

## Artigos Dossiê

### **Simulação e soberania cognitiva no Sul Global: dependência epistemológica e autonomia estratégica**

Simulation and cognitive sovereignty in the Global South: epistemological dependence and strategic autonomy

**Erlei Roldan Melgarejo<sup>I</sup>**   
**Guilherme Lopes da Cunha<sup>II</sup>**   
**Marcelo Viera Pustilnik<sup>I</sup>** 

<sup>I</sup>Universidade Federal de Santa Maria , Santa Maria, RS, Brasil  
<sup>II</sup>Escola Superior de Guerra , Brasília, DF, Brasil

## Resumo

A utilização de modelagem e simulação transbordou o campo técnico e hoje dita o ritmo das decisões estratégicas em defesa, logística e políticas públicas. No entanto, há um ponto cego nessa expansão: a tendência de tratar a simulação apenas como uma ferramenta operacional de apoio. Este artigo se propõe a romper com essa visão, argumentando que a simulação atua, na verdade, como uma tecnologia epistemológica, uma infraestrutura cognitiva que molda a forma como produzimos conhecimento sobre a realidade. O problema central emerge quando países do Sul Global importam modelos e estruturas conceituais de contextos externos, o que acaba por sedimentar formas de dependência epistemológica. O argumento aqui defendido é que a soberania cognitiva depende, também, do domínio crítico dessas tecnologias. Como solução teórica, introduzo a Matriz de Soberania Cognitiva da Simulação, um framework estruturado em cinco pilares fundamentais: soberania de modelos, de dados, de ferramentas, de interpretação e de aplicação. Ao final, o texto demonstra como os jogos de guerra podem atuar como vetores práticos dessa autonomia.

**Palavras-chave:** Soberania cognitiva; Simulação; Sul Global; Dependência epistemológica, Autonomia estratégica

## Abstract

---

The use of modeling and simulation has extended beyond the technical domain and now shapes the pace of strategic decision-making in defense, logistics, and public policy. However, there is a blind spot in this expansion: the tendency to treat simulation merely as an operational support tool. This article seeks to challenge that view by arguing that simulation actually functions as an epistemological technology—a cognitive infrastructure that shapes how we produce knowledge about reality. The central problem emerges when countries in the Global South import models and conceptual frameworks from external contexts, thereby reinforcing forms of epistemological dependence. The argument advanced here is that cognitive sovereignty also depends on the critical mastery of these technologies. As a theoretical contribution, this study introduces the Cognitive Sovereignty of Simulation Matrix, a framework structured around five fundamental pillars: sovereignty of models, data, tools, interpretation, and application. Finally, the article demonstrates how wargaming can operate as a practical vector for achieving such autonomy.

**Keywords:** Cognitive sovereignty; Simulation; Global South; Epistemological dependency; Strategic autonomy

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o avanço das tecnologias digitais transformou profundamente os processos de planejamento, treinamento e tomada de decisão em áreas estratégicas como a defesa, a segurança, a logística e a gestão de crises. Entre essas tecnologias, a simulação destaca-se como uma das ferramentas mais relevantes para o estudo de sistemas complexos e para a experimentação de cenários que seriam inviáveis, arriscados ou economicamente inviáveis de testar no mundo real. Ao permitir a construção de modelos que reproduzem processos reais e a observação de seu comportamento sob diferentes condições, a simulação tornou-se um instrumento central para a análise e antecipação de fenômenos complexos (BANKS et al., 2010; LAW, 2015).

De modo geral, a simulação pode ser compreendida como o processo de criação de modelos de sistemas ou de processos reais, com o objetivo de estudar seu comportamento e desempenho em diferentes condições ou cenários (MELGAREJO, 2023; LAW, 2015). Por meio da manipulação de variáveis e da execução repetida desses modelos, pesquisadores, tomadores de decisão e executores podem

explorar alternativas, testar hipóteses e observar possíveis consequências antes da implementação de ações no mundo real. É importante destacar que um simulador vai além do cálculo bruto ou da previsão determinística. Como destaca Melgarejo (2023), um simulador não resolve diretamente um problema, mas sim executa um modelo para observar como um sistema se comporta sob determinadas condições e parâmetros.

Essa característica confere à simulação um papel particularmente relevante no estudo de sistemas complexos, caracterizados pela presença de múltiplas variáveis, interações não lineares e elevados níveis de incerteza. Em um sentido sociológico, para Katzenstein (2022), a ciência está em transição para uma fase pós-newtoniana, na qual a física quântica proporciona maior capacidade de lidar com as incertezas<sup>1</sup>. Em meio a esse cenário, a simulação ocupa uma função basilar no que diz respeito a lidar com incertezas. Em tais contextos, abordagens puramente analíticas frequentemente se mostram insuficientes para captar a dinâmica real dos fenômenos analisados. A simulação, ao contrário, permite construir ambientes experimentais controlados em que diferentes combinações de fatores podem ser exploradas, ampliando a capacidade de compreensão do comportamento do sistema em análise (AXELROD, 1997; HOLLAND, 2014), ou seja, a simulação não apenas reproduz situações conhecidas, mas também possibilita investigar configurações alternativas e cenários futuros.

Apesar dessa importância crescente, grande parte da literatura técnica e institucional ainda trata a simulação predominantemente como ferramenta de treinamento ou de apoio operacional. Essa abordagem, embora correta em determinados contextos, tende a obscurecer uma dimensão mais profunda da simulação: seu papel como tecnologia epistemológica, isto é, como um conjunto de práticas e dispositivos capazes de produzir conhecimento sobre sistemas complexos. Ao estruturar modelos, definir variáveis relevantes e estabelecer relações causais entre elementos do sistema, a simulação molda a própria forma como determinados

---

<sup>1</sup> Para o autor, o newtonianismo concentra-se na ideia de que as leis precisam ser decodificadas; o pós-newtonianismo, por sua vez, baseia-se no relativismo e na imprevisibilidade em um mundo em constante movimento. Nesse contexto, a física quântica é crucial para a produção de ciência capaz de lidar com as incertezas.

fenômenos são compreendidos e analisados. Estudos recentes em filosofia da ciência e epistemologia da simulação têm argumentado que modelos computacionais atuam como instrumentos de investigação científica, permitindo explorar mecanismos causais e gerar conhecimento sobre sistemas que não podem ser analisados diretamente (WINSBERG, 2010).

Essa dimensão epistemológica torna-se especialmente relevante no contexto do Sul Global. Países e instituições situados fora dos principais centros de desenvolvimento tecnológico frequentemente dependem de plataformas, modelos e estruturas conceituais produzidas em contextos geopolíticos distintos. Em muitos casos, a importação de ferramentas de simulação implica também a incorporação de premissas estratégicas, métricas de desempenho e representações do mundo que refletem realidades institucionais e operacionais específicas de seus países de origem, além de doutrinas táticas ou estratégicas muito particulares e até divergentes. Essa dinâmica tende a limitar a autonomia analítica do Sul Global em modelos que não nos servem. Tal processo pode ser interpretado à luz das discussões sobre as assimetrias globais na produção do conhecimento científico, frequentemente abordadas no campo das chamadas epistemologias do Sul (SANTOS, 2010).

Cabe destacar que o Sul Global não constitui um bloco homogêneo, mas um conjunto diverso de realidades institucionais, tecnológicas e estratégicas, marcadas por diferentes trajetórias históricas, capacidades estatais e formas de inserção no sistema internacional (SANTOS, 2010). Trata-se, portanto, de um conceito que não deve ser compreendido como categoria analítica rígida, mas como uma construção político-epistemológica de caráter mobilizador. Nesse sentido, Cunha et al. (2025) destacam que o Sul Global possui uma natureza mais política e retórica do que estritamente acadêmica, sendo frequentemente utilizado como instrumento de articulação e posicionamento no sistema internacional. Nessa perspectiva, seu uso nesta pesquisa justifica-se não apenas por seu potencial mobilizador, mas também por sua utilidade analítica na interpretação de dinâmicas associadas a potências emergentes (MAZZEGA

et al., 2025). Ademais, discursos políticos contemporâneos reforçam sua dimensão estratégica ao associá-lo a uma maioria demográfica global com potencial de influência na ordem internacional (MODI, 2023).

