

## LETRAMENTO EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: FUNDAMENTOS, PRÁTICAS, EPISTEMOLOGIA E IMPLICAÇÕES ÉTICAS PARA A COGNIÇÃO CONTEMPORÂNEA.

**Alexandre Caramelo Pinto, Me.**

Fundação Getulio Vargas (FGV)  
alexandrepinto@fgv.br

**Enos Luiz da Silva Correa, Me.**

Fundação Getulio Vargas (FGV)  
Ext.enos.correa@prof.fgv.edu.br

**Fernando Pedro de Moraes, Ph.D**

Fundação Getulio Vargas (FGV)  
ext.fernando.moraes@prof.fgv.edu.br

### Resumo

Vivemos uma transição cognitiva sem precedentes, marcada pela presença ubíqua da Inteligência Artificial (IA) nos processos de informação, decisão e interação humana. A popularização de ferramentas generativas como ChatGPT, Gemini, Claude, Kimi K2 e Deepseek expôs novas possibilidades de criação, mas também trouxe desafios relacionados à compreensão crítica, à ética e à autonomia cognitiva. Este artigo propõe uma discussão aprofundada sobre o conceito de *Letramento em Inteligência Artificial*, articulando bases históricas, epistemológicas, éticas e pedagógicas, a partir de autores clássicos e contemporâneos, como Turing, Wiener, Lévy, Floridi, Morin, Stiegler, Hui, Morrow e UNESCO, e integrando práticas desenvolvidas em cursos e *workshops* de educação fundamental II e Ensino Médio, superior e corporativa. Analisam-se ainda casos reais de aplicação de IA em empresas como BMW, iFood, Mastercard, Siemens e Gerdau, discutindo impactos sociotécnicos e a necessidade de formação crítica. O estudo contribui ainda com a proposição de uma rubrica de avaliação diagnóstica e a operacionalização de competências de aprendizado para os frameworks apresentados. Conclui-se que o letramento em IA é uma competência central para o século XXI e condição para o exercício pleno da cidadania algorítmica em sociedades digitalmente mediadas.

Palavras-chave: inteligência artificial; letramento em ia; cidadania algorítmica; educação digital; ética dos algoritmos.

## **Abstract**

We are living through an unprecedented cognitive transition, marked by the ubiquitous presence of Artificial Intelligence (AI) in processes of information, decision-making, and human interaction. The widespread adoption of generative tools such as ChatGPT, Gemini, Claude, Kimi K2 and Deepseek has expanded new creative possibilities while also exposing challenges related to critical understanding, ethics, and cognitive autonomy. This article presents an in-depth discussion of the concept of AI Literacy, articulating historical, epistemological, ethical, and pedagogical foundations grounded in classical and contemporary authors, including Turing, Wiener, Lévy, Floridi, Morin, Stiegler, Hui, Morrow, and UNESCO, integrating practices developed in middle and high school education, higher education, and corporate training. The study also analyzes real-world applications of AI in companies such as BMW, iFood, Mastercard, Siemens and Gerda, examining sociotechnical impacts and the growing need for critical and responsible formation. The study also contributes by proposing a diagnostic assessment rubric and operationalizing learning outcomes for the presented frameworks. The findings indicate that AI literacy is a central competency for the 21st century and a prerequisite for the full exercise of algorithmic citizenship in digitally mediated societies.

Keywords: artificial intelligence; AI literacy; algorithmic citizenship; digital education; algorithmic ethics.

## **1. Introdução**

A Inteligência Artificial (IA) deixou de ser um fenômeno tecnológico restrito a especialistas e se tornou uma infraestrutura cognitiva global. Ela permeia silenciosamente atividades cotidianas, da organização de fluxos logísticos à análise de risco bancário; do entretenimento personalizado às plataformas de aprendizagem; das cidades inteligentes às salas de aula mediadas por algoritmos.

Como observa Floridi (2013), vivemos em um *onlife world*, no qual a distinção entre o humano e o digital torna-se cada vez mais tênue. Nesse contexto, a questão central já não é mais “o que a IA pode fazer?”, mas sim “como compreendemos, avaliamos e convivemos com a IA?”.

Essa problematização, porém, exige um retorno ao passado. Os fundamentos da IA têm origem em esforços matemáticos e filosóficos para compreender a mente humana por meio de sistemas formais. O trabalho seminal de Alan Turing, em 1936, estabeleceu a base lógica para a computação moderna ao demonstrar que processos de cálculo poderiam ser reduzidos a manipulações simbólicas. Anos mais tarde, em 1950, Turing propôs o jogo da imitação, antecipando uma questão fundamental para o século XXI: até que ponto uma máquina pode simular a comunicação humana ao ponto de se tornar indistinguível de nós?

A partir da conferência de Dartmouth, em 1956, a IA se consolidou como campo científico, mas passou por ciclos de euforia e frustração, os chamados verões e invernos da IA. Somente com o avanço do deep learning, do *big data* e, principalmente, com o surgimento da arquitetura *transformer* (Vaswani et al., 2017), tornou-se possível desenvolver sistemas capazes de processar linguagem natural com fluidez, coerência contextual e capacidade generativa. Modelos como GPT, Claude, KimiK2, DeepSeek, LLaMA e Gemini não apenas aprendem padrões linguísticos, mas conseguem criar textos, códigos, imagens e até raciocínios complexos em questão de segundos.

Essa nova capacidade gera uma ruptura cultural e educacional. O acesso democratizado a modelos linguísticos de grande escala faz emergir um paradoxo contemporâneo: a população utiliza sistemas inteligentes sem compreensão crítica de seus mecanismos, vieses e impactos socioculturais. Em outras palavras: todos utilizam IA, mas poucos são alfabetizados em IA. Assim como a ascensão da escrita exigiu novas formas de pensar, interpretar e organizar conhecimento, a presença onipresente de sistemas inteligentes exige um novo tipo de alfabetização, o letramento em inteligência artificial.

O letramento em IA não é meramente técnico. Ele é epistemológico, ético, linguístico e cultural. Envolve saber interagir com modelos generativos,

compreender como são treinados, interpretar suas respostas, identificar vieses, reconhecer limites e pensar criticamente sobre suas implicações. Nesse sentido, o letramento em IA articula-se com debates contemporâneos sobre a autonomia humana, os processos de decisão algoritmizados e os efeitos da mediação técnica sobre a percepção e a cognição — temas presentes nas obras de Morin (2001), Floridi (2013), Kaufman (2023), Hui (2021), Stiegler (2010), Lévy (1999), entre outros.

Do ponto de vista educacional, a carência de letramento em IA revela-se tanto na formação básica quanto na superior. Estudantes utilizam ferramentas generativas para produzir textos ou responder exercícios, porém não são capazes de analisar criticamente a qualidade da resposta, os processos inferenciais do modelo ou a ética envolvida no uso de sistemas que recombina dados públicos e privados. Professores e instituições de ensino, por sua vez, encontram-se diante do desafio duplo: compreender as ferramentas para orientar os alunos e reconstruir práticas de ensino-aprendizagem diante de tecnologias que modificam profundamente os modos de pensar. Nesse cenário, o letramento em IA emerge como competência essencial do século XXI, sendo comparável, em importância, não em natureza, à alfabetização em leitura e escrita dos séculos anteriores. Trata-se de promover uma compreensão aprofundada da IA como tecnologia e como fenômeno sociocultural, fortalecendo a autonomia cognitiva, o pensamento crítico, a criatividade e a cidadania digital.

Diante disso, este artigo tem como objetivo discutir, de forma ampliada, os fundamentos do letramento em IA, articulando bases históricas, epistemológicas e éticas com práticas pedagógicas concretas. O trabalho também apresenta estudos de caso corporativos relevantes e propõe caminhos para uma educação crítica capaz de integrar IA sem subordinar-se a ela. A partir da análise dos materiais utilizados em cursos e oficinas, incluindo *frameworks* como CRAFT, ECBI, RTF, CREATE e Prompt Reverso, e da observação de práticas educacionais e empresariais, busca-se demonstrar que o letramento em IA é uma necessidade emergente para todos os setores sociais.

Nesse sentido, embora a importância do letramento em IA seja crescentemente reconhecida na literatura internacional, especialmente documentada por organismos

como UNESCO e OECD, há uma carência de trabalhos que conectem de forma sistemática seus fundamentos teóricos, as práticas pedagógicas concretas bem como as aplicações em ambientes corporativos. A maior parte dos estudos existentes concentra-se em aspectos técnicos ou em discussões de cunho mais teórico e abstrato, sem oferecer um modelo integrado que emergja da prática empírica. Essa lacuna é particularmente crítica no contexto brasileiro, onde as iniciativas de formação em IA ainda são incipientes e carecem de sistematização acadêmica mais estruturante.

Dessa forma, o presente estudo busca preencher essa lacuna ao propor um conceito de letramento em IA com caráter multidimensional, fundamentado em práticas observadas em múltiplos contextos educacionais e corporativos. Diante da crescente onipresença da IA e da lacuna identificada na literatura, este artigo busca responder ao seguinte problema de pesquisa: Como estruturar um conceito de letramento em inteligência artificial que articule fundamentos históricos, epistemológicos e éticos com práticas pedagógicas e corporativas observadas empiricamente? Fica assim posicionada a questão de pesquisa que norteia este trabalho que é: Quais são os eixos e *frameworks* fundamentais para o desenvolvimento do letramento em IA em contextos educacionais e corporativos, e como eles emergem da análise de práticas concretas? Esta questão orienta a investigação no sentido de compreender não apenas o que constitui o letramento em IA, mas também como ele pode ser operacionalizado em diferentes ambientes de aprendizagem.

Para responder a essa questão, o artigo tem como objetivos específicos: (a) analisar e sistematizar os fundamentos teóricos do letramento em IA, a partir de autores clássicos e contemporâneos; (b) descrever e comparar *frameworks* pedagógicos utilizados em iniciativas de formação em educação básica, superior e corporativa; (c) examinar casos de uso de IA em grandes corporações para extrair implicações para o letramento crítico; e (d) propor um conjunto de eixos temáticos que consolidem a natureza empírica dos achados e possam orientar futuras práticas formativas. Esses objetivos visam contribuir tanto para o avanço teórico quanto para a aplicação prática do conceito de letramento em IA.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1. Fundamentos históricos e epistemológicos da Inteligência Artificial

A discussão sobre letramento em inteligência artificial exige, em primeiro lugar, um retorno às bases históricas e epistemológicas da própria IA. Não se trata apenas de descrever uma cronologia tecnológica, mas de compreender como determinadas perguntas filosóficas, matemáticas e culturais abriram espaço para que máquinas passassem a operar em domínios tradicionalmente associados ao pensamento humano.

O ponto de partida clássico é o trabalho de Alan Turing (1936), que introduz a noção de máquina universal de cálculo como modelo formal de computação. Ao demonstrar que processos matemáticos poderiam ser reduzidos a sequências finitas de instruções manipuláveis por uma máquina abstrata, Turing inaugura uma forma de pensar a cognição como processo computável. Essa visão é aprofundada em seu artigo de 1950, no qual propõe o famoso *Imitation Game*, mais conhecido como “Teste de Turing”. Em vez de perguntar “máquinas podem pensar?”, Turing desloca a questão para outra: “em que condições uma máquina pode se comportar, em linguagem natural, de modo indistinguível de um ser humano?”. Essa mudança é central para o letramento em IA, pois desloca o foco do “interior” da máquina para as **interações** entre humanos e sistemas inteligentes.

