significativa, Ausubel destaca condições essenciais: a disposição do aprendiz para buscar significados e a significatividade lógica do material — isto é, um conteúdo organizado de modo claro e potencialmente relacionável (Ausubel, 1968; Ausubel, 2003). Compete ao professor estruturar o conteúdo, lançar mão de exemplos, analogias e ilustrações e, sobretudo, identificar o que o aluno já sabe, pois “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe” (Ausubel, 1968; Moreira, 2011). Nesse sentido, sondagens diagnósticas e atividades exploratórias iniciais são fundamentais e dialogam com abordagens formativas de avaliação (Black; William, 1998).

As implicações da teoria alcançam o planejamento didático e a avaliação. No planejamento, recomenda-se organizar o currículo de forma hierárquica, do geral ao específico; mapear e valorizar conhecimentos prévios; empregar organizadores prévios quando necessário; e adotar metodologias que fomentem relações significativas — como mapas conceituais,

resolução de problemas contextualizados e projetos — evitando práticas de mera memorização (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Moreira, 2011; Novak; Gowin, 1984).

Na avaliação, a perspectiva formativa e qualitativa ganha centralidade, já que a aprendizagem significativa se evidencia quando o aluno compreende e transfere conceitos, e não apenas repete procedimentos; logo, avaliações diversificadas e feedbacks contínuos são indispensáveis (Black; William, 1998; Luckesi, 2011).

As contribuições de Joseph D. Novak expandem o marco ausubeliano ao incorporar os mapas conceituais como ferramenta para promover e tornar visíveis aprendizagens significativas. O mapeamento conceitual convida os alunos a organizar ativamente seus conhecimentos, explicitando conexões e hierarquias — algo crucial para compreender relações entre operações, propriedades e aplicações (Novak; Gowin, 1984; Novak; Cañas, 2008). Mapas que relacionam adição e subtração como operações inversas e conectam multiplicação e divisão a arranjos retangulares, proporcionalidade e partilha/medida ajudam a consolidar um tecido conceitual que sustenta a autonomia do estudante (Novak; Cañas, 2008).

## **Uso das TDIC na Educação Matemática**

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação transformaram profundamente a sociedade e, por consequência, impõem novos paradigmas à educação (Castells, 1999; Kenski, 2012; Selwyn, 2016). No campo da educação matemática, o uso intencional de softwares educativos, aplicativos interativos, simuladores, plataformas on-line e planilhas pode enriquecer a aprendizagem quando integrado a objetivos e mediações claras (Valente, 1999; Bacich; Moran, 2018). Bem empregadas, as TDIC favorecem ensino mais ativo, personalizado e inclusivo, ao mesmo tempo em que desenvolvem competências digitais essenciais à cidadania contemporânea (UNESCO, 2018; Brasil, 2018; NCTM, 2014).

Uma fundamentação teórica relevante para compreender o papel das TDIC na aprendizagem está nas ideias de mediação cultural de Vigotski: o desenvolvimento humano é mediado por instrumentos e signos, e as tecnologias digitais podem ser entendidas como ferramentas que reorganizam a atividade mental e a interação social (Vigotski, 2007; Vigotski, 2009; Wertsch, 1998). Na prática, computadores e tablets funcionam como extensões de capacidades cognitivas, ampliando formas de representação, manipulação de informações e colaboração; o papel do docente desloca-se de transmissor para mediador que orchestra atividades com tecnologias de modo crítico e produtivo (Moran, 2015; Bacich; Moran, 2018).

Uma das contribuições mais evidentes das TDIC é possibilitar múltiplas representações de conceitos matemáticos — visuais, simbólicas, numéricas, verbais e dinâmicas —, favorecendo conexões entre registros e a compreensão conceitual (Duval, 2006; Mayer, 2009). Softwares que articulam representações simultâneas (por exemplo, gráfico-tabela-expressão) evitam que o entendimento fique restrito a um único formato e apoiam a conversão e o tratamento entre registros, em consonância com a teoria dos registros de representação semiótica (Duval, 2006; Paivio, 1986; NCTM, 2014).

Outra vantagem é a personalização da aprendizagem. Plataformas adaptativas e ambientes digitais permitem ajustar o nível de desafio e o ritmo às necessidades do estudante, oferecendo apoios ou desafios adicionais e caminhos diversos para estudar um mesmo tópico (Pane et al., 2015; Bacich; Moran, 2018). Assim, a tecnologia ajuda a romper modelos uniformes, promovendo uma aprendizagem ativa e centrada no aluno (Horn; Staker, 2015).