A simulação não deve ser compreendida apenas como um recurso técnico ou operacional, mas também como uma infraestrutura cognitiva capaz de influenciar diretamente os processos de produção de conhecimento estratégico. Infraestruturas desse tipo organizam os modos pelos quais os dados são produzidos, os modelos são construídos e as interpretações são formuladas, moldando os próprios processos de investigação científica e de tomada de decisão (EDWARDS, 2010). Quando estruturada com base em modelos e plataformas externos, a simulação pode reproduzir dependências epistemológicas e limitar a autonomia analítica de instituições e países. Por outro lado, quando concebida de forma crítica e desenvolvida com capacidade local de modelagem, de governança de dados e de interpretação contextual, ela pode tornar-se um instrumento de soberania cognitiva, permitindo a produção de conhecimento estratégico alinhado às realidades e necessidades do contexto analisado.

Soberania cognitiva é entendida, neste artigo, como a capacidade institucional de produzir, governar e interpretar modelos, dados e ambientes de simulação de acordo com as necessidades estratégicas de um determinado contexto.

Embora a literatura sobre epistemologia da simulação discuta como modelos computacionais produzem conhecimento científico (WINSBERG, 2010; GRÜNEYANOFF; WEIRICH, 2010), poucos estudos abordam a simulação sob a perspectiva da autonomia epistemológica ou da soberania cognitiva. Sendo assim, este artigo propõe um modelo analítico denominado “Matriz de Soberania Cognitiva da Simulação”, destinado a examinar as condições estruturais de autonomia ou de dependência na produção de conhecimento por meio da simulação.

Partindo dessa perspectiva, este artigo analisa a simulação como instrumento de soberania cognitiva no Sul Global. O objetivo central é discutir de que maneira a capacidade de desenvolver, governar e interpretar ambientes de simulação pode

contribuir para reduzir dependências epistemológicas e ampliar a autonomia na produção de conhecimento estratégico. Para isso, o artigo desenvolve-se em três eixos principais. Em primeiro lugar, discute-se a simulação como tecnologia epistemológica, destacando sua função na produção de conhecimento sobre sistemas complexos. Em seguida, examina como a dependência de modelos, dados e plataformas externas pode gerar formas de dependência epistemológica no contexto da simulação estratégica. Por fim, apresenta a Matriz de Soberania Cognitiva da Simulação, estruturada em cinco camadas, modelos, dados, ferramentas, interpretação e aplicação, como instrumento conceitual para analisar os níveis de autonomia ou dependência presentes em ambientes de simulação.

Ao abordar a simulação sob essa perspectiva, este trabalho busca contribuir para o debate sobre a autonomia tecnológica e a governança de tecnologias emergentes no campo da defesa e da segurança no Sul Global. Mais do que uma ferramenta técnica, a simulação deve ser compreendida como um componente central das infraestruturas cognitivas contemporâneas, capaz de influenciar diretamente a forma como sistemas complexos são analisados, compreendidos e transformados.

## **SIMULAÇÃO COMO TECNOLOGIA EPISTEMOLÓGICA**

A simulação é frequentemente tratada na literatura técnica como um instrumento de treinamento, de validação de processos ou de apoio à tomada de decisão. Embora essas aplicações sejam amplamente reconhecidas e relevantes, tal abordagem tende a reduzir a simulação a um papel meramente operacional<sup>II</sup>. Uma análise mais aprofundada revela que a simulação desempenha uma função epistemológica fundamental: constitui um mecanismo de produção e exploração do conhecimento sobre sistemas complexos<sup>III</sup>. Diferentes autores têm argumentado que modelos computacionais e ambientes de simulação podem atuar como instrumentos

<sup>II</sup> Embora a terminologia dos estudos estratégicos tenha consagrado diferentes tipos de simulação, entre eles os relativos à cenarização, à estimativa e aos estudos de futuro no campo dos estudos prospectivos, o acervo conceitual adotado nesta pesquisa utiliza essa terminologia para se referir a recursos computacionais destinados a auxiliar na análise decisória.

<sup>III</sup> Para Kavalsky (2015), a propagação do pensamento complexo tem sido uma tendência fascinante. A emergência de incertezas demanda um tipo diferente de pensamento, capaz de abordar as forças e os processos que animam o dinamismo da vida global. Isso revela a função epistemológica fundamental da simulação, a fim de lidar com um mundo em meio a dinâmicas incertas.

de investigação científica, permitindo a exploração de fenômenos que não podem ser analisados diretamente por meio de experimentação empírica tradicional (WINSBERG, 2010; MORGAN, 2005).

A base desse processo está na modelagem. Conceitualmente, a simulação consiste na construção de um modelo que representa determinados aspectos de um sistema real, permitindo observar como esse sistema se comporta sob diferentes condições e parâmetros. Como observa Melgarejo (2023), a simulação consiste na criação de um modelo de um sistema ou processo real, com o objetivo de estudar seu comportamento e desempenho em situações específicas ou sob variáveis. Essa definição está alinhada com a literatura clássica da área de modelagem e simulação, que define a simulação como um método para reproduzir o funcionamento de sistemas complexos por meio de representações computacionais em um ambiente controlado (BANKS et al., 2010; LAW, 2015).

Esse processo difere significativamente dos métodos puramente analíticos ou determinísticos. Enquanto modelos analíticos buscam resolver equações ou derivar resultados a partir de relações matemáticas previamente definidas, a simulação permite observar o comportamento emergente de sistemas complexos a partir da interação entre múltiplos elementos. Simuladores não fornecem necessariamente uma solução única para um problema, mas permitem explorar o comportamento do sistema em diferentes cenários e condições. Conforme destaca Melgarejo (2023), o simulador não resolve diretamente o problema estudado, mas executa o modelo para observar como o sistema se comporta diante dos parâmetros fornecidos.

Essa característica transforma a simulação em um ambiente experimental para fenômenos que não podem ser testados diretamente no mundo real. Situações com riscos elevados, custos financeiros significativos ou restrições éticas frequentemente impedem a realização de experimentos reais. Em contextos como defesa, segurança, engenharia ou saúde, testar determinadas hipóteses diretamente pode implicar riscos humanos, materiais ou políticos inaceitáveis. A simulação cria, assim, um espaço de

experimentação controlada em que diferentes cenários podem ser explorados sem as limitações impostas pela realidade física. Essa capacidade de utilizar modelos computacionais como ambientes experimentais tem sido destacada na literatura sobre epistemologia da simulação como uma das principais formas contemporâneas de produção de conhecimento científico sobre sistemas complexos (WINSBERG, 2010).

Em cenários de segurança e defesa, diferentes abordagens metodológicas podem oferecer chaves interpretativas para compreender a complexidade em âmbito global. Para Earnest (2015), pesquisadores que lidam com a complexidade usam métodos distintos: métodos empíricos, como process-tracing e estudos de caso, oferecem técnicas importantes; por outro lado, métodos como o agent-based modeling (ABM) oferece um complemento empírico, pois o computador replica cada agente em um número maior de vezes a fim de representar um sistema, sugerindo sinergia entre tradição empírica e simulação, a um custo baixo e com experimentação aproximada da realidade. Contudo, Earnest (2015) adverte que o fato de entendermos a complexidade não significa que a possamos controlar, pois seria como o jardineiro que administra o jardim e pode nutri-lo, mas não pode agir como construtor de soluções além das limitações impostas pela natureza.

No campo da análise estratégica, essa função experimental torna-se particularmente evidente em práticas como o wargaming (jogos de guerra). Wargames estruturam ambientes de decisão adversarial em que diferentes atores interagem segundo regras previamente definidas, permitindo explorar possíveis cursos de ação, reações e consequências. Mais do que prever comportamentos específicos, o objetivo do wargaming é compreender padrões de interação, identificar vulnerabilidades e testar hipóteses estratégicas em ambientes de incerteza. De acordo com Perla (1990), o wargame atua como um instrumento de investigação sistemática das dinâmicas de conflito, cooperação e adaptação estratégica, sendo amplamente utilizado em contextos militares e estratégicos como ferramenta de análise, descoberta e aprendizado institucional.

Nos últimos anos, o desenvolvimento de ambientes de simulação integrados ampliou ainda mais essa capacidade investigativa. Arquiteturas conhecidas como *Live, Virtual and Constructive (LVC)* integram três dimensões distintas da simulação: a participação de atores reais operando equipamentos reais (simulação viva), a interação de usuários com sistemas simulados em ambientes digitais (simulação virtual) e a representação computacional de entidades e processos simulados (simulação construtiva). Essa integração cria ecossistemas sintéticos nos quais comportamento humano, sistemas técnicos e modelos computacionais podem interagir simultaneamente, produzindo ambientes altamente ricos para análise e experimentação. No campo da modelagem e da simulação aplicadas à defesa, essas arquiteturas são frequentemente utilizadas para integrar treinamento, análise operacional e experimentação estratégica em ambientes simulados complexos (DAVIS, 2002; TOLK, 2012).