Em paralelo, Norbert Wiener desenvolve a cibernética, ao investigar sistemas de controle e comunicação em humanos e máquinas. Ao incorporar conceitos como *feedback*, regulação e informação, a cibernética abre caminho para pensar o comportamento de sistemas complexos que reagem ao ambiente, aprendem e ajustam suas respostas. A IA, portanto, nasce em um cruzamento entre lógica, matemática, teoria da informação e filosofia da mente.

A conferência de Dartmouth, em 1956, é frequentemente referida como marco fundacional da IA como campo formal de pesquisa. Nela, pesquisadores como John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon e outros projetaram uma visão ambiciosa: construir máquinas capazes de aprender, raciocinar, traduzir linguagem, resolver problemas e até demonstrar criatividade. Essa ambição, contudo, encontrou limites técnicos e conceituais ao longo das décadas seguintes. A

escassez de dados, o poder computacional limitado e a complexidade de tarefas como reconhecimento de padrões ou processamento de linguagem natural conduziram a períodos de frustração, conhecidos como *invernos da IA*.

Somente com o avanço do poder computacional, da disponibilidade massiva de dados (*big data*) e do desenvolvimento de arquiteturas de redes neurais profundas (*deep learning*) foi possível retomar, em nova chave, alguns dos objetivos iniciais do campo. O artigo de Vaswani et al. (2017), ao introduzir a arquitetura *transformer* e o mecanismo de atenção, marca um ponto de inflexão. Ao permitir que modelos considerem relações de longo alcance em sequências de texto, o *transformer* viabiliza a criação de modelos de linguagem de larga escala (LLMs) capazes de produzir saídas coerentes, contextuais e surpreendentemente “criativas”.

Do ponto de vista epistemológico, isso significa que a IA deixa de ser apenas ferramenta de cálculo e passa a atuar como **agente de mediação simbólica**. Modelos de linguagem generativa não apenas respondem perguntas, como também **reorganizam o campo do dizível**: sugerem caminhos argumentativos, sintetizam textos, propõem estruturas, reformulam enunciados. Isso recoloca a questão de Turing em novos termos, uma vez que não se trata apenas de “simular” o humano, mas de conviver com sistemas que participam ativamente da produção do discurso.

Nesse cenário, o letramento em IA deve incluir a compreensão dessa virada: a IA como tecnologia de linguagem, de percepção e de decisão, capaz de influenciar a forma como humanos pensam, escrevem, aprendem e se relacionam com o mundo. A ausência de letramento, por sua vez, produz ilusões cognitivas — como a crença de que o modelo “sabe” algo ou “pensa” como um sujeito — que precisam ser criticamente problematizadas.

## **2.2. IA como tecnologia, cultura e ecologia cognitiva**

Autores ligados aos estudos da mídia e da cultura digital ajudam a compreender a IA não apenas como artefato técnico, mas como fenômeno cultural que reorganiza ecologias de percepção, escuta e atenção. No quadro seguinte cada conceito-chave é elucidado em termos de sua contribuição para a estruturação do constructo do letramento em IA.

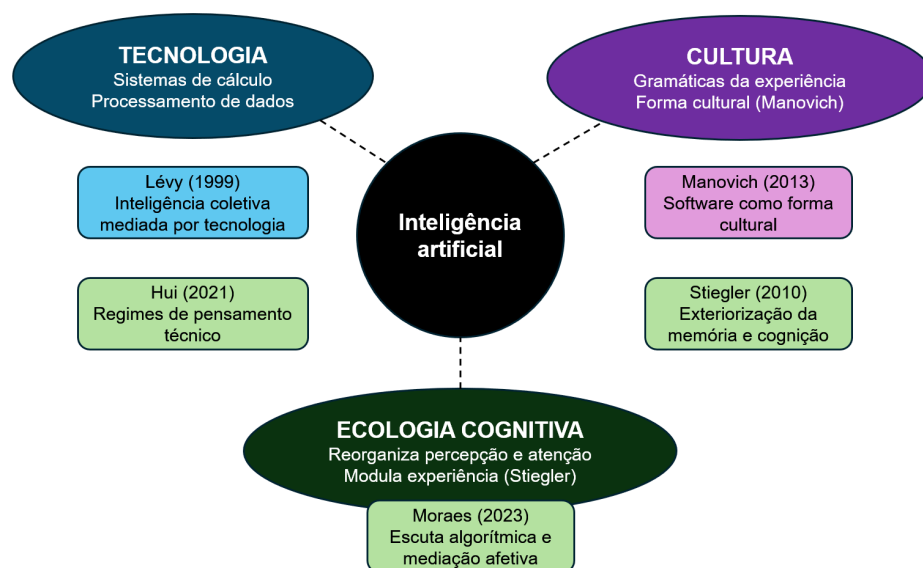
**Quadro 1 – Conceitos-chave contributivos do constructo do letramento em IA**

<b>Autor (ano)</b>	<b>Conceito-chave</b>	<b>Contribuição para o letramento em IA</b>
Pierre Lévy (1999)	Inteligência coletiva	Ajuda a pensar a IA como um amplificador do conhecimento distribuído em redes, deslocando o foco do indivíduo para as ecologias cognitivas coletivas.
Bernard Stiegler (2010)	Farmacologia/ Exteriorização	Permite analisar a IA como um "phármakon" (remédio e veneno) que exterioriza a memória e a cognição, exigindo uma "terapêutica" crítica para evitar a dependência cognitiva.
Yuk Hui (2021)	Tecnodiversidade	Alerta para a necessidade de pensar a IA para além do modelo ocidental, considerando diferentes racionalidades técnicas e culturais, e evitando a homogeneização do pensamento.
Edgar Morin (2001)	Pensamento complexo	Oferece um método para analisar o Letramento em IA de forma não reducionista, conectando suas dimensões técnica, ética, social, política e ambiental.
Moraes (2023)	Escuta algorítmica	Fornecer uma analogia poderosa para entender como a interação com a IA é sempre uma mediação que molda nossas escolhas, percepções e experiências, sem que tenhamos plena consciência disso.
Lev Manovich (2013)	Estudos do software	Posiciona o software como uma forma cultural, mostrando que interfaces, bancos de dados e algoritmos funcionam como gramáticas invisíveis que moldam como percebemos, organizamos e produzimos informação na vida contemporânea

Esses autores convergem na compreensão de que a IA não é uma ferramenta neutra, e sim uma tecnologia que reorganiza ecologias de percepção, atenção e cognição. Lévy (1999) nos ajuda a pensar a dimensão coletiva e distribuída do conhecimento mediado por IA; Stiegler (2010) nos alerta para os riscos de dependência e perda de autonomia; Hui (2021) nos convida a pluralizar as formas de pensar a técnica. Adicionalmente, Morin (2001) nos oferece um método para integrar essas dimensões de forma complexa, Manovich (2013) interpreta o papel do software sob lentes culturais, enquanto Moraes (2023) nos fornece uma metáfora concreta (a escuta algorítmica) para compreender a mediação simbólica. Juntos,

esses aportes conceituais fundamentam uma concepção de letramento em IA que vai além do domínio técnico, incorporando dimensões culturais, éticas e políticas. Em todos esses casos, a tecnologia não é neutra: ela “pensa conosco”, reorganiza hábitos, modula nossa atenção e criar condições para o que pode ser percebido, sentido e pensado.

Figura 1 – Dimensões da IA como fenômeno sociotécnico



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Lévy (1999), Morin (2001), Manovich (2013), Stiegler (2010), Hui (2021) e Moraes (2023)

A noção de *escuta algorítmica*, em que *playlists*, sugestões e sistemas de recomendação colaboram na construção de paisagens sonoras, é extremamente útil para pensar o letramento em IA: assim como não escolhemos mais apenas “o que ouvir”, mas também somos escolhidos por aquilo que os sistemas nos apresentam, também não “consultamos” apenas a IA, somos conduzidos por seus caminhos prováveis de resposta (MORAES, 2023). Aplicando esse raciocínio à IA generativa, podemos afirmar que cada interação com um modelo de linguagem é também um processo de **negociação de sentidos**: escolhemos o *prompt*, mas o modelo devolve um recorte possível de mundo, baseado em seus dados de treinamento e em suas funções de otimização. O letramento em IA, nesse contexto, envolve reconhecer que:

- toda resposta é resultado de um processo estatístico, não de uma “opinião”;
- toda resposta carrega traços de suas fontes e dos vieses de treinamento;
- a IA não é apenas instrumento, mas parte de um ecossistema de produção de sentido.

Um letramento em IA inspirado na complexidade não reduz o fenômeno à técnica, mas o insere em redes de interdependência que incluem economia, política, ética, educação, subjetividade, cultura e meio ambiente. Por isso, mais do que “ensinar a usar IA”, o letramento em IA deve ser entendido como processo formativo que:

- integra dimensões técnicas, éticas e culturais;
- ajuda sujeitos a compreender como são afetados por sistemas inteligentes;
- promove consciência sobre as condições de produção de respostas algorítmicas;
- estimula a reflexão crítica sobre dependência, automação e autonomia.

Essa abordagem ecoa também os documentos recentes da UNESCO (2021, 2023), que apontam para a necessidade de uma *AI Literacy* que está para além da instrumentação técnica, na medida em que incorpora aspectos de direitos digitais, inclusão, pluralidade cultural e justiça social.

### **2.3. O conceito de letramento em inteligência artificial**

Embora recente no cenário educacional, o termo letramento em inteligência artificial (*AI Literacy*) já aparece em documentos de referência produzidos por organizações internacionais. Para a UNESCO (2023), o letramento em IA envolve “a capacidade de compreender, usar, questionar e avaliar sistemas inteligentes” (UNESCO, 2023, p. 12). A definição amplia a noção tradicional de alfabetização, integrando dimensões sociotécnicas, éticas e culturais. Essa perspectiva multidimensional encontra respaldo na pesquisa contemporânea sobre sistemas explicáveis, que demonstra como a transparência algorítmica constitui pré-requisito para a compreensão crítica e apropriação consciente das tecnologias de IA (BILAL, EBERT e LIN, 2025). Ademais, quando o letramento em IA incorpora processos de decisão participativa, observa-se maior adesão e engajamento dos *stakeholders*, uma vez que a construção colaborativa de conhecimento sobre sistemas inteligentes

promove não apenas compreensão técnica, mas também alinhamento de valores e expectativas entre desenvolvedores, educadores e usuários finais (NAISEH *et al.*, 2024). Inspirado na abordagem de Jordan Morrow (2021) para o *Data Literacy*, o AI Literacy pode ser compreendido como competência composta por quatro eixos fundamentais:

1. **Compreender** o que é IA e como funciona;
2. **Utilizar** ferramentas de maneira informada;
3. **Analisar criticamente** suas respostas e limitações;
4. **Argumentar eticamente** sobre o uso e os impactos da tecnologia.

Morrow (2021, p. 27) afirma que “a alfabetização em dados não diz respeito ao domínio técnico, mas à capacidade de pensar com dados”. Adaptado ao contexto da IA, temos: **letramento em IA é a capacidade de pensar com IA, e não apenas sobre IA**. Essa perspectiva converge com autores como Morin (2001), para quem a educação deve promover “uma cabeça bem-feita, e não uma cabeça bem-cheia” (p. 15), indicando que a aprendizagem deve priorizar reflexão crítica e compreensão profunda, não acúmulo mecânico de informação. No mesmo sentido, Floridi (2013) propõe o conceito de *infosfera*, argumentando que vivemos em um ecossistema informacional no qual humanos, máquinas e ambientes digitais se inter-relacionam. Ele afirma que “somos agentes informacionais que habitam uma infosfera cada vez mais densa e interconectada” (FLORIDI, 2013, p. 25). Essa percepção é essencial para compreender o papel da IA como mediadora da experiência humana.

