

**ARQUITETURAS DE  
ATIVIDADES  
CORPORIFICADAS COM  
REALIDADE AUMENTADA  
NO ENSINO DE GEOMETRIA  
NOS ANOS INICIAIS**

**EMBODIED ACTIVITY ARCHITECTURES WITH AUGMENTED REALITY FOR  
TEACHING GEOMETRY IN THE EARLY GRADES**

Ciências Humanas • 13/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/781233969](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/781233969)

---

Wellington Moreira Araujo<sup>1</sup>

---

## RESUMO

Este ensaio teórico explora as implicações da cognição corporificada para o ensino de geometria nos anos iniciais, focando na Geração Alpha em escolas públicas. Argumenta-se que corpo, espaço escolar e tecnologias imersivas (RA/metaverso) devem ser concebidos como componentes de "arquiteturas de atividade", e não meros acessórios. O texto integra cognição corporificada (*Embodied cognition*), design corporificado (*Embodied design*) e pesquisas sobre recursos digitais, propondo princípios para sequências didáticas baseadas no ciclo corpo → materiais concretos → ambientes imersivos → registros simbólicos. A análise do aplicativo Geometa ilustra a exploração sensório-motora, manipulação de sólidos e imersão virtual. Por fim, discute-se a formação continuada de professores, enfatizando a necessidade de modelos que os capacitem como coautores de arquiteturas de atividades corporificadas com tecnologias digitais, considerando desafios de infraestrutura e evidências empíricas.

**Palavras-chave:** Cognição corporificada; Geometa; Geometria; Geração Alpha; Realidade aumentada.

## ABSTRACT

This theoretical essay explores the implications of embodied cognition for teaching geometry in early primary education, focusing on Generation Alpha children in Brazilian public schools. It argues that the body, school space, and immersive technologies (AR/metaverse) must be conceived as integral components of "activity architectures," not mere accessories. The text integrates embodied cognition, embodied design, and digital resource research, proposing principles for learning sequences based on a body → concrete materials → immersive environments → symbolic records cycle. An analysis of the Geometa app illustrates sensorimotor exploration, solid manipulation, and virtual immersion.

Finally, it discusses continuous teacher training, emphasizing the need for models that empower educators as co-authors of embodied activity architectures using digital technologies, considering infrastructure challenges and empirical evidence.

**Keywords:** Augmented Reality; Embodied cognition; Geometry; Geometa; Generation Alpha.

## 1. INTRODUÇÃO

A Geração Alpha caracteriza-se por alta exposição a estímulos midiáticos, ritmo acelerado de informações e forte centralidade do imagético. Além disso, valorizam a integração entre o mundo físico e digital de maneira dinâmica e com protagonismo (GRAEFF; GUSMÃO, 2025; HOLTZ, 2025). Nesse contexto, práticas escolares centradas quase exclusivamente na aula expositiva dialogada entram em tensão com modos de atenção mais fragmentados, marcados pela necessidade de movimentação, brincadeira e interação constante com múltiplas linguagens (LABRE, 2021). Essa tensão torna-se particularmente crítica no ensino da matemática nos anos iniciais, sobretudo em escolas públicas, onde o Brasil não apresenta resultados satisfatórios (SILVA, 2025).

Diante desse cenário, propostas que articulem o desenvolvimento de conceitos matemáticos a experiências ricas em ação, percepção e manipulação ganham relevância. Para Nunes e Bryant (1997), a aprendizagem matemática na infância deve emergir de interações com situações significativas e da resolução de problemas concretos.

Essa perspectiva ressoa com as teorias de Piaget (1971), que enfatizou a importância da interação ativa da criança com o ambiente para a construção do conhecimento, e de Vygotsky (1994),

que destacou o papel da interação social e das ferramentas culturais na mediação do desenvolvimento cognitivo, especialmente através da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Nessa direção, o design corporificado (*Embodied design*) oferece uma abordagem pedagógica que reconhece o corpo como meio e condição de produção do conhecimento, propondo a criação de "arquiteturas de atividades" que convertam espaços escolares em ambientes ricos em *affordances* para a ação matemática (ABRAHAMSON; SÁNCHEZ-GARCÍA, 2016; ABRAHAMSON et al., 2020). Tecnologias como a Realidade Aumentada (RA) podem ser ferramentas potentes para materializar tais ambientes. Revisões recentes indicam que a RA favorece a construção de significados matemáticos ao integrar elementos virtuais e reais, ampliando possibilidades de interação, visualização e engajamento (CONEJO; CORDEIRO; BOSCARIOLI, 2025).

Este ensaio teórico busca articular as contribuições da RA no ensino de matemática nos anos iniciais com os aportes da cognição corporificada (*Embodied cognition*) e do design corporificado (*Embodied design*), propondo princípios para a criação de arquiteturas de atividades que expandam a matemática para além da sala de aula. Argumenta-se que reconfigurar pátios, corredores e outros espaços como ambientes matemáticos lúdicos e multimodais não é um mero acessório metodológico, mas uma condição epistemológica para a aprendizagem da Geração Alpha, permitindo que os alunos "pensem com o corpo" antes da formalização conceitual.

O texto não relata uma pesquisa empírica, mas oferece um quadro conceitual para inspirar futuros estudos e intervenções. Do ponto de

vista teórico-metodológico, o ensaio inova ao articular, em um mesmo quadro, cognição corporificada (*Embodied cognition*), propostas de design corporificado (*Embodied design*) e pesquisas recentes sobre Realidade Aumentada/metaverso, tomando a geometria nos anos iniciais em escolas públicas como foco central (ABRAHAMSON et al, 2020; ALBERTO et al, 2022; ALBUQUERQUE, 2024).

Sendo assim, a partir da reinterpretação do aplicativo Geometa como laboratório de design, propõe-se a noção de arquiteturas de atividades corporificadas em geometria, organizadas em ciclos corpo → materiais concretos → ambientes imersivos → registros simbólicos, com princípios explícitos de desenho e controle da carga cognitiva (SEREJO; SALOMÃO, 2025).

Adicionalmente, o texto conecta esse quadro ao debate sobre formação continuada e professor empreendedor, sugerindo que programas formativos orientados por arquiteturas corporificadas com RA podem desenvolver competências docentes estratégicas para a construção de práticas inovadoras e sustentáveis em escolas públicas, configurando uma agenda de pesquisa ainda incipiente na Educação Matemática.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A compreensão aprofundada dos processos de ensino e aprendizagem da matemática, no caso da geometria, nos anos iniciais, especialmente em um contexto de rápidas transformações sociais e tecnológicas, demanda um arcabouço teórico robusto e multifacetado. Esta seção apresenta os pilares conceituais que sustentam a análise e a proposta deste ensaio, articulando

perspectivas que reconhecem a natureza ativa e socialmente mediada da construção do conhecimento matemático.

Serão exploradas as contribuições da abordagem histórico-cultural (VYGOTSKY, 1994), da epistemologia genética (PIAGET, 1971), da cognição corporificada (ABRAHAMSON et al., 2020) e das tecnologias digitais imersivas, para fundamentar a concepção de “arquiteturas de atividades” (MONTEIRO et al., 2025) que respondam aos desafios da Geração Alpha em escolas públicas.

## **2.1. Abordagem Histórico-cultural e Epistemologia Genética: Vygotsky e Piaget**

A perspectiva histórico-cultural, desenvolvida por Vygotsky, oferece um pilar fundamental para compreender a aprendizagem como um processo socialmente mediado. Para Vygotsky (1994), o desenvolvimento cognitivo ocorre através da interação com o ambiente social e cultural, onde a linguagem e as ferramentas simbólicas desempenham um papel crucial na construção do conhecimento. A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) emerge como um conceito central, representando a distância entre o que o aluno pode fazer sozinho e o que pode realizar com a ajuda de um mediador mais experiente. Nesse sentido, a intervenção pedagógica eficaz reside em atuar dentro dessa zona, promovendo o desenvolvimento de funções psicológicas superiores.

Complementarmente, a epistemologia genética de Piaget (1971) fornece insights sobre como as crianças constroem o conhecimento por meio da interação ativa com o mundo físico. Piaget descreve o desenvolvimento cognitivo em estágios sequenciais, nos quais a criança assimila novas informações em suas estruturas cognitivas

existentes (esquemas) e as acomoda, modificando esses esquemas para se adaptar a novas experiências.