Quando analisadas em conjunto, essas diferentes formas de simulação revelam um elemento comum: todas atuam como laboratórios cognitivos para o estudo de sistemas complexos. Em vez de apenas reproduzir o mundo real, elas permitem explorar múltiplas configurações possíveis desse mundo, examinando como variáveis e decisões interagem ao longo do tempo.

Esse entendimento sobre a simulação como laboratório cognitivo também tem implicações importantes no campo educacional. Ambientes de simulação têm sido utilizados como instrumentos pedagógicos capazes de promover a aprendizagem ativa, a resolução de problemas e o desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas. Estudos sobre aprendizagem baseada em simulação indicam que a interação com modelos dinâmicos permite aos estudantes explorar relações causais, testar hipóteses e compreender sistemas complexos de forma mais profunda do que as abordagens exclusivamente expositivas (DE JONG; VAN JOOLINGEN, 1998; SQUIRE, 2011). A simulação pode contribuir para o desenvolvimento de competências relacionadas ao pensamento científico, ao raciocínio sistêmico e à tomada de decisão em ambientes de incerteza.

No contexto brasileiro, essa perspectiva dialoga com discussões sobre a integração do pensamento computacional ao currículo escolar, especialmente quando se enfatiza a construção de estratégias para decompor problemas, formular procedimentos e avaliar resultados de forma reflexiva (VALENTE, 2016). Essa abordagem também encontra respaldo nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular, que destacam a investigação, a resolução de problemas e o uso crítico de tecnologias digitais como dimensões relevantes da formação dos estudantes (BRASIL, 2018). Assim, ao permitir que estudantes experimentem cenários simulados e explorem sistemas complexos de maneira interativa, a simulação pode atuar como uma ferramenta relevante para o desenvolvimento cognitivo em diferentes níveis educacionais, incluindo o ensino fundamental, médio e técnico.

Contudo, sob a ótica de uma pedagogia avançada, essa integração exige um deslocamento epistemológico: a superação do simples experimento em favor da experimentação. Enquanto o experimento tradicional é um procedimento fechado e verificativo, voltado para confirmar respostas esperadas, a experiência constitui um processo aberto e generativo de engajamento com o fenômeno. Nessa lógica, a simulação deixa de ser orientada por objetivos de aprendizagem rígidos, que predeterminam o ponto de chegada, e passa a ser guiada por intencionalidades investigativas. A intencionalidade funciona como uma bússola que orienta a exploração de problemas complexos sem sufocar a autonomia do estudante ou a descoberta do inesperado.

Experiências educacionais recentes demonstram como ambientes de simulação podem atuar como instrumentos concretos de desenvolvimento cognitivo e tecnológico. Ambientes que empregam a abordagem STEAM (acrônimo de Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) frequentemente aplicam atividades simuladas para fomentar o engajamento e a participação ativa dos alunos. Um exemplo dessa integração é a plataforma KreskaBot, um ambiente virtual tridimensional de robótica educacional que, ao permitir que estudantes programem e testem algoritmos

em cenários simulados, a tecnologia atua como um laboratório cognitivo. Esse espaço de experimentação é fundamental para a formação de capacidades analíticas e para a compreensão de sistemas complexos desde os níveis iniciais da educação. Assim, a plataforma viabiliza o desenvolvimento do pensamento computacional, da resolução de problemas e da modelagem de sistemas de forma interativa e acessível (PUSTILNIK; MELGAREJO; MILLANI, 2026). Além de reduzir as barreiras econômicas associadas a kits físicos de robótica, ambientes simulados desse tipo ampliam o acesso a práticas experimentais e permitem que estudantes explorem hipóteses, testem algoritmos e observem o comportamento emergente de sistemas programados. A simulação educacional atua não apenas como recurso didático, mas também como um laboratório cognitivo para a formação de capacidades analíticas e tecnológicas desde os níveis iniciais da educação. A pertinência desse tipo de abordagem também se alinha à diretriz da BNCC de ampliar o uso significativo de tecnologias digitais na educação básica (BRASIL, 2018).

A simulação, nesse sentido, torna-se uma ferramenta para investigar não apenas o que aconteceu ou o que está acontecendo, mas também o que poderia acontecer sob diferentes condições. Como argumenta Morgan (2005), modelos científicos podem funcionar como instrumentos exploratórios que permitem investigar mecanismos e relações causais em sistemas complexos.

Essa capacidade de explorar futuros possíveis confere à simulação um papel central na produção de conhecimento estratégico. Ao estruturar modelos, definir variáveis relevantes e estabelecer relações entre os elementos do sistema analisado, a simulação molda o próprio processo de investigação e de interpretação dos fenômenos estudados. Ela não apenas representa o mundo; ela estrutura as formas pelas quais esse mundo pode ser compreendido e analisado.

É precisamente nesse ponto que emergem as dimensões política e epistemológica da simulação. Se os modelos, variáveis e estruturas conceituais utilizados na simulação são definidos externamente, a compreensão do sistema analisado passa a depender

de pressupostos e representações que podem não refletir plenamente a realidade local. Porém, quando há capacidade de modelagem própria, governança de dados e autonomia na construção dos ambientes simulados, a simulação torna-se um instrumento estratégico de produção de conhecimento, alinhado às necessidades e características do contexto analisado.

Esse deslocamento é fundamental porque retira a simulação do campo meramente técnico e a reposiciona como elemento estruturante da análise estratégica.

Nesse contexto, a simulação deixa de ser apenas um instrumento de treinamento ou de apoio operacional e passa a ser entendida como parte das infraestruturas cognitivas que sustentam a análise e a tomada de decisão em sistemas complexos.

Esse deslocamento do papel da simulação, de ferramenta operacional para infraestrutura cognitiva, permite compreender a simulação como elemento estruturante da autonomia epistemológica de instituições e países. A capacidade de desenvolver, gerenciar e interpretar ambientes de simulação, governando plenamente seus modelos, dados e ferramentas, passa a constituir o alicerce da Soberania Cognitiva. Somente por meio do domínio sobre a infraestrutura cognitiva é possível produzir conhecimento estratégico próprio, desvinculado das premissas e “caixas-pretas” incorporadas em modelos importados.

## **DEPENDÊNCIA EPISTEMOLÓGICA E A IMPORTAÇÃO DE MODELOS NO SUL GLOBAL**

A crescente disseminação de tecnologias de simulação em diferentes setores estratégicos, tais como defesa, logística, segurança pública, planejamento urbano e gestão de crises, tem ampliado significativamente a capacidade de análise e experimentação de sistemas complexos. No entanto, essa expansão também levanta uma questão crítica frequentemente negligenciada na literatura técnica: quem controla os modelos que estruturam esses ambientes de simulação e, conseqüentemente, quem define as premissas cognitivas que orientam a análise dos sistemas simulados.

Em grande parte dos países do Sul Global, a adoção de tecnologias de simulação ocorre por meio da aquisição de plataformas, softwares e frameworks desenvolvidos em contextos tecnológicos e institucionais distintos. Embora esses sistemas frequentemente apresentem alto nível de sofisticação técnica, eles também incorporam pressupostos conceituais, métricas de desempenho e representações do mundo que refletem as realidades específicas de seus contextos de origem. Essa situação pode gerar um fenômeno denominado dependência epistemológica, no qual a capacidade de compreender e analisar determinados sistemas passa a depender de modelos conceituais produzidos externamente. Essa dinâmica está relacionada a assimetrias estruturais na produção global do conhecimento científico e tecnológico, frequentemente discutidas em estudos sobre dependência tecnológica e desenvolvimento científico em países periféricos (FURTADO, 1978; HERRERA, 1995).