#### **2.4. Letramento em IA como mediação algorítmica.**

Os aportes teóricos desenvolvidos por MORAES (2023) permitem expandir a compreensão do *AI Literacy* para além da técnica. Ao investigar a escuta musical mediada por plataformas de streaming, a tese demonstra que algoritmos não são meras ferramentas, mas **agentes de mediação afetiva, perceptiva e cognitiva**. Moraes (2023) enfatiza que:

“Os sistemas algorítmicos organizam o campo do audível e modulam as possibilidades de

escuta, influenciando preferências, hábitos e memórias sonoras”.

A observação pode ser transposta diretamente para o campo da IA generativa e sua desejável explicabilidade: os modelos não apenas respondem, mas **organizam o campo do dizível**, influenciando interpretações, raciocínios e formas de escrita. Esse raciocínio alinha-se a Bernard Stiegler (2010), que afirma:

“Toda tecnologia é um processo de exteriorização da memória humana e, ao mesmo tempo, um dispositivo que reconfigura a própria subjetividade” (STIEGLER, 2010, p. 48).

Consonante a esta temática, a compreensão de que diferentes *stakeholders* demandam modalidades distintas de explicabilidade algorítmica nos parece bastante oportuna. A literatura distingue entre explicações globais, que descrevem o comportamento geral do modelo, e explicações locais, que esclarecem decisões específicas, reconhecendo que usuários finais, auditores e desenvolvedores possuem necessidades informacionais diferenciadas diante de sistemas inteligentes (BILAL, EBERT e LIN, 2025).

Tal diversidade de expectativas explicativas reforça que o letramento em IA não pode limitar-se à instrumentação técnica, devendo contemplar a capacidade de interpretar e questionar diferentes níveis de transparência algorítmica conforme o contexto de uso. Assim, o letramento em IA requer compreender os modelos como dispositivos culturais que afetam a percepção e a atenção, memorização e processos inferenciais associados ou não, hábitos cognitivos, assim como os distintos modos de produção de conhecimento. Moraes (2023) prossegue na discussão do conceito de **ecologias cognitivas**, afirmando que a cognição “não se dá isoladamente no indivíduo, mas emerge na relação entre sujeitos, tecnologias, ambientes e práticas sociais”<sup>2</sup>. Esse conceito é valioso para o *AI Literacy* uma vez que, aquele que interage com IA está inserido em uma ecologia cognitiva híbrida, formada por humanos e agentes algorítmicos.

## **2.5. Modelos internacionais de *AI Literacy***

Diversos modelos internacionais ajudam a estruturar distintas dimensões evolutivas do letramento em IA, de forma complementar. É possível igualmente notar que as 3 visões possuem interseções e conexões com a proposta de Morrow (2021) com respeito ao *Data literacy*:

### **UNESCO (2023)**

Define AI Literacy como uma competência que envolve a compreensão técnica básica, a ética e governança, o impacto sociocultural, bem como a cidadania digital algorítmica.

### **Stanford HAI (2023)**

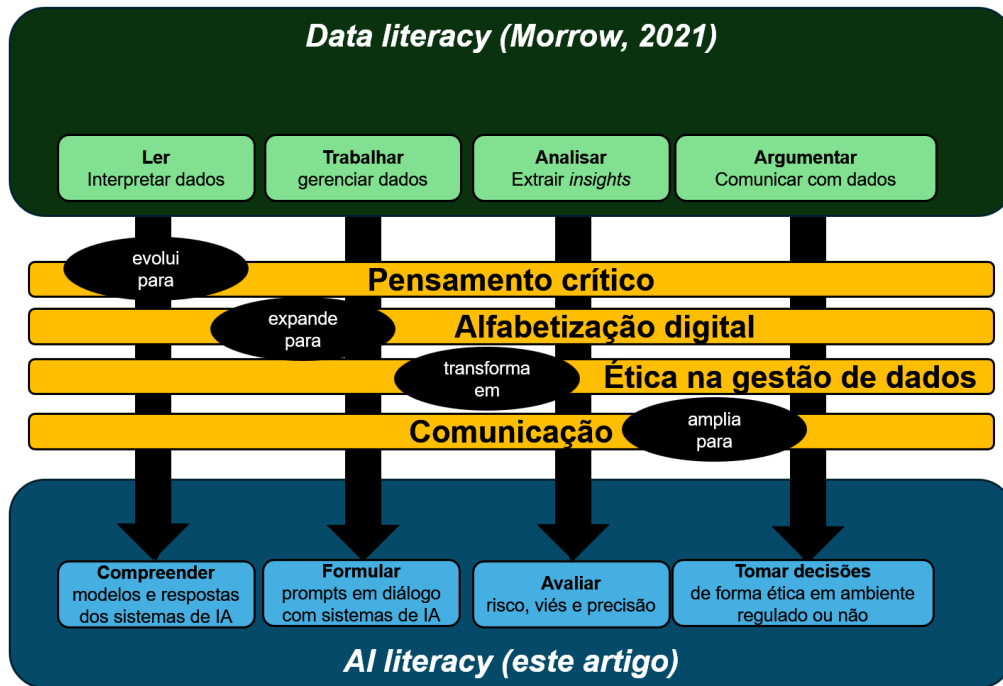
Propõe três pilares que combinam conceitos, práticas e cidadania da seguinte maneira. Os **AI Concepts** tratam dos fundamentos e funcionamento dos sistemas de IA, uma vez que **AI Practices** enfocam o seu uso responsável e avaliativo na medida em que **AI Citizenship** propõe a participação crítica em debates sociais e políticos.

### **OECD (2022)**

Traz a ênfase para questões como transparência (*Explainable AI* ou *XAI*), responsabilidade algorítmica (*accountability*), inclusão digital e por fim, a redução de vieses.

A ênfase na cidadania algorítmica alinha-se à compreensão de que a democratização efetiva da IA requer não apenas competências individuais, mas também capacidade de engajamento em processos decisórios coletivos sobre desenvolvimento, regulação e aplicação de sistemas inteligentes (STANFORD HAI, 2023). Nesse sentido, a participação ativa de *stakeholders* diversos na definição de requisitos de explicabilidade e na co-construção de soluções baseadas em IA tende a produzir tecnologias mais alinhadas com valores sociais, reduzindo resistências e promovendo apropriação responsável (NAISEH *et al.*, 2024). Por fim, o letramento em IA transcende a dimensão técnica-instrumental, constituindo-se como prática de empoderamento cívico em sociedades algorítmicamente mediadas. A figura a seguir sintetiza a relação:

Figura 2 – Jornada evolutiva *Data Literacy* e *AI Literacy*



Fonte: Elaborado pelos autores, baseado em Morrow (2021).

Diante dos elementos discutidos ao longo desta fundamentação, que integraram autores clássicos como Turing, Wiener e Lévy, perspectivas filosóficas contemporâneas como Floridi, Stiegler e Hui, e modelos educacionais recentes da UNESCO, Stanford e Morrow, torna-se possível compreender que o letramento em inteligência artificial não é uma habilidade isolada, mas um **constructo multidimensional**, situado na intersecção entre cognição, cultura e tecnologia. Os aportes advindos da tese de Moraes (2023) reforçam a ideia de que a IA deve ser analisada como dispositivo de mediação simbólica e não apenas como ferramenta técnica; como ecologia cognitiva e não como mero artefato operacional. Assim, o *AI Literacy* envolve uma articulação complexa entre compreensão dos modelos, uso crítico, consciência ética, questionamento reflexivo e participação cidadã em ambientes mediados por algoritmos. Essa articulação demanda uma abordagem

metodológica capaz de captar tanto a profundidade teórica quanto as práticas pedagógicas e corporativas observadas nos contextos educativos e profissionais, o que conduz à metodologia adotada neste estudo.

### 3. Metodologia

#### 3.1. Abordagem e natureza da pesquisa

O presente estudo adota uma abordagem **qualitativa, exploratória e descritiva**, inserida no campo dos estudos interdisciplinares sobre tecnologia, educação e cultura digital. Trata-se de uma pesquisa que combina reflexão teórica com análise de práticas pedagógicas e corporativas, buscando compreender como o conceito de letramento em inteligência artificial se manifesta em contextos reais de ensino e formação profissional.

De acordo com Flick (2009), a pesquisa qualitativa se mostra adequada quando o objetivo é “compreender significados, processos e contextos” (FLICK, 2009, p. 27), mais do que mensurar variáveis isoladas. No mesmo sentido, Minayo (2014) destaca que a abordagem qualitativa é apropriada para estudos que investigam práticas sociais, discursos e representações, como é o caso da relação entre sujeitos, IA e processos formativos. Assim, o estudo aqui apresentado não busca testar hipóteses em sentido estrito, mas **cartografar** dimensões do letramento em IA, descrevendo práticas, analisando discursos e propondo categorias interpretativas.

#### 3.2. Contexto empírico e ambientes de aplicação

O trabalho baseia-se em **três tipos principais de contexto** de aplicação de práticas de letramento em IA:

1. **Educação fundamental II e ensino médio:** As práticas na educação básica foram observadas em um total de aproximadamente quinze turmas (cerca de 350 alunos) ao longo do período de 2022 a 2024, em instituições públicas e privadas localizadas nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. As atividades incluíram oficinas de introdução à IA, projetos de letramento digital e *workshops* sobre ética algorítmica. O foco foi desenvolver competências

básicas de interação crítica com ferramentas generativas, como ChatGPT e Gemini, e promover discussões sobre vieses, privacidade e autonomia cognitiva.

**2. Educação superior e pós-graduação:** No ensino superior, as atividades foram desenvolvidas em cerca de dez disciplinas de graduação e pós-graduação, envolvendo mais de 500 alunos entre 2021 e 2024. As disciplinas abrangeram áreas como Administração, Educação, Comunicação e Ciência de dados, em cursos oferecidos pela Fundação Getulio Vargas. Os materiais pedagógicos incluíram *frameworks* de *prompting*, análise de casos corporativos e projetos aplicados de uso crítico de IA. O contexto permitiu explorar o letramento em IA em nível mais avançado, com ênfase em pensamento crítico, análise epistemológica e aplicações profissionais.

**3. Formação corporativa e executiva:** A formação corporativa compreendeu mais de trinta *workshops* e programas de treinamento para equipes de liderança e operacionais, realizados entre 2020 e 2025. Os programas foram oferecidos para empresas de diversos setores (tecnologia, varejo, finanças, indústria) e abordaram temas como uso estratégico de IA, governança algorítmica, ética corporativa e desenvolvimento de competências digitais. O público incluiu gestores, analistas, consultores e executivos C-level, totalizando aproximadamente 800 participantes. Esses contextos permitiram observar as demandas específicas do mundo corporativo e a necessidade de um letramento em IA voltado para a tomada de decisão e a inovação responsável.

A diversidade de ambientes analisados ao longo da pesquisa, que inclui experiências em educação fundamental, ensino médio, educação superior e formação corporativa, evidencia que o letramento em inteligência artificial não se desenvolve de maneira uniforme, mas se manifesta conforme o nível de maturidade tecnológica, os objetivos pedagógicos e as demandas socioprofissionais de cada público. Ao observar essas práticas em múltiplos contextos, torna-se possível identificar padrões, desafios e especificidades que revelam como diferentes grupos se relacionam com a IA, quais competências são mais valorizadas em cada cenário e como os *frameworks* pedagógicos se adaptam às necessidades locais. A seguir,

apresenta-se um quadro-síntese dos contextos estudados, permitindo visualizar de forma objetiva as diferenças e convergências entre os ambientes analisados.