A aprendizagem, sob essa ótica, é um processo de auto-organização e reestruturação contínua do pensamento, onde a manipulação de objetos e a experimentação são essenciais para a formação de conceitos, especialmente na geometria. A articulação entre Vygotsky e Piaget permite uma compreensão da aprendizagem matemática que valoriza tanto a dimensão social e cultural quanto a ação individual e a construção ativa do conhecimento.

## **2.2. Cognição Corporificada (Embodied Cognition) e Design Corporificado (Embodied Design)**

A teoria da cognição corporificada (*Embodied cognition*) representa uma mudança de paradigma na compreensão da mente, afastando-se da visão tradicional que a concebe como um processador de símbolos abstratos, desvinculado do corpo e do ambiente. Essa abordagem postula que a cognição não é apenas influenciada, mas fundamentalmente moldada e constituída pelas experiências sensório-motoras do corpo em interação com o mundo (LAKOFF; NÚÑEZ, 2000). A mente, portanto, não é um *software* rodando em um *hardware* (o cérebro), mas emerge da interação dinâmica entre cérebro, corpo e ambiente.

Nesse contexto, Lakoff e Núñez (2000) argumentam que até mesmo conceitos matemáticos abstratos, como os da geometria, têm suas raízes em metáforas conceituais que derivam de nossas experiências corporais básicas, como movimento, orientação espacial e manipulação de objetos. A matemática, longe de ser puramente abstrata, é compreendida através de esquemas de imagem

corporificados. Corroborando essa visão, Varela, Thompson e Rosch (1991) propõem a cognição enativa, onde a mente não apenas representa o mundo, mas o constitui ativamente através da interação do organismo com seu ambiente. A enação enfatiza que a percepção e a ação são inseparáveis, e que o conhecimento é construído através de ciclos de engajamento sensório-motor.

A aplicação desses princípios ao campo educacional dá origem ao conceito de design corporificado. Este se refere à criação de ambientes de aprendizagem e atividades que intencionalmente exploram e capitalizam a relação intrínseca entre corpo, mente e ambiente. No ensino de geometria, por exemplo, um design corporificado envolveria atividades que permitam aos alunos manipular objetos físicos, mover-se no espaço, usar gestos e experimentar diretamente as propriedades das formas e relações espaciais. O objetivo é facilitar a construção de significados matemáticos através de experiências concretas e multissensoriais, que ressoem com a forma como a cognição humana realmente funciona.

### **2.3. Tecnologias Digitais Imersivas: Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV)**

As tecnologias digitais imersivas, como a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV), oferecem um potencial significativo para aprimorar o ensino e a aprendizagem da geometria, especialmente para a Geração Alpha, que é nativa digital e busca experiências interativas e visuais (GRAEFF; GUSMÃO, 2025; HOLTZ, 2025). A Realidade Aumentada (RA) sobrepõe elementos virtuais ao ambiente físico real, permitindo que os alunos interajam com objetos geométricos tridimensionais projetados em seu próprio

espaço de sala de aula, por exemplo. Já a Realidade Virtual (RV) cria um ambiente totalmente simulado, onde o usuário pode explorar mundos virtuais e manipular objetos em um contexto imersivo.

Essas tecnologias podem ser vistas como instrumentos semióticos potentes, no sentido vigotskiano, pois mediam a interação do aluno com o conteúdo, transformando a percepção e a ação. Elas permitem a visualização de conceitos abstratos de geometria de forma concreta e interativa, facilitando a compreensão de relações espaciais complexas e a experimentação com formas e transformações. Ao proporcionar experiências que engajam múltiplos sentidos e permitem a manipulação virtual de objetos, RA e RV se alinham aos princípios da cognição corporificada, tornando a aprendizagem mais ativa e contextualizada.

No entanto, a integração dessas tecnologias deve ser cuidadosamente planejada para evitar a sobrecarga cognitiva. A Teoria da Carga Cognitiva (SWELLER, 1988) distingue entre carga intrínseca (dificuldade inerente ao conteúdo), extrínseca (imposta pelo design instrucional) e efetiva (relacionada ao processamento cognitivo para a aprendizagem). A RA pode reduzir a carga intrínseca ao tornar mais concretas relações espaciais complexas e diminuir a carga extrínseca quando organiza as informações de maneira alinhada ao foco conceitual (CANEJO et al., 2025).

No entanto, quando mal planejada, com elementos visuais irrelevantes ou interfaces complexas, pode gerar sobrecarga cognitiva, comprometendo a aprendizagem. Assim, as tecnologias imersivas, quando integradas aos princípios da abordagem histórico-cultural, da epistemologia genética e do *embodied design* (ABRAHAMSON et al., 2020), atuam como instrumentos

semióticos potentes que podem enriquecer as arquiteturas de atividades (MONTEIRO et al., 2025) e ampliar a ZDP dos alunos, desde que sua aplicação seja pedagogicamente consistente e atenta à gestão da carga cognitiva.

### **3. METODOLOGIA**

O presente ensaio está estruturado de forma a, primeiramente, estabelecer as bases teóricas do desenvolvimento e da aprendizagem, explorando as contribuições da abordagem histórico-cultural, da epistemologia genética e da cognição corporificada (*Embodied cognition*), bem como as implicações do design corporificado (*Embodied design*) e das tecnologias digitais imersivas. Em diálogo com essas referências, toma-se como estudo de caso conceitual o ecossistema Geometa e seus desdobramentos em realidade virtual, realidade aumentada e metaverso educacional, que posteriormente serão mobilizados na formulação de propostas.

Em seguida, discute as características da Geração Alpha e seus modos de interação com o conhecimento e o ambiente. Finalmente, propõe e justifica as arquiteturas de atividades como uma resposta pedagógica inovadora para o ensino de geometria nos anos iniciais, articulando os conceitos previamente apresentados.

Por se tratar de um trabalho de natureza essencialmente teórica e exploratória, este ensaio não envolveu coleta ou análise de dados empíricos. As proposições e princípios aqui desenvolvidos são de caráter conceitual e propositivo, sugerindo caminhos para futuras investigações e validações empíricas no campo da Educação Matemática.

#### **4. GERAÇÃO ALPHA, ESCOLA E MODOS DE ATENÇÃO/MOVIMENTO**

A emergência da Geração Alpha, marcada por hiperexposição a telas, mídias e fluxos intensos de informação, tem produzido modos de atenção em que a centralidade do visual e do imagético se combina a formas mais descontínuas de concentração, porém fortemente responsivas a estímulos interativos e recursos multimodais. À luz da epistemologia genética piagetiana, esses modos de atenção podem ser compreendidos como expressões de novas formas de coordenação de ações e esquemas, construídas em um ambiente intensamente mediado por tecnologias digitais (PIAGET, 1971), no qual operar sobre objetos e signos passa, cada vez mais, pelo contato com interfaces, jogos e mídias.

Nesse cenário, interessa compreender que tensões se instauram entre seus modos de ser e aprender e práticas escolares ainda centradas na exposição oral e no uso limitado de linguagens, bem como de que modo o corpo e a multimodalidade passam a ocupar um lugar central nessa relação, em sintonia com discussões recentes sobre aprendizagem multimodal para a Geração Alpha (GRAEFF; GUSMÃO, 2025). Considerando, que a comunicação e a aprendizagem, para esses sujeitos, já se dão desde cedo em ecossistemas híbridos, em que o físico e o digital se entrecruzam, torna-se problemática a permanência de rotinas pedagógicas que pouco acolhem gestos, deslocamentos, manipulações e experiências sensoriais como parte constitutiva do aprender.

No âmbito deste trabalho, essa problematização será retomada no campo específico da educação matemática, tomando como foco o ensino de geometria em anos iniciais e a análise de propostas que

articulam as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), realidade aumentada e design corporificado.

Diversos estudos indicam que a Geração Alpha não apenas convive com tecnologias, mas tem nelas um eixo estruturante de suas formas de atenção, interação e construção de conhecimento (LAKOFF; NÚÑEZ, 2000; LABRE; GARCIA, 2021; GRAEFF; GUSMÃO, 2025; HOLTZ, 2025). Por um lado, essa imersão precoce favorece familiaridade com múltiplas linguagens, navegação rápida entre janelas e sensibilidade a *feedbacks* imediatos; por outro, intensifica a exposição a estímulos fragmentados e à cultura do imediatismo, o que tensiona o modo como a escola organiza tempos, espaços e tarefas (LABRE; GARCIA, 2021).