Essa dependência não se manifesta apenas na dimensão tecnológica. Ela também se manifesta na estrutura dos próprios modelos utilizados na simulação. Todo modelo implica escolhas fundamentais: quais variáveis serão consideradas relevantes, quais relações causais serão representadas, qual nível de abstração será adotado e quais métricas serão utilizadas para avaliar o desempenho do sistema. Essas escolhas moldam a compreensão e a análise do fenômeno. Como argumenta Melgarejo (2023), a construção de modelos de simulação não constitui apenas uma atividade técnica, mas um processo de estruturação cognitiva da realidade, no qual determinadas variáveis, relações e comportamentos são selecionados para representar o sistema analisado. Quando tais decisões são incorporadas implicitamente em plataformas de simulação importadas, há o risco de que o processo de análise reproduza automaticamente estruturas conceituais que não correspondem plenamente às realidades institucionais, geográficas e operacionais do contexto em que a simulação é aplicada.

No campo da análise estratégica, por exemplo, modelos de simulação podem incorporar pressupostos sobre o comportamento do adversário, a eficiência logística, o tempo de resposta operacional ou a capacidade tecnológica que refletem doutrinas específicas de determinados países ou alianças militares.

Por exemplo, modelos logísticos desenvolvidos em contextos da OTAN frequentemente assumem níveis de infraestrutura, conectividade e capacidade de resposta que não se observam em diversos países do Sul Global. Nessas condições, a aplicação direta desses modelos pode produzir diagnósticos excessivamente otimistas ou distorcidos, comprometendo a validade analítica das simulações.

Esses parâmetros podem ser apropriados em determinados contextos, mas sua aplicação automática a cenários distintos pode produzir interpretações inadequadas ou incompletas da realidade analisada. Assim, a dependência epistemológica não se limita ao uso de tecnologia externa; envolve a adoção de estruturas interpretativas que moldam o próprio horizonte de análise estratégica.

A literatura sobre epistemologias do Sul tem enfatizado a existência de assimetrias profundas na produção global do conhecimento, nas quais determinadas formas de conhecimento tendem a ser universalizadas, enquanto outras são marginalizadas ou invisibilizadas (SANTOS, 2010). No campo da simulação, essas assimetrias manifestam-se de forma crítica nos processos de transferência de tecnologia e nos acordos de *offset*. Frequentemente, tais mecanismos limitam-se ao nível operacional, o 'saber operar', falhando em transferir a capacidade de modelagem e os algoritmos que estruturam o sistema. Como esses modelos operam como 'caixas-pretas', cujas premissas e mecanismos internos não são transparentes, o país receptor acaba por incorporar, de maneira indireta, paradigmas analíticos externos que moldam a interpretação dos resultados. Sem a efetiva transferência do domínio sobre a arquitetura lógica da simulação, a autonomia estratégica torna-se refém de ferramentas que reproduzem visões de mundo alheias às necessidades locais.

Outro aspecto relevante desse processo diz respeito à governança dos dados utilizados na simulação. Modelos computacionais dependem de dados para calibrar parâmetros e validar hipóteses. Quando esses dados são derivados de contextos distintos ou produzidos com metodologias incompatíveis com a realidade local, os resultados da simulação podem apresentar distorções significativas. Assim, a

dependência epistemológica também se manifesta na incapacidade de produzir e de governar bases de dados que representem adequadamente as características específicas do sistema analisado. Como destaca Melgarejo (2023), a qualidade de um ambiente de simulação depende não apenas da sofisticação técnica do modelo, mas também da capacidade de representar adequadamente as condições reais do sistema estudado.

Essas limitações tornam-se particularmente críticas quando a simulação é utilizada como ferramenta de apoio à tomada de decisão estratégica. Em contextos de defesa e segurança, por exemplo, ambientes simulados podem influenciar diretamente o planejamento de operações, a formulação de doutrinas ou a avaliação de capacidades institucionais. Se os modelos que estruturam essas simulações não refletem adequadamente as condições locais, há o risco de que decisões estratégicas sejam baseadas em representações incompletas ou inadequadas da realidade.

Isso não significa que tecnologias de simulação desenvolvidas em outros contextos devam ser rejeitadas ou integralmente substituídas por soluções locais. O intercâmbio tecnológico e científico é parte essencial do desenvolvimento contemporâneo. Mas há um detalhe, a adoção dessas tecnologias requer uma abordagem crítica e reflexiva que reconheça a existência de pressupostos epistemológicos incorporados nos modelos e ferramentas utilizados. A soberania cognitiva, na prática, não implica isolamento tecnológico, mas sim a capacidade de auditar, adaptar e reinterpretar os modelos de simulação de acordo com as necessidades e características do contexto local.

A superação da dependência epistemológica no campo da simulação passa pelo desenvolvimento de capacidades institucionais e técnicas que permitam a gestão dos diferentes níveis que estruturam o processo de simulação. Isso inclui a capacidade de desenvolver e adaptar modelos conceituais, produzir e gerenciar dados contextualizados, compreender o funcionamento das ferramentas utilizadas, interpretar criticamente os resultados gerados pelos ambientes simulados e aplicar metodologias eficazes no uso do simulador. Somente quando essas condições estão

presentes, a simulação pode operar plenamente como instrumento de produção de conhecimento estratégico. Essa perspectiva leva à necessidade de uma abordagem mais sistemática para analisar os níveis de autonomia ou de dependência presentes em ambientes de simulação.

## **MATRIZ DE SOBERANIA COGNITIVA DA SIMULAÇÃO**

A análise desenvolvida nas seções anteriores indica que a simulação não pode ser compreendida apenas como uma tecnologia operacional. Como tecnologia epistemológica, ela envolve múltiplas camadas de decisões conceituais, técnicas e interpretativas que moldam o processo de produção de conhecimento sobre sistemas complexos. Nesse sentido, ambientes de simulação não apenas reproduzem comportamentos observáveis, mas também estruturam formas específicas de observar, interpretar e compreender fenômenos complexos. Como argumenta Melgarejo (2023), a construção de modelos de simulação envolve a seleção de variáveis, relações e níveis de abstração que organizam cognitivamente a representação do sistema analisado, influenciando diretamente a forma como os resultados são interpretados.

Essa perspectiva também dialoga com debates mais amplos sobre a produção global do conhecimento científico e tecnológico. Estudos sobre epistemologias do Sul têm enfatizado que estruturas de conhecimento produzidas em determinados contextos tendem a ser universalizadas, enquanto outras formas de conhecimento permanecem marginalizadas ou invisibilizadas (SANTOS, 2010), e em alguns casos excluídas. No campo da simulação, essa assimetria pode manifestar-se na adoção de modelos, plataformas e metodologias analíticas produzidas em contextos institucionais distintos daqueles nos quais serão aplicados.

Assim, a autonomia cognitiva associada à simulação depende da capacidade de controlar ou governar os diferentes elementos que estruturam esses ambientes de modelagem e experimentação.

Com o objetivo de sistematizar essa análise, propõe-se, neste artigo, um modelo

conceitual denominado Matriz de Soberania Cognitiva da Simulação. Essa matriz organiza o problema da autonomia epistemológica em cinco dimensões fundamentais: modelos, dados, ferramentas, interpretação e aplicação. Cada uma dessas dimensões representa um nível específico no qual podem emergir relações de dependência ou, alternativamente, capacidades de autonomia na produção de conhecimento por meio da simulação.

A proposta dessa matriz não pretende estabelecer uma tipologia rígida ou exaustiva, mas sim oferecer um instrumento analítico que permita examinar em que medida os ambientes de simulação contribuem para fortalecer ou limitar a soberania cognitiva de instituições e países. Também não pretende capturar todas as dimensões da soberania cognitiva, nem esgota as complexidades associadas à modelagem e simulação em contextos estratégicos. Trata-se de um instrumento analítico inicial, sujeito a refinamentos empíricos e teóricos.

A seguir, são apresentadas as cinco camadas que compõem esse modelo.

### **1ª: Soberania de modelos**

A primeira dimensão da matriz refere-se à soberania de modelos, isto é, à capacidade de desenvolver, adaptar ou compreender plenamente os modelos conceituais e matemáticos que sustentam a simulação. Modelos de simulação consistem em representações abstratas de sistemas reais, construídas para reproduzir relações entre variáveis relevantes e permitir a análise do comportamento do sistema sob diferentes condições (MELGAREJO, 2023). Ou seja, modelos são abstrações que representam determinados aspectos de um sistema real e, como tais, implicam escolhas epistemológicas fundamentais. Ao selecionar variáveis relevantes, estabelecer relações causais e definir níveis de abstração, o modelo determina quais aspectos do sistema serão observados e analisados.

