



Inteligência Artificial na Educação: Ruptura Paradigmática em um Sistema em Crise Crônica

SILVIO MEIRA E LUCIANO MEIRA

tds.company



Inteligência Artificial na Educação: Ruptura Paradigmática em um Sistema em Crise Crônica¹

SILVIO MEIRA² e LUCIANO MEIRA³



2025



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

¹ ©2025 Silvio Meira e Luciano Meira. Todos os direitos reservados.

² Silvio Meira é Cientista-chefe da [TDS.company](https://tds.company), TIME Leader na LEFIL Company, Professor Extraordinário na cesar.school, no Porto Digital e Distinguished Research Fellow na [Asia School of Business](https://asia.school.of.business), Kuala Lumpur. Meira é membro dos Conselhos da **CI&T**, **magalu**, **Oficina Francisco Brennand**, **Fundação Roberto Marinho** e presidente do Conselho do **Porto Digital**.

³ Luciano Meira é Ph.D em Educação pela Universidade da Califórnia, Professor Associado de Psicologia na Universidade Federal de Pernambuco, Head de Pedagogia na Proz Educação, Professor Colaborador em Design da Cesar School e membro dos Conselhos da **BETT Brasil** e do **Porvir**.

Resumo

Este artigo avança a tese de que a Inteligência Artificial (IA) generativa não representa uma ferramenta tecnológica incremental, mas um Cisne Vermelho (Meira, 2025) para o ecossistema educacional, ou seja, **um evento de ruptura sistêmica, ultra-imprevisível em suas consequências e epistemicamente transformador**. Em contraste com o construto do Cisne Negro (Taleb, 2010), que denota uma falha de previsão estatística, o Cisne Vermelho, conceito aqui mobilizado, sinaliza uma falha de paradigma, expondo a inadequação da própria racionalidade cognitiva e institucional de um sistema. Argumenta-se que este evento incide sobre um sistema educacional global já em estado de crise crônica e multifacetada (**Banco Mundial/Unesco/Unicef**, 2021), caracterizado por uma profunda inércia institucional e uma incapacidade manifesta de se adaptar a ondas tecnológicas anteriores, como a internet e os dispositivos móveis.

O trabalho inicia com um **diagnóstico** da fragilidade do paradigma educacional vigente, de matriz industrial, obsoleto em sua estrutura fabril de padronização em massa, fragmentação disciplinar e avaliação focada na replicação. Detalha-se a crise preexistente no contexto brasileiro, desde a **fratura** da educação básica — marcada pelo "apagão de professores" e pela desigualdade estrutural — até a **crise de relevância** do ensino superior, evidenciada pela evasão e pela desconexão com as competências exigidas nos "tempos pós-normais" (Sardar, 2010)

Em seguida, a análise aprofunda a natureza da ruptura provocada por IA em três eixos fundamentais. No eixo cognitivo, IA emerge como um novo agente epistêmico, comoditizando o conhecimento explícito e forçando uma redefinição radical do papel docente, que se **desloca da função de "transmissor de conteúdo" para a de curador de experiências, mentor e orquestrador metacognitivo**. No eixo avaliativo, a capacidade da IA de gerar respostas perfeitas provoca o colapso dos modelos de exames padronizados, tornando inevitável a migração para formas de avaliação mais autênticas, baseadas em projetos e portfólios. Por fim, no eixo estrutural, IA ataca a lógica do "pacote" educacional, implodindo o modelo econômico e organizacional da escola e da universidade e questionando o propósito do espaço físico, que deve se reinventar como um hub de colaboração e interação humana.

Ao final, o artigo conclui com a proposição de um conjunto de **quatro** eixos estratégicos e acionáveis para que sistemas educacionais, com foco na **realidade brasileira**, possam tratar IA **não como uma ameaça paralisante, mas como uma alavanca histórica para uma reinvenção sistêmica**. As recomendações abrangem a requalificação e o empoderamento docente, uma reforma curricular e avaliativa radical, a criação de uma infraestrutura pública e soberana de IA para evitar a dependência de *big techs*, e o estabelecimento de uma estratégia de governança ética e fomento à pesquisa que transformem **IA na educação**, de ameaça, na maior oportunidade do século para o Brasil dar um salto de **qualidade, equidade e relevância** no cenário competitivo global.

Conteúdo

Resumo.....	3
Introdução.....	5
1. Anatomia de um Sistema em Colapso: A Crise Multidimensional da Educação	7
1.1. O Paradigma Educacional Industrial: Um Modelo Fabril Obsoleto	7
1.2. A Fragilidade Sistêmica no Brasil: Da Base ao Ensino Superior	7
1.3. O Cenário Global: Crises de Acesso, Aprendizagem e Financiamento.....	8
1.4. A Inércia Tecnológica: Um Sistema Imunocomprometido.....	10
2: A Natureza do Cisne Vermelho: IA como Força de Ruptura Epistemológica	11
2.1. IA como Agente Epistêmico e a Comoditização do Conhecimento.....	11
2.2. O Deslocamento do "O Quê" e do "Como" se Aprende	13
2.3. O Desafio à Autoridade Humana e o Novo Papel Docente	17
2.4. A Erosão das Fronteiras Institucionais	18
3: O Desmanche do Modelo Educacional: Impactos Estruturais do Cisne Vermelho de IA	20
3.1. O Colapso da Avaliação Tradicional.....	20
3.2. A Promessa da Hiper-personalização	21
3.3. Os Riscos da Otimização Algorítmica: Bolhas e Vieses.....	21
3.4. O Redesenho do Espaço Físico: A Escola como Hub de Interação	22
4: Navegando a Ruptura: Recomendações Estratégicas para o Sistema Educacional.....	23
4.1. Eixo 1: Requalificação e Empoderamento Docente: O Fator Humano como Epicentro da Mudança.....	23
4.2. Eixo 2: Reforma Curricular e Avaliativa Radical: Do Conteúdo à Competência, da Prova ao Portfólio	25
4.3. Eixo 3: Criação de uma Infraestrutura Pública de IA para a Educação: Soberania Digital e Equidade	26
4.4. Eixo 4: Governança Ética e Fomento à Pesquisa: Regulando o Presente, inventando o Futuro	28
Conclusão: Do Risco da Irrelevância à Oportunidade da Reinvenção.....	31
Referências	34

Introdução

Vivemos uma era que Ziauddin Sardar (**Sardar**, 2010) denominou "tempos pós-normais", um período histórico definido pela intensificação simultânea da complexidade, do caos e das contradições. Neste cenário, os fatos são incertos, os valores estão em disputa, os riscos são elevados e as decisões, urgentes. Tal contexto **dissolve** a própria noção de normalidade como um horizonte de previsibilidade, expondo a inadequação dos modelos de pensamento e planejamento herdados de uma era mais estável. É neste ambiente de incerteza radical que os sistemas sociais, especialmente aqueles marcados por rigidez e inércia, como a educação, tornam-se agudamente vulneráveis a choques paradigmáticos.

Para analisar a natureza desses choques, o arcabouço teórico deste trabalho se apoia na distinção fundamental entre os conceitos de "Cisne Negro" e "Cisne Vermelho". O Cisne Negro, popularizado por Nassim Nicholas Taleb (**Taleb**, 2010), descreve um evento raro, de alto impacto e que só se torna explicável em retrospectiva, revelando uma falha de previsão estatística. Para capturar a magnitude de certas rupturas contemporâneas, o conceito de Cisne Negro se mostra insuficiente. Propõe-se, assim, a utilização do conceito de "Cisne Vermelho", desenvolvido por Silvio Meira (**Meira**, 2025), para designar um evento que vai além da falha de previsão, configurando uma falha de paradigma.

Atributo	Cisne Negro (Taleb)	Cisne Vermelho (Meira, S.)
Natureza do Impacto	Estatístico e de alto impacto.	Epistemológico e de ruptura paradigmática.
Previsibilidade	Imprevisto (falha de modelo estatístico).	Impensável (falha de modelo cognitivo e, por consequência, preditivo).
Causa da Surpresa	Evento de "cauda pesada", fora das expectativas normais.	Sinais fracos ignorados por vieses institucionais e cognitivos.
Resposta Sistêmica	Racionalização retrospectiva ("sempre foi óbvio").	Colapso do paradigma e necessidade de reinvenção ontológica.
Reversibilidade	Frequentemente reversível ou adaptável dentro do paradigma existente.	Irreversível; introduz mudanças estruturais permanentes.
Exemplo	Crise financeira de 2008.	A ascensão da Inteligência Artificial Generativa.

Tabela 1. Distinção Conceitual: Cisne Negro vs. Cisne Vermelho.

O Cisne Vermelho é um evento de natureza sistêmica, ultra-imprevisível em suas consequências e, centralmente, de ruptura epistemológica. Ele não apenas abala um sistema, mas fratura as próprias estruturas cognitivas e institucionais com as quais o sistema se compreende e opera. **Sua ocorrência revela que o modo como o sistema pensa, se organiza e cria valor é fundamentalmente inadequado para a nova realidade.**

*A tese central deste artigo é que a **Inteligência Artificial** generativa não é uma mera ferramenta ou uma nova onda tecnológica a ser "integrada" pela educação, mas um **Cisne Vermelho** por excelência.*

Inteligência Artificial (daqui em diante, IA será usado como acrônimo para IA generativa) atende a todos os critérios definidores: introduz mudanças irreversíveis, sua potência transformadora foi **paradoxalmente invisível** para um sistema educacional focado em aplicações marginais, e sua difusão transcende o paradigma educacional vigente, questionando suas premissas mais fundamentais sobre conhecimento, avaliação e o papel do professor.