A inclusão digital, por sua vez, refere-se ao acesso, ao uso crítico e à participação significativa na cultura digital. Em termos educacionais, garantir inclusão digital supõe oportunidades para todos aprenderem com TDIC, indo além de infraestrutura para cultivar letramentos digitais e autoria (Warschauer, 2003; Selwyn, 2016). Integrar as TDIC ao currículo como ferramentas de aprendizagem significa apoiar a participação ativa e o empoderamento para buscar, produzir e socializar conhecimento (UNESCO, 2018; Brasil, 2018).

No contexto da educação inclusiva, tecnologias assistivas — leitores de tela, comunicação alternativa, legendas, interfaces adaptadas — ampliam a participação de estudantes com deficiência, removendo barreiras e oferecendo múltiplos meios de engajamento, representação e ação, conforme os princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (Rose; Meyer; Gordon, 2014; Cast, 2018). Diferentes perfis se beneficiam de recursos específicos, desde leitores de tela para cegos até ajustes tipográficos e legendas para dislexia e surdez (Dell; Newton; Petroff, 2017; Brasil, 2009).

O uso pedagógico das TDIC requer preparo e reflexão docente: não se trata de “tecnologia pela tecnologia”, mas de integrá-la coerentemente aos objetivos de aprendizagem e à mediação planejada (Moran, 2015; Valente, 1999). O modelo TPACK orienta o equilíbrio entre conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo no planejamento (Mishra; Koehler, 2006), de modo que jogos, simulações e outras ferramentas estejam articulados a discussões, estratégias e relações conceituais.

Quando integradas com critério, as TDIC elevam o engajamento ao alinhar linguagens digitais à cultura dos aprendizes; contudo, é o modo de uso que define a qualidade da inovação.

O mesmo software pode ser aplicado de forma passiva ou ativa; apenas esta última realiza o potencial transformador, ao convidar o aluno a conjecturar, experimentar e justificar, em consonância com práticas matemáticas de alta qualidade (NCTM, 2014; Bacich; Moran, 2018; Mayer, 2009).

A professora Eline das Flores Victer (2024) destaca o potencial da Realidade Aumentada (RA) como tecnologia mediadora para motivar, contextualizar e tornar o estudante agente ativo do próprio aprender. Em reflexão publicada na revista *Magistro* (Unigranrio), Victer e Rangel (2024) argumentam que a RA — quando articulada a estratégias pedagógicas — transforma experiências em sala, promovendo interação, centralidade no aluno e maior participação, além de dialogar com a BNCC como orientação de uso crítico de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.

Para a Matemática dos anos iniciais, essa abordagem permite múltiplas representações e problemas situados (p. ex., visualizar arranjos retangulares para multiplicação, partilha/medida em divisão) com tarefas curtas em RA incorporadas a uma “trilha de jogo” maior, preservando o vínculo com objetivos curriculares e a lógica ausubeliana de ativação/integração de conceitos — e evitando o uso “tecnologia pela tecnologia”.

## **Gamificação: fundamentos e aplicações no ensino de Matemática**

A gamificação consiste em utilizar elementos, mecânicas e modos de pensar característicos de jogos em contextos não lúdicos para engajar pessoas, motivar ações e promover aprendizagens (Kapp, 2012; Deterding et al., 2011; Werbach; Hunter, 2012). Não se trata de simplesmente “jogar” em sala de aula ou adotar jogos prontos, mas de incorporar dinâmicas e estratégias que tornam os jogos envolventes às atividades educacionais. Ao gamificar uma sequência de exercícios ou uma unidade didática, introduzem-se sistemas de pontos e recompensas, níveis de dificuldade progressivos, desafios colaborativos e narrativas temáticas, de modo que realizar as tarefas se assemelhe a cumprir “missões”, sem diluir o conteúdo curricular (Kapp, 2012; Werbach; Hunter, 2012).