**Quadro 2 – Contextos de aplicação da IA em educação e formação corporativa**

<b>Contexto</b>	<b>Instituições Exemplos</b>	<b>Público-alvo</b>	<b>Foco do uso de IA</b>
Educação Fundamental II e Ensino Médio	Colégio DUX	Estudantes 11–17 anos	Introdução à IA, ética, cidadania digital
Educação superior	Fatec Sebrae, MBAs FGV	Graduandos e pós-graduandos	IA aplicada a negócios e projetos
Formação corporativa	Empresas (casos BMW, iFood, etc.)	Gestores, analistas, equipes técnicas	IA aplicada à decisão e inovação

Fonte: Elaborado pelos autores.

A leitura integrada desses contextos evidencia que o letramento em inteligência artificial exige abordagens pedagógicas flexíveis, capazes de dialogar com diferentes níveis de maturidade tecnológica e expectativas de aprendizagem. Enquanto estudantes da educação fundamental II e ensino médio, demandam introduções acessíveis que articulem consciência ética e cidadania digital, alunos de graduação e pós-graduação necessitam de discussões mais profundas sobre aplicações, limitações e impactos sociotécnicos da IA. Já no ambiente corporativo, o foco recai sobre a resolução de problemas reais, tomada de decisão orientada por dados e inovação estratégica. Assim, o quadro apresentado não apenas sintetiza os contextos analisados, mas também ilumina a amplitude e a heterogeneidade das práticas formativas, preparando o terreno para as próximas etapas da metodologia e dos resultados deste estudo.

**3.3. Materiais e fontes de dados**

Foram utilizados três conjuntos principais de materiais:

1. Materiais didáticos produzidos pelos autores: Incluem planos de aula, apresentações em slides, guias de atividades práticas, roteiros de discussão e os *frameworks* pedagógicos (CRAFT, ECBI, RTF, CREATE, Prompt Reverso) desenvolvidos especificamente para os cursos e *workshops* mencionados. Esses materiais foram criados de forma iterativa, com base na experiência docente e nas necessidades observadas nos diferentes contextos educacionais. Eles representam a principal fonte de dados para a análise das práticas pedagógicas de letramento em IA.

2. Fontes externas e documentos de referência: Compilação de artigos científicos, relatórios de organismos internacionais (UNESCO, OECD), documentações técnicas de ferramentas de IA (OpenAI, Google, Anthropic), estudos de caso corporativos publicados em relatórios setoriais e na imprensa especializada, e links para recursos colaborativos *online* utilizados como suporte teórico e prático. Essas fontes foram utilizadas tanto para fundamentar a discussão teórica quanto para ilustrar aplicações reais de IA no mundo corporativo, bem como fomentar a cocriação de soluções de forma colaborativa como no caso da plataforma Miro.

3. Tese de doutorado do autor e obras correlatas: A tese de doutorado de Moraes (2023), que aborda a escuta algorítmica e a mediação técnica em plataformas de *streaming*, forneceu um arcabouço conceitual importante para pensar a IA como tecnologia de mediação simbólica. Obras correlatas dos autores, incluindo artigos e capítulos de livro, também foram incorporadas à análise.

Os dados coletados são de natureza qualitativa e documental, incluindo: (a) materiais pedagógicos (planos de aula, apresentações, *frameworks*, quadros colaborativos); (b) documentos corporativos e relatórios de mercado sobre a aplicação de IA; (c) notas de campo e observações das interações em sala de aula e workshops, registradas pelos autores ao longo das atividades; e (d) produções textuais e projetos desenvolvidos pelos participantes das formações, utilizados para avaliar a apropriação dos conceitos e a aplicação prática dos *frameworks*. todos os dados foram tratados de forma agregada e anonimizada, sem identificação de indivíduos ou instituições específicas.

### **3.4. Critério de seleção dos casos corporativos**

A seleção dos casos corporativos analisados na Seção 5 seguiu três critérios principais, que garantiram a relevância e a diversidade da amostra. O primeiro critério foi a relevância e notoriedade: optou-se por empresas líderes em seus setores e cujas aplicações de IA são publicamente conhecidas e documentadas, como BMW, iFood, Gerdau, Mastercard, Starbucks, IBM Watson Health e Siemens. Essas empresas representam exemplos representativos de uso estratégico de IA e são frequentemente citadas em discussões sobre transformação digital. O segundo critério foi a diversidade de aplicação: os casos foram escolhidos para ilustrar diferentes domínios de uso da IA, incluindo visão computacional (BMW), otimização logística (iFood), segurança operacional (Gerdau), detecção de fraudes (Mastercard), recomendação personalizada (Starbucks), inferência semântica em saúde (IBM Watson) e explicabilidade (Siemens). Essa diversidade permite uma análise mais ampla das implicações do letramento em IA em diferentes contextos profissionais. Por fim, o terceiro critério foi a disponibilidade de informação: foram priorizados casos com dados e análises disponíveis em relatórios setoriais, artigos de imprensa, publicações das próprias empresas e estudos acadêmicos, garantindo a base documental para a análise. Não foram realizadas entrevistas ou coleta de dados primários junto às empresas; a análise baseia-se exclusivamente em fontes públicas.

Por fim, para ultrapassar o caráter meramente ilustrativo e mitigar o viés institucional dos relatórios corporativos, a análise destes casos seguiu o método de Análise Documental Crítica. Utilizou-se como lente analítica as diretrizes de Governança de IA da OECD (2022) e os princípios de *Responsible AI*, estruturando a leitura dos documentos para identificar e codificar três marcadores específicos em cada organização: (1) a tipologia do sistema algorítmico empregado (ex: visão computacional, sistemas de recomendação); (2) os mecanismos de governança e controle declarados; e (3) as tensões éticas latentes (ex: o *trade-off* entre vigilância e segurança, ou entre personalização e manipulação). Essa triangulação metodológica permitiu mapear não apenas as funcionalidades técnicas, mas os reais desafios de letramento enfrentados pela força de trabalho em contextos de alta automação.

### **3.5. Análise dos materiais e contextos**

## 1. Leitura exploratória e sistematização

A sistematização em categorias preliminares, como: “história da IA”, “conceitos fundamentais”, “ética e riscos”, “práticas de prompting”, “casos corporativos”, “cidadania digital” foi precedida pela leitura integral dos slides, documentos e relatos de prática, onde se buscou identificar conceitos recorrentes, metáforas, exemplos e estruturas de atividades.

## 2. Análise de conteúdo temática

A análise qualitativa do *corpus* foi conduzida por meio da análise temática reflexiva, conforme proposta por Braun e Clarke (2006, 2019, 2022), adotando-se uma abordagem indutiva e interpretativa. Esse método visa identificar padrões de sentido (temas) relacionados ao fenômeno investigado, reconhecendo o papel ativo e reflexivo do pesquisador na construção dos temas. Seguiram-se as seis fases clássicas da proposta das autoras: (1) familiarização com os dados; (2) geração de códigos iniciais; (3) busca por temas; (4) revisão dos temas; (5) definição e nomeação dos temas; e (6) produção do relato analítico. Nessa perspectiva, os temas não são entendidos como elementos “ocultos” a serem descobertos, mas como resultados interpretativos produzidos pela interação entre pesquisador, *corpus* e referencial teórico. Para fins de organização preliminar do material textual, adotaram-se procedimentos iniciais de familiarização e leitura exploratória conforme proposto por Braun e Clarke (2006), etapa que inclui a imersão no corpus, anotação de impressões iniciais e identificação de elementos recorrentes. Embora essa fase envolva um contato amplo com o material, o processo interpretativo central, incluindo a codificação, a busca por temas, a revisão e a definição das categorias analíticas, foi guiado exclusivamente pela análise temática reflexiva, em sua vertente construcionista, conforme aprofundada pelas autoras em publicações posteriores (BRAUN; CLARKE, 2019). Essa abordagem valoriza a reflexividade do pesquisador, a interpretação ativa e a construção analítica de padrões de sentido, em oposição a modelos mais estruturados de categorização automática.

Vale ressaltar que, diferentemente de abordagens baseadas em análise de conteúdo quantitativa (Content Analysis), esta pesquisa não buscou métricas de confiabilidade entre codificadores (*inter-rater reliability*). Optou-se estritamente pela **Análise Temática Reflexiva** (BRAUN; CLARKE, 2019), priorizando a profundidade

interpretativa, a subjetividade do pesquisador como recurso analítico e a contextualização sociocultural dos dados. Nesta vertente qualitativa, a busca por consenso codificado é considerada ontologicamente incompatível com a natureza orgânica e situada do letramento crítico, onde os significados são construídos na interseção entre a experiência dos participantes e a lente teórica dos pesquisadores, e não descobertos como verdades positivistas ocultas nos dados.

### **3. Construção de eixos de Letramento em IA**

A partir da análise de conteúdo temática dos materiais didáticos e das observações de campo, foram indutivamente construídos os eixos centrais do letramento em IA. Este processo não partiu de categorias predefinidas ou de uma revisão teórica prévia, mas sim da emergência de padrões e temas decorrentes na prática pedagógica e nas discussões com os participantes. Os eixos foram identificados por meio da codificação aberta dos dados, seguida de codificação axial para agrupar temas relacionados, conforme os procedimentos da análise de conteúdo qualitativa. Esse movimento indutivo garante que os resultados estejam fundamentados na experiência empírica e não apenas na experiência profissional dos autores. Os eixos representam, portanto, uma síntese conceitual derivada da análise sistemática das práticas observadas. Os eixos temáticos identificados foram: compreensão técnica básica; capacidade de interação e *prompting*; pensamento crítico e avaliação de respostas; consciência ética e de riscos; e por fim, cidadania algorítmica. Esses eixos foram então comparados com modelos internacionais (UNESCO, Morrow, Stanford) e com o arcabouço teórico da tese.

### **4. Articulação entre teoria e prática**

Por fim, buscou-se articular as categorias e eixos identificados com situações concretas de ensino e uso de IA, tanto em sala de aula quanto em ambientes corporativos, gerando uma leitura integrada entre teoria, prática e contexto. A organização metodológica desta pesquisa foi guiada pelo compromisso de articular teoria, prática e contexto, permitindo uma leitura ampla e profunda do fenômeno investigado. Para isso, adotou-se uma estrutura analítica que integra procedimentos clássicos da pesquisa qualitativa com estratégias específicas aplicadas ao estudo da Inteligência Artificial em contextos educativos e corporativos. Todos os dados

provenientes de interações em ambientes de formação (educação básica, superior e corporativa) foram completamente anonimizados. Nenhuma informação que pudesse identificar indivíduos, turmas específicas ou instituições parceiras foi utilizada ou divulgada. Exemplos e relatos apresentados ao longo do artigo foram generalizados e descontextualizados para proteger a confidencialidade dos participantes. O foco da análise reside nos processos pedagógicos, nos artefatos produzidos (*frameworks*, materiais didáticos) e nas dinâmicas de aprendizagem observadas, e não nas características individuais dos envolvidos. O quadro a seguir sintetiza as etapas metodológicas utilizadas, detalhando seus objetivos e as referências teóricas que fundamentam cada movimento analítico. Essa visualização favorece a compreensão da lógica interna da pesquisa e torna o processo mais transparente e replicável.