Isso nos leva ao problema central que guia esta investigação:

*o que acontece quando um Cisne Vermelho de magnitude civilizacional
incide sobre um sistema social crítico
— a educação —
que já se encontra em estado de crise crônica
e que falhou em absorver as revoluções tecnológicas anteriores?*

Este trabalho se propõe a responder a essa questão por meio de uma análise estruturada. A **seção 1** diagnosticará a crise multidimensional e preexistente da educação, expondo sua fragilidade sistêmica. A **seção 2** aplicará o arcabouço do Cisne Vermelho para analisar a natureza da ruptura epistemológica causada por IA. A **seção 3** detalhará os impactos estruturais dessa ruptura, desde o colapso da avaliação até o redesenho dos espaços físicos de aprendizagem. Finalmente, a **seção 4** apresentará um conjunto de recomendações estratégicas para que o sistema educacional brasileiro possa navegar essa ruptura, transformando-a em uma oportunidade histórica de reinvenção.

1. Anatomia de um Sistema em Colapso: A Crise Multidimensional da Educação

A **vulnerabilidade** do sistema educacional ao choque da Inteligência Artificial não pode ser compreendida sem um diagnóstico de sua fragilidade **preexistente**. A educação, como um "mercado lento" por excelência, opera com uma inércia estrutural e institucional que a tornou despreparada não apenas para o futuro, mas para o próprio presente. Esta seção dissectiona as múltiplas dimensões de uma crise que é, ao mesmo tempo, de paradigma, de relevância e de capacidade adaptativa, argumentando que o sistema já se encontrava em um estado de falência funcional muito antes da emergência de IA generativa.

1.1. O Paradigma Educacional Industrial: Um Modelo Fabril Obsoleto

A arquitetura fundamental da educação formal, do ensino fundamental à universidade, permanece **aprisionada** a um paradigma concebido no século XIX para atender às necessidades da sociedade industrial. Este modelo opera com a lógica de uma **linha de montagem** fabril, cujas características centrais são a **padronização em massa, a fragmentação do conhecimento e a avaliação focada na replicação**. O conhecimento é dividido em "disciplinas" estanques, como se fossem estações de trabalho isoladas, sem conexão ou interdisciplinaridade.

Os alunos progridem de forma **linear e seriada**, agrupados por idade e não por competência ou interesse. O processo de avaliação, por sua vez, privilegia a memorização e a replicação de conteúdo por meio de **exames e testes padronizados, medindo a conformidade do "produto" final em vez de sua capacidade de pensar criticamente ou criar**. Este modelo, projetado para um mundo de estabilidade e previsibilidade, é estruturalmente incapaz de formar cidadãos e profissionais para a **complexidade, a volatilidade** e as interconexões típicas do século XXI.

1.2. A Fragilidade Sistêmica no Brasil: Da Base ao Ensino Superior

No Brasil, as falhas desse paradigma são exacerbadas por desafios estruturais profundos, criando um cenário de **crise aguda e persistente em todos os níveis de ensino**.

No ensino superior, a crise se manifesta de forma explícita. O modelo da "aula" expositiva, onde um professor transmite unilateralmente conteúdo para uma plateia passiva, é um formato comprovadamente **obsoleto, ineficaz e desinteressante** para engajar uma geração de nativos digitais. A transição para o ensino online durante a pandemia, em grande parte, apenas virtualizou este modelo falido, sem alterar sua arquitetura

pedagógica.

O resultado é uma **desconexão abissal** entre o que é ensinado nas universidades e as competências, como resolução de problemas complexos, colaboração e adaptabilidade, exigidas por um mundo "**figital**" (a convergência das dimensões física, digital e social do universo das competências e habilidades pessoas e das performances dos negócios, na acepção de **Meira**, 2021). Essa **crise de relevância** alimenta taxas de evasão alarmantes. Dados do Censo da Educação Superior (**INEP**, 2024) indicam que 59% dos estudantes que ingressaram em 2010 não haviam concluído o curso até 2019.

Os espaços físicos das universidades se **esvaziam** porque os alunos questionam, com razão, o valor de um diploma que **não** garante empregabilidade e cujo conteúdo pode ser encontrado, muitas vezes com maior qualidade e gratuitamente, em plataformas online (**Lucena e Meira**, 2023).

Na educação básica, a situação é ainda mais grave, pois a crise do ensino superior é um sintoma de uma base educacional fraturada. O país enfrenta um iminente "**apagão de professores**", com projeções indicando um déficit de 235 mil docentes até 2040 (**SEMESP**, 2022). Este fenômeno é impulsionado pela **desvalorização crônica** da carreira, baixos salários, condições de trabalho precárias e uma crescente falta de interesse dos jovens pelos cursos de licenciatura.

Os currículos, por sua vez, são **anacrônicos** e **desarticulados** da realidade dos estudantes. No entanto, o vetor mais potente da crise na base é a desigualdade social. A escola brasileira, em vez de atuar como um **equalizador de oportunidades**, tem historicamente funcionado como um **mecanismo de reprodução de desigualdades** (**Guzzo e Filho**, 2005) **perpetuando** um abismo entre uma minoria com acesso a uma educação de qualidade e uma maioria relegada a um sistema precarizado.

1.3. O Cenário Global: Crises de Acesso, Aprendizagem e Financiamento

A crise educacional **não é** uma exclusividade brasileira; ela é a manifestação local de uma disfunção sistêmica global (**OECD**, 2025). Em escala planetária, os sistemas educacionais enfrentam um **tripé de desafios crônicos** que comprometem sua missão fundamental.

Primeiro, a crise de acesso: apesar dos enormes progressos nas últimas décadas, continuamos sem atingir metas do Plano Nacional de Educação (PNE) de universalização de acesso e taxas de frequência no Ensino Básico (**Agência Brasil**, 2025), especialmente no Ensino Médio, privando milhões de crianças e jovens de seu direito fundamental à educação. Essa **exclusão inicial** representa a primeira e mais básica falha do sistema.

Segundo, e talvez mais grave, a **crise de aprendizagem**. Relatórios do Banco Mundial e da UNESCO revelam um fenômeno devastador e muitas vezes invisível: a "**pobreza de aprendizagem**" (World Bank/Unesco, 2021). O termo define a condição de uma criança que, aos 10 anos, é incapaz de ler e compreender um texto simples e apropriado para sua idade. A leitura é a **competência portal**; sem ela, a aprendizagem em todas as outras áreas fica severamente restringida.

O problema não é marginal. No Brasil, dados pré-pandemia já eram alarmantes: **48% das crianças no final do ensino primário eram consideradas "pobres de aprendizagem"**. Este indicador combina a "privação de escolaridade" (3% das crianças fora da escola) com a "privação de aprendizagem" (47% dos alunos matriculados que não atingem o nível mínimo de proficiência). A pandemia de COVID-19 **aprofundou** essa catástrofe silenciosa, com perdas de aprendizagem em todo o mundo, exacerbando uma crise que já estava em curso.

Terceiro, uma combinação de restrição orçamentária e desafios de eficiência caracteriza uma **crise de financiamento da educação no Brasil**. Embora o país destine cerca de **6% do PIB à educação**, valor superior à média da OCDE, o investimento por aluno ainda é significativamente inferior ao dos países desenvolvidos: o país investe cerca de **US\$ 3.745 por estudante no ensino fundamental**, enquanto a média da OCDE ultrapassa **US\$ 13.000**. Mais recentemente, o investimento sofreu **retração** no Brasil, agravando as dificuldades de expansão e qualificação do ensino público, embora nos últimos dois anos tenhamos retornado a uma relativa normalidade.

Esse cenário de **financiamento com restrições** reflete-se diretamente nos resultados educacionais. O desempenho dos estudantes brasileiros em avaliações internacionais, como o **PISA 2022**, permanece muito abaixo da média global: **73% registraram desempenho abaixo do nível mínimo de proficiência em matemática**. Entre os países membros da OCDE, 31% dos estudantes participantes não atingem esse mínimo. Além disso, **apenas 1% dos estudantes brasileiros atingiu alto desempenho em matemática (INEP, 2023)**. O Brasil ocupa posições inferiores no ranking internacional, atrás de países latino-americanos como Chile, Uruguai e México, demonstrando que, mesmo com esforço orçamentário relevante em relação ao PIB, o país não traduz o investimento em avanços consistentes de aprendizagem e qualidade.

A situação evidencia que o problema brasileiro não é apenas de volume de recursos, mas também de **eficiência na aplicação** e de prioridades de políticas públicas. O Brasil investe proporcionalmente mais do que muitos países, mas gasta **menos** por aluno e obtém resultados **piores**, especialmente quando comparado a nações que conseguem,

com recursos similares ou ligeiramente superiores, alcançar desempenhos significativamente melhores. Assim, **a crise de financiamento da educação no Brasil é, ao mesmo tempo, quantitativa e qualitativa, exigindo não só mais recursos, mas sobretudo melhor gestão e foco em resultados.**

O fato de um investimento relativamente maior não se traduzir em melhores resultados de aprendizagem reforça o diagnóstico de uma **falência de paradigma**, e não apenas de uma escassez de recursos.