A construção desses modelos envolve decisões epistemológicas que estruturam cognitivamente o fenômeno analisado. Como destaca Winsberg (2010), modelos

computacionais não apenas representam sistemas complexos, mas também organizam as formas pelas quais esses sistemas podem ser investigados e compreendidos. Em simulações logísticas, por exemplo, a escolha de variáveis como tempo de transporte, capacidade de infraestrutura, estado da rede viária e fluxos de suprimento direciona a análise para questões de eficiência e otimização operacional. Da mesma forma, em ambientes de wargaming, a estrutura das regras, os parâmetros de decisão e as condições de vitória estabelecem os limites dentro dos quais estratégias podem ser formuladas e avaliadas (PERLA, 1990; SABIN, 2012).

A dependência epistemológica surge quando esses modelos são importados sem possibilidade de adaptação ou auditoria. Nesse cenário, os usuários da simulação passam a operar dentro de estruturas conceituais previamente definidas, frequentemente baseadas em pressupostos que refletem contextos operacionais e institucionais distintos. Como resultado, a análise do sistema simulado pode ser conduzida com base em representações que não capturam adequadamente as especificidades do contexto local.

Um exemplo disso pode ser observado no modelo de simulação logística, citado anteriormente, que incorpora variáveis como o estado da rede viária. Em contextos nos quais esses modelos são desenvolvidos, a infraestrutura de transporte pode ser caracterizada por alta integração, manutenção contínua e previsibilidade operacional. No entanto, ao serem aplicados em realidades onde a rede viária apresenta limitações estruturais, descontinuidade territorial ou variabilidade nas condições de uso, tais modelos podem produzir resultados que não refletem adequadamente o comportamento real do sistema. Nesses casos, a ausência de adaptação do modelo conduz a interpretações distorcidas, evidenciando como a dependência epistemológica se manifesta não apenas na adoção de tecnologias externas, mas na incorporação implícita de pressupostos contextuais que moldam a própria análise do fenômeno.

A soberania de modelos implica, portanto, a existência de capacidade técnica e científica para compreender e modificar os modelos utilizados na simulação. Isso

não significa necessariamente desenvolver todos os modelos de forma independente, mas sim garantir que possam ser auditados, ajustados e contextualizados de acordo com as necessidades analíticas do ambiente em que serão aplicados.

## 2ª: Soberania de dados

A segunda dimensão refere-se à soberania de dados, que envolve a capacidade de produzir, governar e validar as informações utilizadas para alimentar e calibrar os modelos de simulação. Dados constituem um componente essencial do processo de modelagem, pois permitem ajustar parâmetros, validar hipóteses e verificar se o comportamento do modelo corresponde ao observado no sistema real.

Quando ambientes de simulação são calibrados com dados provenientes de contextos distintos, podem surgir distorções significativas na interpretação dos resultados. Variáveis relacionadas a infraestrutura, logística, geografia, comportamento organizacional ou condições ambientais podem apresentar diferenças substanciais entre diferentes regiões do mundo. Se essas diferenças não forem consideradas adequadamente, a simulação pode produzir resultados que parecem tecnicamente consistentes, mas não refletem com precisão as condições reais do sistema analisado.

Nota-se que, a qualidade dos resultados obtidos por meio da simulação depende diretamente da capacidade de representar adequadamente o contexto empírico do sistema estudado. Como argumenta Morgan (2005), modelos computacionais funcionam como instrumentos exploratórios cuja validade depende da consistência entre os dados utilizados e o fenômeno que se pretende analisar.

A soberania de dados exige, portanto, a capacidade de coletar, organizar e governar bases de dados que representem adequadamente o contexto específico em que a simulação será aplicada. Isso inclui não apenas a disponibilidade de dados, mas também o controle sobre as metodologias de coleta, a validação estatística e a atualização contínua das informações utilizadas pelos modelos.

### 3ª: Soberania de ferramentas

A terceira dimensão da matriz refere-se à soberania de ferramentas, que envolve o grau de controle sobre as plataformas tecnológicas utilizadas para executar as simulações. Muitos ambientes contemporâneos de modelagem e simulação são baseados em softwares proprietários que restringem o acesso aos algoritmos internos ou limitam a capacidade de modificar os modelos implementados.

Quando ferramentas de simulação operam como sistemas fechados, a capacidade de compreender plenamente o funcionamento do modelo pode ser limitada. Isso dificulta a auditoria dos resultados e reduz a flexibilidade necessária para adaptar o sistema a novos contextos ou necessidades analíticas. Em tais situações, a simulação pode tornar-se dependente de fornecedores específicos ou de arquiteturas tecnológicas sobre as quais os usuários têm pouco controle.

A literatura sobre política científica e tecnológica em países periféricos tem destacado que a autonomia tecnológica depende não apenas da capacidade de utilizar tecnologias existentes, mas também da capacidade de compreendê-las, modificá-las e integrá-las a contextos locais (DAGNINO, 2014). No campo da simulação, essa questão torna-se particularmente relevante, uma vez que a compreensão dos algoritmos e estruturas computacionais utilizadas é fundamental para garantir transparência analítica.

A soberania de ferramentas não implica necessariamente a rejeição de plataformas comerciais ou internacionais, mas requer a existência de competências técnicas que permitam compreender sua arquitetura, integrar diferentes sistemas e, quando necessário, desenvolver soluções complementares. A autonomia tecnológica nesse nível depende da capacidade institucional de operar criticamente as ferramentas utilizadas e não apenas de utilizá-las de forma passiva.

Exemplos desse tipo de dependência podem ser observados em sistemas baseados em arquiteturas proprietárias, nos quais o acesso ao código, aos algoritmos

ou aos modelos subjacentes é restrito, dificultando processos de auditoria, adaptação local e atualização ou modernização dos modelos.

#### 4ª: Soberania de interpretação

A quarta dimensão da matriz corresponde à soberania de interpretação, que se refere à capacidade de analisar criticamente os resultados gerados pelos ambientes de simulação. Resultados simulados não possuem significado intrínseco; dependem de processos interpretativos que consideram as limitações do modelo, os parâmetros utilizados e o contexto de abstração em que a simulação foi realizada.

Sem uma estrutura analítica adequada, resultados numéricos gerados por simulações podem ser interpretados como previsões determinísticas ou como representações exatas da realidade. No entanto, as simulações representam cenários possíveis, condicionados pelas premissas incorporadas ao modelo.

A interpretação crítica desses resultados exige conhecimento das limitações da modelagem, compreensão das variáveis envolvidas e capacidade de contextualizar os resultados em processos mais amplos de análise estratégica. Em decorrência disso, o desenvolvimento de competências analíticas relacionadas ao pensamento computacional e à compreensão de sistemas complexos torna-se um elemento central na formação de especialistas capazes de interpretar ambientes de simulação de maneira crítica (VALENTE, 2016).

A soberania de interpretação depende do desenvolvimento de capacidades institucionais e cognitivas que permitam avaliar criticamente os resultados produzidos pela simulação, evitando que os cenários simulados sejam tratados como previsões determinísticas ou como representações completas da realidade.

#### 5ª: Soberania de aplicação

A quinta dimensão da matriz refere-se à soberania de aplicação, que envolve a capacidade de definir como os ambientes de simulação são utilizados nos processos

de aprendizagem, análise e experimentação institucional. Embora modelos, dados e ferramentas constituam a infraestrutura técnica da simulação, a forma como esses ambientes são utilizados depende de estruturas metodológicas e pedagógicas que orientam a experimentação e a produção de conhecimento.

Ambientes de simulação não operam apenas como instrumentos técnicos, mas também como espaços de experimentação controlada. Como destaca Melgarejo (2023), a simulação permite criar ambientes nos quais pesquisadores, profissionais e estudantes podem desenvolver habilidades, testar hipóteses e explorar cenários complexos sem os riscos associados à experimentação direta no mundo real.

Modelos pedagógicos e metodológicos desempenham um papel central nesse processo. Em contextos educacionais, por exemplo, ambientes de simulação podem ser utilizados em estratégias como a aprendizagem baseada em problemas, a sala de aula invertida, a robótica educacional, os jogos sérios ou o treinamento baseado em computador (CBT). Em contextos estratégicos, podem assumir a forma de wargames, de experimentação operacional ou de laboratórios de análise estratégica.

Essas estruturas definem não apenas como a simulação é executada, mas também quais perguntas são formuladas, quais hipóteses são testadas e quais formas de conhecimento são produzidas. Como argumenta Valente (2016), ambientes baseados em computação e simulação podem promover processos de aprendizagem ativa nos quais estudantes e especialistas exploram problemas complexos por meio da experimentação e da construção de soluções.