Definições clássicas, como as de Kapp (2012) e de Deterding (2011), sustentam a ideia de que gamificação é o uso de mecânicas, estética e pensamento de jogos para engajar e motivar, bem como o uso de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos. Em termos práticos, elementos frequentemente empregados incluem pontuação, níveis e experiência, conquistas, desafios e missões, rankings, feedback constante, narrativas

envolventes, recompensas materiais e simbólicas, tempo limitado, liberdade de escolha, avatares, competição e cooperação; a seleção deve considerar o contexto e o perfil da turma (Werbach; Hunter, 2012; Sailer et al., 2017).

É essencial diferenciar gamificação de jogos educativos ou aprendizagem baseada em jogos. Nesta, utiliza-se um jogo completo cujo design incorpora o conteúdo pedagógico, de modo que jogar é aprender; naquela, não há necessariamente um jogo completo: o conteúdo permanece nas atividades convencionais, recobertas por uma “camada” motivacional que atribui significado e feedback às ações (Kapp, 2012; Landers, 2014). Ambas podem ser combinadas, inclusive com jogos educativos inseridos em uma arquitetura gamificada mais ampla (Landers, 2014; Werbach; Hunter, 2012).

Os benefícios atribuídos à gamificação incluem aumento de engajamento e motivação, melhora da persistência e da atitude frente a desafios, fomento à colaboração e desenvolvimento de habilidades socioemocionais (Hamari; Koivisto; Sarsa, 2014; Seaborn; Fels, 2015; Dicheva et al., 2015). Em Matemática, atividades gamificadas podem tornar o treino de fatos básicos mais atraente e, simultaneamente, dar sentido a conteúdos abstratos ao integrá-los a narrativas e problemas contextualizados, objetivo coerente com práticas matemáticas de alta qualidade (NCTM, 2014; Dicheva et al., 2015).

Uma visão equilibrada, contudo, adverte que a ênfase excessiva em recompensas extrínsecas pode obscurecer a motivação intrínseca para aprender; por isso, sistemas de pontuação precisam valorizar esforço, melhora pessoal, colaboração e competência, articulando-se com autonomia e pertencimento (Deci; Koestner; Ryan, 1999; Ryan; Deci, 2000; Nicholson, 2015). A implementação demanda tempo e criatividade — embora existam plataformas que facilitem a gestão de pontos e feedback — e, no campo da avaliação, a gamificação favorece devolutivas imediatas e gera dados úteis para ajustes do ensino, promovendo uma cultura em que o erro é parte do processo e a progressão contínua é valorizada (Hattie; Timperley, 2007; Shute, 2008; Landers, 2014).

A contribuição de Maia (2024) evidencia uma ponte fértil entre a Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel) e a Gamificação. Em artigo de congresso, Maia e Brandt (2024) propõem que elementos de jogo (desafios, feedbacks, progressão) funcionem como mediações que favorecem a ancoragem de novos conceitos a subsunçores prévios — condição central para aprendizagem significativa — em ambientes digitais e colaborativos (ex.: quizzes, missões).

Em estudo aplicado na Educação Básica, Maia (2024) relata uma intervenção com turmas do 4º ano, comparando aula expositiva com uma sequência gamificada mediada por plataforma digital (Wordwall), avaliando o desempenho por itens alinhados às habilidades da BNCC; a turma gamificada apresentou maior participação e evidências de retenção conceitual, reforçando que a camada lúdica-intencional pode sustentar o “sentido” do conteúdo ao vincular objetivos, feedback e progressão às habilidades previstas no documento curricular (p. ex., seleção de itens por EF05CI04/EF05CI02).

Embora o recorte empírico seja de Ciências, o desenho instrucional descrito por Maia (2024) é diretamente transponível para as quatro operações: diagnosticar conhecimentos prévios, explicitar objetivos (habilidades), estruturar missões graduadas e oferecer feedback imediato, valorizando estratégias e justificativas, não só respostas.

Já Daniel de Oliveira (2022) contribui com a tessitura metodológica da avaliação gamificada, discutindo como o game design pode estruturar instrumentos de avaliação que mantenham validade pedagógica e promovam engajamento (regras claras, economia de pontos, níveis, feedbacks), em estudo apresentado no SBGames com afiliação Unigranrio.