1.4. A Inércia Tecnológica: Um Sistema Imunocomprometido

A vulnerabilidade extrema do sistema educacional ao Cisne Vermelho da IA foi preparada por sua **incapacidade sistêmica** de se adaptar a ondas tecnológicas anteriores. A introdução, na escola, de computadores nas décadas de 1980 e 1990, da internet nos anos 2000 e dos smartphones na década de 2010 foi, em sua maioria, superficial e instrumental. A tecnologia foi tratada como um "adendo" — um projetor para substituir o quadro-negro, um PDF para substituir o livro impresso, uma videochamada para substituir a aula presencial — sem jamais alterar a gramática pedagógica fundamental associada à metáfora da **transmissão de conteúdos**.

Essa falha não foi de implementação, mas de imaginação e estratégia. O sistema, preso em sua lógica industrial, foi cognitivamente incapaz de conceber a tecnologia como uma força reconfiguradora de seu núcleo. Viu a internet como uma biblioteca digital, **não** como uma rede de criação e colaboração. Viu o smartphone como uma distração, **não** como um dispositivo com abertura contínua para o conhecimento ubíquo.

Essa cegueira paradigmática, essa falha em absorver as rupturas anteriores, deixou o sistema educacional sem "anticorpos" adaptativos. O sistema, portanto, não desenvolveu a resiliência, a flexibilidade e a cultura de inovação necessárias para lidar com mudanças.

Ao se manter rigidamente analógico em sua essência pedagógica, o sistema se tornou imunocomprometido, preparando o terreno para que o choque de IA não fosse uma ruptura administrável, mas um evento de impacto existencial.

2: A Natureza do Cisne Vermelho: IA como Força de Ruptura Epistemológica

A Inteligência Artificial generativa não é apenas mais uma tecnologia a ser integrada ao repertório educacional. Ela é um evento de natureza distinta, um **Cisne Vermelho** que ataca as **fundações epistemológicas** do sistema de ensino. Sua chegada não representa uma simples mudança de ferramentas, mas uma **redefinição fundamental** do que é o conhecimento, de como ele é produzido e validado, e de quem são os agentes com legitimidade para participar desse processo. Esta seção aplica o arcabouço teórico do Cisne Vermelho para dissecar a natureza dessa ruptura, argumentando que **IA desloca o eixo da educação de um modelo de transmissão de conteúdo para um novo paradigma de interação e curadoria.**

2.1. IA como Agente Epistêmico e a Comoditização do Conhecimento

A mudança mais profunda introduzida por IA é sua passagem de ferramenta para agente epistêmico. **Ferramentas, como um martelo ou uma calculadora, são extensões que amplificam a capacidade humana em tarefas definidas. Agentes, por outro lado, têm um grau de autonomia para executar tarefas complexas. IA generativa, contudo, vai além: ela atua na própria arena da produção de conhecimento, alterando os fundamentos da autoria e da agência cognitiva.**

Ela não é uma mera extensão da cognição humana, mas um novo e autônomo eixo de inteligência. Sistemas como LLMs (Large Language Models) não raciocinam por formas humanas, nos sentidos semântico, pragmático e indeterminístico (Meira, L., 2025). Em vez disso, realizam uma forma de "imitação algorítmica" em escala massiva, como **“papagaios estocásticos”** (Bender, E., 2021), operando de forma estatística e probabilística para generalizar padrões a partir de vastos *corpora* de dados. Com isso, conseguem decompor tarefas complexas em "primitivos cognitivos", como classificação, previsão e sumarização, e executá-los com uma proficiência que antes era domínio exclusivo de especialistas humanos.

Este processo, que pode ser definido como "**automação cognitiva**", desafia diretamente o monopólio do trabalho interpretativo que por séculos pertenceu aos educadores. O resultado é a comoditização acelerada do conhecimento explícito. O "conteúdo", que são fatos, conceitos, procedimentos... que por séculos foi o **principal** ativo e a moeda de troca do sistema educacional, torna-se abundante, instantâneo, assertivo e virtualmente gratuito. A escassez artificial de conhecimento, mantida pela estrutura da sala de aula e pela rigidez curricular, é **aniquilada**.

O valor, portanto, migra drasticamente do acesso ao conteúdo para a **qualidade da interação com o conhecimento**.

O Cisne Vermelho de IA **desloca** valor do esforço humano de transmissão para a infraestrutura de aprendizagem, os modelos, dados, APIs e, sobretudo, para as competências humanas de ordem superior, como a curadoria, a mentoria, o questionamento crítico e a criatividade, **que se tornam o novo centro da atividade pedagógica**.

Tal **comoditização** não é apenas uma mudança econômica; é o sintoma de uma ruptura ontológica, epistemológica e axiológica mais profunda, que ataca as fundações que sustentaram o paradigma educacional por séculos.

- **Ontologicamente**, o conhecimento, antes um artefato primordialmente humano, criado por profissionais diversos como agentes centrais de um processo controlado, é redefinido como uma **co-criação humano-máquina**.

IA não é uma mera ferramenta, mas um **novo eixo de inteligência**, um agente epistêmico que **participa ativamente da síntese e geração de saber**. Isso questiona a própria agência humana no processo educacional, transformando a identidade de alunos e professores e desestabilizando a noção de autoria.

- **Epistemologicamente**, os métodos de validação, antes centrados na expertise humana e na busca por previsibilidade, perdem sua exclusividade.

IA introduz uma era de opacidade e incerteza radical, substituindo a lógica determinística do "se-então" pela **indução estatística e probabilística**. O conhecimento gerado por IA **não** é semanticamente "verdadeiro", mas estatisticamente provável, o que invalida os mecanismos tradicionais de garantia de qualidade e controle epistêmico. A confiança, antes depositada na autoridade do professor, agora precisa ser negociada com sistemas cujo processo de "raciocínio" é fundamentalmente não-humano.

- **Axiologicamente**, a hierarquia de valores do sistema educacional é subvertida. O valor, antes atrelado ao esforço humano de replicação de conteúdo e ao *craftsmanship* do professor-especialista, é deslocado para o **impacto e a eficiência do processamento algorítmico**. O esforço de memorizar e repetir, a base da avaliação tradicional, perde seu valor intrínseco diante de uma máquina com capacidade de síntese quase infinita.

O que passa a ser valorizado são as **competências de ordem superior: a capacidade de fazer perguntas críticas, de orquestrar a interação com IA e de aplicar o julgamento ético — habilidades que não são sobre replicar, mas sobre governar o conhecimento.**

Este **colapso triplo** — ontológico, epistemológico e axiológico — é a **essência da ruptura** epistêmica que caracteriza o Cisne Vermelho de IA, desafiando não apenas as práticas educacionais, mas a própria racionalidade cognitiva e institucional que as sustentam.

Característica do Cisne Vermelho	Aplicação de IA na Educação
Hiperconectividade	IA se propaga “instantaneamente” por todas as disciplinas, conectando alunos, professores e fontes de informação de maneiras exponenciais e inéditas, dissolvendo os silos de conhecimento.
Sincronicidade	A ascensão de IA ocorre em paralelo a crises sociais, climáticas e de saúde mental, amplificando as tensões sobre um sistema educacional já sobrecarregado e forçando uma reavaliação de seu propósito.
Irreversibilidade	Uma vez que a capacidade de gerar conhecimento sintético se torna ubíqua e acessível, não há retorno possível ao modelo onde o professor humano é o único detentor e transmissor autorizado do saber. A mudança é estrutural e permanente.
Invisibilidade Paradoxal	Embora os sinais de IA estivessem presentes há anos em laboratórios de pesquisa, o sistema educacional, por sua inércia e vieses cognitivos, ignorou sua potência transformadora, focando em aplicações específicas (software de correção, gestão) em vez de compreender a ruptura ontológica iminente.
Transcendência Paradigmática	A IA expõe os limites e a inadequação do paradigma educacional industrial. Ela torna obsoleta a memorização como competência, invalida avaliações padronizadas e <u>questiona o papel da "aula" como unidade fundamental de aprendizagem, forçando o sistema a repensar seus próprios fundamentos.</u>

Tabela 2: As Cinco Características do Cisne Vermelho Aplicadas à Educação.

2.2. O Deslocamento do "O Quê" e do "Como" se Aprende

A comoditização do conhecimento explícito, impulsionada por IA como agente epistêmico, provoca um colapso direto no pilar central do paradigma educacional industrial: o **currículo**. Se fatos, conceitos e procedimentos estão “instantaneamente” acessíveis, a pergunta "o que aprender?" sofre um deslocamento radical. A memorização

de fatos e fórmulas, antes um indicador central de aprendizado, torna-se uma competência de baixo valor, uma relíquia de uma era de escassez de informação. O currículo, concebido como uma lista de conteúdos a serem "cobertos" e transmitidos de forma linear, perde sua razão de ser. Ele se revela como um artefato de um mundo onde o acesso ao conhecimento era o principal gargalo, uma premissa que IA aniquila por completo.

Em seu lugar, emerge a necessidade de um currículo focado no desenvolvimento de competências duradouras e de ordem superior. O valor não está mais em deter o conhecimento, mas em saber como obtê-lo, validá-lo, sintetizá-lo e aplicá-lo de forma criativa e ética. Isso transcende, inclusive, a noção genérica de "pensamento crítico". A competência central na era de IA torna-se a **orquestração metacognitiva**: a capacidade de gerir o próprio processo de aprendizagem dentro de uma **tríade de inteligências** — individual, social e artificial.