### Quadro 3 – Etapas do processo analítico e respectivas referências principais

<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>	<b>Referências principais</b>
Leitura exploratória	Leitura abrangente dos materiais e identificação inicial de elementos recorrentes	Flick (2009); Minayo (2014)
Análise temática reflexiva	Codificação inicial, agrupamento interpretativo e construção iterativa de padrões de sentido	Braun; Clarke (2006; 2019)
Construção de eixos de <i>AI Literacy</i>	Definição das dimensões e competências do letramento em IA	UNESCO (2023); Morrow (2021); Moraes (2023)
Articulação teoria–prática	Conexão entre eixos analíticos e casos educacionais e corporativos	Floridi (2013); Morin (2001); Lévy (1999)

Fonte: Elaborado pelos autores.

A comparação apresentada no Quadro 3 demonstra que cada *framework* contribui de maneira distinta para a construção das competências que compõem o letramento em IA, mas todos convergem para o desenvolvimento de uma postura reflexiva,

ética e consciente no uso de sistemas inteligentes. Ao identificar seus focos e dimensões predominantes, o quadro evidencia que a formação em IA não pode ser reduzida a instruções técnicas ou prescritivas, mas deve integrar criatividade, criticidade, clareza comunicativa e compreensão epistemológica das respostas algorítmicas. Essa síntese orienta a leitura das análises seguintes, que tratam dos usos corporativos da IA e de suas implicações sociotécnicas.

#### 4. Resultados e Discussão - Parte 1

##### 4.1. *Frameworks* pedagógicos para o desenvolvimento do Letramento em IA

Os resultados apresentados a seguir não derivam meramente da experiência profissional dos autores ou de uma revisão teórica abstrata, uma vez que emergiram diretamente da análise empírica descrita na metodologia. Os *frameworks* pedagógicos (CRAFT, ECBI, RTF, CREATE, Prompt Reverso) e os eixos de letramento foram sistematizados a partir da observação de sua aplicação e eficácia em múltiplos contextos educacionais e corporativos, representando uma síntese da prática investigativa. Eles são, portanto, o produto da análise de conteúdo dos materiais didáticos, das notas de campo e das produções dos participantes, e não de uma dedução teórica *a priori*. Essa abordagem indutiva garante que os resultados estejam enraizados na realidade das práticas de letramento em IA e possam ser validados e replicados em outros contextos. A seguir, cada *framework* é descrito em detalhe, com ênfase em sua fundamentação empírica e em suas implicações pedagógicas. A partir da análise dos materiais didáticos utilizados em cursos, oficinas e programas corporativos, foi possível identificar um conjunto de *frameworks* **pedagógicos** que têm se mostrado eficazes na formação de estudantes, profissionais e educadores no uso crítico da Inteligência Artificial. Esses *frameworks* não constituem apenas metodologias instrumentais, mas **estruturas cognitivas** que auxiliam o aprendiz a organizar seu pensamento, formular perguntas, avaliar respostas e desenvolver autonomia intelectual diante de sistemas generativos. Eles dialogam diretamente com os eixos conceituais discutidos na fundamentação teórica, sobretudo com:

- a mediação algorítmica (MORAES, 2023);

- a ecologia cognitiva (STIEGLER, 2010);
- a inteligência coletiva (LÉVY, 1999);
- a ética da informação (FLORIDI, 2013);
- e a literacia crítica recomendada pela UNESCO (2023).

A seguir, apresentamos cada framework, suas características e contribuições para o AI Literacy.

#### 4.1.1. Framework CRAFT

O **CRAFT** é um modelo de *prompting* centrado na clareza comunicativa e na estruturação de informações. Ele organiza o processo de interação com IA a partir de cinco etapas:

1. **Contextualização** – fornecer ao modelo informações essenciais;
2. **Resposta esperada** – indicar o tipo de saída desejada;
3. **Ajustes** – especificar formato, tom ou parâmetros;
4. **Foco** – delimitar escopo, evitar dispersões;
5. **Tarefa** – definir a ação explícita a ser realizada.

Sua eficácia reside em ajudar o usuário a pensar antes de solicitar, estimulando o raciocínio organizado. Uma citação da UNESCO reforça o princípio de que “a competência em IA inclui a capacidade de formular instruções claras, contextualizadas e alinhadas aos objetivos do usuário” (UNESCO, 2023, p. 18). Assim, o CRAFT contribui diretamente para o eixo de **interação informada e co-criação consciente**, pilares do letramento em IA.

#### Exemplo de aplicação anonimizada

Durante uma oficina de letramento em IA para estudantes de pós-graduação em administração, foi solicitado que os participantes utilizassem o *framework* CRAFT para estruturar um *prompt*. Um dos grupos apresentou o seguinte exemplo:

- **Contexto:** "Você é um analista de marketing preparando um relatório para a diretoria de uma empresa de varejo."

- **Resposta esperada:** "Sintetize os três principais insights do relatório de vendas do último trimestre e proponha duas ações estratégicas para aumentar a conversão."
- **Ajustes:** "Use um tom formal e direto. Apresente a resposta em formato de *bullet points*."
- **Foco:** "Concentre-se apenas nos dados de vendas online, excluindo lojas físicas."
- **Tarefa:** "Elabore a síntese e as recomendações em até 100 palavras."

Esse exemplo ilustra como o CRAFT ajuda os usuários a estruturarem o pensamento antes de interagir com a IA, promovendo clareza comunicativa e intencionalidade.

#### 4.1.2. Framework ECBI – Evidências, Contexto, Bibliografia e Interpretação

O **ECBI** é um modelo mais crítico e epistemológico, orientado para análise e avaliação de respostas da IA. Ele estimula o usuário a verificar:

- **Evidências** fornecidas pelo modelo;
- **Contexto** no qual a resposta se insere;
- **Bibliografia** e fontes possíveis;
- **Interpretação** e coerência lógica.

Esse *framework* dialoga diretamente com a literacia crítica de Morin (2001), especialmente com sua proposta de “educar para a incerteza”, ao enfatizar a análise de conexões, ambivalências e zonas de indeterminação. Também se articula com a análise temática reflexiva de Braun e Clarke (2006), cuja ênfase está na identificação de padrões de sentido e na construção interpretativa de temas capazes de revelar coerência, tensões e nuances presentes nos dados. Para Moraes (2023), essa etapa é fundamental porque “A resposta algorítmica nunca é neutra; ela é um recorte de mundo, mediado por dados, estatística e dispositivos técnicos”

(MORAES, 2023, p. 112). O ECBI, portanto, desenvolve a dimensão de **pensamento crítico**, essencial para evitar ilusões cognitivas como *alucinações*, vieses ou respostas verificavelmente equivocadas. A estrutura do *framework* dialoga diretamente com critérios técnicos estabelecidos na literatura de sistemas explicáveis, particularmente os conceitos de *faithfulness* (fidelidade da explicação ao processo decisório real do modelo) e *plausibility* (coerência lógica e alinhamento com conhecimento de domínio), que constituem métricas fundamentais para avaliar a qualidade de explicações geradas por sistemas de IA (Bilal, Ebert e Lin, 2025). Assim, ao solicitar evidências, contexto, bibliografia e interpretação, o ECBI operacionaliza pedagogicamente os mesmos princípios que orientam a avaliação técnica de explicabilidade em ambientes computacionais avançados, preparando estudantes para análise crítica rigorosa de *outputs* algorítmicos.

#### 4.1.3. Framework RTF – Refinamento, Teste e Feedback

O **RTF** orienta o processo iterativo de melhoria de prompts e respostas.

- **Refinar**: melhorar clareza, reduzir ambiguidades;
- **Testar**: validar resultados e comparar versões;
- **Feedback**: ajustar o modelo com instruções mais precisas.

Esse processo aproxima o usuário da mentalidade científica, baseada em experimentação, uma ideia reforçada por Jordan Morrow (2021), que afirma que “pensar com dados requer testar hipóteses, iterar caminhos e revisar interpretações” (MORROW, 2021, p. 57). Aplicado à IA, esse raciocínio leva o aprendiz a compreender que modelos generativos são **probabilísticos**, não determinísticos, exigindo ciclos de refinamento.

#### 4.1.2. Framework CREATE – Criatividade aplicada à IA

O **CREATE** é direcionado a momentos de ideação, design e inovação. Ele inclui:

- exploração de alternativas;
- geração de possibilidades;
- expansão de repertório;
- criação conjunta com a IA.

Esse framework conversa com Pierre Lévy (1999), para quem “a inteligência coletiva é a capacidade de cocriar em meio à diversidade e à interação constante” (LÉVY, 1999, p. 43). O CREATE desenvolve o eixo de **criatividade aumentada**, permitindo ao usuário transcender o uso meramente operacional da IA.

#### 4.1.3. Prompt Reverso – Compreendendo a lógica da IA

O **Prompt Reverso** consiste em pedir que a IA explique “como ela mesma pensou” para produzir uma resposta, revelando elementos de sua lógica estatística. É uma prática alinhada ao princípio de *transparency by design*, defendido pela OECD (2022) e pela UNESCO (2021). Uma citação direta de Floridi (2013) reforça o valor dessa abordagem na qual “a transparência é condição para a autonomia informacional, pois permite compreender as dinâmicas internas dos sistemas que nos afetam” (FLORIDI, 2013, p. 61). Ao pedir explicações à IA, o usuário desenvolve consciência sobre:

- modo de inferência;
- padrões linguísticos;
- relações entre contexto e resposta;
- limitações estruturais do modelo.

Essa prática é fundamental para a dimensão de **compreensão epistemológica da IA**.

#### 4.1.4. Quadro comparativo dos frameworks

A diversidade de *frameworks* existentes para orientar o ensino e a prática do letramento em inteligência artificial revela que não há uma única abordagem hegemônica, mas um conjunto de perspectivas complementares. Cada *framework* enfatiza dimensões distintas, como clareza comunicativa, criatividade, pensamento crítico, interação com modelos, validação de respostas e compreensão epistemológica da IA. Para evidenciar essas diferenças e semelhanças, elaborou-se um quadro comparativo que sintetiza o foco, a dimensão do *AI Literacy* e os autores dialogados em cada modelo analisado.

**Quadro 4 – Comparativo dos frameworks de Letramento em IA**

<b>Framework</b>	<b>Foco</b>	<b>Dimensão do AI Literacy</b>	<b>Autores dialogados</b>	<b>Competência Específica (Learning Outcome)</b>	<b>Evidência de Aprendizagem (Observável)</b>
<b>CRAFT</b>	Clareza e estrutura	Interação e prompting	UNESCO; Morrow	Engenharia de Prompt Estruturada: Capacidade de decompor intenções complexas em instruções algorítmicas precisas.	O estudante reescreve um prompt vago (ex: "escreva um texto") transformando-o em uma instrução de 5 etapas sem ambiguidades semânticas.
<b>ECBI</b>	Pensamento crítico	Avaliação de respostas	Morin; Floridi	Verificação Epistemológica: Habilidade de auditar a validade factual e contextual de saídas generativas.	O estudante anota um texto gerado pela IA identificando pelo menos 3 alucinações ou inconsistências, indicando a fonte real correta.
<b>RTF</b>	Interação e validação	Alfabetização científica	Morrow; Stiegler	Iteração Experimental: Compreensão da natureza probabilística e não-determinis	O estudante documenta o histórico de versões de um prompt, justificando como cada ajuste refinou a

				tica dos modelos.	qualidade da resposta final.
<b>CREATE</b>	Criatividade	Co-criação e design	Lévy; Hui; Morin	Fluência Generativa: Uso da IA para expansão de repertório e divergência criativa.	O estudante apresenta um artefato (texto/imagem) híbrido onde é impossível distinguir a contribuição humana da sintética, demonstrando simbiose.
<b>Prompt Reverso</b>	Transparência	Epistemologia da IA	Floridi; OECD	Metacognição Algorítmica: Entendimento da "lógica interna" e dos padrões estatísticos do modelo.	O estudante consegue explicar <i>por que</i> o modelo gerou uma resposta específica, baseado na análise da engenharia reversa do prompt.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O quadro acima demonstra que cada *framework* contribui de maneira específica para a construção de competências em *AI Literacy*, oferecendo caminhos distintos para o desenvolvimento de habilidades críticas, criativas, comunicativas e epistemológicas. Observa-se que alguns modelos, como o CRAFT e o ECBI, enfatizam a organização e clareza da interação humano-IA, enquanto outros, como RTF e CREATE, priorizam validação, co-criação e alfabetização científica. Já o Prompt Reverso amplia a dimensão epistemológica ao estimular que o usuário questione pressupostos, lacunas e vieses do próprio modelo. Essa comparação evidencia que uma formação robusta em letramento de IA deve integrar múltiplos enfoques, articulando prática, reflexão e responsabilidade ética.