Como observam Labre e Garcia (2021), não são poucas as instituições que ainda se apoiam em aulas expositivas longas, atividades centradas em repetição e memorização e em uma concepção de aluno predominantemente silencioso, sentado e atento ao quadro, um modelo pouco sensível às características cognitivas e socioemocionais desse grupo etário. Em termos piagetianos, poder-se-ia dizer que se insiste em convocar esquemas de ação e formas de abstração muito pouco apoiadas nas experiências efetivas desses sujeitos, o que tende a produzir desajustes persistentes entre o “nível de desenvolvimento real” que a escola supõe e os potenciais presentes na zona de desenvolvimento proximal (PIAGET, 1971; VYGOTSKY, 1994).

Autores que discutem práticas pedagógicas para a Geração Alpha têm apontado a necessidade de reorganizar o papel da escola e do professor em direção a modelos mais interativos, colaborativos e centrados no estudante (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2006;

LABRE; GARCIA, 2021). Nessa perspectiva, a mediação docente desloca-se da função de mera transmissão para a de mediação e orquestração de experiências, digitais e analógicas, que articulem investigação, resolução de problemas e produção de sentidos.

Graeff e Gusmão (2025) enfatizam que, para essa geração, a aprendizagem multimodal constitui recurso essencial, ao integrar textos, imagens, vídeos, jogos, simulações e interações em rede, favorecendo engajamento, compreensão e retenção de conteúdo. Em diálogo com essa literatura, interessa aqui sublinhar que tal multimodalidade não se restringe ao plano das “mídias”, mas envolve também a dimensão corporal: modos de olhar, manipular, apontar, gesticular e deslocar-se no espaço de aprendizagem (LABRE; GARCIA, 2021; MONTEIRO, et al., 2025).

Contudo, o descompasso entre tais demandas e o cotidiano escolar é marcado também por uma certa “economia” do corpo, onde a organização fixa das carteiras, o arranjo da sala em mesas enfileiradas, o controle rígido da circulação e do contato, a centralidade da linguagem verbal escrita, a presença de câmeras nas salas e em outros ambientes de circulação e a escassez de oportunidades para o uso de materiais manipuláveis, compõem um cenário que frequentemente regula gestos, posturas e movimentos para a imobilidade.

Do ponto de vista da psicologia histórico-cultural, isso equivale a restringir os instrumentos semiótico-materiais disponíveis para que as crianças participem de práticas socialmente organizadas de produção de conhecimento (VYGOTSKY, 1994). Se, como argumenta Vygotsky, funções em processo de maturação se apoiam em atividades compartilhadas mediadas por artefatos e signos, então

limitar o repertório de ações corporais e materiais em sala de aula implica reduzir também as possibilidades de expansão da zona de desenvolvimento proximal em direção a formas mais elaboradas de pensamento.

É nesse ponto que a discussão sobre tecnologias digitais deixa de ser apenas um apelo genérico à inovação e passa a demandar a análise de exemplos concretos de ambientes capazes de articular, de modo consistente, atenção, corpo e múltiplas linguagens. Estudos como os de Monteiro et al. (2025) mostram que, em contextos de escolarização que integram recursos digitais a atividades práticas e colaborativas, a participação dos estudantes tende a envolver não só o olhar e a fala, mas também gestos, deslocamentos e manipulações de objetos.

Tais propostas evidenciam que a incorporação de tecnologia só ganha potência quando está articulada a experiências multimodais e corporificadas, nas quais o corpo não é mero suporte passivo, mas parte constituinte das formas de pensar e resolver problemas.

Nesse horizonte, ambientes de realidade aumentada e propostas de design corporificado tornam-se particularmente promissores no ensino de matemática. Pesquisas recentes vêm apontando o potencial da RA para tornar visíveis e manipuláveis relações matemáticas abstratas, especialmente em conteúdos ligados à geometria e à medida, por meio da sobreposição de elementos virtuais ao espaço físico, em tempo real (ALBUQUERQUE, 2024; CONEJO et al., 2025). Ao permitir que conceitos, como formas tridimensionais, relações espaciais e transformações geométricas sejam explorados por meio de gestos, deslocamentos e manipulações no espaço, esses ambientes deslocam a

aprendizagem de uma lógica exclusivamente verbal e abstrata para uma experiência multimodal, em que ver, tocar, mover-se e argumentar se entrelaçam (ABRAHAMSON et al., 2020; GRAEFF; GUSMÃO, 2025).

Em termos piagetianos, experiências desse tipo favorecem formas de abstração que se apoiam em ações coordenadas sobre objetos e representações, em lugar da mera apropriação de significados prontos por vias exclusivamente verbais (PIAGET, 1971). Em chave vigotskiana, tais ambientes podem ser compreendidos como instrumentos semiótico-materiais que reorganizam a atividade conjunta de professores e alunos, ampliando a zona de desenvolvimento proximal ao tornar visíveis e manipuláveis relações matemáticas que, de outro modo, permaneceriam excessivamente abstratas.

Essa atividade conjunta, para além da manipulação de objetos, é intrinsecamente dialógica, onde a linguagem e o diálogo (BAKHTIN, 1997) atuam como mediadores fundamentais na negociação e construção compartilhada dos significados matemáticos, transformando a percepção individual em compreensão socialmente situada (VYGOTSKY, 1994).

Em vez de tentar “corrigir” o modo como a Geração Alpha presta atenção, aproximando-o de um modelo de foco contínuo e desincorporado, trata-se de desenhar situações em que seus modos nativos de atenção e movimento sejam reconhecidos e convocados como parte constitutiva da atividade matemática (LABRE; GARCIA, 2021; HOLTZ, 2025). Essa reconfiguração dos ambientes de aprendizagem, articulando tecnologia digital, corpo e múltiplas linguagens, abre espaço para discutir, nas seções seguintes, como

propostas de realidade aumentada e design corporificado podem operar, na prática, no ensino de geometria nos anos iniciais (ALBUQUERQUE, 2024; ESTEVAM et al., 2024; CANEJO et al., 2025; GRAEFF; GUSMÃO, 2025; MONTEIRO et al., 2025).

## **5. COGNIÇÃO CORPORIFICADA (EMBODIED COGNITION) E ENSINO DE GEOMETRIA NOS ANOS INICIAIS**

A noção de cognição corporificada tem se consolidado, nas últimas décadas, como um deslocamento importante em relação a modelos de aprendizagem centrados em representações puramente simbólicas e em atividades desincorporadas (VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991; LAKOFF; NÚÑEZ, 2000; WILSON; GOLONKA, 2013; ABRAHAMSON et al., 2020). Em diálogo com a epistemologia genética de Piaget (1971) e com a perspectiva histórico-cultural de Vygotsky (1994), diversos autores (NÚÑEZ; EDWARDS; MATOS, 1999; RADFORD, 2009; ABRAHAMSON; SÁNCHEZ-GARCÍA, 2016; ALBERTO et al., 2022) têm argumentado que o pensamento matemático emerge de sistemas de ações sensório-motoras e de práticas socialmente mediadas, nas quais corpo, linguagem, artefatos e ambiente material participam ativamente da construção de significados.

Nessa perspectiva, aprender Matemática não se reduz a manipular símbolos descontextualizados, mas implica agir no mundo com o corpo e com objetos, coordenar movimentos, perceber invariantes nessas ações e, progressivamente, reconfigurá-las em registros gráficos e simbólicos mais abstratos (ABRAHAMSON et al., 2020; ALBERTO et al., 2022).

As sínteses de Abrahamson et al. (2020) e de Alberto et al. (2022) mostram que projetos de design corporificado (*Embodied design*) propõem tarefas de controle motor em que o aluno precisa descobrir, com o próprio corpo, um novo modo de mover-se que “encarna” uma relação matemática (proporção, ângulo, área, função). Primeiro, o estudante explora e coordena movimentos com base em *feedback* sensorial contínuo; depois, esses padrões de ação vão sendo explicitados em linguagem e articulados com artefatos de medição (grades, números, eixos), num processo de passagem de ações sensório-motoras para formas culturalmente compartilhadas de significação matemática.

Essa caracterização aproxima-se da noção piagetiana de internalização de esquemas sensório-motores e da ideia vigotskiana de formação de funções psíquicas superiores por meio da mediação simbólica. Em termos piagetianos, o que se observa nesses ambientes corporificados é a reorganização de ações em operações, ancoradas inicialmente em coordenações motoras. Em termos vigotskianos, trata-se da transformação de ações práticas em conceitos, mediada por signos, instrumentos e pela intervenção de um outro mais experiente (professor ou colega) para crianças da Geração Alpha, cuja experiência cotidiana já se dá em ecossistemas híbridos e altamente interativos, esse percurso, do corpo ao símbolo, tende a ser particularmente relevante, pois dialoga com modos de atenção e de movimento marcados pela multimodalidade e pela responsividade a *feedbacks* imediatos (GRAEFF; GUSMÃO, 2025).