"**Aprender**", nesse novo paradigma, **significa** ser capaz de enquadrar problemas complexos para um parceiro de IA, avaliar criticamente seus resultados probabilísticos, identificar seus vieses e "alucinações", e integrar seus insights com o julgamento humano e a validação social. A capacidade de fazer as perguntas certas torna-se, assim, a habilidade de **arquitetar um diálogo produtivo com uma inteligência não-humana**, uma competência que é, em si, uma forma de design de sistemas cognitivos.

Essa **mudança** no "o quê" força uma **transformação** igualmente radical no "como" se aprende. O modelo passivo e monológico da aula expositiva, já pedagogicamente **questionável** e amplamente **obsoleto**, torna-se logicamente **insustentável**. Por que um aluno deveria "assistir" a uma exposição padronizada quando tem acesso a um tutor de IA infinitamente paciente, capaz de **personalizar** explicações, gerar exemplos sob medida e adaptar-se ao seu ritmo individual? A aprendizagem na era de IA é, por natureza, ativa, investigativa e relacional. **O paradigma se desloca da recepção de informação para a interação com sistemas cognitivos.**

Nesse novo modelo, o aluno deixa de ser um receptor para se tornar um orquestrador, e IA transcende a função de ferramenta e se torna um **parceiro cognitivo**. A aprendizagem deixa de ser um ato de consumo de conteúdo para se tornar um processo de investigação colaborativa. **Os alunos utilizam IA não apenas para pesquisar, mas para engajamento em atividades cognitivas de ordem superior:**

- **Explorar cenários contrafactuais:** IA permite que a aprendizagem histórica e social transcenda a memorização de eventos e datas. Ao utilizar IA como um motor de simulação, os alunos podem investigar ativamente a causalidade e a

complexidade dos sistemas. Uma pergunta como "*E se a Revolução Francesa não tivesse ocorrido?*" deixa de ser um exercício de especulação para se tornar uma investigação estruturada.

IA pode gerar narrativas alternativas baseadas em diferentes variáveis (econômicas, políticas, culturais), completas com justificativas, pontos de inflexão e consequências simuladas. Isso força o aluno a pensar sistemicamente, a avaliar a robustez das premissas e a compreender que a história não é um caminho linear, mas um espaço de possibilidades moldado por contingências. É uma pedagogia para os "tempos pós-normais", que prepara para a incerteza ao desconstruir a ilusão de um passado determinístico.

- **Atuar como um parceiro de debate ou “opositor conversacional”:** IA pode ser configurada para atuar como um "*Advocatus diaboli*" socrático, fortalecendo o raciocínio crítico e a capacidade de argumentação do aluno. Ao ser incumbida de gerar argumentos e contra-argumentos para uma tese, IA força o estudante a antecipar objeções, a procurar evidências mais robustas e a refinar a lógica de sua própria posição. Quando surgem contradições no debate, o sistema pode ser programado para apresentar casos análogos, modelos teóricos ou dados que desafiem um consenso prematuro.

Essa prática transforma a aprendizagem **de** um ato de concordância passiva **para** um exercício de construção dialética, essencial para a formação de um pensamento argumentativo e resiliente, capaz de navegar a complexidade e as disputas de valores do mundo contemporâneo.

- **Sintetizar vastas paisagens de informação:** Diante da explosão de informações, a competência humana central não é mais encontrar dados, mas dar-lhes sentido. IA atua como um poderoso sintetizador, capaz de processar milhares de artigos, relatórios ou livros para extrair temas centrais, criar mapas conceituais e gerar resumos de campos inteiros do saber.

O papel do aluno, como orquestrador, não é o de aceitar passivamente essa síntese, mas de interrogá-la: Quais vieses estão presentes no resumo? Quais escolas de pensamento foram sub-representadas? Que conexões não-óbvias o modelo deixou de fazer? IA automatiza o "primitivo cognitivo" da sumarização, liberando o tempo humano para a tarefa de ordem superior da interpretação crítica e da integração de conhecimento.

- **Prototipar soluções:** IA reduz drasticamente a barreira entre a ideia e suas primeiras manifestações tangíveis, acelerando os ciclos de aprendizado baseado em projetos. Um estudante de engenharia pode pedir IA que gere o código inicial para um aplicativo, um designer pode solicitar um modelo 3D básico para um novo produto, e um aluno de políticas públicas pode gerar o rascunho de uma proposta legislativa. Ferramentas como GitHub Copilot já demonstram esse potencial no desenvolvimento de software.

O aluno não é substituído, mas empoderado. Ele se concentra não na labuta inicial da criação a partir do zero, mas nas etapas de maior valor cognitivo: **refinar, testar, iterar e contextualizar a solução prototipada por IA, transformando uma geração algorítmica em uma criação humana com propósito e qualidade.**

Metodologias como a aprendizagem baseada em problemas, ou PBL (**BorochoVICIUS e Tortella, 2014**), em projetos, ou **PjBL** (**Bender, W., 2014**) ou em desafios, CBL (**Nichols e Cator, 2008**) deixam de ser alternativas pedagógicas para se tornarem o ecossistema natural para esse novo modo de aprender. Elas são a resposta estrutural ao colapso da "aula" como unidade de ensino.

*A aula tradicional, monológica, onde o conhecimento é estático e deve ser repetido como um mantra, sem espaço para descobertas, já era um modelo **falido**.
IA apenas torna essa falência **insustentável**.*

Em seu lugar, Problem-Based Learning, Project-Based Learning e Challenge-Based Learning fornecem os desafios abertos, complexos e interdisciplinares que espelham a natureza de situações do mundo real e que exigem, por definição, a **orquestração da tríade de inteligências**. Nesse ecossistema, o aprendizado não é mais uma sequência linear de transmissão de conteúdos, mas um fluxo dinâmico onde o aluno, como orquestrador, mobiliza:

- **Sua inteligência individual** para enquadrar o problema, formular hipóteses e aplicar julgamentos críticos.
- **A inteligência social** do grupo para debater e validar ideias, construir sobre as contribuições dos outros e **alcançar uma legitimidade coletiva** para as soluções propostas.
- **A inteligência artificial** como um parceiro cognitivo, uma extensão de sua capacidade de investigação.

IA, neste contexto, **não fornece as respostas; ela potencializa e amplifica o processo de descoberta**, transformando a aprendizagem de um evento de aquisição para um processo de criação. Ela se torna a infraestrutura que permite aos estudantes se engajarem em tarefas cognitivas de ordem superior, antes impossíveis ou impraticáveis em escala. A interação com IA como parceiro cognitivo redefine a própria natureza da investigação, permitindo aos alunos não apenas encontrar informações, mas co-gerar conhecimento.

2.3. O Desafio à Autoridade Humana e o Novo Papel Docente

Talvez a consequência mais visceral e existencial do Cisne Vermelho da IA seja o colapso da base de autoridade sobre a qual a profissão docente foi construída nos últimos séculos. No modelo industrial, a **autoridade** do professor era primariamente epistêmica: ele era a fonte certificada do conhecimento, o detentor do monopólio do trabalho interpretativo dentro dos muros da sala de aula.

IA, ao se estabelecer como um **agente epistêmico onipresente e de baixo custo**, destrói essa base de autoridade de forma implacável. Se um aluno pode obter uma explicação clara, instantânea e personalizada sobre um conceito complexo de um chatbot, a função do professor como "transmissor de conteúdo" não apenas se torna redundante, mas *economicamente inviável e pedagogicamente anacrônica*.

Isso não significa o fim do professor, mas o imperativo de uma profunda e urgente reinvenção de seu papel. A transição da figura do "sábio no palco" (*sage on the stage*) para o "guia ao lado" (*guide on the side*) é uma metáfora útil, mas que não captura a totalidade da mudança ontológica em curso. A nova posição do docente é mais complexa e estratégica: ele se torna o orquestrador humano da tríade de inteligências (individual, social e artificial), o principal arquiteto das interações produtivas entre elas.

Sua nova autoridade não reside mais em "saber mais", mas em "guiar melhor", em "conectar com mais sabedoria" e em "humanizar com mais profundidade". Suas funções essenciais migram para domínios que IA não pode replicar:

- **Curador de Jornadas de Aprendizagem:** O professor deixa de ser um entregador de conteúdo para se tornar um arquiteto de problemas e um designer de jornadas de descoberta. **Sua função é selecionar e enquadrar desafios relevantes e complexos que motivem os alunos a mobilizar IA como parceira cognitiva, garantindo que a exploração seja profunda, eticamente consciente e alinhada a objetivos de aprendizagem significativos.**

- **Mentor Metacognitivo:** Com IA assumindo a instrução direta, o papel do professor se eleva para o **desenvolvimento da metacognição dos alunos**. Ele ensina os estudantes a "pensar sobre como pensam com IA", a gerenciar seus próprios processos de aprendizagem, a avaliar a confiabilidade das informações geradas por algoritmos, a reconhecer vieses e a construir uma postura de ceticismo epistêmico saudável. O foco muda de ensinar "o quê" para **ensinar "como aprender" em um ecossistema cognitivo híbrido**.
- **Orquestrador do Diálogo Crítico e da Validação Social:** Em um mundo de conteúdo sintético abundante, a **capacidade de avaliar, debater e validar informação torna-se fundamental**. O professor atua como o **facilitador central do diálogo crítico, orquestrando debates, ensinando a arte da argumentação e criando um ambiente onde a inteligência social da turma é mobilizada para validar ou refutar os resultados gerados pela Inteligência Artificial**. **Ele é o guardião da coerência e do rigor intelectual em um ambiente de verdades probabilísticas**.
- **Facilitador de Competências Humanísticas:** Acima de tudo, o professor se concentra naquelas **dimensões** da formação humana que são fundamentalmente não-computáveis e insubstituíveis: o desenvolvimento da empatia, da inteligência emocional, da colaboração, da resiliência, da criatividade original e do julgamento ético. Ele cria o **espaço seguro** para o erro, para a vulnerabilidade, para o afeto e para o crescimento socioemocional que nenhuma IA pode oferecer.