A soberania de aplicação implica na capacidade institucional de desenvolver metodologias próprias de uso da simulação, alinhadas às necessidades cognitivas, educacionais ou estratégicas do contexto em que esses ambientes são utilizados. Quando tais metodologias são importadas sem adaptação crítica, corre-se o risco de reproduzir modelos pedagógicos e analíticos que não correspondem às realidades institucionais e culturais locais.

Cabe destacar que dimensões culturais e simbólicas também influenciam as

camadas superiores da Matriz de Soberania Cognitiva da Simulação, especialmente aquelas relacionadas à interpretação e à aplicação dos resultados. No que se refere à soberania de interpretação, os resultados de uma simulação não possuem significado intrínseco, dependendo de processos cognitivos e interpretativos que atribuem sentido aos dados produzidos. Nesse contexto, abordagens interdisciplinares que integram arte, design e visualização de dados podem favorecer leituras não lineares e ampliar a capacidade de compreensão de sistemas complexos, especialmente em cenários marcados por incerteza (MANOVICH, 2011).

No que diz respeito à soberania de aplicação, a articulação entre ciência, tecnologia e práticas culturais pode influenciar a forma como a simulação é incorporada em contextos sociais específicos. Projetos que integram elementos artísticos e tecnológicos demonstram que a aplicação da simulação não se limita à dimensão técnica, mas envolve processos de mediação cultural e adaptação ao contexto local.

Nesse sentido, a soberania cognitiva se fortalece quando ambientes de simulação são utilizados de forma alinhada às necessidades estratégicas e às formas de compreensão próprias das comunidades envolvidas.

### **Integração das dimensões**

As cinco dimensões apresentadas formam um sistema interdependente. A autonomia cognitiva em ambientes de simulação não depende apenas do domínio isolado de uma dessas dimensões, mas da capacidade de gerenciar simultaneamente todas elas. A ausência de controle em qualquer uma dessas camadas pode comprometer a capacidade de produzir conhecimento estratégico independente.

Essa perspectiva também dialoga com discussões clássicas sobre dependência científica e tecnológica em países periféricos, nas quais a autonomia na produção de conhecimento depende da capacidade de desenvolver competências próprias de pesquisa, modelagem e análise (FURTADO, 1978; HERRERA, 1995).

Assim, a Matriz de Soberania Cognitiva da Simulação oferece um instrumento

conceitual para analisar os diferentes níveis de autonomia presentes nos sistemas de simulação utilizados em contextos estratégicos. Ao identificar onde se localizam possíveis dependências, seja nos modelos utilizados, nos dados empregados, nas ferramentas tecnológicas, nos processos interpretativos ou no emprego de metodologias eficazes, torna-se possível desenvolver estratégias institucionais voltadas ao fortalecimento da capacidade de produzir conhecimento alinhado às necessidades e realidades do contexto analisado.

As cinco dimensões da matriz podem ser compreendidas a partir de dois eixos analíticos complementares. O primeiro corresponde ao eixo tecnológico, que abrange as capacidades técnicas necessárias para construir e operar ambientes de simulação, incluindo ferramentas, dados e modelos. O segundo corresponde ao eixo humano ou cognitivo, relacionado à capacidade institucional de interpretar os resultados produzidos pelos modelos e aplicá-los em processos de aprendizagem, análise ou tomada de decisão. A soberania cognitiva da simulação decorre da articulação entre o domínio tecnológico e a capacidade interpretativa.

### **Assimetria entre os eixos capacidade tecnológica e capacidade cognitiva**

A distinção entre as dimensões da matriz também permite compreender um fenômeno frequentemente observado em diferentes contextos institucionais: a existência de capacidades tecnológicas avançadas de simulação que não se traduzem necessariamente em produção autônoma de conhecimento estratégico. Esse fenômeno pode ser observado, por exemplo, em países que adquiriram plataformas sofisticadas de modelagem e simulação para fins militares, mas que permanecem dependentes de doutrinas, parâmetros e estruturas analíticas desenvolvidas externamente. Estudos sobre dependência tecnológica indicam que a simples incorporação de tecnologias avançadas não garante autonomia na produção de conhecimento, especialmente quando os processos de modelagem e interpretação permanecem vinculados a referenciais externos (FURTADO, 1978; DAGNINO, 2014).

Outro exemplo pode ser observado na adoção de simuladores automotivos no processo de formação de condutores no Brasil, que, durante determinado período, foram incorporados como requisito obrigatório em Centros de Formação de Condutores (CFC). Embora esses sistemas representassem a introdução de tecnologias de simulação no contexto educacional e institucional, sua utilização esteve predominantemente associada à reprodução de procedimentos operacionais e treinamento básico, sem necessariamente gerar processos sistemáticos de análise, modelagem ou produção de conhecimento sobre o comportamento dos condutores ou sobre dinâmicas mais amplas do sistema de mobilidade. Nesse sentido, a presença da tecnologia de simulação não se traduziu em capacidade de investigação ou produção de conhecimento estruturado, evidenciando a distinção entre domínio tecnológico e autonomia cognitiva na utilização desses sistemas.

Diversos países e instituições têm acesso a plataformas sofisticadas de modelagem e simulação, incluindo softwares avançados, ambientes computacionais de alto desempenho e bases de dados complexas. Ainda assim, a presença dessas infraestruturas tecnológicas não garante, por si só, a capacidade de produzir conhecimento analítico independente, uma vez que a utilização de tecnologias não implica necessariamente o domínio de seus fundamentos, processos e possibilidades de transformação (DAGNINO, 2014). Em muitos casos, os ambientes de simulação são utilizados principalmente como instrumentos operacionais de treinamento ou de visualização de cenários previamente estruturados, sem exploração de seu potencial como ferramentas de investigação e produção de conhecimento (WINSBERG, 2010; MORGAN, 2005).

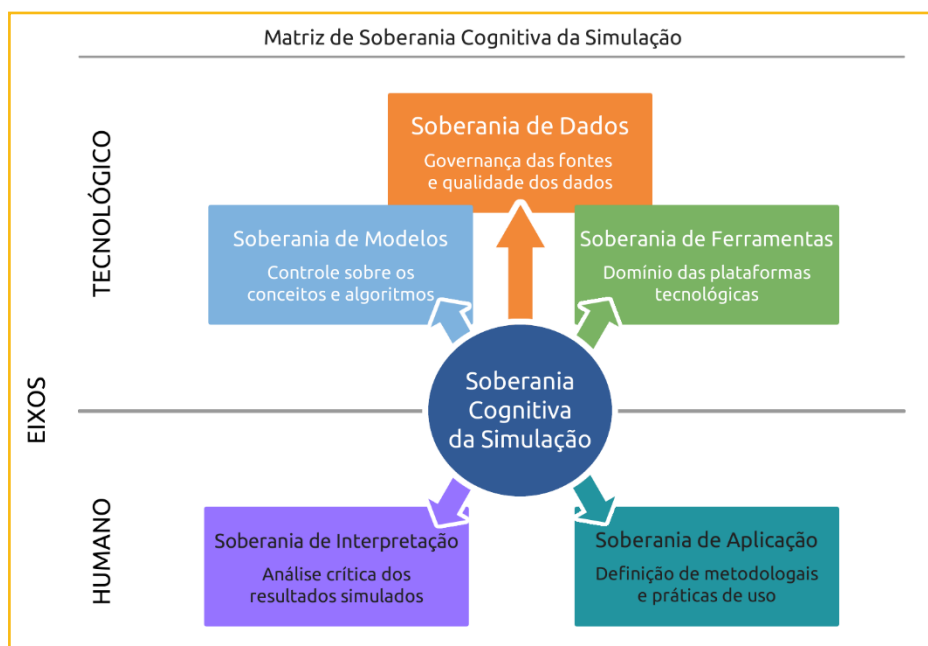
A partir da perspectiva proposta neste artigo, esse fenômeno pode ser interpretado como uma assimetria entre os eixos tecnológico e cognitivo da simulação. O eixo tecnológico envolve o domínio de ferramentas, dados e modelos que possibilitam a execução de ambientes simulados. Já o eixo cognitivo refere-se à capacidade de interpretar criticamente os resultados produzidos e de aplicar esses ambientes de forma estruturada para gerar conhecimento.