Um exemplo prático, situado no ensino de geometria nos anos iniciais, torna mais concretas essas ideias. Em uma sequência de aulas, as crianças são convidadas a formar figuras geométricas com o corpo na quadra da escola: três alunos de mãos dadas ocupam os

vértices de um triângulo; quatro alunos posicionam-se nos vértices de um quadrado delimitado por fita no chão. Em seguida, percorrem caminhando o contorno dessas figuras, “sentindo” corporalmente o número de lados, as mudanças de direção e o comprimento aproximado do percurso.

De volta à sala, essa experiência é retomada com materiais como palitos, barbante, massinha e geoplano: os alunos reconstroem, agora com as mãos, as mesmas figuras encenadas com o corpo e são instigados a explicitar verbalmente propriedades como número de lados e vértices, diferenças entre linhas retas e curvas e noções iniciais de perímetro. Por fim, registram as figuras no caderno e aprendem a nomeá-las com a linguagem matemática. Sequência ilustrada na Figura 1 abaixo:



**Figura 1:** Exemplo prático da atividade proposta

**Fonte:** Ilustração elaborada por IA pelo autor

Nessa micro sequência, vê-se o movimento descrito pelo referencial da cognição corporificada: gestos e deslocamentos corporais constituem uma primeira forma de pensamento geométrico; o uso de artefatos (fita, palitos, geoplano, malhas quadriculadas) organiza essas ações e lhes dá estabilidade; a linguagem oral e escrita, mediada pelo professor, permite que os recodifiquem a experiência em conceitos e símbolos.

Para estudantes da Geração Alpha, habituados a interfaces táteis, jogos digitais e ambientes responsivos, experiências desse tipo funcionam como um “ponto de contato” entre as formas de atenção e movimento que já mobilizam fora da escola e as exigências da cultura matemática escolar.

Pesquisas recentes em Educação Matemática com Tecnologias Digitais reforçam e expandem tipo de abordagem. A revisão de Albuquerque (2024) sobre o uso de realidade aumentada no ensino de geometria espacial no ensino fundamental mostra que a RA e outras TDIC não atuam apenas como ilustração, mas como modos de ampliar e qualificar experiências sensório-motoras com sólidos, áreas e formas tridimensionais.

Ao girar, ampliar e “entrar” em prismas e pirâmides por de aplicativos, os estudantes produzem um tipo de contato corporal-perceptivo com o objeto matemático que complementa as manipulações com sucata e modelos físicos, favorecendo a visualização de faces, vértices e arestas. A autora também destaca desafios recorrentes: lacunas na formação docente, limitações de infraestrutura e a necessidade de alinhar o uso das TDIC às orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), de modo a tecnologia não se reduza a um elemento motivacional, mas se articule a objetivos conceituais claros.

De modo convergente, a revisão sistemática de Conejo, Cordeiro e Boscoli (2025) sobre RA no ensino de matemática nos anos iniciais evidência que, embora o objetivo declarado de muitos estudos seja a aprendizagem de número e sentido numérico, a maior parte das atividades analisadas envolve de geometria e medidas. Os autores mostram que, nos 19 artigos examinados, predominam propostas

em que alunos do 2º ao 5º ano exploram formas planas e espaciais, volumes propriedades geométricas em ambientes híbridos, manipulando modelos 3D, sobrepondo figuras virtuais a objetos reais e resolvendo problemas em contextos narrativos.

Ao mesmo tempo, sistematizam preocupações importantes relativas à acessibilidade, usabilidade, carga cognitiva, dependência de conexão de internet, adequação dos dispositivos e formação docente, ressaltando a qualidade do design instrucional é decisiva para que a RA realmente favoreça a construção de significados matemáticos.

No que tange à carga cognitiva, os estudos sintetizados por Conejo et al. (2025) dialogam com a literatura específica (SIGOLO; CASARIN, 2024) ao distinguir entre carga intrínseca, extrínseca e efetiva. A RA pode reduzir a carga intrínseca ao tornar mais concretas relações espaciais complexas, por meio de visualizações dinâmicas e manipulação direta. Pode, também, diminuir a carga extrínseca quando organiza as informações de maneira alinhada ao foco conceitual.

Contudo, quando acumula elementos visuais irrelevantes, menus complexos ou múltiplos recursos a serem gerenciados simultaneamente (cartões, tablets, planilhas), os aplicativos correm o risco de gerar sobrecarga cognitiva, comprometendo a aprendizagem, aspecto especialmente crítico em turmas dos anos iniciais, com crianças da Geração Alpha já expostas a fluxos intensos de estímulos.

À luz desse quadro, a inclusão de exemplos práticos de geometria corporificada nos anos iniciais, como o descrito anteriormente, não é

um mero “acréscimo ilustrativo” a um discurso teórico, mas uma forma de mostrar, de maneira situada, como a passagem de ações sensório-motoras para formas culturalmente compartilhadas de significação matemática (ABRAHAMSON et al., 2020; ALBERTO et al., 2022) pode ser operacionalizada no cotidiano da escola básica, em diálogo com as evidências sobre RA e TDIC sistematizadas por Albuquerque (2024) e Conejo et al. (2025).

Ao tomar pátios, quadras e corredores como extensões da sala de aula, e ao integrar aplicativos de RA que permitam “continuar” no digital o que foi no corpo e nos materiais concretos, o professor cria arquiteturas de atividade (ABRAHAMSON et al., 2020) que respondem simultaneamente às características da Geração Alpha e às demandas conceituais escolares.

Nessa chave, a cognição corporificada deixa de ser apenas um enquadramento teórico abstrato e passa a operar como lente para analisar e desenhar práticas concretas de ensino de geometria nos anos iniciais. Ao articular, de um lado, a passagem de ações sensório-motoras a formas culturalmente compartilhadas de significação matemática (ABRAHAMSON et al., 2020; ALBERTO et al., 2022) e, de outro, as possibilidades e limites da RA e das TDIC na ampliação dessas experiências (ALBUQUERQUE, 2024; CONEJO; CORDEIRO; BOSCARIOLI, 2025), delinea-se um campo fecundo para pensar sequências didáticas que integrem corpo, materiais concretos e ambientes digitais responsivos.

Para crianças da Geração Alpha, cuja experiência cotidiana já envolve coordenação de gestos, olhares e toques em interfaces altamente interativas, essas arquiteturas de atividade oferecem a possibilidade de reconhecer seus modos “nativos” de atenção e

movimento como recursos legítimos para fazer matemática, em vez de tratá-los como obstáculos a serem corrigidos.

## **6. ARQUITETURAS DE ATIVIDADES EM GEOMETRIA COM FOCO NA COGNIÇÃO CORPORIFICADA**

Com base no quadro teórico apresentado, é possível explicitar alguns princípios para o desenho de arquiteturas de atividades de geometria nos anos iniciais que articulem corpo, materiais concretos e recursos de Realidade Aumentada. Em vez de pensar a RA como um “acessório” que se adiciona ao final da aula, trata-se de organizá-la em sequência com experiências sensório-motoras prévias e posteriores, de modo que cada etapa prepare e reorganize a seguinte.

Esse encadeamento é coerente com o que Abrahamson et al. (2020) e Alberto et al. (2022) descrevem como passagem de problemas sensório-motores a formas culturalmente compartilhadas de significação matemática e com as recomendações de planejamento cuidadoso e controle da carga cognitiva discutidas por Conejo, Cordeiro e Boscaroli (2025).

Um primeiro princípio diz respeito à prioridade do corpo e do espaço físico: antes de qualquer dispositivo digital, as crianças precisam explorar, com o próprio corpo e com materiais simples, ações de andar, girar, contornar, ocupar e reorganizar o espaço, construindo atenções para relações geométricas elementares (alinhamentos, paralelismo, ângulos, simetria).

Só depois é que a RA entra como extensão dessas experiências, permitindo “ver por dentro”, ampliar e combinar vistas que já fazem sentido corporalmente. Um segundo princípio refere-se à curadoria

da complexidade informacional: os ambientes e aplicativos escolhidos precisam oferecer visualizações que focalizem a relação geométrica em jogo (faces, vértices, arestas, área, volume), evitando menus, efeitos gráficos e tarefas paralelas que desviem a atenção e aumentem a carga extrínseca (SIGOLO; CASARIN, 2024).