Essa transição é, portanto, **ontológica**. Ela redefine a identidade profissional docente, exigindo uma mudança de um especialista em um domínio de conteúdo para um **especialista em aprendizagem humana em ambientes complexos**.

O professor do futuro **não é um técnico** que opera IA, **mas um humanista** que a contextualiza, um **estrategista** que a orquestra e um **mentor** que guia os alunos através da complexidade, do caos e das contradições da era pós-normal.

2.4. A Erosão das Fronteiras Institucionais

Finalmente, a **ruptura epistemológica** provocada por IA transcende os muros da sala de aula e atua como um poderoso solvente para as rígidas fronteiras institucionais que por séculos definiram e protegeram a educação formal.

A hiperconectividade e a transcendência paradigmática, características centrais do Cisne Vermelho, manifestam-se aqui como uma força que **desintegra** o modelo do "pacote" educacional — o **bloco monolítico** composto por ano letivo, carga horária e diploma — e

questiona o monopólio da escola e da universidade como os únicos locais legitimados para a certificação do saber.

A **primeira** fratura ocorre nos próprios **mecanismos de formação**. Em um ambiente onde IA comoditiza o conhecimento explícito, o diploma, enquanto credencial estática, perde sua centralidade. **O valor desloca-se da certificação de frequência e aprovação para a demonstração de competências e habilidades aplicadas**. Em setores de alta velocidade de evolução, como o de tecnologia, essa transição já é uma realidade consolidada: a contratação é frequentemente baseada em portfólios de projetos e na demonstração de proficiência, não na posse de um diploma universitário. IA acelera e generaliza essa tendência para **todos** os campos do saber, tornando o modelo tradicional de graduação, com seus currículos inflexíveis e longos ciclos, cada vez mais anacrônico e desconectado das demandas de um mercado de trabalho fluido.

A **segunda** fratura, consequência direta da primeira, é a **dissolução das barreiras entre a educação formal, não formal e corporativa**. A aprendizagem torna-se mais fluida, modular e contínua ao longo da vida — um estado que se pode denominar *onlife*, onde o aprendizado é uma constante da vida em rede. IA é o principal catalisador dessa fusão, ao permitir a criação de **trilhas de aprendizagem personalizadas e sob demanda, acessíveis a qualquer pessoa, em qualquer lugar**.

Isso cria um novo e competitivo **ecossistema de conhecimento**, onde universidades corporativas, plataformas de cursos online e até mesmo instituições financeiras, como o banco que adquire uma faculdade de Educação à Distância, passam a disputar o mesmo espaço antes exclusivo das instituições de ensino tradicionais.

Isso nos leva à **terceira** e mais profunda fratura: uma **crise de legitimidade institucional**. O monopólio da universidade não era apenas sobre ensinar, mas sobre *certificar* o que conta como conhecimento válido. Em um mundo onde as competências podem ser **adquiridas** de forma granular e **demonstradas** através de portfólios verificáveis em plataformas digitais, **a legitimidade migra da instituição para a infraestrutura e para a evidência**.

O valor **não está mais** no selo da universidade, mas na robustez do portfólio do indivíduo. A instituição educacional, portanto, precisa encontrar **um novo lugar** nesse ecossistema de conhecimento distribuído. Sua sobrevivência não dependerá mais de sua capacidade de proteger e transmitir conteúdo, mas de sua habilidade para se reinventar como uma plataforma: **um hub de curadoria de experiências, de fomento à colaboração e de construção de comunidade, funções eminentemente humanas que IA pode potencializar, mas não substituir**.

3: O Desmanche do Modelo Educacional: Impactos Estruturais do Cisne Vermelho de IA

A ruptura epistemológica provocada pela Inteligência Artificial, analisada na seção anterior, não permanece no plano abstrato. Ela se manifesta como uma **força demolidora** que ataca as vigas mestras da estrutura educacional herdada da era industrial. Esta seção examina os impactos concretos e estruturais desse Cisne Vermelho, detalhando como IA força o **colapso** do modelo tradicional de avaliação, **redefine** a promessa da personalização, **introduz** novos riscos sistêmicos e, finalmente, **obriga** a uma reimaginação radical do propósito e do desenho dos espaços físicos de aprendizagem.

3.1. O Colapso da Avaliação Tradicional

O sistema de avaliação é o velho motor que impulsiona o comportamento de alunos e professores em qualquer sistema educacional. O modelo predominante, baseado em provas, testes de múltipla escolha e redações padronizadas, foi projetado para medir uma única competência principal: a capacidade do aluno de **memorizar** e **replicar** informação fornecidas pelo professor ou pelo livro didático. IA generativa torna este modelo não apenas obsoleto, mas **completamente inútil**.

Quando um aluno pode usar um LLM para gerar uma redação formalmente perfeita sobre qualquer tema, ou para resolver instantaneamente qualquer problema de cálculo ou questão factual, a prova tradicional **deixa de medir** o conhecimento do aluno e passa a medir sua habilidade em operar IA. O instrumento de avaliação entra em colapso. Tentar combater isso com ferramentas de detecção de plágio cada vez mais sofisticadas é uma batalha perdida, uma espécie de corrida armamentista que desvia o foco do que realmente importa.

Este colapso, no entanto, não é uma catástrofe, mas uma **oportunidade libertadora**. Ele força o sistema a abandonar a obsessão com a memorização e a migrar, por necessidade, para modelos de **avaliação autêntica, cujo foco é a demonstração de competências aplicadas em contextos realistas e complexos**. Em vez de provas, o foco se desloca para:

- **Portfólios Dinâmicos:** Coleções curadas de trabalhos, projetos e reflexões que demonstram o **crescimento e as competências** do aluno ao longo do tempo.
- **Aprendizagem Baseada em Projetos:** Avaliação da capacidade de investigar um problema real, colaborar em equipe, prototipar uma solução, realizar entregas e comunicar os resultados.
- **Resolução de Problemas Complexos:** Apresentar aos alunos desafios abertos e

interdisciplinares que não têm uma única resposta, avaliando o processo de raciocínio, a criatividade e a resiliência.

- **Defesas Orais e Apresentações:** Avaliar a capacidade de argumentação, síntese e comunicação de ideias.

IA, portanto, não "quebra" a avaliação tradicional; ela a expõe como já quebrada e cria um imperativo inescapável para construir algo melhor, alinhado com as competências do século XXI.

3.2. A Promessa da Hiper-personalização

Por décadas, educadores sonharam com a possibilidade de adaptar o ensino ao ritmo, estilo e necessidades individuais de cada aluno. A sala de aula industrial, com seu modelo "um para muitos", sempre lutou com a heterogeneidade dos estudantes. IA oferece, pela primeira vez na história, a possibilidade de realizar a **hiper-personalização em escala**.

Sistemas de tutoria inteligente e plataformas de aprendizado adaptativo podem criar trilhas de aprendizagem **radicalmente individualizadas**. Um algoritmo pode identificar que um aluno tem dificuldade com frações e oferecer-lhe exercícios de reforço, vídeos explicativos e problemas práticos, avançando apenas quando a competência for dominada. Para outro aluno que demonstra aptidão avançada em um tópico, o sistema pode oferecer desafios mais complexos e materiais de aprofundamento. **Teoricamente, isso é possível e poderia resolver um dos problemas mais intratáveis da educação: como garantir que nenhum aluno fique para trás e, ao mesmo tempo, que nenhum aluno seja contido em seu potencial.**

3.3. Os Riscos da Otimização Algorítmica: Bolhas e Vieses

A promessa da hiper-personalização vem acompanhada de indefinições sobre sua realização prática (ver, por exemplo, **Bastani et al., 2024**) e riscos significativos que não podem ser ignorados. A otimização algorítmica da aprendizagem, se não for gerida com cuidado e com mediação humana, pode levar a consequências pedagógicas e sociais perversas.

O principal risco é a criação de **"bolhas de aprendizado"**. Assim como os algoritmos de redes sociais criam bolhas de filtro que nos isolam de perspectivas divergentes, os algoritmos educacionais **podem isolar** os alunos em trilhas de conteúdo otimizadas, mas empobrecidas. **A aprendizagem se tornaria uma atividade solitária, mediada por uma máquina, diminuindo drasticamente a interação social, o debate de ideias, o aprendizado com os pares e a construção de conhecimento coletivo — elementos que são centrais não**

apenas para uma aprendizagem profunda, mas para a formação de uma cidadania democrática e plural.

Além disso, há o risco onipresente dos **vieses algorítmicos** (Cozman e Kaufman, 2022). Modelos de IA treinados com dados históricos que refletem as desigualdades e preconceitos da sociedade podem **perpetuar** e até **amplificar** esses vieses. Um sistema pode, por exemplo, sutilmente direcionar meninas para longe de campos de STEM ou oferecer menos desafios para alunos de contextos socioeconômicos de maior vulnerabilidade, com base em padrões discriminatórios presentes nos dados de treinamento. A gestão desses riscos recai diretamente sobre o novο papel do professor. O docente-curador é quem deve garantir que a personalização tecnológica seja equilibrada com ricas experiências de aprendizado social, colaborativo e ético.