Quando o domínio tecnológico não é acompanhado pelo desenvolvimento de competências analíticas, metodológicas e institucionais relacionadas à interpretação e aplicação da simulação, os ambientes simulados tendem a funcionar apenas como instrumentos técnicos, sem produzir efetivamente novos conhecimentos estratégicos. Nesse cenário, a simulação pode ser utilizada como tecnologia operacional, mas não como infraestrutura cognitiva de investigação.

A Matriz de Soberania Cognitiva da Simulação permite compreender que a autonomia na produção de conhecimento baseado em simulação depende de uma articulação equilibrada entre esses dois eixos. A ausência de desenvolvimento no eixo cognitivo, especialmente nas dimensões de interpretação e aplicação, pode limitar significativamente o potencial estratégico das tecnologias de simulação, mesmo quando a infraestrutura tecnológica está disponível.

Assim, a soberania cognitiva da simulação não depende apenas da posse de tecnologias avançadas, mas também da capacidade institucional de transformar ambientes simulados em instrumentos de produção de conhecimento.

Figura 1 - Matriz de Soberania Cognitiva da Simulação



Fonte: Autores (2026)

## **SIMULAÇÃO COMO LABORATÓRIO ESTRATÉGICO DE BAIXO CUSTO POLÍTICO E MATERIAL**

Uma das características mais relevantes da simulação, especialmente em contextos estratégicos, é sua capacidade de atuar como um laboratório de experimentação para decisões complexas. Em ambientes reais, muitas decisões relacionadas à defesa, à segurança, à logística ou à gestão de crises envolvem riscos elevados, custos financeiros significativos e implicações políticas potencialmente irreversíveis. A simulação permite explorar essas decisões em ambientes controlados, nos quais diferentes cenários podem ser testados sem comprometer recursos materiais, vidas humanas ou a estabilidade institucional (BANKS et al., 2010; MELGAREJO, 2023).

Se a simulação contribui para a gestão de crises e de processos incertos, ela representa uma variável importante no esforço de consolidação de um tipo de poder, pois oferece a capacidade de se adaptar a problemas inesperados. Katzenstein e Seybert (2018) propuseram o conceito de poder proteuiano ou proteusiano (protean power), inspirando-se em Proteu, deus da mitologia grega que poderia assumir qualquer forma. Assim, o poder, compreendido como capacidade mensurada por meio de indicadores militares, econômicos e tecnológicos, revela a falha em lidar com o risco e a incerteza. Para eles, o poder proteusiano resulta das práticas de atores ágeis diante da incerteza, relaciona-se ao poder de controle, responde e aprofunda mudanças imprevistas, surgindo como uma resposta a crises que pegam todos de surpresa. A simulação, portanto, é crucial para a criação e o fortalecimento da dinâmica de poder (KATZENSTEIN e SEYBERT, 2018).

Essa capacidade transforma a simulação em um instrumento privilegiado para o estudo de sistemas estratégicos caracterizados por elevada complexidade e incerteza. Situações como conflitos armados, crises humanitárias, colapsos logísticos ou falhas sistêmicas em infraestruturas críticas não podem ser reproduzidas experimentalmente no mundo real sem consequências graves. A simulação permite que esses fenômenos

sejam analisados por meio da construção de cenários experimentais, nos quais variáveis relevantes podem ser manipuladas e seus efeitos observados de forma sistemática (WINSBERG, 2010; SARGENT, 2013).

No campo da defesa, essa função experimental é historicamente evidente em práticas como exercícios militares, jogos de guerra e ensaios operacionais. A literatura sobre wargaming descreve esses ambientes como instrumentos analíticos utilizados para explorar decisões estratégicas, testar hipóteses operacionais e compreender possíveis dinâmicas de interação entre atores em cenários de conflito (PERLA, 1990; SABIN, 2012). Ao longo do tempo, essas práticas evoluíram de exercícios predominantemente físicos para ambientes cada vez mais sofisticados de modelagem e simulação computacional. Wargames contemporâneos, por exemplo, combinam modelagem computacional, análise de dados e participação humana para explorar possíveis cursos de ação em contextos de conflito, de competição estratégica ou operações conjuntas e combinadas entre diferentes forças ou países. O objetivo dessas simulações não é prever com precisão o comportamento futuro de um adversário, mas sim ampliar a compreensão dos possíveis padrões de interação, identificar suas próprias vulnerabilidades e avaliar alternativas estratégicas.

Nesse sentido, ambientes de wargaming e de simulação estratégica podem ser compreendidos como instrumentos de experimentação cognitiva coletiva. Ao permitir que diferentes atores explorem cenários, avaliem alternativas e observem possíveis consequências de decisões complexas, esses ambientes funcionam como espaços estruturados para a produção e o compartilhamento de conhecimento estratégico. A capacidade de projetar e gerenciar tais ambientes torna-se, portanto, um elemento relevante da autonomia analítica de instituições e países, pois define não apenas quais cenários podem ser explorados, mas também quais formas de interpretação e de aprendizagem estratégica se tornam possíveis.

Todas as características abordadas anteriormente têm implicações diretas para o conceito de soberania cognitiva discutido neste artigo. Quando instituições

possuem capacidade de desenvolver e gerenciar seus próprios ambientes de simulação, ou contam com parceiros estratégicos situados no mesmo ecossistema tecnológico e geopolítico, capazes de dominar o estado da arte e da técnica no desenvolvimento dessas tecnologias, elas passam a dispor de um espaço autônomo de experimentação estratégica. Nesse espaço, é possível testar hipóteses, explorar cenários alternativos e avaliar políticas públicas ou decisões operacionais antes de sua implementação efetiva.

Ao contrário, quando os ambientes de simulação utilizados são completamente dependentes de modelos, dados ou plataformas externas, a capacidade de experimentar alternativas estratégicas pode tornar-se limitada pelas premissas incorporadas nesses sistemas. Nesse caso, a simulação deixa de funcionar plenamente como instrumento de produção autônoma de conhecimento e passa a reproduzir estruturas analíticas previamente definidas (WINSBERG, 2010).

Sob essa perspectiva, ambientes de simulação podem ser compreendidos não apenas como ferramentas técnicas, mas também como infraestruturas cognitivas que moldam a forma como organizações investigam cenários, avaliam riscos e produzem conhecimento estratégico.

Ao tratar a simulação como um laboratório estratégico, reconhecemos que ela é, acima de tudo, uma infraestrutura cognitiva essencial. Mais do que suporte técnico, ela é o espaço de experimentação sistemática em que se produz conhecimento estratégico de forma controlada. Dominar essa tecnologia deixa de ser uma escolha técnica e torna-se o alicerce da autonomia analítica e da soberania cognitiva diante das transformações globais.

## CONCLUSÃO

O avanço das tecnologias de modelagem e simulação ampliou significativamente as possibilidades de análise, experimentação e antecipação de comportamentos em sistemas complexos. Em áreas como defesa, segurança, logística, gestão de crises e

planejamento estratégico, a simulação consolidou-se como um instrumento central para explorar cenários, testar hipóteses e compreender dinâmicas cuja observação direta seria impraticável, dispendiosa ou politicamente arriscada (BANKS et al., 2010; LAW, 2015).

Este artigo demonstrou que a simulação transcende o suporte técnico, operando como uma tecnologia epistemológica e infraestrutura cognitiva essenciais para a análise de sistemas complexos (WINSBERG, 2010; EDWARDS, 2010). Ao estruturar a forma como a realidade é investigada e interpretada, a simulação condiciona diretamente a produção do conhecimento estratégico (MORGAN, 2005).

No contexto do Sul Global, a importação acrítica de modelos externos perpetua a dependência epistemológica ao transferir premissas e doutrinas alheias às realidades locais (SANTOS, 2010; HERRERA, 1995).

Foi nesse contexto que o artigo propõe a Matriz de Soberania Cognitiva da Simulação como contribuição conceitual central. Como resposta a esse desafio, organiza-se a autonomia em cinco dimensões: modelos, dados, ferramentas, interpretação e aplicação. A distinção entre o eixo tecnológico (modelos, ferramentas e dados) e o eixo cognitivo ou humano (interpretação e aplicação) revela que o acesso à tecnologia avançada não garante, por si só, autonomia analítica.