#### 4.2. Frameworks como instrumentos de formação cognitiva ampliada

Os *frameworks* analisados revelam que o letramento em IA vai muito além do ensino de ferramentas. Eles articulam a cognição distribuída e a consciência crítica, ao mesmo tempo em que fomentam o uso ético, a criatividade e a autonomia que pavimente interpretação e a decorrente tomada de decisão. Além disso, dialogam profundamente com a noção de **ecologias cognitivas**, segundo a qual “A cognição emerge na relação entre sujeitos, ambientes, tecnologias e práticas culturais” (MORAES, 2023, p. 81). Assim, *frameworks* como CRAFT, ECBI, CREATE e Prompt Reverso não são apenas métodos; são **instrumentos formativos** que ensinam sujeitos a pensar melhor *com* e *sobre* sistemas inteligentes.

## 5. Resultados e Discussão - Parte 2

### 5.1. Casos corporativos de uso de IA: análise crítica e implicações para o Letramento em IA

A análise dos casos corporativos permite observar como diferentes setores utilizam sistemas inteligentes para resolver problemas complexos, otimizar processos e aumentar eficiência. Esses exemplos, utilizados em programas de formação corporativa, demonstram que o Letramento em IA não se limita ao contexto escolar, mas se estende à compreensão crítica de aplicações reais no mercado de trabalho. Os casos selecionados, BMW, iFood, Gerdau, Mastercard, Starbucks e IBM Watson Health e Siemens, revelam tanto potencialidades quanto riscos éticos, técnicos e organizacionais. A seguir, cada caso é analisado com base em documentos de referência, relatos de prática e categorias construídas na metodologia.

#### 5.1.1. BMW – Visão computacional e inspeção de qualidade

A BMW utiliza sistemas de visão computacional para detectar falhas milimétricas na fabricação de veículos. Câmeras industriais combinadas com modelos de *machine learning* identificam imperfeições em pintura, alinhamento de peças, deformações e inconsistências estruturais. Esse caso é exemplar para discutir:

- **IA como amplificadora de precisão;**
- **automação de tarefas repetitivas;**
- **redução de erro humano;**

- **dependência técnica.**

Um relatório interno da BMW citado em cursos corporativos afirma que “a precisão da inspeção automatizada supera padrões humanos consistentes, mas requer calibração contínua para evitar sobreajuste e falhas interpretativas.”<sup>1</sup>

Do ponto de vista ético e cognitivo, isso revela que a IA depende de dados e ambientes controlados e pequenas alterações no contexto podem comprometer a precisão. Diante desse contexto, o trabalhador precisa ter *letramento técnico* para interpretar relatórios algorítmicos.

### **5.1.2. iFood – Otimização logística e previsão de demanda**

O iFood utiliza IA para:

- prever demanda por região;
- sugerir rotas otimizadas;
- equilibrar oferta e demanda de entregadores;
- ajustar preços e promoções.

#### **Relato anonimizado**

Durante uma oficina com gestores de empresas de tecnologia e logística, um participante refletiu sobre o caso do iFood da seguinte forma: "Percebo que, quando o aplicativo me sugere um restaurante, não estou apenas recebendo uma dica. Estou sendo influenciado por um cálculo que envolveu meu histórico de pedidos, o tempo estimado de entrega, a disponibilidade dos entregadores e até o investimento em marketing do restaurante. É importante reconhecer que essa 'sugestão' não é neutra, é uma decisão de negócio algorítmica que busca otimizar múltiplos objetivos ao mesmo tempo. Isso me faz questionar: até que ponto minhas escolhas são realmente ditadas por mim?".

Esse relato ilustra como a análise de casos corporativos pode despertar uma consciência crítica sobre a mediação algorítmica no cotidiano. Um trecho citado em apresentação institucional reforça a percepção do relato: “Os

algoritmos aprendem com milhões de entregas diárias, ajustando continuamente decisões de alocação e roteamento.”<sup>2</sup>

Esse caso evidencia:

- **aprendizagem contínua com big data;**
- **decisão algorítmica em tempo real;**
- **impacto direto em trabalhadores e clientes.**

Do ponto de vista do Letramento em IA, exige compreensão sobre como modelos influenciam trajetórias de trabalho e de que forma decisões algorítmicas impactam renda, tempo e risco. Igualmente propiciam compreender por que sistemas de recomendação não são neutros.

Esse caso é especialmente rico para discutir ética, pois algoritmos podem:

- reforçar desigualdades territoriais;
- prejudicar entregadores em regiões periféricas;
- intensificar ritmo de trabalho.

### **5.1.3. Gerdau – Segurança operacional e redução de acidentes**

A Gerdau utiliza IA em câmeras de segurança industrial para:

- identificar ausência de EPIs;
- detectar comportamentos de risco;
- monitorar proximidade a áreas de perigo.

Garantir segurança industrial é essencial, e IA colabora nesse sentido. Contudo, há dilemas importantes como vigilância algorítmica, risco de punições automatizadas, assim como a privacidade no ambiente de trabalho, sobre a qual Floridi (2013) alerta que “a vigilância automatizada exige reflexão ética, pois altera a relação entre agentes humanos e sistemas de poder.” (p.78)

Para o Letramento em IA, isso significa ensinar trabalhadores e gestores a:

- interpretar alertas algorítmicos;

- compreender falsos positivos e negativos;
- estabelecer limites éticos ao monitoramento.

#### **5.1.4. Mastercard – Detecção de fraudes e segurança transacional**

A Mastercard utiliza modelos de *machine learning* para:

- identificar transações suspeitas;
- cruzar padrões de consumo;
- bloquear possíveis fraudes em milissegundos.

Esse caso revela a importância da **classificação algorítmica** e como por meio dela, é possível lidar com o desafios que causam impactos sobre consumidores no sentido de evitar o *overblocking* (bloqueios indevidos). A OECD (2022) destaca que “modelos de detecção de anomalias exigem monitoramento constante para evitar discriminação algorítmica e danos não intencionais.”<sup>3</sup>

Esse caso evidencia que:

- IA protege, mas também pode errar;
- letramento precisa incluir discussão sobre decisões automatizadas;
- consumidores precisam entender seus direitos.

#### **5.1.5. Starbucks – Recomendação personalizada e experiência do cliente**

A Starbucks utiliza IA para:

- prever preferências individuais;
- sugerir novos produtos;
- personalizar ofertas;
- ajustar cardápios regionais.

A personalização algorítmica é sedutora, mas pode manipular ou direcionar o consumo na medida em que explora vulnerabilidades e reforça vieses

culturais massificados que estando presentes nos *datasets* de treinamento, terminam por “contaminar” o modelo com esse aspecto. No consumo de alimentos e bebidas, o processo é análogo: é o **campo do desejável** que é reorganizado por algoritmos.

#### 5.1.6. IBM Watson Health – Saúde, linguagem e inferência semântica

A IBM Watson Health aplica IA para:

- analisar prontuários;
- sugerir diagnósticos;
- revisar literatura médica;
- auxiliar decisões clínicas.

O caso é controverso uma vez que Watson já superou médicos com precisão em alguns contextos, mas também falhou gravemente em outros. Isso mostra claramente que a IA **não substitui** julgamento clínico que continua soberano e condicionado ao aspecto de que a confiabilidade depende da qualidade dos dados, que podem estar sujeitos à vieses de treinamento. Um relatório da IBM afirma:

“As recomendações do Watson devem ser interpretadas em conjunto com a avaliação humana; nunca isoladamente.”<sup>4</sup> Sob este diapasão, e analisando casos concretos da IBM é possível notar que o Watson já superou médicos com precisão em alguns contextos, mas também falha gravemente em outros. Portanto, a IA não substitui julgamento clínico; todo modelo possui vieses de treinamento e a confiabilidade é subproduto direto da qualidade dos dados. Tais limitações evidenciam desafios intrínsecos à implementação de sistemas inteligentes em domínios críticos, onde a opacidade decisória pode comprometer não apenas a eficácia diagnóstica, mas sobretudo a confiança dos profissionais e pacientes (PUTHANVETTIL MADATHIL *et al.*, 2025). A problemática torna-se ainda mais complexa quando se considera que vieses algorítmicos podem ser amplificados em contextos de uso coletivo, onde equipes multidisciplinares interagem com as recomendações do sistema, potencialmente gerando efeitos como *groupthink* ou supressão

de perspectivas divergentes caso as explicações não incentivem escrutínio crítico (NAISEH *et al.*, 2024)

Oportunamente, este caso é ideal para trabalhar:

- raciocínio probabilístico;
- ética médica;
- limites da automação;
- dependência cognitiva;
- responsabilidade compartilhada.

#### **5.1.7. Siemens – IA explicável, assertividade e colaboração homem-máquina**

Em um estudo de caso conjunto entre a Siemens e o WEF, se buscou comparar o desempenho de equipes de colaboradores posicionados em unidades fabris devidamente alocados em tarefas que requeriam inspeção visual de produtos eletrônicos com relação à sua qualidade. Em análise comparativo, estes grupamentos de equipes foram expostos a dois sistemas distintos em termos de sua explicabilidade. Os cenários observados se deram no contexto de uma IA do tipo caixa-preta e uma segunda, onde a transparência algorítmica era um atributo destacado. Os resultados ressaltam a relevância da explicabilidade enquanto contributo significativo para aqueles aprimorados por IA explicável sabiam melhor quando confiar na IA e em que momentos deviam recorrer a sua própria experiência, superando assim o desempenho do sistema de IA de forma isolada. De igual forma, os trabalhadores que não tiveram acesso a explicações experimentaram três vezes mais probabilidade de anular erroneamente as recomendações precisas dadas pela IA (WEF, 2023).