Um terceiro princípio envolve a mediação docente inspirada na cognição corporificada. O professor não apenas “explica” conceitos após a exploração, mas acompanha gestos, deslocamentos e fala das crianças, verbaliza o que elas fazem em termos geométricos, conectando o que o corpo faz, o que o olho vê (na maquete ou na RA) e o que a linguagem matemática permite nomear. Para estudantes da Geração Alpha, habituados a interagir com telas e interfaces responsivas, essa mediação funciona como uma ponte entre modos de atenção fragmentados e a construção de sequências de ações mais estáveis e compartilhadas em torno de problemas geométricos.

Um exemplo de arquitetura de atividade que articula cognição corporificada e tecnologias imersivas pode ser construído a partir do aplicativo Geometa: Aprenda Geometria no Metaverso, analisado por Serejo e Salomão (2025), em turmas de 4º e 5º anos. A sequência não começa nos óculos de realidade virtual, mas no corpo e no espaço da escola: em pequenos grupos, as crianças são convidadas a identificar, no pátio, objetos do cotidiano que “lembra” cubos, prismas, pirâmides e esferas (caixas, lixeiras, escadas, postes), registrando com desenhos e fotos no tablet.

Em seguida, na sala, manipulam sólidos de papelão, nomeando faces, vértices e arestas e comparando essas propriedades com as imagens captadas, de forma a estabilizar um vocabulário

geométrico compartilhado antes da entrada no ambiente virtual. Só então os estudantes colocam os óculos de realidade virtual (RV) e acessam o Geometa, deslocando-se pelo metaverso e assumindo desafios que exigem distinguir sólidos espaciais, identificar planificações adequadas e escolher, entre diferentes figuras, aquela que melhor representa um objeto observado previamente (por exemplo, “que sólido do jogo mais se aproxima da caixa d’água da escola?”).

Como mostram Serejo e Salomão (2025), essa combinação entre desafios geométricos e recompensas narrativas (viagens virtuais, exploração de cenários) aumenta o engajamento e favorece ganhos de desempenho entre avaliações diagnóstica e pós-intervenção. Do ponto de vista da cognição corporificada, a arquitetura de atividade faz com que o movimento do corpo no pátio, a manipulação de sólidos concretos e a exploração imersiva no Geometa funcionem como camadas sucessivas de uma mesma experiência sensório-motora: o aluno “entra” e “sai” do metaverso ancorado em referências físicas e linguísticas construídas coletivamente.

Ao final da sequência, os estudantes voltam ao papel e ao lápis para resolver problemas que exigem identificar, em fotos do próprio ambiente escolar, quais sólidos aparecem, quantas faces, vértices e arestas têm, e como poderiam ser planificados. Nessa etapa, o professor retoma com a turma as dificuldades observadas na aula com o Geometa (confusão entre geometria plana e espacial, reconhecimento de figuras, vocabulário), evidenciadas por Serejo e Salomão (2025), e as transforma em objeto de discussão explícita.

Em vez de tratar o aplicativo apenas como “recurso motivador”, a atividade se organiza como um ciclo corpo → materiais concretos →

metaverso → registros simbólicos, em que cada fase é planejada para reduzir a carga cognitiva irrelevante e reforçar a construção de significados geométricos estáveis, sobretudo para crianças que, como as do estudo em Belém (PA), muitas vezes têm pouco acesso prévio a tecnologias de realidade virtual.

Em síntese, os princípios e o exemplo de arquitetura de atividade discutidos nesta seção reforçam o propósito deste ensaio: mostrar que o ensino de geometria para crianças da Geração Alpha, em escolas públicas, ganha potência quando o corpo, os materiais concretos e as tecnologias imersivas são articulados em sequências cuidadosamente planejadas. Ao combinar ações corporificadas no espaço escolar com recursos como o Geometa e outros aplicativos de RA, em diálogo com a literatura sobre cognição corporificada e carga cognitiva (ABRAHAMSON et al., 2020; ALBERTO et al., 2022; CONEJO; CORDEIRO; BOSCARIOLI, 2025; ALBUQUERQUE, 2024; SEREJO; SALOMÃO, 2025), este texto não pretende oferecer um modelo fechado, mas um quadro conceitual e alguns princípios de desenho que possam orientar investigações futuras e inspirar práticas pedagógicas atentas tanto às especificidades da geometria quanto aos modos de ser e aprender das crianças nos anos iniciais.

## **7. IMPLICAÇÕES PARA A FORMAÇÃO DOCENTE E O CONTEXTO DA ESCOLA PÚBLICA**

As arquiteturas de atividade aqui esboçadas também evidenciam que a integração entre corpo, concretos e tecnologias imersivas não é uma questão apenas de escolha de aplicativos, mas de formação docente. Em contextos de escola pública, marcados por infraestrutura limitada e por docentes que muitas vezes não pertencem à geração altamente digitalizada de seus alunos, o

desafio não se reduz a “aprender a clicar”, mas a desenvolver competências para planejar, conduzir e analisar ciclos de atividades em que ações corporificadas, materiais concretos e ambientes imersivos se encadeiem de modo pedagogicamente consistente.

Os resultados das revisões de Albuquerque (2024) e de Conejo, Cordeiro e Boscarioli (2025) convergem ao apontar que o potencial da Realidade Aumentada no ensino de geometria só se realiza plenamente quando há investimento sistemático em formação e apoio ao professor, tanto no plano técnico quanto no didático-pedagógico. À luz dessas evidências, não basta propor “boas práticas” isoladas com aplicativos como o Geometa: é necessário que professores tenham oportunidades de vivenciar, analisar e reconstruir essas práticas em espaços de formação continuada.

Os estudos sintetizados por Conejo, Cordeiro e Boscarioli (2025) mostram que uma das recomendações mais recorrentes para o uso da realidade aumentada (RA) na educação matemática é precisamente a implementação de programas de formação continuada que ajudem os docentes a se familiarizar com as ferramentas, compreender seus limites e possibilidades e, sobretudo, integrá-las de forma alinhada ao currículo e às necessidades cognitivas dos alunos. Albuquerque (2024), por sua vez, evidencia que, no ensino de geometria espacial, a dificuldade não é apenas acessar aplicativos de RA, mas articulá-los a metodologias ativas, a materiais concretos e a situações-problema significativas.

Nesse cenário, uma possibilidade consiste em organizar a formação continuada em módulos articulados aos princípios discutidos nas seções anteriores. Um primeiro módulo poderia centrar-se na

exploração corporificada da geometria: professores, no papel de aprendizes, experimentam atividades em pátios, quadras e corredores, assumindo o próprio corpo como instrumento de medida, localização e construção de formas, e analisam como essas experiências podem funcionar como problemas sensório-motores que antecedem a formalização matemática (ABRAHAMSON et al., 2020; ALBERTO et al., 2022).

Um segundo módulo poderia focalizar o design de sequências que integrem, de maneira progressiva, materiais concretos (blocos, sólidos, fitas, cordas, marcas no chão) e ambientes imersivos como o Geometa, tomando como estudo de caso experiências como a descrita por Serejo e Salomão (2025) com estudantes de 4º e 5º anos em Belém (PA). Um terceiro módulo, enfim, poderia ser dedicado à análise de dados de aprendizagem e à reflexão sobre carga cognitiva, apoiando os professores a identificar, na interação dos alunos com corpo, concretos e RA, tanto oportunidades de significação quanto situações de sobrecarga extrínseca que demandam ajustes de design (CONEJO; CORDEIRO; BOSCARIOLI, 2025; SIGOLO; CASARIN, 2024).