3.4. O Redesenho do Espaço Físico: A Escola como Hub de Interação

Se a instrução personalizada, a entrega de conteúdo e até mesmo a tutoria individual podem ser realizadas de forma eficaz por sistemas digitais, qual se torna o **propósito** da escola e da universidade como **espaços físicos**? Por que os alunos se deslocariam para se encontrar em um prédio? A resposta reside naquilo que as máquinas não podem oferecer: **a interação humana autêntica e a experiência comunitária**.

O futuro do espaço físico educacional **não é** de um local para transmissão de informação, **mas** de um **hub de colaboração, criação e socialização**. Os campi e as escolas devem ser redesenhados para maximizar as oportunidades de encontro, debate, **trabalho em equipe** e experimentação prática. As salas de aula tradicionais, com fileiras de carteiras voltadas para um professor, devem dar lugar a espaços flexíveis e reconfiguráveis:

- **Laboratórios e Oficinas (Makerspaces):** Locais para prototipagem, construção, experimentação científica e expressão artística.
- **Espaços de Colaboração:** Ambientes projetados para o trabalho em grupo, com quadros brancos, mobiliário móvel e ferramentas de ideação.
- **Áreas de Apresentação e Debate:** Pequenos auditórios ou "arenas" para que os alunos apresentem seus projetos e debatam ideias.
- **Zonas de Convivência e Formação de Comunidades:** Espaços informais que fomentem a socialização, a formação de redes de contatos e o sentimento de pertencimento.

Em suma, a escola física **sobrevive e prospera** ao se concentrar em sua função mais insubstituível: ser o epicentro da vida comunitária e o catalisador das interações humanas que estão no cerne de uma educação verdadeiramente humanística.

4: Navegando a Ruptura:

Recomendações Estratégicas para o Sistema Educacional

Diante de uma ruptura de magnitude paradigmática como a do Cisne Vermelho de IA, a pior resposta é a paralisia, a negação ou a proibição. O sistema educacional brasileiro, com seus desafios históricos e sua imensa escala, não pode se dar ao luxo de uma postura reativa. É preciso **adotar uma estratégia proativa e soberana**, tratando IA não como um novo problema a ser adicionado à longa lista existente, mas como uma alavanca sem precedentes para resolver **questões estruturais** e dar um salto único em qualidade e equidade. Esta seção delinea quatro eixos estratégicos interdependentes, projetados para guiar essa transformação.

4.1. Eixo 1: Requalificação e Empoderamento Docente: O Fator Humano como Epicentro da Mudança

A transformação do sistema educacional começa e cresce com a força docente. Em um país que enfrenta um iminente "apagão de professores" — com projeções de um déficit de 235 mil docentes até 2040 impulsionado pela desvalorização crônica da carreira, baixos salários e falta de interesse dos jovens — qualquer estratégia que não coloque o **empoderamento** docente em seu centro está fadada ao fracasso. Sem um corpo docente preparado, valorizado e engajado, nenhuma reforma tecnológica ou curricular será bem-sucedida. O deslocamento do papel do professor, **de** transmissor **para** curador, mentor e orquestrador metacognitivo, exige um esforço massivo, contínuo e estratégico de requalificação.

- **Plano Nacional de Letramento em IA: Da Ferramenta à Pedagogia Crítica**

É imperativo criar e implementar um **Plano Nacional de Letramento em IA** para todos os professores da educação básica e superior, concebido não como um treinamento instrumental, mas como uma profunda imersão pedagógica. Este programa deve ir muito além do ensino de como usar ferramentas específicas; seu foco deve ser o desenvolvimento das novas competências docentes para a era de IA. Isso significa capacitar os professores para:

- **Desenhar jornadas de aprendizagem** baseadas em problemas complexos e interdisciplinares, onde IA atue como parceira cognitiva dos alunos.
- **Utilizar IA para personalizar a instrução de forma ética, garantindo que a tecnologia sirva para reduzir, e não ampliar, as desigualdades de aprendizagem.**
- **Mediar debates críticos sobre os resultados dos algoritmos**, ensinando

os alunos a **identificar vieses, "alucinações"** e a avaliar a confiabilidade das informações geradas sinteticamente.

- o **Focar no desenvolvimento de habilidades socioemocionais e de pensamento crítico**, que se tornam o centro da formação humana em um mundo onde o conhecimento factual e procedimental é comoditizado.

Iniciativas existentes, como o projeto IAgora Brasil⁴ da UnB, que visa capacitar professores da rede pública com foco no uso humanizado de IA, e o portal PromptEDU BR⁵, que traduz a pedagogia de prompts para a realidade brasileira de forma acessível, são modelos fundamentais. No entanto, eles precisam ser **ampliados e institucionalizados** como política pública, **integrados** a um esforço nacional que atualize os referenciais de saberes digitais e reformule a formação inicial e continuada de professores.

- **IA como Alavanca de Humanização: A Liberação Estratégica do Tempo Docente**

Paradoxalmente, uma das maiores contribuições de IA para a educação pode ser a de torná-la mais humana. IA deve ser usada estrategicamente para **liberar os professores das tarefas burocráticas, administrativas e repetitivas** que consomem grande parte de seu tempo e energia — como a correção de exercícios padronizados, a elaboração de relatórios de desempenho e o planejamento administrativo. **Experimentos** como o da assistente de ensino "Jill Watson"⁶, uma IA que responde a dúvidas rotineiras de alunos, ou o ChatBot para apoio à criação de planos de aula da Nova Escola⁷, demonstram o **potencial** de automação de interações repetitivas, liberando o tempo dos educadores humanos para tarefas de maior valor agregado.

Essa liberação de tempo não é um mero ganho de eficiência; é uma **realocação estratégica do ativo mais valioso do sistema educacional: a atenção e a interação qualificada do professor**. Com mais tempo disponível, o docente pode se dedicar àquilo que é insubstituível e o cerne de seu novo papel: a **mentoria** individualizada, a **facilitação** de debates complexos, o apoio socioemocional aos alunos e a **criação** de uma comunidade de aprendizagem vibrante e colaborativa. **A tecnologia, nesse sentido, não substitui o professor, mas o potencializa, automatizando o que é maquínico para que o humano possa se dedicar ao que é essencialmente humano.**

⁴ <https://www.iagorabrasil.com.br/>

⁵ <https://sites.google.com/saladeaula.org/promptedubr/home>

⁶ <https://dilab.gatech.edu/jill-watson/>

⁷ <https://novaescola.org.br/dados-perfil/>

4.2. Eixo 2: Reforma Curricular e Avaliativa Radical: Do Conteúdo à Competência, da Prova ao Portfólio

A tecnologia, por si só, não promove a mudança; mas pode ser um catalisador poderoso. A rápida evolução de dispositivos móveis e seu amplo uso na sociedade, por exemplo, fez emergir a necessidade de desenhos pedagógicos específicos para o “mobile learning” (Kukulska-Hulme, 2010).

A verdadeira transformação do sistema educacional brasileiro exige uma reestruturação profunda e corajosa do que se ensina e de como se avalia o aprendizado. O Cisne Vermelho de IA torna essa reforma, antes considerada desejável por especialistas, em uma **condição de sobrevivência inevitável** para o sistema. Manter os currículos e os modelos de avaliação atuais é garantir a irrelevância.

- **Currículos Baseados em Competências: Superando o Paradigma do Conteúdo**

A primeira grande ruptura impulsionada por IA é nos mecanismos de formação, onde a lógica do diploma cede lugar à demonstração de competências e habilidades. O Brasil deve, portanto, acelerar a transição de um currículo baseado em conteúdo para um **currículo radicalmente focado em competências**, indo muito além do que foi proposto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2017 (e da correspondente para Computação em 2023). A BNCC, embora um avanço ao incluir a competência de "compreender, utilizar e criar tecnologias digitais" foi concebida antes da explosão de IA generativa e, portanto, **não contempla** a complexidade da orquestração metacognitiva exigida agora.

O foco deve se deslocar da cobertura de uma lista de tópicos para a **resolução de problemas complexos e interdisciplinares** que espelhem os desafios do mundo real. Isso significa que competências como **ética digital, pensamento computacional, análise de dados e habilidades socioemocionais** não podem ser tratadas como apêndices ou disciplinas isoladas; devem se tornar o tecido conjuntivo do currículo, desde o ensino fundamental. A meta não é formar usuários de ferramentas, mas **cidadãos** capazes de governar a interação com sistemas de inteligência artificial.

Essa reforma enfrenta uma **inércia** institucional gigantesca. Como observado por Woodrow Wilson, "**é mais fácil mover um cemitério do que mudar um currículo**". Nas universidades estatais brasileiras, em particular, qualquer tentativa de reforma curricular se depara com processos convolucionados, marcados por disputas de poder e interesses departamentais que podem paralisar a mudança por anos, tornando o currículo obsoleto antes mesmo de ser implementado. IA, no entanto, não espera. A pressão externa do mercado de trabalho, que já valoriza portfólios

mais que diplomas em áreas como a tecnologia, e a crise de relevância interna, com evasão crescente, tornam essa reforma uma questão de urgência inadiável.

- **Implementação da Avaliação Autêntica: O Colapso da Avaliação Tradicional**

Com o colapso do modelo de avaliação tradicional, tornado inútil pela capacidade de IA de gerar respostas (quase) perfeitas para qualquer prova factual, é preciso implementar, em escala nacional, novos modelos de **avaliação autêntica**. Isso significa substituir a cultura do exame de múltipla escolha e da redação padronizada por uma cultura de avaliação por portfólio, baseada em projetos e na demonstração prática de competências.