Essa arquitetura é especialmente útil para o ensino das operações: rubricas de “competências de jogo” podem ser parametrizadas para registrar não apenas acertos, mas estratégias (cálculo mental, estimativas, decomposição multiplicativa, justificativas), com progressão por níveis atrelada às habilidades da BNCC e devolutivas formativas contínuas. A atuação de Oliveira (2022) no PPG de Ensino das Ciências da Unigranrio reforça a interface entre desenvolvimento de software educacional, jogos e avaliação, oferecendo lastro institucional e de pesquisa para docentes que desejam implementar ciclos de aprendizagem-avaliação gamificados, com foco em significado conceitual e evidências de aprendizagem, não só em pontuação.

## **Diretrizes Curriculares, BNCC e PCN, para o ensino das operações**

A implementação de teorias e inovações pedagógicas depende do currículo e das orientações oficiais. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Matemática introduziram uma visão renovada ao enfatizar resolução de problemas, contextualização e participação ativa, organizando os conteúdos em blocos — Números e Operações, Espaço e Forma, Grandezas e

Medidas, Tratamento da Informação — e advertindo para a superação do ensino mecanizado por meio da exploração de significados das operações, da variação de situações-problema e do desenvolvimento de cálculo mental e estimativas (Brasil, 1997; Brasil, 1998).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2017, é normativa e define competências e habilidades essenciais, com ênfase em aplicações do conhecimento. Entre as novidades, a organização em Unidades Temáticas separa Números e Álgebra e explicita o desenvolvimento do pensamento algébrico desde os anos iniciais. A BNCC delinea competências específicas, como reconhecer a Matemática como construção humana, desenvolver raciocínio lógico e argumentação, articular relações entre campos e utilizar ferramentas — inclusive digitais — para resolver problemas e comunicar informações quantitativas (Brasil, 2017).

No que tange às operações, a BNCC afirma que o desenvolvimento de habilidades não pode se restringir à aprendizagem dos algoritmos das quatro operações — embora importantes —, recomendando incluir cálculo mental, estimativas e escolhas informadas sobre quando usar cada procedimento. Também explicita que os estudantes devem resolver problemas com diferentes significados das operações, argumentar e justificar procedimentos e avaliar a plausibilidade de resultados, alinhando a prática à argumentação e ao letramento matemático (Brasil, 2017).

A BNCC valoriza a compreensão de processos e não apenas de resultados, propondo resolver um mesmo problema de diferentes formas e reconhecer estruturas comuns de resolução. No âmbito da cultura avaliativa, orienta observar a mobilização de conhecimentos, habilidades e atitudes em problemas significativos, com critérios que contemplem domínio conceitual, aplicação prática, comunicação do raciocínio e postura investigativa — diretrizes coerentes com a avaliação formativa e contínua (Brasil, 2017; Black; William, 1998; Luckesi, 2011).

A BNCC respalda o uso de recursos diversos — malhas, ábacos, jogos, vídeos, calculadoras, planilhas e softwares (incluindo geometria dinâmica) — desde que integrados a situações de reflexão e sistematização. Tal orientação legitima metodologias ativas e o uso crítico de TDIC, assim como a gamificação, no ensino das operações (Brasil, 2017; NCTM, 2014; Bacich; Moran, 2018). A distribuição progressiva de habilidades ao longo do Ensino Fundamental, com ênfase crescente na integração de operações e na argumentação, sugere uma espiral curricular consonante com os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (Ausubel, 1968; Ausubel, 2003).

## Proposta didática: framework integrado para ensino das operações

A proposta didática integra aprendizagem significativa, TDIC e gamificação para o ensino das quatro operações, alinhada à BNCC, sob a forma de um *framework* adaptável a diferentes anos (Ausubel, 1968, 2003; Brasil, 2017; Kapp, 2012; Deterding et al., 2011; Werbach; Hunter, 2012; Moran, 2015). Seus objetivos incluem compreender significados das operações e identificá-los em situações cotidianas; desenvolver fluência de cálculo e estratégias alternativas; resolver e elaborar problemas em múltiplas etapas; reconhecer e explicar relações entre operações; engajar-se de forma colaborativa e autônoma; e utilizar criticamente tecnologias quando pertinente, em consonância com o letramento matemático e as competências gerais e específicas previstas na BNCC e com as práticas matemáticas de alta qualidade (Brasil, 2017; NCTM, 2014).