O Quadro 1, a seguir, sintetiza a formação continuada proposta, detalhando seus módulos e abordagens:

<b>Módulos</b>	<b>Foco Principal</b>	<b>Atividades Propostas</b>	<b>Contribuição para o Ensaio</b>	<b>Referências Chave</b>
<b>1. Exploração Corporificada da Geometria</b>	Experiência prática e corporal da geometria.	Professores atuam como aprendizes, utilizando o próprio corpo em pátios, quadras e	Fundamenta a importância do design corporificado e da cognição corporificada na	ABRAHAMSON et al. (2020); ALBERTO et al. (2022)

		<p>corredores para medir, localizar e construir formas. Análise de como essas experiências funcionam como problemas sensório-motores que precedem a formalização matemática.</p>	<p>aprendizagem da geometria, mostrando como a experiência física é a base para a abstração.</p>	
<p><b>2. Design de Sequências Didáticas Multimodais</b></p>	<p>Integração progressiva de materiais concretos e ambientes imersivos.</p>	<p>Design de sequências didáticas que combinam materiais concretos (blocos, sólidos, fitas, cordas, marcas no chão) com ambientes imersivos, como o Geometa. Estudo de caso de experiências como a de Serejo e Salomão (2025) em Belém (PA).</p>	<p>Demonstra a aplicação prática do design corporificado e das tecnologias imersivas (RA) na criação de arquiteturas de atividades que ampliam a ZDP, conectando o concreto ao virtual.</p>	<p>SEREJO; SALOMÃO (2025)</p>
<p><b>3. Análise de Dados e Gestão</b></p>	<p>Avaliação da aprendizagem</p>	<p>Análise de dados de aprendizagem</p>	<p>Aborda a importância da avaliação</p>	<p>SIGOLO; CASARIN (2024);</p>

<p><b>da Carga Cognitiva</b></p>	<p>em e otimização do design pedagógico.</p>	<p>m e reflexão sobre a carga cognitiva. Apoio aos professores para identificar, na interação dos alunos com corpo, materiais concretos e RA, oportunidades de significação e situações de sobrecarga extrínseca.</p>	<p>formativa e da gestão da carga cognitiva para garantir que as tecnologias e o design corporificado sejam eficazes e não gerem sobrecarga, validando a aplicação pedagógica consistente.</p>	<p>CONEJO; CORDEIRO; BOSCARIOLI (2025)</p>
----------------------------------	--	---	--	--

**Quadro 1:** Formação Continuada em Geometria para a Geração Alpha: Do Concreto ao Imersivo

**Fonte:** Elaboração do autor

Em uma estrutura modular dessa natureza, o professor é convidado a deslocar o foco da mera operação de dispositivos para a engenharia fina do design de atividades: que ações corporais são promovidas e reconhecidas? Que estruturas perceptivas e “âncoras atencionais” (ALBERTO et al., 2022) são mobilizadas? Como as experiências virtuais no metaverso dialogam com a manipulação de objetos reais e com a produção de registros simbólicos em cadernos, quadros ou tablets?

Ao mesmo tempo, as preocupações mapeadas por Conejo, Cordeiro e Boscaroli (2025), tempo de aula, necessidade de menus simples, risco de dispersão, dependência de conexão, podem ser tematizadas

explicitamente como critérios de planejamento, e não apenas como obstáculos práticos. Em vez de “treinar” o professor a usar um aplicativo específico, trata-se de construir uma competência de leitura e redesenho contínuo das arquiteturas de atividade, ajustando o equilíbrio entre corpo, concretos e RA às condições reais das escolas públicas e às características das turmas.

Essa ênfase na formação continuada também recoloca a discussão sobre infraestrutura em uma chave pedagógica. Se, como enfatiza Albuquerque (2024), professores relatam dificuldades em utilizar TDIC por falta de capacitação e de condições materiais, então políticas de aquisição de dispositivos, como óculos de RV de baixo custo, precisam ser pensadas em conjunto com ações formativas que deem sentido pedagógico a esses investimentos.

Do contrário, corre-se o risco de repetir o ciclo já conhecido na educação brasileira, em que equipamentos são adquiridos, mas permanecem subutilizados ou se convertem em recursos periféricos, pouco integrados à prática cotidiana. Uma formação modular, que começa pelo corpo e pelo espaço escolar disponível e só depois incorpora aplicativos, pode contribuir para que, mesmo em contextos de baixa conectividade, professores consigam desenhar sequências significativas, usando a RA de forma pontual e estratégica, em vez de depender de um uso contínuo e tecnicamente exigente.

A discussão sobre formação continuada em tecnologias imersivas e cognição corporificada também se aproxima da noção de “professor empreendedor” desenvolvida em estudos recentes sobre escolas públicas (ARAÚJO; SEPULCRI, 2026). Nessas investigações, o professor empreendedor é caracterizado como aquele que mobiliza

competências como autonomia, criatividade, resolução de problemas e iniciativa para conceber e sustentar práticas pedagógicas inovadoras, tornando-se um recurso estratégico para a geração de vantagem competitiva em contextos com recursos materiais semelhantes.

Sob essa lente, programas de formação voltados para arquiteturas de atividades corporificadas com RA podem ser compreendidos não apenas como ações de atualização técnica, mas como processos de desenvolvimento de competências empreendedoras docentes, capazes de ampliar a capacidade das escolas públicas de diferenciar suas práticas e qualificar a aprendizagem em matemática.

Por fim, ao enfatizar que a formação docente deve incluir a leitura dos gestos, deslocamentos e manipulações dos alunos como indicadores de pensamento matemático, e não apenas as respostas escritas, o ensaio recoloca a cognição corporificada como eixo também da avaliação formativa. As recomendações de Conejo, Cordeiro e Boscaroli (2025) sobre cuidado com a carga cognitiva, a necessidade de interfaces intuitivas e a valorização de atividades colaborativas podem ser reapropriadas como critérios para que professores, em seu trabalho cotidiano, analisem criticamente os aplicativos que chegam à escola e decidam se, quando e como utilizá-los.

Nesse sentido, as implicações para a formação docente, especialmente na escola pública, vão além de ofertar cursos sobre “novas tecnologias”: tratam de promover condições para que o professor se torne coautor de arquiteturas de atividades que articulem, de modo situado, corpo, concretos e tecnologias imersivas, alinhando-se às demandas da Base Nacional Comum

Curricular - BNCC (BRASIL, 2018) e às formas de atenção e de engajamento típicas das crianças da Geração Alpha.

## **8. DESAFIOS, LIMITES E IMPLICAÇÕES PARA PESQUISA FUTURA**

As discussões anteriores indicam que a articulação entre cognição corporificada, design corporificado, Realidade Aumentada e ensino de geometria nos anos iniciais é promissora, mas está longe de constituir uma solução simples ou plenamente consolidada. Tanto a revisão de Conejo, Cordeiro e Boscaroli (2025) quanto o estudo de Serejo e Salomão (2025) insistem na necessidade de cautela: os ganhos observados em experiências pontuais com aplicativos, como o Geometa, convivem com limitações importantes de contexto, de desenho de pesquisa e de condições de trabalho nas escolas públicas.

Nesta seção, retomam-se alguns desses desafios e limites, especialmente os relativos à infraestrutura e à formação docente, e delineiam-se implicações para uma agenda de investigações futuras que possa aprofundar, tensionar e, se necessário, ampliar o quadro teórico-prático proposto neste ensaio.

### **8.1. Desafios Práticos no Contexto da Escola Pública**

Um primeiro conjunto de desafios diz respeito às condições materiais e organizacionais das escolas públicas. Conejo, Cordeiro e Boscaroli (2025) apontam com ênfase questões como dependência de conexão estável à internet, necessidade de dispositivos atualizados e compatíveis com os aplicativos, limitações de tempo de aula e sobrecarga de tarefas docentes.

No caso específico do Geometa, Serejo e Salomão (2025) lembram que, embora o aplicativo esteja disponível para Android e iOS, o uso pleno de seus recursos de imersão pressupõe o acoplamento a óculos de realidade virtual (RA), o que exige tanto investimento em equipamentos quanto organização logística para uso compartilhado em turmas numerosas.

Além disso, a própria estrutura física das escolas, salas pequenas, pátios disputados, mobiliário pouco móvel, pode dificultar propostas que dependem de deslocamento corporal mais amplo, etapa central nas arquiteturas de atividade aqui sugeridas.

Outro desafio prático é o tempo pedagógico disponível para o planejamento, a implementação e a análise das atividades. Nas condições cotidianas da escola pública, os professores dispõem de muito menos tempo para planejamento detalhado, precisam atender a múltiplas turmas e conteúdos e, frequentemente, enfrentam pressões por cumprimento de calendário e de avaliações externas. Isso tensiona diretamente a proposta deste ensaio de desenhar ciclos corpo → materiais concretos → ambientes imersivos → registros simbólicos, que demandam tempo de preparação, de aula e de reflexão posterior.

## **8.2. Limites das Evidências Disponíveis**

Além das restrições contextuais, há limites importantes nas evidências empíricas que sustentam o uso de RA e metaverso em geometria nos anos iniciais. A maior parte dos estudos revisados por Conejo, Cordeiro e Boscarioli (2025) concentram-se em experiências de curta duração, com amostras reduzidas e focalizadas em tópicos

específicos de geometria e medidas, frequentemente em anos intermediários do Ensino Fundamental.