Essa distinção permite formular um dos argumentos centrais do artigo: nem toda capacidade tecnológica de simulação se converte, automaticamente, em produção autônoma de conhecimento estratégico. Países ou instituições podem possuir plataformas sofisticadas, bases de dados extensas e ambientes computacionais avançados, mas ainda assim permanecer epistemologicamente dependentes se não desenvolverem competências analíticas, metodológicas e institucionais para interpretar criticamente os resultados produzidos e aplicá-los segundo objetivos próprios. Nessa perspectiva, a assimetria entre o eixo tecnológico e o eixo cognitivo ajuda a explicar por que determinadas organizações utilizam a simulação apenas como suporte operacional, enquanto outras a convertem em um verdadeiro instrumento de investigação e soberania analítica.

Dessa forma, fortalecer a soberania cognitiva da simulação implica desenvolver capacidades científicas, técnicas e institucionais que permitam modelar, alimentar, operar, interpretar e aplicar ambientes simulados de modo alinhado às necessidades do contexto local. Isso inclui investimento em formação especializada, desenvolvimento de metodologias próprias, produção de bases de dados contextualizadas, domínio crítico das ferramentas tecnológicas e consolidação de ecossistemas cooperativos capazes de sustentar autonomia analítica de longo prazo (DAGNINO, 2014; VALENTE, 2016).

Ao reconhecer a simulação como instrumento de produção de conhecimento, e não apenas como ferramenta técnica, torna-se possível compreender seu papel central nas disputas contemporâneas por autonomia tecnológica, capacidade analítica e soberania cognitiva no Sul Global.

A principal contribuição deste artigo reside na proposição da Matriz de Soberania Cognitiva da Simulação como instrumento analítico para compreender a relação entre tecnologia, conhecimento e poder no contexto do Sul Global.

Nesse sentido, a simulação deixa de ser apenas uma tecnologia de suporte e passa a constituir um campo de disputa epistemológica, no qual se define quem pode produzir conhecimento sobre a realidade e sob quais premissas esse conhecimento será construído.

## REFERÊNCIAS

AXELROD, Robert. **The complexity of cooperation: agent-based models of competition and collaboration**. Princeton: Princeton University Press, 1997.

BANKS, Jerry et al. **Discrete-event system simulation**. 5. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 fev. 2026.

CUNHA, Guilherme Lopes et al. A (in)segurança dos oceanos, a diplomacia naval e os desafios estratégicos do Brasil. **Revista de Doutrina e Jurisprudência do Superior Tribunal Militar**, v. 34, n. 2, p. 1-28, 2025.

DAGNINO, Renato. **Tecnologia social: contribuições conceituais e metodológicas**. Campina Grande: EDUEPB; Florianópolis: Insular, 2014.

DAGNINO, Renato. **Tecnociência solidária**: um manual estratégico. Campinas: Unicamp, 2014.

DAVIS, Paul K. **Analytic architecture for capabilities-based planning, mission-system analysis, and transformation**. Santa Monica: RAND Corporation, 2002. Disponível em: [https://www.rand.org/pubs/monograph\\_reports/MR1513.html](https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1513.html). Acesso em: 09 mar. 2026.

DEJONG, Ton; VANJOOILINGEN, Wouter R. Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. **Review of Educational Research**, Thousand Oaks, v. 68, n. 2, p. 179-201, 1998. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/00346543068002179>. Acesso em: 09 mar. 2026.

EARNEST, David C. The gardener and the craftsman: four types of complexity in global life. In: KAVALSKI, Emilian (org.). **World politics at the edge of chaos**: reflections on complexity and global life. Albany: SUNY Press, 2015.

EDWARDS, Paul N. **A vast machine**: computer models, climate data, and the politics of global warming. Cambridge, MA: MIT Press, 2010.

FURTADO, Celso. **Criatividade e dependência na civilização industrial**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

GRÜNE-YANOFF, Till; WEIRICH, Paul. The philosophy and epistemology of simulation: a review. **Simulation & Gaming**, v. 41, n. 1, p. 20-50, 2010. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1046878109353470>. Acesso em: 10 mar. 2026.

HERRERA, Amílcar O. Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. **Redes**, Buenos Aires, v. 2, n. 5, p. 117-131, 1995.

HOLLAND, John H. **Complexity**: a very short introduction. Oxford: Oxford University Press, 2014.

KATZENSTEIN, Peter J.; SEYBERT, Lucia A. Protean power and uncertainty: exploring the unexpected in world politics. **International Studies Quarterly**, v. 62, n. 1, p. 80-93, 2018. Disponível em: <https://academic.oup.com/isq/article/62/1/80/4768385>. Acesso em: 09 mar. 2026.

KATZENSTEIN, Peter J. Worldviews in world politics. In: KATZENSTEIN, Peter J. (ed.). **Uncertainty and its discontents**: worldviews in world politics. New York: Cambridge University Press, 2022. p. 1-69.

KAVALSKI, Emilian (org.). **World politics at the edge of chaos**: reflections on complexity and global life. Albany: SUNY Press, 2015.

LAW, Averill M. **Simulation modeling and analysis**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2015.

MELGAREJO, Erlei Roldan. **Simuladores**: explorando todos os mundos. Santa Maria: UICLAP, 2023.

MAZZEGA, Pierre; DEVI, Rugmini; BARROS-PLATIAU, Ana Flávia. Where is the “Global South” located in scientific research? **Earth System Governance**, v. 25, 100269, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.esg.2025.100269>. Acesso em: 10 mar. 2026.

MODI, Narendra. **Prime Minister Shri Narendra Modi’s Opening Remarks at the Inaugural Leaders’ Session of Voice of Global South Summit 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.mea.gov.in/Speeches-Statements.htm?dtl/36109>. Acesso em: 13 fev. 2026.

MORGAN, Mary S. Experiments versus models: new phenomena, inference and surprise. **Journal of Economic Methodology**, v. 12, n. 2, p. 317-329, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13501780500086128>. Acesso em: 09 mar. 2026.

PERLA, Peter P. **The art of wargaming: a guide for professionals and hobbyists**. Annapolis: Naval Institute Press, 1990.

PUSTILNIK, Marcelo Vieira; MELGAREJO, Erlei Roldan; MILLANI, Maria Luiza Xavier. KreskaBot: ambiente virtual de robótica educacional para aprendizagem baseada em simulação. *In*: SUMARIVA, Guilherme (org.). **Robótica, inovação e educação: conexões para o futuro**. Santo André: V&V Editora, 2026.

SABIN, Philip. **Simulating war: studying conflict through simulation games**. London: Continuum, 2012.

SANTOS, Boaventura de Sousa; MENESES, Maria Paula (org.). **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2010.

SARGENT, Robert G. Verification and validation of simulation models. **Journal of Simulation**, v. 7, n. 1, p. 12-24, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/jos.2012.20>. Acesso em: 23 fev. 2026.

SQUIRE, Kurt. **Video games and learning: teaching and participatory culture in the digital age**. New York: Teachers College Press, 2011.

TOLK, Andreas. **Engineering principles of combat modeling and distributed simulation**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012.

VALENTE, José Armando. Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica. *Revista e-Curriculum*, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 864-897, 2016. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76647706006>. Acesso em: 09 fev. 2026.

WINSBERG, Eric. **Science in the age of computer simulation**. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

## Autoria

### 1 Erlei Roldan Melgarejo

Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, Doutorado em Educação em Ciência

<https://orcid.org/0009-0005-5768-3142> • emelgarejo@gmail.com

### 2 Guilherme Lopes da Cunha

Mestrado e Doutorado em Economia Política Internacional pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Pós-Doutorado em Relações Internacionais pela Universidade de Brasília, Pós-Doutorando em Ciências Sociais pela Universidad Jorge Tadeo Lozano, Professor

<https://orcid.org/0000-0002-8639-747X> • guilherme.lopes@esg.br

### 3 Marcelo Viera Pustilnik

Graduado em Pedagogia pela Universidade de Campinas, Mestre em Ensino e História de Ciências da Terra pela Universidade de Campinas, Doutor em Educação pela Universidade de Campinas, Pós-Doutor em Inovação Pedagógica pela Universidade do Porto, Professor

<https://orcid.org/0000-0002-1139-5154> • marcelo.pustilnik@ufsm.br

## Como citar este artigo

MELGAREJO, E. R.; CUNHA, G. L.; PUSTILNIK, M. V. Simulação e soberania cognitiva no Sul Global: dependência epistemológica e autonomia estratégica. **InterAção**, Santa Maria, v. 17, n. 2, e96246, p. 1-34, jun. 2026. DOI 10.5902/1980509896246. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.5902/2357797596246>so em: dia mês abreviado. ano.