A sequência didática estrutura-se em etapas. A ativação de conhecimentos prévios, por meio de organizador prévio, utiliza uma história-problema contextual que convoca as quatro operações, seguida de conversa estruturada e *mini-quiz* diagnóstico em plataforma digital para captar concepções iniciais (Ausubel, 1960, 2003; Moreira, 2011; Black; William, 1998; Shute, 2008). A introdução da narrativa gamificada e das regras do “jogo” confere propósito e feedback ao percurso, com sistema de pontos, níveis, conquistas e *ranking* preferencialmente por equipes para estimular cooperação e percepção de progresso (Werbach; Hunter, 2012; Sailer et al., 2017; Ryan; Deci, 2000).

O desenvolvimento conceitual combina atividades significativas e tecnologias, revisitando adição e subtração com desafios contextualizados e múltiplas representações; explorando multiplicação com arranjos retangulares, tabela pitagórica e distributividade visualizada em software (p. ex., GeoGebra); e trabalhando divisão em seus significados de partilha e medida, reforçando relações de inversão e graduando a dificuldade (Duval, 2006; Mayer, 2009; Hohenwarter; Jones, 2007; NCTM, 2014; Brasil, 2017).

Na etapa de integração de operações, propõem-se problemas complexos de várias etapas que exigem combinar estratégias e justificar escolhas, além de tarefas de elaboração de problemas pelos próprios alunos, consolidando domínio conceitual e criatividade (Pólya, 1945; Silver, 1994; NCTM, 2014). O fechamento envolve *debriefing* metacognitivo — reflexão sobre

o aprendido e sobre o papel do jogo e da tecnologia — seguido de reconhecimento simbólico de trajetórias e conquistas (Flavell, 1979; Zimmerman, 2002; Nicholson, 2015).

A avaliação, formativa ao longo de todo o processo, coleta evidências diversas (resultados de *quizzes*, observações, produções escritas, desempenhos em jogos) e, na dimensão somativa, privilegia problemas contextualizados que exigem explicações e checagens, podendo compor uma “fase final da missão” (Black; William, 1998; Shute, 2008; Hattie; Timperley, 2007).

A análise da proposta à luz do referencial teórico mostra sua aderência à aprendizagem significativa — ao partir de conhecimentos prévios e buscar ancoragens conceituais —; à TDIC — ao mediar representações, personalizar percursos e garantir acessibilidade —; à gamificação — ao prover estrutura motivacional alinhada a objetivos pedagógicos —; e às competências da BNCC — ao promover comunicação, raciocínio, cultura digital, trabalho colaborativo e argumentação, integrando resolução e elaboração de problemas em contextos significativos (Ausubel, 1968, 2003; Moran, 2015; Pane et al., 2015; Cast, 2018; Rose; Meyer; Gordon, 2014; Kapp, 2012; Deterding et al., 2011; Brasil, 2017; NCTM, 2014).

## Conclusões

A expansão deste artigo demonstrou como teorias educacionais e tendências contemporâneas podem convergir para melhorar o ensino e a aprendizagem da matemática básica. A articulação entre a Teoria da Aprendizagem Significativa, as potencialidades das TDIC e os elementos motivacionais da Gamificação, sob a orientação da BNCC, revela um caminho fecundo para consolidar compreensão conceitual, fluência e engajamento. O professor, nesse cenário, assume papel de designer de experiências de aprendizagem, organizando ambientes que valorizam significados, evidências e autoria discente. O equilíbrio e a intencionalidade são decisivos: gamificação e tecnologia não substituem a pedagogia; fortalecem-na quando colocadas a serviço de objetivos claros e avaliação formativa. Centrando o aluno, reconhecendo e mobilizando seu repertório, personalizando percursos e promovendo cooperação e argumentação, torna-se possível ressignificar as operações fundamentais como ferramentas de pensamento para a vida cidadã.

Reconhecem-se desafios como infraestrutura, tempo e formação docente, mas adaptações graduais e criativas podem produzir melhorias sensíveis. A síntese entre tradição e inovação, mantendo a base conceitual sólida e incorporando linguagens e ferramentas atuais,

atende às orientações curriculares e às necessidades dos estudantes. Pesquisas futuras podem avaliar impactos de sequências gamificadas e significativas nos resultados de aprendizagem e no engajamento, bem como investigar escalabilidade e adaptação a diferentes modalidades. O compromisso com inovar com propósito, mantendo o foco no aprendizado efetivo, é a via para formar estudantes que dominem as operações não apenas como técnicas, mas como instrumentos de raciocínio, vendo na matemática um campo de significado, desafio e criatividade.