O próprio estudo de Serejo e Salomão (2025), embora metodologicamente cuidadoso, baseia-se em uma única intervenção, com um grupo de 60 estudantes de 4º e 5º anos, e utiliza avaliações pré e pós-teste de pequena extensão, além de questionários de satisfação. As autoras são explícitas ao recomendar cautela na generalização dos resultados e ao destacar limitações como o uso de testes estatísticos não paramétricos e a ausência de acompanhamento longitudinal.

Do ponto de vista da cognição corporificada, também há lacunas importantes. Poucos trabalhos acompanham sistematicamente como as ações corporais dos estudantes, gestos, deslocamentos, manipulação de objetos físicos e virtuais, se transformam, ao longo do tempo, em formas mais estáveis de significação geométrica. Em geral, os estudos se concentram em ganhos de desempenho em testes ou em indicadores de engajamento, deixando em segundo plano a análise fina das cadeias de ação-percepção-linguagem que estão no centro das propostas de design corporificado (ABRAHAMSON et al., 2020). Isso limita a compreensão de quais componentes, dentro das arquiteturas de atividade que combinam corpo, concretos e RA, são de fato decisivos para a aprendizagem.

### **8.3. Implicações para Uma Agenda de Pesquisa Futura**

Esses desafios e limites não invalidam o potencial das propostas discutidas, mas apontam para uma agenda de pesquisa que precisa ser explicitada. Uma primeira linha promissora envolve estudos de caráter longitudinal, que acompanhem turmas dos anos iniciais ao

longo de sequências mais extensas, comparando arquiteturas de atividade com e sem uso de RA/metaverso, e examinando não apenas resultados em testes, mas também a evolução das formas de ação e de linguagem dos alunos em relação a conceitos geométricos.

Uma segunda linha diz respeito à ampliação dos níveis de ensino e conteúdos contemplados: há necessidade de investigações com crianças de 1º a 3º ano, em que a geometria se articula fortemente com noções de espaço, localização e orientação, e em que o papel do corpo e do ambiente físico é ainda mais central.

Uma terceira frente de pesquisa diz respeito à própria formação docente. Considerando que Serejo e Salomão (2025) e Albuquerque (2024) enfatizam a importância da compreensão, por parte de professores e gestores, das potencialidades e limites das tecnologias imersivas, parece fundamental investigar diferentes modelos de formação continuada, como o módulo de formação proposto na seção anterior, e seus efeitos na capacidade dos docentes de planejar, implementar e avaliar sequências corporificadas com RA.

Nessa direção, uma vertente específica de investigação poderia articular a agenda da cognição corporificada com os estudos sobre professor empreendedor, examinando em que medida programas de formação centrados em arquiteturas corporificadas com RA contribuem para o desenvolvimento de competências empreendedoras em docentes dos anos iniciais. Isso permitiria explorar não apenas os efeitos dessas formações sobre o desenho de sequências de ensino, mas também sobre a capacidade das escolas públicas de produzir soluções pedagógicas inovadoras e sustentáveis em contextos de restrição de recursos.

Estudos que analisem, por exemplo, como professores reinterpretem aplicativos para o ensino de geometria à luz de seus contextos específicos, ou como adaptam atividades em função de limitações de infraestrutura, podem contribuir para tornar mais realistas e situadas as recomendações teóricas.

Por fim, há implicações para pesquisas que cruzem o olhar da cognição corporificada com o da teoria da carga cognitiva. Investigações que observem, em detalhe, como diferentes configurações de interface (quantidade de menus, quantidade de estímulos visuais, tipos de feedback) interagem com as ações corporais das crianças e com suas possibilidades de atenção podem ajudar a refinar os critérios de design de atividades com RA, reduzindo o risco de sobrecarga extrínseca e maximizando a carga efetiva de aprendizagem.

À luz desses desafios, é possível esboçar ao menos três frentes articuladas para uma agenda de pesquisa. A primeira envolve estudos de caso em escolas públicas que se disponham a experimentar arquiteturas de atividade como as aqui propostas, documentando em detalhe o planejamento, a implementação e a reconfiguração das sequências corpo → materiais concretos → RA → registros simbólicos, em diálogo estreito com os professores.

A segunda diz respeito ao desenvolvimento e teste de protótipos de atividades e interfaces de RA explicitamente orientados por princípios de design corporificado, nos quais as ações corporais necessárias à resolução de problemas geométricos sejam tomadas como eixo de design, e não como efeito colateral da interação com o dispositivo.

Por fim, considerando que a revisão de Conejo, Cordeiro e Boscarioli (2025) evidencia uma concentração de experiências em geometria e grandezas, uma terceira linha promissora reside em investigar, de modo específico, como arquiteturas corporificadas com RA podem apoiar a construção do conceito de número e de operações nos anos iniciais, problematizando se e como os resultados obtidos em geometria se transferem para outros campos da Matemática.

## **9. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao longo deste ensaio, partiu-se da hipótese de que o ensino de geometria para crianças da chamada Geração Alpha, especialmente em escolas públicas, exige repensar a forma como corpo, espaço e tecnologia são integrados às práticas pedagógicas. Em vez de tratar o corpo como mero suporte para atenção, o espaço escolar como cenário neutro e as tecnologias digitais como adereços motivacionais adicionados ao final da aula, argumentou-se que esses três elementos precisam ser concebidos conjuntamente como componentes estruturais das arquiteturas de atividade em Matemática.

A partir do diálogo entre teorias de cognição corporificada, propostas de design corporificado e estudos recentes sobre o uso de Realidade Aumentada e metaverso em educação matemática, buscou-se mostrar que a geometria nos anos iniciais ganha potência quando se transforma em um campo de experiências sensório-motoras intencionalmente organizadas e progressivamente formalizadas.

Nessa direção, o ensaio propôs um quadro conceitual para pensar “arquiteturas de atividades corporificadas” em geometria, em que o

ciclo corpo → materiais concretos → ambientes imersivos → registros simbólicos é tomado como eixo de planejamento. As contribuições de Abrahamson et al. (2020) e de Alberto et al. (2022) sobre a passagem de problemas sensório-motores a formas culturalmente compartilhadas de significação matemática, combinadas com teorias mais amplas de cognição corporificada, como as de Lakoff e Núñez (2000) e Varela; Thompson e Rosch (1991), permitiram sustentar a ideia de que gestos, deslocamentos e manipulações não são apenas estratégias motivacionais, mas modos de pensamento que podem ser educados.

Em diálogo com esses referenciais, a literatura sobre RA e metaverso em educação matemática, sintetizada por Conejo, Cordeiro e Boscaroli (2025) e exemplificada empiricamente pelo estudo de Serejo e Salomão (2025) com o app Geometa, forneceu elementos para pensar como tecnologias imersivas podem expandir as possibilidades de visualização e manipulação de objetos geométricos, desde que integradas a um design de atividade pedagogicamente consistente.

A análise do aplicativo Geometa, em particular, foi mobilizada aqui não como modelo a ser simplesmente replicado, mas como um laboratório para pensar princípios de design. Ao reler a intervenção em Belém (PA) sob a lente da cognição corporificada, foi possível destacar a importância de preparar a entrada no metaverso com experiências no pátio e com sólidos concretos, assim como de “sair” do ambiente virtual em direção a registros em papel e discussões coletivas que estabilizem vocabulário e relações geométricas.

Essa reinterpretação sugere que o potencial de aplicativos de RA/RV não reside apenas em seus recursos técnicos, mas na forma como

são encadeados com ações corporais e materiais simples, reduzindo a carga cognitiva extrínseca e ancorando novas imagens e conceitos em experiências compartilhadas no espaço físico da escola.

Ao mesmo tempo, o ensaio buscou evitar uma visão idealizada da integração entre cognição corporificada e tecnologias imersivas. As seções dedicadas às implicações para a formação docente e ao contexto da escola pública apontaram limites importantes: restrições de infraestrutura, tempo de aula escasso, ausência de programas de formação continuada focados em RA e em abordagens corporificadas, além de lacunas nas próprias pesquisas disponíveis, fortemente concentradas em estudos de curta duração e em conteúdos específicos de geometria.

Nesse cenário, a proposta de arquiteturas de atividade corporificadas com RA deve ser entendida como um horizonte regulador mais do que como uma solução pronta: sua viabilidade depende de políticas de formação e de infraestrutura que considerem as condições concretas das redes públicas.