Em específico, este estudo de caso permite aprofundar:

- limites da automação;
- dependência cognitiva;

- eficácia da explicabilidade;

### 5.1.8. Síntese analítica dos casos corporativos

Os seis casos permitem observar:

#### Quadro 5 – Síntese analítica dos casos corporativos de uso de IA

Empresa	Tipo de IA	Benefícios	Riscos	Eixo do AI Literacy
BMW	Visão computacional	Precisão	Dependência técnica	Compreensão técnica
iFood	Algoritmos de roteamento	Eficiência	Desigualdades algorítmicas	Cidadania algorítmica
Gerdau	IA para segurança	Prevenção	Vigilância	Ética
Mastercard	Detecção	Proteção	Falsos positivos	Pensamento crítico
Starbucks	Recomendação	Personalização	Manipulação	Interpretação
IBM Watson	NLP + ML	Apoio clínico	Vieses fatais	Avaliação crítica
Siemens	Redes neurais convolucionais + ML	Acurácia	Dependência e confiança inequívoca	Explicabilidade

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados apresentados acima evidenciam tensão fundamental entre explicabilidade e desempenho preditivo, questão amplamente debatida na literatura de sistemas inteligentes. Enquanto modelos intrinsecamente interpretáveis, como regressão simbólica e árvores de decisão, oferecem transparência por design, modelos de caixa-preta frequentemente alcançam acurácia superior em tarefas complexas, gerando dilema entre compreensibilidade humana e eficácia computacional (PUTHANVETIL MADATHIL *et al.*, 2025). No contexto manufatureiro, esse *trade-off* manifesta-se de forma particularmente crítica: processos de alto risco exigem explicações robustas para auditoria e conformidade regulatória, enquanto aplicações de otimização em tempo real demandam velocidade computacional que pode conflitar com geração de explicações detalhadas. A superação desse impasse requer desenvolvimento de abordagens

híbridas que combinem performance de modelos complexos com técnicas *post-hoc* de explicabilidade, preservando tanto eficiência operacional quanto transparência decisória.

A análise dos casos corporativos demonstra que a IA não é apenas uma ferramenta de eficiência, mas um fenômeno sociotécnico que reorganiza práticas, decisões e responsabilidades. Para interpretar essas transformações, o letramento em IA deve combinar compreensão técnica, crítica, ética e contextual. Cada caso revela não apenas o potencial da IA, mas seus limites, suas contradições e seus riscos que são elementos essenciais para formação cidadã e profissional onde as interações sociais é mediado por algoritmos.

## 5.2 Proposta de Avaliação Diagnóstica

É importante situar esta proposta frente à recente proliferação de taxonomias de competências em IA Generativa. Enquanto trabalhos contemporâneos tendem a focar na categorização técnica de habilidades funcionais — estabelecendo níveis de proficiência operacional para o uso de LLMs —, a abordagem aqui apresentada busca expandir o escopo para além da eficiência instrumental. Ao integrar conceitos como 'cidadania algorítmica' e 'ecologia cognitiva', nossa proposta dialoga com as taxonomias baseadas em competência, mas as transcende ao incorporar a dimensão da *intencionalidade ética*. Diferentemente de modelos que medem apenas a eficácia do *output* (o prompt funcionou?), os frameworks propostos (como o ECBI e o Prompt Reverso) avaliam a qualidade do *processo* reflexivo, alinhando-se a uma visão de letramento como empoderamento social e não apenas capacitação técnica para o mercado de trabalho

Para responder à necessidade de mensuração do desenvolvimento das competências de letramento, propõe-se a seguinte Matriz de Rubrica Conceitual, desenhada para avaliar a progressão dos estudantes em atividades práticas.

### Quadro 6 – Rubrica Conceitual de Avaliação de Competências em IA

Nível de Proficiência	Descrição Comportamental	Relação com Frameworks	Postura Cognitiva
-----------------------	--------------------------	------------------------	-------------------

Nível 1: Usuário Ingênuo (Passivo)	Aceita a primeira resposta da IA como verdade absoluta; utiliza prompts monossilábicos ou vagos; não percebe alucinações óbvias.	Desconhece CRAFT/ECBI	Subordinação: A IA é vista como um oráculo.
Nível 2: Usuário Operacional (Instrumental)	Estrutura bons prompts e obtém resultados esteticamente agradáveis; sabe iterar para melhorar a forma, mas falha em auditar o conteúdo.	Aplica CRAFT e RTF corretamente	Colaboração Técnica: A IA é vista como ferramenta eficiente.
Nível 3: Cidadão Algorítmico (Crítico)	Questiona a origem dos dados; identifica vieses culturais e éticos; utiliza a IA para expandir o pensamento, mas mantém a autoria final e a validação rigorosa.	Domina ECBI e Prompt Reverso	Autonomia: A IA é vista como interlocutor falível e objeto de estudo.

**Fonte: Elaborado pelos autores.**

É imperativo situar a proposta avaliativa deste estudo no cenário emergente de mensuração do letramento em IA. Recentemente, a literatura tem avançado com instrumentos quantitativos robustos, como o GLAT (Generative AI Literacy Assessment Test), desenvolvido por Jin et al. (2024), e o AICOS (AI Competence Objective Scale), proposto por Markus, Carolus e Wienrich (2025), ambos focados em mensurar o desempenho objetivo por meio de testes padronizados. Soma-se a estes o MAILS (Meta AI Literacy Scale), de Carolus et al. (2023), que oferece uma perspectiva voltada para a autoavaliação de meta-competências.

A abordagem apresentada neste artigo — consubstanciada nos frameworks operacionais e na rubrica conceitual — não visa substituir tais métricas, mas sim complementá-las com uma perspectiva processual e diagnóstica. Enquanto instrumentos como GLAT e AICOS avaliam 'o que o aluno sabe' (produto final), a rubrica aqui proposta instrumentaliza o educador para observar 'como o aluno pensa e interage' (processo cognitivo) durante a construção do conhecimento. Dessa forma, capturam-se nuances da cidadania algorítmica e da intencionalidade ética que frequentemente escapam a testes de múltipla escolha, oferecendo uma camada qualitativa indispensável para a formação crítica.

## 6. Considerações Finais

A consolidação da inteligência artificial como infraestrutura cognitiva e cultural do século XXI impõe à sociedade um desafio inédito: compreender, criticar e interagir com sistemas que não apenas executam tarefas, mas coproduzem sentidos, influenciam decisões e moldam experiências. O presente artigo buscou demonstrar que o letramento em inteligência artificial, ou *AI Literacy*, vai muito além do domínio instrumental de ferramentas. Trata-se de uma competência complexa, interdisciplinar e historicamente situada, que exige a integração de fundamentos técnicos, epistemológicos, éticos e socioculturais.

Primeiramente, observou-se que a IA não é um fenômeno recente ou circunstancial, mas o ápice de uma trajetória que se inicia com os experimentos computacionais de Alan Turing, atravessa os períodos de avanço e estagnação da pesquisa em IA e atinge seu ponto de inflexão com o surgimento de modelos generativos baseados na arquitetura Transformer. O entendimento dessa historicidade é fundamental para o letramento, pois evita interpretações ingênuas e tecnicistas que atribuem à IA um caráter mágico, absoluto ou infalível. Compreender que a IA é resultado de acúmulos técnicos, disputas epistemológicas e contingências econômicas é condição necessária para formar cidadãos capazes de avaliar criticamente seus limites e potencialidades.

Outro ponto essencial discutido foi o reconhecimento de que a IA é, ao mesmo tempo, tecnologia e cultura. A partir de autores como Pierre Lévy, Bernard Stiegler e Luciano Floridi, evidencia-se que sistemas inteligentes não apenas manipulam dados, mas reconfiguram ecologias cognitivas, reformulam práticas de consumo, alteram comportamentos e influenciam percepções. Essa constatação reforça a urgência de um letramento que se ocupe tanto da dimensão técnica dos modelos quanto dos efeitos culturais, sociais e subjetivos de sua operação.

A análise dos modelos internacionais, UNESCO, OECD, Stanford HAI, demonstra que o letramento em IA deve se sustentar em quatro pilares: compreensão técnica básica, uso responsável, reflexão ética e participação cidadã. Essa visão transformadora implica tratar o indivíduo não como consumidor passivo de tecnologia, mas como agente ativo capaz de avaliar, questionar e negociar as decisões algorítmicas que impactam sua vida. Ao relacionar esses modelos com os

*frameworks* formativos (CRAFT, ECBI, RTF, CREATE e Prompt Reverso), vimos que a educação para IA deve ser concebida como prática dialógica e crítica, jamais como instrução prescritiva ou meramente operacional.

Os resultados obtidos nos casos corporativos reforçam a importância dessa postura crítica. Setores como indústria automobilística, logística, segurança industrial, finanças, varejo e saúde utilizam IA para otimizar processos em escala global, mas essa mesma tecnologia pode gerar dilemas éticos significativos, como vigilância excessiva, discriminação algorítmica, manipulação de preferências, decisões automatizadas imprecisas e dependência cognitiva. A análise detalhada de BMW, iFood, Gerdau, Mastercard, Starbucks, IBM Watson Health e Siemens ilustra que o domínio técnico sem profundidade ética pode amplificar riscos e desequilíbrios, enquanto a compreensão ética sem entendimento técnico torna o indivíduo vulnerável a discursos deterministas.

Esses casos revelam que o letramento em IA deve capacitar profissionais e estudantes a compreenderem como modelos são treinados, como operam, quais dados os alimentam, que vieses carregam e onde tendem a falhar. É igualmente necessário ensinar a interpretar *dashboards*, relatórios, prescrições algorítmicas e métricas de desempenho, para que o humano permaneça no centro das decisões. Como ressalta Floridi (2013), a ética da IA não pode ser pensada apenas como “regras para máquinas”, mas como reflexão sobre a arquitetura informacional que configura nossas escolhas e comportamentos.

A partir dos contextos analisados, educação fundamental II, ensino médio, ensino superior e formação corporativa, concluímos que o letramento em IA deve ser adaptado às necessidades específicas de cada público, mas sem perder sua essência crítica. Em contextos escolares, a IA deve ser abordada como tema de cidadania digital, promovendo consciência ética, criatividade e pensamento computacional ampliado. No ensino superior, as discussões precisam aprofundar impactos sociais, epistemológicos e econômicos da IA, enfatizando pesquisa, análise crítica e limites do conhecimento algorítmico. Já nas organizações, a ênfase recai sobre tomada de decisão responsável, interpretação de sistemas e reflexão ética na prática profissional.

O conjunto das análises demonstra que o letramento em IA não é uma simples competência técnica, mas uma competência humana emergente, comparável, em importância histórica, ao letramento digital e ao letramento científico. Em contextos socialmente mediado por algoritmos, compreender IA significa compreender o próprio funcionamento da sociedade contemporânea. Mais do que preparar indivíduos para usar ferramentas, trata-se de prepará-los para agir com autonomia, responsabilidade e criticidade em ambientes onde decisões humanas e decisões algorítmicas coexistem e se entrelaçam.

Por fim, conclui-se que a construção de uma sociedade capaz de conviver com sistemas inteligentes depende diretamente da capacidade coletiva de promover o letramento em IA em escala. Isso exige políticas públicas, formação docente, materiais didáticos adequados, cultura organizacional ética e espaços de reflexão que articulem conhecimento técnico e sensibilidade humana. Como aponta Morin (2001), “educar é preparar para navegar na incerteza”. E a inteligência artificial, com toda sua potência e ambiguidade, não é apenas uma tecnologia a ser dominada, é o novo cenário onde a humanidade precisará aprender a existir, compreender, decidir e criar.