### Referências

AUSUBEL, David P. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

AUSUBEL, David P. **The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material**. *Journal of Educational Psychology*, v. 51, n. 5, p. 267–272, 1960.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1980.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BLACK, Paul; WILIAM, Dylan. **Inside the black box: raising standards through classroom assessment**. *Phi Delta Kappan*, v. 80, n. 2, p. 139–148, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília, DF: MEC, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Secretaria de Direitos Humanos. Comitê de Ajudas Técnicas. **Tecnologia Assistiva**. Brasília, DF: SDH/PR, 2009.

CAST. **Universal Design for Learning Guidelines version 2.2**. Wakefield, MA: CAST, 2018.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

DECI, Edward L.; KOESTNER, Richard; RYAN, Richard M. **A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation**. *Psychological Bulletin*, v. 125, n. 6, p. 627–668, 1999.

DELL, Amy G.; NEWTON, Deborah A.; PETROFF, Jerry G. **Assistive Technology in the Classroom: Enhancing the School Experiences of Students with Disabilities**. 3. ed. Boston: Pearson, 2017.

DETERDING, Sebastian; DIXON, Dan; KHALED, Rilla; NACKE, Lennart. **From game design elements to gamefulness: defining gamification**. In: Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference. New York: ACM, 2011. p. 9–15.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papirus, 1996.

DICHEVA, Darina; DICHEV, Christo; AGRE, Gennady; ANGELOVA, Galia. **Gamification in education: a systematic mapping study**. *Educational Technology & Society*, v. 18, n. 3, p. 75–88, 2015.

DUVAL, Raymond. **A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics**. *Educational Studies in Mathematics*, v. 61, p. 103–131, 2006.

FLAVELL, John H. **Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive–developmental inquiry**. *American Psychologist*, v. 34, n. 10, p. 906–911, 1979.

HAMARI, Juho; KOIVISTO, Jonna; SARSA, Harri. **Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification**. In: 47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). Washington, DC: IEEE, 2014. p. 3025–3034.

HATTIE, John; TIMPERLEY, Helen. **The power of feedback**. *Review of Educational Research*, v. 77, n. 1, p. 81–112, 2007.

HOHENWARTER, Markus; JONES, Keith. **Ways of linking geometry and algebra: the case of GeoGebra**. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, v. 27, n. 3, p. 126–131, 2007.

HORN, Michael B.; STAKER, Heather. **Blended: Using Disruptive Innovation to Improve Schools**. San Francisco: Jossey-Bass, 2015.

KAPP, Karl M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

KILPATRICK, Jeremy; SWAFFORD, Jane; FINDELL, Bradford (org.). **Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics**. Washington, DC: National Academy Press, 2001.

LANDERS, Richard N. **Developing a theory of gamified learning: linking serious games and gamification of learning**. *Simulation & Gaming*, v. 45, n. 6, p. 752–768, 2014.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MAIA, Bianca de Lima; BRANDT, Artur Antônio Melo de Lira. **Gamificação à luz da aprendizagem significativa: dialogicidade pós-pandemia**. In: CONINTER – Congresso Internacional Interdisciplinar em Sociais e Humanidades. Anais do CONINTER: crise civilizacional, conhecimentos ancestrais e pensamento decolonial na América Latina, 2024. DOI: 10.29327/1396573.1-5. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/380224752\\_GAMIFICACAO\\_A\\_LUZ\\_DA\\_APRENDIZAGEM\\_SIGNIFICATIVA\\_DIALOGICIDADE\\_POS-PANDEMIA](https://www.researchgate.net/publication/380224752_GAMIFICACAO_A_LUZ_DA_APRENDIZAGEM_SIGNIFICATIVA_DIALOGICIDADE_POS-PANDEMIA). Acesso em: 8 out. 2025.

MAYER, Richard E. **Multimedia Learning**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

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.

MORAN, José. **Educação híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje**. In: BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello (org.). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 27–45.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM). **Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA: NCTM, 2000.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM). **Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All**. Reston, VA: NCTM, 2014.

NICHOLSON, Scott. **A recipe for meaningful gamification**. In: REINERS, Torsten; WOOD, Lincoln (org.). *Gamification in Education and Business*. Cham: Springer, 2015. p. 1–20.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. **The theory underlying concept maps and how to construct and use them**. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008. Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008.

NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. **Aprendendo a aprender**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

OLIVEIRA, Daniel de; DÓREA, Márcia de Melo. **Uso de game design para a elaboração de uma avaliação gamificada no ensino superior**. In: XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES), 2022. Anais Estendidos..., p. 856-

865, 2022. Disponível em:

[https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames\\_estendido/article/view/23723](https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/23723) . Acesso em: 8 out. 2025.

PAIVIO, Allan. **Mental Representations: A dual coding approach**. New York: Oxford University Press, 1986.

PANE, John F. et al. **Continued Progress: Promising Evidence on Personalized Learning**. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2015.

PÓLYA, George. **How to Solve It**. Princeton: Princeton University Press, 1945.

RANGEL, Renan Santos; VICTER, Eline das Flores. **Uma breve reflexão sobre a realidade aumentada no ensino de Ciências e formação docente**. Revista Magistro, Duque de Caxias: Unigranrio, v. 1, n. 29, p. 67-82, 2024. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/magistro/article/download/7814/4082> . Acesso em: 8 out. 2025.

ROSE, David H.; MEYER, Anne; GORDON, David. **Universal Design for Learning: Theory and Practice**. Wakefield, MA: CAST, 2014.

RYAN, Richard M.; DECI, Edward L. **Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being**. American Psychologist, v. 55, n. 1, p. 68–78, 2000.

SAILER, Michael; HENSE, Jan U.; MAYR, Sarah K.; MANDL, Heinz. **How gamification motivates: an experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction**. Computers in Human Behavior, v. 69, p. 371–380, 2017.

SEABORN, Katie; FELS, Deborah I. **Gamification in theory and action: a survey**. International Journal of Human-Computer Studies, v. 74, p. 14–31, 2015.

SELWYN, Neil. **Education and Technology: Key issues and debates**. 2. ed. London: Bloomsbury, 2016.

SHUTE, Valerie J. **Focus on formative feedback**. Review of Educational Research, v. 78, n. 1, p. 153–189, 2008.

SILVER, Edward A. **On mathematical problem posing**. For the Learning of Mathematics, v. 14, n. 1, p. 19–28, 1994.

UNESCO. **ICT Competency Framework for Teachers**. Paris: UNESCO, 2018.

VALENTE, José Armando. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

VIGOTSKI, Lev S. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, Lev S. **Pensamento e linguagem**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

WARSCHAUER, Mark. **Technology and Social Inclusion: Rethinking the digital divide**. Cambridge, MA: MIT Press, 2003.

WERBACH, Kevin; HUNTER, Dan. **For the win: how game thinking can revolutionize your business**. Philadelphia: Wharton Digital Press, 2012.

WERTSCH, James V. **Mind as Action**. New York: Oxford University Press, 1998.

#### **SOBRE O/A(S) AUTOR/A(S)**

**Mônica Delfino do Couto**. Mestre em Novas Tecnologias Digitais na Educação pelo Centro Universitário Carioca (UniCarioca); Professora de Ensino Fundamental, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

Contribuição de autoria: Conceitualização, Metodologia, Investigação, Redação – Rascunho Original, Visualização.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0225844999780843>

**Guilherme Gomes da Silva**. Mestre em Novas Tecnologias Digitais na Educação pelo Centro Universitário Carioca (UniCarioca); Professor de Ensino Fundamental, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

Contribuição de autoria: Conceitualização, Metodologia, Validação, Recursos, Redação – Revisão e Edição.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5140259572744979>

**Mariza Sueli de Oliveira Sodré**. Doutora em Ensino em Biociências e Saúde pela Fundação Oswaldo Cruz; Professora de Biologia na Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro e professora e pesquisadora no Programa Stricto Sensu, no Centro Universitário Carioca (UniCarioca).

Contribuição de autoria: Supervisão, Conceitualização, Metodologia, Redação – Revisão e Edição, Administração do Projeto.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6252061924183814>

#### **Como citar este artigo**

COUTO, Mônica Delfino do; SILVA, Guilherme Gomes da; SODRÉ, Mariza Sueli de Oliveira. Teorias da aprendizagem significativa, TDIC e gamificação: proposta didática para o ensino das operações fundamentais segundo a BNCC. **Revista Educação em Páginas**, Vitória da Conquista, v. 4, n. 4, 2025. DOI: 10.22481/redupa.v4.18157