A avaliação na era de IA **não** mede o que o aluno memorizou, **mas** sim como ele mobiliza a tríade de inteligências (individual, social e artificial) **para** resolver um problema. O foco se desloca do produto (a resposta correta) para o processo: a qualidade das perguntas feitas à IA, a capacidade de avaliar criticamente os resultados, a colaboração em equipe e a criatividade na solução. Isso requer não apenas novas ferramentas, mas uma profunda mudança de mentalidade e a formação de avaliadores capazes de conduzir esse novo paradigma. A **transição** é complexa e exige um esforço coordenado em nível nacional para desenvolver novos instrumentos, formar educadores e, acima de tudo, *comunicar à sociedade que a era da "decoreba" chegou, por força da tecnologia, ao seu fim definitivo*.

4.3. Eixo 3: Criação de uma Infraestrutura Pública de IA para a Educação: Soberania Digital e Equidade

Deixar o desenvolvimento de ferramentas de IA para a educação exclusivamente nas mãos do mercado, especialmente das grandes empresas globais de tecnologia (*big techs*), seria um **erro estratégico monumental** capaz de gerar **consequências** de longo prazo para a soberania e a equidade do país. Tal caminho levaria inevitavelmente à dependência tecnológica, à importação de modelos com vieses culturais e pedagógicos alienígenas, e ao aprofundamento da desigualdade digital, onde apenas as escolas privadas mais ricas teriam acesso às soluções melhores e mais caras. A decisão sobre *quem constrói* a infraestrutura cognitiva da **próxima** geração de estudantes não é uma questão técnica, mas uma **escolha política** fundamental sobre o futuro do país.

- **Desenvolvimento de Plataformas Soberanas: Um Bem Público Digital**

Para evitar a colonização algorítmica da educação, o Brasil precisa liderar um esforço nacional para o desenvolvimento de uma **infraestrutura pública de IA para a educação**. Isso vai além de comprar software; significa criar plataformas, modelos de linguagem e ferramentas de código aberto, treinados com dados e

contextos culturais brasileiros, e governados como um bem público. A meta é criar um ecossistema de inovação aberto e responsável, que possa ser utilizado por todas as redes de ensino, públicas e privadas, garantindo que a tecnologia sirva a um projeto pedagógico nacional, e não a interesses puramente comerciais e descolados de propósitos e objetivos do país.

Essa infraestrutura deve ser concebida como **um conjunto de "recursos digitais compartilhados para múltiplos fins, sempre governados para o interesse público"**.

O Ministério da Educação (MEC) já sinaliza movimentos nessa direção, com a revisão de normas de uso de dados e a implementação de um *data lake* como parte da construção da Plataforma Nacional de Dados da Educação (PlatEduc). Essa plataforma prevê ambientes regulatórios seguros (*sandbox*), modelos abertos de desenvolvimento e um *marketplace* acessível, assegurando a proteção de dados e fomentando a inovação local.

Iniciativas pioneiras como o IA.Edu – Instituto de Inteligência Artificial na Educação, lançado pelo Núcleo de Excelência em Tecnologias Sociais (NEES/UFAL⁸), e a Cátedra Unesco em Inteligência Artificial na Educação, sediada pela UFAL e pela USP, são **passos importantes** na direção sugerida. Esses projetos demonstram a viabilidade de construir soluções de IA a partir do contexto brasileiro, com foco em atender regiões vulneráveis e desenvolver tecnologias que **não** dependam de infraestruturas de ponta, a exemplo da noção de IA Desplugada, colocando o Brasil na liderança global do debate sobre IA e educação. Apoiar e escalar essas iniciativas é um imperativo estratégico.

- **Garantia de Acesso Equitativo: A Batalha Contra a Desigualdade Digital**

Uma infraestrutura pública de IA, por mais soberana e bem projetada que seja, será inútil se não chegar a todas as escolas e a todos os alunos. A garantia de acesso equitativo não é um complemento, mas uma pré-condição para que IA seja uma força de justiça social. O desafio é imenso: em um país onde *70% das escolas não têm dispositivos tecnológicos em quantidade adequada para uso pedagógico, 52% não têm Wi-Fi e 29% não contam com acesso à banda larga fixa*, a implementação de IA corre o risco de se tornar um privilégio para poucos.

Sem uma política robusta e coordenada de universalização da conectividade e de distribuição de equipamentos, IA inevitavelmente se tornará um fator de aprofundamento das desigualdades educacionais, criando um abismo ainda maior entre a educação pública e a privada. Portanto, o investimento em infraestrutura digital para as escolas deve ser tratado com a mesma urgência e prioridade que o

⁸ <https://www.nees.ufal.br/>

desenvolvimento das plataformas de IA.

Combater a **exclusão digital** é a única forma de garantir que a revolução da IA na educação seja uma revolução para todos, e não apenas para a elite que já tem acesso ao futuro.

4.4. Eixo 4: Governança Ética e Fomento à Pesquisa: Regulando o Presente, inventando o Futuro

A implementação de IA na educação não pode ocorrer em um **vácuo** regulatório e epistêmico. A velocidade da inovação estimulada por tecnologias de propósito geral exige a criação de mecanismos de governança ágeis e robustos para garantir que seu uso seja ético, seguro e alinhado aos objetivos educacionais do país.

Ao mesmo tempo, o caráter de "território desconhecido" da pedagogia na era de IA demanda um **fomento vigoroso** à pesquisa para que o Brasil não seja um mero consumidor de soluções, mas um protagonista na invenção de seus próprios futuros educacionais.

- **Marco Regulatório para IA na Educação: Da Ética à Lei**

É fundamental que o Brasil desenvolva e aprove um **marco legal e ético específico para o uso de IA na educação**, dialogando com as discussões mais amplas sobre a regulação de IA no país, como o **PL 2.338/2023**.

A ética, por si só, é **insuficiente** para governar uma tecnologia de tamanha complexidade e impacto; é preciso um arcabouço legal que estabeleça direitos e deveres claros. Este marco deve ir além de princípios abstratos e estabelecer diretrizes operacionais para:

- **Transparência algorítmica:** Exigir que as instituições educacionais e os fornecedores de tecnologia possam explicar como os sistemas de IA tomam decisões que afetam alunos e professores.
- **Proteção de dados dos estudantes:** Garantir que os dados coletados sejam usados estritamente para fins pedagógicos, com governança robusta e consentimento informado.
- **Equidade e auditoria de vieses:** Implementar mecanismos para auditar algoritmos e mitigar vieses que possam perpetuar ou amplificar desigualdades sociais, raciais ou de gênero.
- **Supervisão humana qualificada:** Assegurar que, em todas as decisões de alto impacto (como avaliação, progressão ou identificação de dificuldades de aprendizagem), **a palavra final seja sempre de um educador humano**

qualificado.

Essa regulação não precisa ser um freio à inovação. O debate em torno do PL 2.338/2023 aponta para um modelo de **regulação descentralizada**, que fomenta a inovação responsável por meio de ambientes regulatórios experimentais (*sandboxes*) e regimes simplificados, especialmente para pequenas empresas e startups.

Iniciativas como o "Referencial para Uso e Desenvolvimento Responsáveis de Inteligência Artificial na Educação", em elaboração pelo MEC, e o "Código de Ética para Uso de Inteligência Artificial na Educação", lançado pela Fundação Cecierj⁹, já demonstram a viabilidade de construir essa governança de forma colaborativa e contextualizada à realidade brasileira.

- **Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Pedagógico: Construindo o Conhecimento do Futuro**

Finalmente, é preciso reconhecer que estamos em território desconhecido. Não existem ainda modelos pedagógicos consolidados para a era de IA. A simples importação de ferramentas ou metodologias estrangeiras, sem uma adaptação crítica, corre o risco de ser ineficaz e culturalmente inadequada.

Portanto, é importante que haja um investimento público e privado significativo em **pesquisa e desenvolvimento (P&D) no campo de IA aplicada à educação**, inclusive expandido as ações previstas no documento IA para o Bem de Todos do Governo Federal¹⁰.

Precisamos fomentar a pesquisa para **criar, testar e validar novas pedagogias**, novos modelos de interação professor-aluno-IA e novas formas de organização escolar que sejam eficazes e humanizadoras. A falta de estudos concretos sobre o uso de IA na sala de aula brasileira é uma lacuna que precisa ser urgentemente preenchida.

⁹ <https://bit.ly/4lpJAOT>

¹⁰ <https://bit.ly/3lr5nau>

A tabela a seguir resume os principais pontos apresentados nesta seção.

Eixo Estratégico	Objetivo Principal	Ações-Chave	Principal Desafio Atendido
1. Requalificação Docente	Transformar o professor em curador, mentor e facilitador.	Plano Nacional de Letramento em IA; Uso de IA para automação de tarefas burocráticas.	Crise de identidade e sobrecarga do professor; "Apagão de professores".
2. Reforma Curricular e dos Sistemas de Avaliação	Alinhar o ensino e a avaliação às competências do século XXI.	Currículos baseados em problemas interdisciplinares; Implementação de avaliação autêntica (portfólios, projetos).	Irrelevância do conteúdo; Colapso da avaliação tradicional.
3. Infraestrutura Pública de IA	Garantir soberania tecnológica e acesso equitativo.	Desenvolvimento de plataformas e modelos de IA de código aberto; Política de conectividade universal para escolas.	Dependência de <i>big techs</i> ; Aprofundamento da desigualdade digital.
4. Governança Ética e Pesquisa	Assegurar o uso responsável e fomentar a inovação pedagógica.	Criação de um marco regulatório ético para IA na educação; Investimento em P&D de novas pedagogias.	Riscos de vieses, privacidade e mau uso; Falta de modelos pedagógicos comprovados.