### **6.1. Limitações do estudo**

É fundamental reconhecer as limitações inerentes a este estudo, que decorrem de suas escolhas metodológicas e de seu escopo. Em primeiro lugar, a pesquisa possui uma natureza exploratória e qualitativa, o que implica que os resultados, embora robustos em seu contexto, não visam à generalização estatística. O objetivo foi aprofundar a compreensão do fenômeno do letramento em IA e propor *frameworks* a partir de uma base empírica, e não testar hipóteses em larga escala ou estabelecer relações causais. Futuros estudos de natureza quantitativa ou com métodos mistos poderão ampliar a validade externa dos achados. Em segundo lugar, o *corpus* empírico constitui uma amostra de conveniência baseada nas experiências profissionais dos autores na Fundação Getúlio Vargas e em instituições parceiras. Embora o *corpus* seja diversificado, abrangendo educação básica, superior e corporativa, ele não é representativo de todos os contextos educacionais e organizacionais do Brasil ou de outros países. Estudos futuros poderiam ampliar o escopo para incluir outras instituições, regiões geográficas e

contextos culturais, a fim de validar e refinar os *frameworks* aqui propostos, dialogando com a noção de tecnodiversidade proposta por Hui (2021). Em terceiro lugar, a análise se concentrou em materiais didáticos, documentos e observações, não incluindo, por exemplo, a medição quantitativa do impacto da aprendizagem nos participantes. Não foram aplicados pré-testes e pós-testes para avaliar ganhos de competência, nem foram realizadas entrevistas estruturadas para capturar percepções dos estudantes e participantes de forma sistemática. Estudos futuros poderiam empregar métodos mistos, combinando análise qualitativa com instrumentos quantitativos (escalas de letramento, testes de pensamento crítico), para avaliar o impacto dos *frameworks* de forma mais estruturada. Por fim, os casos corporativos analisados baseiam-se exclusivamente em fontes públicas (relatórios, artigos, sites institucionais), sem acesso a dados internos das empresas ou a entrevistas com gestores e colaboradores. Essa limitação impede uma análise mais profunda dos processos decisórios e das dinâmicas organizacionais envolvidas na implementação de IA. Estudos futuros de natureza etnográfica ou de pesquisa-ação em parceria com empresas poderiam oferecer *insights* mais ricos sobre as práticas de letramento em IA no contexto corporativo. Apesar dessas limitações, o estudo oferece uma contribuição significativa ao campo, ao propor um conceito de letramento em IA empiricamente fundamentado e ao sistematizar *frameworks* pedagógicos que podem ser adaptados e testados em diferentes contextos.

## 6.2 Agenda para pesquisas futuras

Os achados deste estudo abrem caminhos promissores para futuras investigações, que podem ampliar, validar e refinar os conceitos e *frameworks* aqui propostos. A seguir, delineamos duas direções principais para a agenda de pesquisas futuras.

1. **Estudos de impacto com métodos mistos:** propõe-se a realização de estudos quase experimentais com métodos mistos para testar o impacto dos *frameworks* (CRAFT, ECBI, RTF, CREATE, Prompt Reverso) na qualidade da interação dos estudantes com a IA e no desenvolvimento de competências de pensamento crítico. Seria possível comparar grupos de controle (que utilizam IA sem formação prévia) e grupos de tratamento (que recebem formação estruturada em letramento em IA), utilizando pré-testes e pós-testes para avaliar

ganhos em dimensões como análise de vieses, compreensão de limitações dos modelos, capacidade de formular *prompts* eficazes e reflexão ética. Instrumentos quantitativos, como escalas de letramento digital e testes de pensamento crítico, poderiam ser combinados com entrevistas qualitativas para capturar percepções e experiências dos participantes. Esse tipo de estudo permitiria validar empiricamente a eficácia dos *frameworks* e identificar quais elementos são mais relevantes para diferentes perfis de aprendizes.

2. **Pesquisa-ação em contexto corporativo:** Uma agenda futura inclui o desenvolvimento de projetos de pesquisa-ação em parceria com empresas para cocriar e avaliar programas de letramento em IA para equipes específicas, como recursos humanos, jurídico, pesquisa e desenvolvimento, e marketing. Esses projetos poderiam envolver ciclos iterativos de design, implementação e avaliação de intervenções formativas, com coleta de dados sobre o impacto na tomada de decisão, na inovação responsável e na governança algorítmica. A pesquisa-ação permitiria uma imersão mais profunda nos contextos organizacionais e a construção colaborativa de conhecimento sobre as práticas de letramento em IA no mundo corporativo, superando a limitação de análise baseada apenas em fontes públicas.

## Referências

**ALPAYDIN, Ethem.** *Introduction to Machine Learning*. 4. ed. Cambridge: MIT Press, 2020.

**ANNAPUREDDY, Ravinithesh; FORNAROLI, Alessandro; GATICA-PEREZ, Daniel.** Generative AI Literacy: Twelve Defining Competencies. **arXiv preprint arXiv:2412.12107**, [S.I.], 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2412.12107>. Acesso em: 03 dez. 2025.

**BILAL, Ahsan; EBERT, David; LIN, Beiyu.** LLMs for Explainable AI: A Comprehensive Survey. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*,

[S.I.], v. 16, n. 2, p. 1-18, mar. 2025. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2504.00125>. Acesso em: 21 nov. 2025.

**BOSTROM, Nick.** *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford: Oxford University Press, 2014.

**BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria.** Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006. DOI:10.1191/1478088706qp063oa.

**BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria.** Reflecting on reflexive thematic analysis. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, v. 11, n. 4, p. 589-597, 2019.

**BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria.** *Thematic Analysis: A Practical Guide*. London: Sage, 2022.

**BYRNE, David.** A worked example of Braun and Clarke's approach to reflexive thematic analysis. *Quality & Quantity*, v. 56, p. 1391-1412, 2022.

**CAROLUS, Astrid et al.** MAILS - Meta AI literacy scale: Development and testing of an AI literacy questionnaire based on well-founded competency models. **Computers in Human Behavior: Artificial Humans**, [S.I.], v. 1, p. 100014, 2023.

**CLARKE, Victoria; BRAUN, Virginia; HAYFIELD, Nikki.** Thematic analysis. In: SMITH, J. A. (Ed.). *Qualitative Psychology: A Practical Guide to Research Methods*. London: Sage, 2015. p. 222-248.

**FLICK, Uwe.** *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

**FLORIDI, Luciano.** *The Ethics of Information*. Oxford: Oxford University Press, 2013.

**FLORIDI, Luciano.** *The Fourth Revolution: How the Infosphere Is Reshaping Human Reality*. Oxford: Oxford University Press, 2014.

**GERDAU S.A.** Relatório anual 2024. Porto Alegre: Gerdau, 2025. Disponível em: [https://www2.gerdau.com.br/wp-content/uploads/2025/06/RA\\_GERDAU\\_2024\\_PT\\_BR.pdf](https://www2.gerdau.com.br/wp-content/uploads/2025/06/RA_GERDAU_2024_PT_BR.pdf) . Acesso em: 14 nov. 25.

**GERDAU S.A.** “Gerdau reforça cibersegurança industrial”. TI Inside, 23 mai. 2023. Disponível em: <https://tiinside.com.br/23/05/2023/gerdau-reforca-ciberseguranca-industrial/> . Acesso em: 14 nov. 25.

**HUI, Yuk.** *Recursivity and Contingency*. London: Rowman & Littlefield, 2019.

**IBM Corporation.** “Healthcare and life sciences technology solutions”. 2025. Disponível em: <https://www.ibm.com/industries/healthcare?> . Acesso em: 14 nov. 25.

**IBM Corporation.** Watson Health – Technical Specifications. Abril 2015. Disponível em: <https://ftpmirror.your.org/pub/misc/ftp.software.ibm.com/common/ssi/ecm/hp/en/hpd12363usen/watson-health-healthcare-providers-hp-data-sheet-hpd12363usen-20180316.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2025.

**iFood Tecnologia S.A.** Relatório de impacto e sustentabilidade 2023/25. São Paulo: iFood, 2025. Disponível em: [https://institucional.ifood.com.br/wp-content/uploads/2025/08/iFood\\_RS23-25\\_POR-v9-1.pdf](https://institucional.ifood.com.br/wp-content/uploads/2025/08/iFood_RS23-25_POR-v9-1.pdf). Acesso em: 05 nov. 2025.

**iFood Tecnologia S.A.** “Tecnologias brasileiras no iFood: IA e inovação”. 2025. Disponível em: <https://institucional.ifood.com.br/inovacao/tecnologias-brasileiras/> Acesso em: 05 nov. 2025.

**JIN, Yueqiao et al.** **GLAT: The Generative AI Literacy Assessment Test.** **arXiv preprint arXiv:2411.00283**, [S.I.], 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2411.00283>. Acesso em: 03 dez. 2025.

**LÉVY, Pierre.** *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34, 1999.

**MANOVICH, Lev.** **Software Takes Command**. New York: Bloomsbury Academic, 2013.

**MARKUS, André; CAROLUS, Astrid; WIENRICH, Carolin.** Objective Measurement of AI Literacy: Development and Validation of the AI Competency Objective Scale (AICOS). **arXiv preprint**, [S.I.], 2025.

**MASTERCARD Inc.** AI in Fraud Detection: Corporate Report. New York: Mastercard, 2022.

**MINAYO**, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

**MORAES, Fernando Pedro de.** *O Algoritmo Tem Ouvidos? Um estudo sobre a escuta musical na plataforma de streaming Spotify*. 2023. Tese (Doutorado em Comunicação) – Universidade Paulista, São Paulo.

**MORAES, Fernando Pedro de.** *Business Analytics*. Rio de Janeiro: FGV, 2025.

**MORIN**, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 21. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

**MORROW, Jordan.** *Be Data Literate: The Data Literacy Skills Everyone Needs to Succeed*. London: Kogan Page, 2021.

**NAISEH, Mohammad et al.** XAI for Group-AI Interaction: Towards Collaborative and Inclusive Explanations. In: WORLD CONFERENCE ON EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 2., 2024, Valletta. Proceedings [...]. Valletta: CEUR Workshop Proceedings, 2024. p. 1-8.

**OECD.** *Artificial Intelligence in Society*. Paris: OECD Publishing, 2022.

**OECD.** *AI Literacy for All: Framework and Competencies*. Paris: OECD Publishing, 2023.

**PIÑEDO, Rafael; STIEGLER, Bernard (Orgs.).** *Culture and Technics in the Digital Era*. London: Polity Press, 2019.

**PUTHANVEETIL MADATHIL, Abhilash et al.** A review of explainable artificial intelligence in smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, [S.l.], p. 1-44, 4 jun. 2025. DOI: 10.1080/00207543.2025.2513574. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2513574>. Acesso em: 21 nov. 2025.

**ROSSI, Alessandro; HENDERSON, Emily.** AI-driven personalization in retail. *Journal of Consumer Technology*, v. 14, n. 3, p. 201-220, 2022.

**SENONER, Julian; FEUERRIEGEL, Stefan; NETLAND, Torbjørn.** Augmented intelligence: How explainable AI is changing manufacturing jobs for the better. *World*

*Economic Forum*, 17 out. 2023. Disponível em: <https://www.weforum.org/stories/2023/10/xai-explainable-ai-changing-manufacturing-jobs/>. Acesso em: 21 nov. 2025.

**SOUZA, Livia K.** Pesquisa com análise qualitativa de dados: conhecendo a análise temática. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, v. 71, n. 2, p. 51-67, 2019.

**STANFORD HAI – Human-Centered Artificial Intelligence.** *Artificial Intelligence Index Report 2023*. Stanford: Stanford University, 2023.

**STIEGLER, Bernard.** *Taking Care of Youth and the Generations*. Stanford: Stanford University Press, 2010.

**TURING, Alan.** Computing machinery and intelligence. *Mind*, v. 59, p. 433-460, 1950.

**UNESCO.** *AI and Education: Guidance for Policy Makers*. Paris: UNESCO, 2021.

**UNESCO.** *K-12 AI Literacy Framework*. Paris: UNESCO, 2023.

**WIENER, Norbert.** *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge: MIT Press, 1948.

**ZHANG, Chengzhi; MAGERKO, Brian.** Generative AI Literacy: A Comprehensive Framework for Literacy and Responsible Use. **arXiv preprint arXiv:2504.19038**, [S.l.], 2025. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2504.19038>. Acesso em: 03 dez. 2025.