É nesse ponto que a dimensão da formação continuada assume papel central. As análises realizadas sugerem que não basta “capacitar” professores para operar aplicativos como o Geometa; é preciso construir percursos formativos que articulem vivências corporificadas em tarefas de geometria, análise crítica de interfaces e cenários de RA à luz da teoria da carga cognitiva e momentos de co-planejamento de sequências didáticas.

Nessa perspectiva, o professor é reconhecido como coautor de arquiteturas de atividade que precisam ser continuamente ajustadas às características das turmas e às limitações de cada

escola, e não como mero executor de propostas desenhadas externamente. Investir em formações modulares que permitam aos docentes experimentar, analisar e redesenhar ciclos corpo → concretos → ambientes imersivos → registros simbólicos aparece, assim, como condição para que a cognição corporificada deixe de ser apenas um discurso teórico e se traduza em práticas sustentáveis no cotidiano escolar.

Por fim, ao articular RA (ALBUQUERQUE, 2024; CONEJO et al., 2025), design corporificado (ABRAHAMSON et al., 2020) e teorias de cognição corporificada (LAKOFF; NÚÑEZ, 2000; VARELA; THOMPSON; ROSCH, 1991) como eixo para reconfigurar espaços e práticas de ensino de geometria nos anos iniciais, este ensaio pretendeu oferecer menos uma receita e mais um mapa conceitual.

As arquiteturas de atividade corporificadas aqui esboçadas buscam inspirar projetos que façam dos pátios, corredores, salas e até do metaverso partes de um mesmo ambiente de aprendizagem matemática, sensível aos modos de ser e aprender das crianças da Geração Alpha e às condições da escola pública brasileira.

As limitações apontadas e a agenda de pesquisa sugerida indicam que há muito a ser investigado e reconstruído; ainda assim, espera-se que o quadro aqui proposto contribua para deslocar o debate sobre tecnologias imersivas em educação matemática do entusiasmo acrítico para uma discussão mais fina sobre como corpos, espaços e dispositivos podem ser mobilizados, em conjunto, na construção de experiências genuinamente formadoras em geometria.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABRAHAMSON, D.; NATHAN, M. J.; WILLIAMS-PIERCE, C.; WALKINGTON, C. The future of embodied design for mathematics teaching and learning. *Frontiers in Education*, v. 5, n. 147, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00147>. Acesso em: 12 mar. 2026.

ABRAHAMSON, D.; SÁNCHEZ-GARCÍA, R. Learning is moving in new ways: the ecological dynamics of mathematics education. *Journal of the Learning Sciences*, v. 25, n. 2, p. 203-239, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10508406.2016.1143370>. Acesso em: 18 mar. 2026.

ALBERTO, R.; SHVARTS, A.; DRIJVERS, P.; BAKKER, P. Action based embodied design for mathematics learning: a decade of variations on a theme. *International Journal of Child Computer Interaction*, v. 32, art. 100419, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100419>. Acesso em: 18 mar. 2026.

ALBUQUERQUE, E. L. Uso de realidade aumentada no ensino de geometria espacial no ensino fundamental. *Avances de Investigación*, Montevideo, v. 11, n. 1, p. 44-61, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.47966/avan-inv.2024.11144-61>. Acesso em: 19 abr. 2026.

ARAUJO, W. M.; SEPULCRI, Lara M. C. B. S. Desenvolvimento de competências empreendedoras, professor empreendedor e vantagem competitiva em escolas públicas. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, Portugal, v. 18, n. 1, p. 1-21, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/cuadv18n1-090>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BAKHTIN, M. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 6 jun. 2026.

CONEJO, P. M.; CORDEIRO, E. dos S.; BOSCARIOLI, C. Realidade Aumentada no ensino de Matemática nos anos iniciais: Uma revisão sistemática de literatura. In: ENCONTRO PARANAENSE DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2025, Cascavel. Anais [...]. Cascavel: Unioeste, 2025. Disponível em: <https://sbemparana.com/eventos/index.php/eptem/article/view/139/43>. Acesso em: 3 abr. 2026.

ESTEVAM, L. da Conceição; OLIVEIRA JUNIOR, W. dos Santos; SILVA, Barbara C. Da; BEZERRA, Thalita C.; CARDOSO, Diego L.; SERUFFO, Marcos C. da Rocha. Realidade Virtual e Aumentada no Ensino de Geometria: um estudo de caso com GeoMeta. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL, 23., 2024, Manaus/AM. Anais [...]. Porto Alegre: SBC, 2024. p. 1233-1244. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/sbgames.2024.241273>. Acesso em: 6 jun. 2026.

GRAEFF, P. S.; GUSMÃO, D. Inovações em aprendizagem multimodal para educadores: estruturando cursos de formação docente para a Geração Alpha. Revista Ibero Americana de Humanidades, Ciências e Educação, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 1171-1187, abr. 2025. Disponível em: <http://doi.org/10.51891/rease.v11i4.18705>. Acesso em: 12 mar. 2026.

HOLTZ, Marcelo M. A educação 5.0 e os desafios da geração Alpha perante a modernidade líquida. Editora Impacto científico, 2025.

Disponível em: <https://doi.org/10.56238/edimpacto2024.002-115>.

Acesso em: 19 abr. 2026.

LAKOFF, G.; NÚÑEZ, R. E. Where mathematics comes from: how the embodied mind brings mathematics into being. New York: Basic Books, 2000.

LABRE, T. H.; GARCIA, G. R. O desafio pedagógico da geração alpha. Revista Culturas & Fronteiras, v. 1, n. 1, dez. 2021. Disponível em: <http://www.periodicos.unir.br/index.php/index/user>. Acesso em: 16 abr. 2026.

MONTEIRO, S. S.; STEFENETI, G. M. D.; MARTIS, N. F.; FERNANDES, J. V. P. Metodologias ativas em ambientes imersos: usos pedagógicos da realidade aumentada e virtual na educação. Revista de Educação contemporânea – REC, v. 2, n. 2, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17969739>. Acesso em: 19 abr. 2026.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas tecnologias e mediação pedagógica. 10. ed. Campinas: Papirus, 2006.

NUNES, T.; BRYANT, P. Crianças fazendo matemática. Porto Alegre: Artmed, 1997.

NÚÑEZ, R. E.; EDWARDS, L. D.; MATOS, J. F. Embodied cognition as grounding for situatedness and context in mathematics education. Educational Studies in Mathematics, v. 39, n. 1-3, p. 45-65, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1003759711966>. Acesso em: 18 abr. 2026.

PIAGET, J. Genetic epistemology. New York: Columbia University Press, 1971.

RADFORD, L. Why do gestures matter? Sensuous cognition and the palpability of mathematical meanings. *Educational Studies in Mathematics*, v. 70, n. 2, p. 111-126, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9127-3>. Acesso em: 19 abr. 2026.

SEREJO, T. M. C.; SALOMÃO, S. T. Geometria no metaverso: uma análise do app Geometa. *EM TEIA – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana*, Recife, v. 16, n. 1, p. 91-109, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.51359/2177-9309.2025.264128>. Acesso em: 14 abr. 2026.

SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, v. 12, n. 2, p. 257–285, 1988. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1207/s15516709cog1202_4). Acesso em: 13 abr. 2026

SIGOLO, B. O. O.; CASARIN, H. C. S. Contribuições da teoria da carga cognitiva para compreensão da sobrecarga informacional: uma revisão de literatura. *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Campinas, v. 22, p. e024027, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/rdbci.v22i00.8677359>. Acesso em: 13 abr. 2026.

SILVA, R. C. Desafios e desempenho em matemática nos anos iniciais: uma revisão dos resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica 2023. *Periferia*, v. 17, n. 1, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/periferia.2025.87692>. Acesso em: 13 mar. 2026.

VARELA, F. J.; THOMPSON, E.; ROSCH, E. *The embodied mind: cognitive science and human experience*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

WILSON, A. D.; GOLONKA, S. Embodied cognition is not what you think it is. *Frontiers in Psychology*, v. 4, art. 58, 2013. Disponível em: <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00058>. Acesso em: 17 abr. 2026.

---

<sup>1</sup> Mestre em Contabilidade/Administração (FUCAPE); Especialista em Gestão escolar (FCE); Psicopedagogia (FSG) e Letramento (FCE); Graduado em Biblioteconomia (UFES); Graduado em Pedagogia (ESAB); Graduado em Letras Português/Inglês (FCE); Discente do Curso Superior em Matemática (Faculdade Única); Docente na Emef Dorival Brandão, Bom Pastor, Viana-ES. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)