Tabela 3: Eixos Estratégicos para a Reinvenção da Educação Brasileira na Era de IA.

Conclusão: Do Risco da Irrelevância à Oportunidade da Reinvenção

A análise empreendida neste trabalho **converge** para uma conclusão **incontornável**:

Inteligência Artificial generativa não é uma mera ferramenta a ser assimilada pelo repertório pedagógico, mas um Cisne Vermelho em sua mais pura manifestação — *um evento de ruptura sistêmica, de impacto irreversível e que transcende o paradigma educacional vigente.*

Sua chegada força o sistema educacional a confrontar não apenas uma nova tecnologia, mas, e principalmente, sua **própria e longa crise crônica** de identidade, relevância e capacidade adaptativa.

A análise demonstrou como IA ataca os pilares do modelo industrial de ensino: ela **comoditiza** o conhecimento explícito, deslocando o papel do professor de transmissor para orquestrador metacognitivo; ela **invalida** os mecanismos de avaliação baseados na memorização, forçando uma migração para a demonstração de competências; e ela atua como um **solvente** para as fronteiras institucionais, questionando o monopólio da escola e da universidade como locais legitimados de aprendizado.

A **colisão** deste Cisne Vermelho com um sistema já profundamente fragilizado pela inércia, por uma "pobreza de aprendizagem" que compromete o futuro de quase metade de suas crianças e por um iminente "apagão de professores" que ameaça sua capacidade operacional cria um cenário de risco existencial. A escolha que se apresenta para a educação, e em particular para o sistema brasileiro, não é entre mudar ou permanecer como está.

A mudança é inevitável e já está em curso. A verdadeira escolha é entre um colapso caótico e descontrolado — que aprofundaria a irrelevância do sistema público, ampliaria as desigualdades e consolidaria um apartheid cognitivo — e uma reinvenção deliberada, estratégica e soberana.

Neste contexto, as piores estratégias possíveis são a **proibição** e a **inação**, até porque já passamos muito do ponto em que podemos apelar à **negação**.

Tentar **proibir** o uso de IA nas escolas é uma estratégia de **avestruz**, tão fútil quanto tentar proibir (a seus tempos) a calculadora ou a internet; na prática, apenas criaria um sistema educacional **paralelo e clandestino**, acessível aos mais privilegiados, enquanto a escola pública se tornaria um **museu** de práticas obsoletas, acelerando sua própria decadência.

A **inação**, por sua vez, representa uma **capitulação estratégica**, cedendo o futuro da aprendizagem a atores de mercado e a tecnologias desenvolvidas sem qualquer alinhamento com um **projeto** de nação ou com os **princípios** de equidade e formação cidadã. Ambas as rotas levam ao mesmo destino: o **aprofundamento da crise** e a **irrelevância terminal** do sistema educacional brasileiro como motor de desenvolvimento social e econômico.

É precisamente por isso que este momento, embora repleto de perigos, representa também a **maior oportunidade de transformação da educação** brasileira em um século.

Para um país com os imensos e persistentes desafios do Brasil, IA, se abordada de forma **estratégica**, não é apenas mais um problema. Ela é uma **alavanca de potência inédita**, um solvente universal capaz de **dissolver os gargalos históricos** que por muitas décadas **paralisaram o sistema**.

A **personalização em escala** pode finalmente começar a endereçar a heterogeneidade das salas de aula que alimenta a pobreza de aprendizagem.

A **automação de tarefas burocráticas** pode liberar os professores para focarem no essencial da interação humana, combatendo a sobrecarga que impulsiona o "apagão" docente.

O **acesso a vastos repositórios de conhecimento**, se devidamente curado e mediado, pode democratizar os processos de aprendizagem de formas antes impensáveis.

IA, portanto, **não é** apenas uma ameaça ao modelo antigo; **ela é** a ferramenta mais poderosa que já tivemos para construir um novo. Navegar esta ruptura exige **coragem política, visão de longo prazo** e a **capacidade de orquestrar** os quatro eixos estratégicos aqui propostos como um projeto nacional integrado e inadiável:

- a requalificação massiva e o empoderamento dos professores;
- a reforma radical do currículo e da avaliação;
- a construção de uma infraestrutura pública e soberana de IA e
- o estabelecimento de uma governança ética e robusta.

Não se trata de uma lista de opções, mas de um conjunto de pré-condições essenciais e interdependentes para a sobrevivência e prosperidade do sistema educacional na era da inteligência artificial.

Se o Brasil for capaz de abraçar essa agenda com a **urgência** e a **seriedade** que o momento exige, o **Cisne Vermelho da Inteligência Artificial** pode *deixar de ser uma ameaça paralisante para se tornar o catalisador de um salto quântico em qualidade, equidade e relevância do sistema educacional do país.*

A alternativa é assistir passivamente à consolidação de uma nova dependência, não mais de commodities físicas, mas de infraestruturas cognitivas estrangeiras, condenando o país a uma posição subalterna na economia do conhecimento.

**A tarefa é monumental,
mas a alternativa
— a irrelevância —
é inaceitável.**

Referências

Agência Brasil. (2025). Acesso à educação avança no Brasil, mas sem atingir maioria das metas. Disponível em: <https://bit.ly/46c98KR>. Último acesso: 10/07/2025.

Banco Mundial/Unesco/Unicef. (2021). *Estado da crise educacional global: Uma rota de recuperação*. Disponível em: <https://bit.ly/4nLsSey> Último acesso: 10/07/2025.

Bastani, Hamsa; Bastani, Osbert; Sungu, Alp; Ge, Haosen; Kabakcı, Ozge e Mariman, Rei. (2024). *Generative AI Can Harm Learning*. Disponível em: <https://bit.ly/4c3gNu7>. Último acesso: 10/07/2025.

Bender, Emily; Gebru, Timnit; McMillan-Major, Angelina; Mitchell, Margaret. (2021). On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? *Proceedings of the ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. pp. 610–623.

Bender, William. (2014). *Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI*. Porto Alegre: Penso.

Borochovicius, Eli e Tortella, Jussara. (2014). Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v.22, n. 83, p. 263-294.

Cozman, Fabio e Kaufman, Dora. (2022). Viés no aprendizado de máquina em sistemas de inteligência artificial: a diversidade de origens e os caminhos de mitigação. *Revista USP*, n. 135, 195-210.

Nichols, Mark e Cator, Karen. (2008). *Challenge Based Learning, A White Paper*. Cupertino, CA: Apple, Inc. Disponível em: <https://bit.ly/44ummrP>. Último acesso: 10/07/2025.

Guzzo, Raquel e Filho, Antônio. (2005). Desigualdade social e sistema educacional brasileiro: a urgência da educação emancipadora. *Escritos Sobre Educação*, v.4 n.2. Disponível em: <https://bit.ly/4lquk4z>. Último acesso: 10/07/2025.

INEP. (2024). *Análise do Censo da Educação Superior*. Disponível em: <https://bit.ly/4ePiWfZ>. Último acesso: 10/07/2025.

INEP. (2023). *Nota sobre o Brasil no PISA em 2022*. Disponível em: <https://bit.ly/4kGMI83>. Último acesso: 10/07/2025.

Kukulska-Hulme, Agnes. (2010). Mobile learning as a catalyst for change. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 25(3), 181–185.

Lucena, Pierre e Meira, Silvio. (2023). *O Fim do Campus isolado: vai faltar aluno para tanta estrutura*. Disponível em: <https://bit.ly/3smdnBt>. Último acesso: 10/07/2025.

Meira, Luciano. (2025). *Inovação e Pedagogia: Das Pequenas Mudanças à Transformação Digital da Escola pela IA*. Em: *A Escola com Inteligência Artificial Generativa: uma jornada transformadora para um futuro que já chegou*. Org.: Lara Crivelaro e Geroge Stein. Campinas: Editora Alínea.

Meira, Silvio. (2025). *Os Cisnes Vermelhos estão chegando*. Disponível em <https://silvio.meira.com/os-cisnes-vermelhos-estao-chegando>. Último acesso: 10/07/2025.

Meira, Silvio. (2021). *Nem real, nem virtual: O mundo é Figital*. Disponível em: <https://silvio.meira.com/nem-real-nem-virtual-o-mundo-e-figital/>. Último acesso: 10/07/2025.

OECD. (2025). *Trends shaping Education*. Disponível em: <https://bit.ly/44lXYuG>. Último acesso: 10/07/2025.

SEMESP. (2022). *Risco de apagão de professores no Brasil*. Disponível em: <https://bit.ly/4nG1DSJ>. Último acesso: 10/07/2025.

Sardar, Ziauddin. (2010). Welcome to postnormal times. *Futures*, 42.5: 435-444.

Taleb, Nassim Nicholas. (2010). *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable (With a new section: "On Robustness and Fragility")*. 2nd Edition. Random House.

World Bank/Unesco. (2021). *Brazil: Learning Poverty Brief*. Disponível em: <https://bit.ly/4kyEazS>. Último acesso: 10/07/2025.



tds.company

+55 (81) 97329-4382

Rua da Guia, 217 - Recife Antigo, Recife - PE

tds.company